

Mondo Minerals B.V. Branch Finland

Vuonoksen rikastushiekan läjityskapasiteetin lisääminen ja vesienhallinnan ympäristövaikutusten YVA-selostus

Ympäristövaikutusten arviointiselostus

12.11.2026





Copyright © AFRY Finland Oy

Copyright © AFRY Finland Oy

AFRY Finland Oy:n projektinumero on 101028111.

Kannen kuva: Mondo Vuonos rikastushiekka-alue © Mondo

Kuvien pohjakartat ja -ilmakuvat: Maanmittauslaitoksen peruskartta-aineisto, avoin data 2025–2026, ellei toisin mainita.

Copyright © AFRY Finland Oy

YHTEYSTIEDOT JA NÄHTÄVILLÄOLO

Hankkeesta vastaava:

Mondo Minerals B.V. Branch Finland
Riikka Laasonen
puh. 050 548 8631
riikka.laasonen@mondominerals.com
www.mondominerals.com

Yhteysviranomainen:

Lupa- ja valvontavirasto
Sara Muhonen
puh. 029 502 6394
sara.muhonen@lvv.fi
www.lvv.fi

YVA-konsultti:

AFRY Finland Oy
Eveliina Tammisto
puh. 010 3311
eveliina.tammisto@afry.com
www.afry.com

Arviointiselostus on saatavissa sähköisesti osoitteesta:

ymparisto.fi/vuonoksen-rikastushiekka-allas-YVA

Copyright © AFRY Finland Oy

SISÄLLYS

YHTEYSTIEDOT JA NÄHTÄVILLÄOLO 4

TIIVISTELMÄ 16

YVA-TYÖRYHMÄ 29

1 JOHDANTO 30

2 HANKKEEN YLEISKUVAUS 32
2.1 Hankkeesta vastaava 32
2.2 Hankkeen sijainti 32
2.3 Hankkeen tausta ja tavoite 35
2.4 YVA-menettelyn peruste 35
2.5 Arvioitavat vaihtoehdot 36
2.6 Hankkeen aikataulu 39
2.7 Hankkeen liittyminen muihin hankkeisiin ja ohjelmiin 40
2.7.1 Maakunnantason tavoitteet 40
2.7.2 Kansallinen mineraalistrategia 2040 40
2.7.3 Suojelualueet ja vesienhoito 41
2.7.4 Muut hankkeet 42

3 NYKYINEN TOIMINTA 44
3.1 Nykyinen toiminta ja sen sijoittuminen 44
3.2 Yleiskuvaus nykyisestä toiminnasta 44
3.3 Malmiesiintymät 48
3.4 Malminkäsittely ja rikastus 48
3.4.1 Murskaus 48
3.4.2 Jauhatus 49
3.4.3 Talkkirikastus 50
3.4.4 Talkkirikasteen jatkojalostus talkkitehtaalla 51
3.4.5 Raaka-aineet ja kemikaalit 53
3.5 Rikastushiekan käsittely (magnesiitti) 54
3.5.1 Rikastushiekka-alue 54
3.5.2 Rikastushiekka-altaiden vedenlaatu 55
3.5.3 Rikastushiekka-altaan suotovesien laatu 57
3.5.4 Magnesiittihiekan läjitys 59
3.6 Kaivannaisjätteet, rikastusjäte ja vesienkäsittelyn sakat 61
3.6.1 Sivukivet 61
3.6.2 Rikastushiekka 61
3.6.3 Nikkelilaitoksen rikastusjäte 72
3.6.4 Vesienkäsittelylietteet 77

Copyright © AFRY Finland Oy

3.6.5 Rikastushiekan, nikkelilaitoksen rikastusjätteen ja Polvijärven kaivosten vesienkäsittelylietteiden luokittelun yhteenveto 81
3.7 Vesien hallinta 82
3.7.1 Vesikierto ja vesimäärät 82
3.7.2 Käyttövesi 86
3.7.3 Saniteettivesien puhdistus 86
3.7.4 Kuormitus Lahdenjokeen 87
3.7.5 Hajakuormitus 90
3.8 Kemikaalit ja polttoaineet 104
3.9 Energian tuotanto ja käyttö 105
3.10 Muut jätteet 105
3.11 Päästöt ilmaan 106
3.12 Liikenne 107
3.13 Sulkemissuunnittelu ja sulkemista koskevat yleiset vaatimukset 108
3.13.1 Yleiset sulkemissuunnittelun periaatteet 108
3.13.2 Sulkemisen tavoitteet 109
3.13.3 Sulkemistoimenpiteet 111
3.13.4 Vesien johtaminen sulkemisen jälkeen 113

4 YVA-VAIHTOEHDOT JA UUDET SUUNNITELLUT TOIMINNOT 115
4.1 YVA-vaihtoehdot 115
4.2 YVA-ohjelman jälkeen hankkeeseen tulleet muutokset 116
4.3 Rikastushiekan läjitys 116
4.3.1 VE1 117
4.3.2 VE2a ja VE2b 119
4.3.3 VE3 121
4.4 Vesienkäsittelylietteiden sijoittaminen rikastushiekka-altaalle 122
4.5 Vesien hallinta 123
4.5.1 Vesitase ja kuormitus 124
4.5.2 Raakavesivaihtoehdot 135
4.5.3 Vesienkäsittely 135
4.5.4 Purkuputki 135
4.6 Liikenne 136
4.7 Kemikaalit ja polttoaineet 136
4.8 Energian tuotanto ja käyttö 136
4.9 Päästöt ilmaan 137
4.10 Melu ja tärinä 137
4.11 Sulkeminen 137

5 YVA-MENETTELY 140
5.1 YVA-menettelyn tarve ja osapuolet 140
5.2 YVA-menettelyn tavoite ja sisältö 140

Copyright © AFRY Finland Oy

5.2.1 Ennakkoneuvottelu 141
5.2.2 YVA-ohjelma 142
5.2.3 YVA-selostus 142
5.2.4 Perusteltu päätelmä 142
5.3 Osallistuminen, vuorovaikutus ja tiedotus 143
5.3.1 Arviointiselostuksesta kuuluttaminen ja nähtävilläolo 144
5.3.2 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet yleisölle 144
5.3.3 Seurantaryhmätyöskentely 144
5.3.4 Muu viestintä 145
5.4 YVA-ohjelmalausunnon huomioiminen 145
5.5 Arviointityön kuvaus 145
5.5.1 Arvioitavat vaikutukset 145
5.5.2 Tarkastelu- ja vaikutusalueiden rajaukset 146
5.5.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi 147
5.5.4 Hankkeessa tehdyt erillisselvitykset 149

6 YHDYSKUNTARAKENNE JA MAANKÄYTTÖ 151
6.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 151
6.2 Nykytila 152
6.2.1 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT) 154
6.2.2 Voimassa olevat maakuntakaavat 155
6.2.3 Vireillä olevat maakuntakaavat 158
6.2.4 Yleiskaavat 159
6.2.5 Vireillä olevat yleiskaavat 165
6.2.6 Asemakaavat ja ranta-asemakaavat 165
6.2.7 Vireillä olevat asemakaavat ja ranta-asemakaavat 167
6.3 Vaikutusten arviointi 167
6.3.1 Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön 167
6.3.2 Hankkeen suhde valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin 167
6.3.3 Hankkeen suhde voimassa ja vireillä oleviin kaavoihin 168
6.3.4 Hankkeen suhde muihin maankäytön suunnitelmiin 171
6.3.5 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 171
6.3.6 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 171
6.4 Yhteisvaikutukset 172
6.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 172
6.6 Arvioinnin epävarmuudet 173
6.7 Vaikutusten lieventäminen 173

7 LIIKENNE 175
7.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 175
7.2 Nykytila 176

Copyright © AFRY Finland Oy

7.3 Vaikutusten arviointi 184
7.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 184
7.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 184
7.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 189
7.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 189
7.4 Yhteisvaikutukset 189
7.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 189
7.6 Arvioinnin epävarmuudet 190
7.7 Vaikutusten lieventäminen 190

8 MELU JA TÄRINÄ 193
8.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 194
8.1.1 Melu 194
8.1.2 Nykytila 195
8.2 Vaikutusten arviointi 196
8.2.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 196
8.2.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 196
8.2.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 197
8.2.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 197
8.3 Yhteisvaikutukset 197
8.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 197
8.5 Arvioinnin epävarmuudet 198
8.6 Vaikutusten lieventäminen 198

9 MAA- JA KALLIOPERÄ SEKÄ POHJAVEDET 200
9.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 201
9.2 Nykytila 202
9.2.1 Maa- ja kallioperä 202
9.2.2 Pohjavedet 214
9.3 Vaikutusten arviointi 242
9.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 243
9.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 244
9.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 251
9.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 252
9.4 Yhteisvaikutukset 252
9.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 252
9.6 Arvioinnin epävarmuudet 255
9.7 Vaikutusten lieventäminen 256

10 VESISTÖT JA VEDENLAATU 259
10.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 260
10.2 Vedenlaatua säätelevät asetukset ja ohjearvot 267

Copyright © AFRY Finland Oy

10.2.1 Vedenlaadulle asetettuja raja-arvoja 267
10.2.2 Haitta-aineiden vaikutusten määrittely 271
10.2.3 Haitta-aineiden ominaisuuksia 273
10.2.4 Ravinnekuormitus 276
10.3 Nykytila 277
10.3.1 Yleiskuvaus 277
10.3.2 Kuormitus 280
10.3.3 Virkistyskäyttö ja vesistöjen muu käyttö 288
10.3.4 Virtaamat ja vedenkorkeus 289
10.3.5 Vesistöjen herkkyys 291
10.3.6 Vedenlaatu 292
10.4 Vaikutusten arviointi 338
10.4.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 338
10.4.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 338
10.4.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 381
10.4.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 381
10.5 Yhteisvaikutukset 381
10.5.1 Sysmäjärvi 381
10.5.2 Viinijärvi 386
10.6 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 391
10.7 Arvioinnin epävarmuudet 393
10.8 Vaikutusten lieventäminen 393

11 SEDIMENTIT 395
11.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 395
11.2 Nykytila 395
11.3 Vaikutusten arviointi 400
11.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 400
11.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 401
11.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 402
11.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 402
11.4 Yhteisvaikutukset 403
11.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 403
11.6 Arvioinnin epävarmuudet 403
11.7 Vaikutusten lieventäminen 404

12 VESIELIÖSTÖ 406
12.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 406
12.2 Nykytila 407
12.2.1 Kasviplankton 407
12.2.2 Pohjaeläimet 414

Copyright © AFRY Finland Oy

12.2.3 Vesikasvillisuus 419
12.2.4 Piilevät 420
12.3 Vaikutusten arviointi 420
12.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 420
12.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 421
12.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 424
12.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 425
12.4 Yhteisvaikutukset 425
12.4.1 Sysmäjärvi 425
12.4.2 Viinijärvi 426
12.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 426
12.6 Arvioinnin epävarmuudet 428
12.7 Vaikutusten lieventäminen 428

13 KALAT JA KALASTUS 430
13.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 430
13.2 Nykytila 431
13.3 Vaikutusten arviointi 434
13.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 434
13.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 435
13.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 439
13.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 440
13.4 Yhteisvaikutukset 440
13.4.1 Sysmäjärvi 440
13.4.2 Viinijärvi 441
13.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 442
13.6 Arvioinnin epävarmuudet 443
13.7 Vaikutusten lieventäminen 443

14 VESIENHOITO JA VESIMUODOSTUMIEN TILA 445
14.1 Ekologinen ja kemiallinen tila 446
14.1.1 Vesienhoidon kolmas kausi 2022–2027 446
14.1.2 Vesienhoidon neljäs kausi 2028–2033 452
14.2 Vaikutukset vesimuodostuminen tilaan ja vesienhoidon tavoitteisiin 457

15 KASVILLISUUS JA LUONTOTYYPIT 460
15.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 460
15.1.1 Maastotyöt ja niiden kohdentaminen 461
15.2 Nykytila 462
15.3 Vaikutusten arviointi 474
15.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 474
15.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 480

Copyright © AFRY Finland Oy

15.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 480
15.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 480
15.4 Yhteisvaikutukset 480
15.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 480
15.6 Arvioinnin epävarmuudet 481
15.7 Vaikutusten lieventäminen 482

16 LINNUSTO 484
16.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 484
16.1.1 Vaikutusmekanismien kuvaus 484
16.1.2 Aineistot ja arviointimenetelmät 486
16.2 Nykytila 487
16.3 Vaikutusten arviointi 490
16.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 490
16.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 491
16.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 491
16.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 492
16.4 Yhteisvaikutukset 492
16.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 492
16.6 Arvioinnin epävarmuudet 494
16.7 Vaikutusten lieventäminen 494

17 MUU ELÄIMISTÖ 496
17.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 496
17.1.1 Liito-oravaselvitys 497
17.1.2 Viitasammakkoselvitys 497
17.1.3 Saukkoselvitys 497
17.1.4 Sudenkorentoselvitys 498
17.1.5 Kirjoverkkoperhosselvitys 498
17.2 Nykytila 498
17.2.1 EU:n luontodirektiivin liitteen (a) lajit 498
17.3 Vaikutusten arviointi 504
17.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 504
17.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 506
17.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 507
17.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 507
17.4 Yhteisvaikutukset 507
17.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 508
17.6 Arvioinnin epävarmuudet 509
17.7 Vaikutusten lieventäminen 509

18 SUOJELUALUEET 512

Copyright © AFRY Finland Oy

18.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 512
18.2 Nykytila 513
18.3 Vaikutusten arviointi 515
18.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 515
18.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 515
18.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 515
18.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 516
18.4 Yhteisvaikutukset 516
18.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 517
18.6 Arvioinnin epävarmuudet 519
18.7 Vaikutusten lieventäminen 519

19 ILMANLAATU 521
19.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 522
19.1.1 Hiukkasten käyttäytyminen ilmakehässä 522
19.1.2 Ilmanlaadun raja- ja ohjearvo 523
19.2 Nykytila 525
19.2.1 Hankealueen ilmanlaatu 525
19.2.2 Ilmanlaadun mittaukset 526
19.2.3 Hiukkaspäästöjen leviämismallilaskelmat 529
19.2.4 Bioindikaattoriselvitykset 530
19.3 Vaikutusten arviointi 531
19.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 531
19.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 532
19.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 534
19.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 534
19.4 Yhteisvaikutukset 535
19.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 535
19.6 Arvioinnin epävarmuudet 536
19.7 Vaikutusten lieventäminen 537

20 ILMASTO 539
20.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 540
20.1.1 Hankkeen hiilijalanjäljen laskenta 540
20.2 Nykytila 544
20.2.1 Ilmasto 544
20.2.2 Kansainväliset, kansalliset ja alueelliset tavoitteet 546
20.2.3 Kasvihuonekaasupäästöt 547
20.3 Vaikutusten arviointi 548
20.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 548
20.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 549

Copyright © AFRY Finland Oy

20.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 550
20.3.4 Vaikutukset hiilinieluihin ja -varastoihin 551
20.4 Yhteisvaikutukset 552
20.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 552
20.6 Ilmastonmuutos 555
20.6.1 Yleiset ennusteet ilmastonmuutoksen vaikutuksista 555
20.6.2 Ilmastonmuutoksen vaikutuksiin sopeutuminen 558
20.7 Arvioinnin epävarmuudet 558
20.8 Vaikutusten lieventäminen 559

21 MAISEMA JA KULTTUURIYMPÄRISTÖ 561
21.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 561
21.2 Nykytila 562
21.2.1 Maiseman yleiskuvaus 562
21.2.2 Maiseman ja rakennetun kulttuuriympäristön arvoalueet 564
21.2.3 Arkeologinen kulttuuriperintö 567
21.3 Vaikutusten arviointi 569
21.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 569
21.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 569
21.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 573
21.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 573
21.4 Yhteisvaikutukset 573
21.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 573
21.6 Arvioinnin epävarmuudet 574
21.7 Vaikutusten lieventäminen 574

22 LUONNONVAROJEN HYÖDYNTÄMINEN 576
22.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 576
22.2 Nykytila 576
22.3 Vaikutusten arviointi 577
22.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 577
22.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 577
22.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 577
22.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 578
22.4 Yhteisvaikutukset 578
22.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 578
22.6 Arvioinnin epävarmuudet 579
22.7 Vaikutusten lieventäminen 579

23 IHMISTEN ELINOLOT, VIIHTYVYYS, VIRKISTYSKÄYTTÖ JA TERVEYS SEKÄ ELINKEINOT 581
23.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 582

Copyright © AFRY Finland Oy

23.2 Nykytila 582
23.2.1 Asutus, herkät kohteet ja virkistyskäyttö 582
23.2.2 Elinkeinot ja työllisyys 588
23.3 Vuorovaikutus 589
23.4 Vaikutusten arviointi 591
23.4.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 591
23.4.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 593
23.4.3 Terveysvaikutukset 599
23.4.4 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 601
23.4.5 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 602
23.5 Yhteisvaikutukset 602
23.6 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 602
23.7 Arvioinnin epävarmuudet 604
23.8 Vaikutusten lieventäminen 604

24 YMPÄRISTÖRISKIT, ONNETTOMUUDET JA HÄIRIÖTILANTEET 607
24.1 Ympäristöriskien hallintajärjestelmä ja lupaehdot 607
24.1.1 Ympäristöasioiden hallintajärjestelmä 607
24.1.2 Häiriö- ja poikkeustilanteisiin liittyvät lupaehdot 607
24.2 Ympäristöriskit ja häiriötilanteet 607
24.2.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 608
24.2.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 608
24.2.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 608
24.2.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 609

25 YHTEISVAIKUTUKSET MUIDEN HANKKEIDEN KANSSA 611

26 VAIHTOEHTOJEN VERTAILU JA VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYDEN ARVIOINTI 613

27 HANKKEEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT, SUUNNITELMAT JA PÄÄTÖKSET 625
27.1 Voimassa olevat luvat ja päätökset 625
27.1.1 Kaivoslain mukaiset luvat 625
27.1.2 Ympäristö- ja vesitalousluvat 625
27.2 Ympäristö- ja vesitalouslupa 625
27.3 Kaavoitus 626
27.4 Kaivoslupa 626
27.5 Patoturvallisuus 627
27.6 Muut huomioitavat lait ja luvat 627
27.7 Sovellettavat BAT-päätelmät 628

28 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTA 630
28.1 Seurannan periaatteet 630
28.2 Käyttötarkkailu 630

Copyright © AFRY Finland Oy

28.3 Päästö- ja vaikutusten tarkkailu 630
28.4 Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten seuranta 631

29 TERMIT JA LYHENTEET 632

30 LÄHDELUETTELO 633

Liitteet

1. Yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta
2. Yhteysviranomaisen lausunnon huomioon ottaminen
3. Suotovesilaadun geokemiallinen mallinnus 2026
4. Vesi- ja kuormataseraportti 2026
5. Pohjavesimallinnus 2026
6. Sysmäjärven ja Viinijärven järvimallit 2026
7. Luontoselvitykset 2025
8. Luontoselvitykset 2026
9. Tarkkailuraportit 2025
10. Maiseman havainnekuvat
11. Muinaisjäännösselvitykset 2025
12. Kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma
13. Sulkemissuunnitelma
14. Ympäristöriskinarvio (viranomaisliite)
15. Suunnitelmakartta ja tyyppipoikkileikkaukset VE1
16. Sysmäjärvi Natura-arvio
17. Viinijärven ja Sysmäjärven kalaston nykytilan selvitys 2026
18. Hajakuormitusselvityksen tulokset
19. Vedenlaatutulokset
20. Kemikaaliluettelo (viranomaisliite)

Copyright © AFRY Finland Oy

TIIVISTELMÄ

Hankekuvaus ja -vaihtoehdot

Mondo Minerals B.V. Branch Finland Vuonoksen tehdasalueen rikastushiekka-allasalueet saavuttavat nykyisen ympäristöluvan mukaisen maksimikorkeuden vuosina 2030–2032, ja on syntynyt tarve rikastushiekan läjityskapasiteetin kasvattamiseen. Hankkeen elinkaaren jatkamiseksi Mondo suunnittelee nykyisen rikastushiekka-altaan korottamista, kokonaan uuden altaan rakentamista tai rikastushiekan kuivaläjittämistä uuteen altaaseen. Tämä mahdollistaisi toiminnan jatkamisen noin vuoteen 2050 asti. Lisäksi tarkastellaan raakaveden oton vaihtoehtoja, käsiteltyjen purkuvesien johtamiselle vaihtoehtona Viinijärveä nykyisen Sysmäjärven sijasta ja Mondo Mineralsin Polvijärven kaivosten vesienkäsittelylietteiden sijoittamista Vuonoksen rikastushiekka-altaaseen.

Tässä YVA-menettelyssä tarkasteltavat vaihtoehdot ovat seuraavat:

VE0: Toiminta jatkuu nykyisellä ympäristöluvalla niin kauan kuin se on lupaehtojen puitteissa mahdollista. Toiminta päättyy rikastushiekka-altaan saavuttaessa nykyisen ympäristöluvan maksimikorkeuden (+116 m mpy (N60) rikastushiekan läjityskorkeus, +117 m mpy (N60) patoharjat) noin vuonna 2030–2032.

VE1: Rikastushiekka-altaat korotetaan korotussuunnitelman mukaisesti tasolle +126 m mpy (rikastushiekan läjityskorkeus) ja +127 m mpy (patoharjat). Tämä mahdollistaisi toiminnan jatkamisen noin vuoteen 2050 asti. Muilta osin toiminta jatkuu ennallaan.

VE2a ja **VE2b**: Nykyisiä rikastushiekka-altaita tyhjennetään ja täytetään (RH1- ja RH2-altaat) vuorotellen. Kuivasta (ei sillä hetkellä läjityskäytössä olevasta) altaasta kaivetaan rikastushiekkaa, joka kuivaläjitetään uuteen, rakennettavaan altaaseen. Tällöin toinen puoli rikastushiekka-altaasta on märkäläjityskäytössä ja toinen puoli kuivumassa ja tyhjennyksessä kuivaläjitystä varten. Kuivaläjitys mahdollistaisi toiminnan jatkamisen noin vuoteen 2050 asti.

VE2a: Kuivaläjitys nykyisen rikastushiekka-altaan pohjoispuolelle rakennettavaan altaaseen (sama alue kuin VE3, rikastushiekan läjityskorkeus maksimissaan tasolle +116 m mpy)

VE2b: Kuivaläjitys nykyisen rikastushiekka-altaan 2 eteläosaan ja välialtaaseen, rikastushiekan läjityskorkeus +123 m mpy.

VE3: Rakennetaan uusi rikastushiekka-alue sekä vaadittava infra (ml. suotovesienhallinta, sähköt, tiestö, pumppaamot jne.). Uusi rikastushiekka-alue sijoittuu nykyisen rikastushiekka-allasalueen pohjoispuolelle (rikastushiekan läjityskorkeus maksimissaan tasolle +116 m mpy). Nykyinen rikastushiekka-allas suljetaan sulkemissuunnitelman mukaisesti sen saavutettua nykyisen ympäristöluvan mukaisen maksimikorkeuden +117 m mpy. Uuden rikastushiekka-alueen käyttöönotto mahdollistaisi toiminnan jatkamisen noin vuoteen 2050 asti.

Lisäksi tarkastellaan

PVE1: Purkuvedet johdetaan nykyisen ympäristöluvan mukaisesti Sysmäjärveen.

PVE2a–c:

PVE2a: Purkuvedet johdetaan Viinijärven Raatelahteen nykyistä raakavesireittiä pitkin.

Copyright © AFRY Finland Oy

PVE2b: Purkuvedet johdetaan Viinijärven Lukanlahteen.

PVE2c: Purkuvedet johdetaan Viinijärven Korpilahteen.

RVE1: Raakavesi otetaan Viinijärvestä ja Outokummun vanhasta avolouhoksesta.

RVE2: Raakavesi otetaan Viinijärvestä.

Vesienkäsittelylietteet: Polvijärven kaivosten vesienkäsittelylietteiden sijoittaminen rikastushiekka-altaaseen.

YVA-menettely

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia sekä yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa. Samalla tavoitteena on lisätä tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia. Hankkeen ympäristövaikutukset on selvitettävä YVA-lain (252/2017) mukaisessa arviointimenettelyssä ennen kuin ryhdytään ympäristövaikutusten kannalta olennaisiin toimiin. YVA-menettelyssä ei tehdä hanketta koskevia päätöksiä eikä ratkaista sitä koskevia lupa-asioita, vaan sen tavoitteena on tuottaa tietoa päätöksenteon perustaksi.

Hankkeen valmistelu ja suunnittelu on aloitettu vuonna 2024. Hankkeen suunnittelua on tehty samanaikaisesti YVA-ohjelman laadinnan kanssa sekä sen jälkeen. Hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyn ohjelmavaihe valmistui syyskuussa 2025. YVA-ohjelma on suunnitelma (työohjelma) YVA-menettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä. YVA-menettelyn toisessa vaiheessa YVA-ohjelman ja siitä annettujen mielipiteiden ja lausuntojen, sekä tehtyjen selvitysten perusteella on laadittu tämä ympäristövaikutusten arviointiselostus (YVA-selostus), jossa esitetään tekninen kuvaus ja tiedot hankkeesta ja sen vaihtoehdoista, suunnittelun aikataulusta, koko hankkeen elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista ja niiden merkittävyydestä sekä arvioitujen vaihtoehtojen vertailu ja haitallisten vaikutusten lieventämiskeinot sekä miten osallistuminen ja tiedottaminen on menettelyssä järjestetty. Arvioinnissa keskitytään hankkeen olennaisimpiin vaikutuksiin. Vaikutusten merkittävyyttä arvioidaan vaikutuksen keston, alueellisen laajuuden ja vaikutuksen ympäristössä aiheuttaman muutoksen voimakkuuden suhteen. Yhteysviranomainen (Lupa- ja valvontavirasto) tarkistaa YVA-selostuksen riittävyyden ja laadun sekä laatii tämän jälkeen perustellun päätelmänsä hankkeen merkittävistä ympäristövaikutuksista. Tämän hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnin laatimisesta on vastannut konsulttityönä AFRY Finland Oy.

YVA-menettelyn aikataulu

YVA-ohjelma jätettiin yhteysviranomaiselle syksyllä 2025. Hankkeen YVA-selostus jätetään viranomaiselle marraskuussa 2026, ja yhteisviranomaisen perusteltu päätelmä on odotettavissa talvella 2027.

Copyright © AFRY Finland Oy

Yhteenveto hankkeen ympäristövaikutuksista

Vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen

Hankealueen maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen kohdistuvat muutokset ovat kokonaisuudessa vähäisiä, sillä laajennusalue sijoittuu nykyisten tehdastoimintojen oheen. Toiminta-ajan jatkaminen olemassa olevalla kaivosalueella tai sen laajennusalueella sekä siihen liittyvän infrastruktuurin hyödyntäminen myös tulevaisuudessa tukee tavoitetta luonnonvarojen kestävästä hyödyntämisestä. Hanke ei ole ristiriidassa voimassa olevien maakunta-, yleis- tai asemakaavojen kanssa eikä estä niiden toteuttamista.

Tarvittaessa vaihtoehtojen VE2a ja VE3 vaatima maankäyttö voidaan huomioida vireillä olevassa Joensuun seudun yleiskaavassa 2040. Hankkeeseen liittyvästä yleiskaavoitustarpeesta päättää Outokummun kaupunki.

Mikäli uusi purkuputkireitti (PVE2a, PVE2b tai PVE2c) rakennetaan, tulee se toteuttaa siten, että Joensuun seudun yleiskaavassa 2020 osoitetulle vedenhankinnan kannalta tärkeälle pohjavesialueelle (pv-1) ei aiheudu pilaantumisriskiä.

Purkuputkireittien PVE2a, PVE2b ja PVE2c maankäytöllisen vaikutuksen merkittävyys arvioidaan kohtalaisen kielteiseksi.

Toteutusvaihtoehtojen VE2a ja VE3 maankäytöllisen vaikutuksen merkittävyys arvioidaan vähäisen kielteiseksi.

Toteutusvaihtoehdoilla VE1 ja VE2b, purkuputkireitillä PVE1, Viinijärven raakaveden ottoreitillä (RVE2), vanhan avolouhoksen raakaveden ottoreitillä (RVE1) sekä nollavaihtoehdolla VE0 ei arvioida olevan merkittävää maankäytöllistä vaikutusta.

Vaikutukset liikenteeseen

Vaikutuksia liikenteeseen aiheutuu pääasiassa työmatkaliikenteestä, malmikuljetuksista Polvijärven kaivoksilta sekä tehtaan tuote-, kemikaali-, jäte- ja huoltokuljetuksista. Liikennevaikutukset kohdistuvat ensisijaisesti Polvijärventielle (seututie 504) Polvijärven kaivosten ja Vuonoksen tehtaan väliselle kuljetusreitille.

Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 rakentamisen aikainen liikenne lisääntyy tilapäisesti erityisesti rikastushiekka-alueiden, patojen, vesienhallinta-rakenteiden ja mahdollisten purkuputkirakenteiden rakentamisen aikana. Mikäli tuotantomäärät säilyvät nykyisellä tasolla, liikennemäärien ei arvioida muuttuvan merkittävästi nykytilanteeseen verrattuna. Merkittävin muutos on toiminta-ajan pidentyminen noin 20 vuodella vaihtoehtoon VE0 verrattuna.

Nykyisellä tuotantomäärällä Vuonoksen tehtaan liikenne on keskimäärin noin 107 ajoneuvoa vuorokaudessa (KVL), josta raskaan liikenteen osuus on noin 41 ajoneuvoa vuorokaudessa (KVLras). Enimmäistuotantotilanteessa tehtaan liikenteen määrän arvioidaan kasvavan noin 160 ajoneuvoon vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus olisi noin 86 ajoneuvoa vuorokaudessa. Liikennemäärien kasvu muodostuisi pääasiassa malmikuljetusten lisääntymisestä Polvijärven kaivosten ja Vuonoksen tehtaan välillä. Junakuljetukset kasvaisivat kahdesta kuljetuksesta viikossa neljään kuljetukseen viikossa. Outokummun taajaman, seututien 573 sekä valtatien 9 suunnassa hankkeen aiheuttama lisäliikenne muodostaa vain pienen osan tieosuuksien kokonaisliikennemääristä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kuljetusreitillä tapahtuneista liikenneonnettomuuksista valtaosa on ollut hirvieläinonnettomuuksia. Liikennemäärien kasvu voi lisätä eläinonnettomuusriskiä liikennesuoritteen kasvaessa. Liikenneturvallisuusvaikutukset arvioidaan vähäisiksi, koska liikennemäärien muutokset ovat maltillisia eikä tieverkon kapasiteettiin tai liikenteen sujuvuuteen arvioida kohdistuvan merkittäviä haitallisia vaikutuksia.

Vaihtoehdossa VE0 toiminta päättyy arviolta vuosina 2030–2032, jolloin tehtaan toiminnasta aiheutuva työmatka-, kuljetus- ja junaliikenne poistuvat tie- ja rataverkolta.

Melu- ja tärinävaikutukset

Rikastamo- ja tehdasalueen melua tarkkaillaan viiden vuoden välein ympäristömeluamittauksin lähimpien asuinrakennusten luona. Viimeksi melua on mitattu vuonna 2025. Mittaustulokset olivat lähimpien häiriintyvien kohteiden luona 37–49 dB. Mittaustulosten perusteella ympäristömelulle asetettuja raja-arvoja (55 dB päivällä, 50 dB yöllä) ei ylitetä lähimpien häiriintyvien kohteiden luona.

Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b, VE3, PVE1, PVE2a–c melu pysyy pääosin nykytilan kaltaisena. Nykytilan mukaisesti rikastamon ja talkkitehtaan pääasialliset melulähteet ovat tehtaan ja rikastamon kiinteät melu-lähteet (mm. erilaiset poistopuhaltimet, tuotesuotimet, malmin murskaus). Lisäksi melua aiheuttaa liikkuvat työkoneet. Tie- ja junaliikenteestä aiheutuu melua liikennereittien lähialueille. Tieliikenteen määrän muutoksilla ei ole käytännön vaikutusta tieliikenteen aiheuttamaan meluun. Junakuljetusten kaksinkertaistuminen enimmäistuotantotilanteessa lisää junakuljetusten aiheuttamaa melua noin 3 dB. Liikennemäärä on vähäinen viikkotasolla, jolloin junakuljetusten keskiäänitaso jää vähäiseksi.

Uudet hankevaihtoehdot eivät tuo rakentamisen tai toiminnanaikana uusia merkittäviä tärinälähteitä eikä tärinävaikutuksiin tule havaittavaa muutosta.

Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin

Vuonoksen rikastushiekka-alue sijoittuu Hyttisuolle kahden luodekaakkosuuntaisen harjujakson väliin. Rikastushiekka-alueen pohjalla on aiemman Outokumpu Oy:n metallikaivostoiminnan rikastushiekkaa. Rikastushiekka-alue on turve- ja hieta- tai hiesukerrosten päällä, ja niiden alla on kantava moreeni. Läjityksen pohjalla oleva turve on todennäköisesti tiivistynyt huonosti vettä läpäiseväksi. Purkureittivaihtoehtojen PVE1 sekä PVE2a–c linjausten kohdalla maaperä on turvetta, savea ja moreenia sekä harjualueilla karkearakeisia maalajeja kuten hiekkaa ja soraa. Kaivospiirin alueella kallioperä koostuu grauvakasta ja kaakkoisosiltaan mustaliuskeesta, serpentiniitistä ja kvartsirikkaasta kivestä. Rikastushiekka-altaiden eteläpuolella sijaitseva mustaliuske-esiintymä jatkuu lounas-koillinen suuntaisena purkureittivaihtoehtojen (PVE2a–c) alueelle, ja purkureittivaihtoehtojen alueella sijaitsee myös muita lounas-koillinen suuntaisia mustaliuske-esiintymiä.

Vaihtoehdoissa VE2a, VE3 ja PVE2a–c vaikutukset maaperään ovat toiminnan luonteen takia väistämättömiä. Vaikutukset sijoittuvat purkuputkien ja rikastushiekka-altaan alueelle. Kallioperään ei kohdistu vaikutuksia.

Rikastushiekka-alueen länsipuolella sijaitsee Onkilamminsärkkien pohjavesialue (0730917, luokka 2E). Pohjoispuolella on Kärrinheiton pohjavesialue (0730918, luokka 2) ja eteläpuolella Saari-Oskamon pohjavesialue (0730901, luokka 1). Noin 2 km rikastushiekka-altaiden itäpuolella on Makumäen pohjavesialue (0730920, luokka 1E).

Copyright © AFRY Finland Oy

Purkureittivaihtoehtojen PVE2a–c reittilinjaukset kulkevat Makumäen 1-luokan pohjavesialueen läpi, ja purkureitti PVE2a kulkee Makumäen pohjavesialueelle suunnitellun pohjavedenottamon arvioidun, ohjeellisen suojavyöhykkeen halki.

Vuonoksen alueella on tarkkailtu pohjaveden laatua useiden vuosien ajan. Selvimmät rikastushiekka-altaan suotovesivaikutukset ilmenevät rikastushiekka-alueen itäsivun ja länsireunan putkissa ympäristönlaatunormin ylityksinä (SO4, Co, Ni, Zn, Cu). Onkilammensärkät-pohjavesialueen ja rikastushiekka-altaan välissä on vasta-painealtaat, joissa on havaittu kohonneita sulfaatin pitoisuuksia ja sähkönjohtavuuden arvoja.

Onkilammensärkät- ja Kärrinheitto-pohjavesialueilla on yhteensä 8 Mondon pohjaveden havaintoputkea (9009, PVP1, PVP2, 301, PVP3, PVP4 9008, PP4). Pohja-vesialueilla sijaitsevien putkien veden laadussa ei ole ollut muuten havaittavissa selviä merkkejä rikastushiekka-alueen suotovesien leviämisestä pohjavesialueiden suuntaan, mutta putkessa 301 on viime vuosina havaittu sähkönjohtokyvyssä ja sulfaatissa nousujohteinen trendi, samoin kuin saman suunnan putkessa 9013, joka kuitenkin rajautuu pohjavesialueen ulkopuolelle.

Rikastushiekka-alueen pohjavesiolosuhteista on tehty 3D-pohjavesimallinnus. Vaikutukset pohjaveteen kohdistuvat pääosin olemassa olevalle rikastushiekka-alueelle ja sen lähiympäristöön. Pohjaveden yleinen virtaussuunta kaikissa vaihtoehdoissa (VE1, VE2a, VE2b ja VE3) on rikastushiekka-altaalta kohti etelää ja kaakkoa. Vastapainealtaat rajoittavat ainakin jossakin määrin pohjaveden virtausta allasalueelta kohti Onkilammensärkät-harjualuetta. Allasalueelta ja vastapainealtaista harjualueen itäreunalle päätyvä vesi virtaa kohti allasalueen eteläpuolella olevaa Teyrisuota, jolloin allasalueelta ei leviä haitta-aineita harjunsuuntaisesti etelään.

Vaikka partikkeleiden kulkeutumisreiteissä eri vaihtoehtojen VE1, VE2a, VE2b ja VE3 välillä ei ole suurta eroa, ja tilanne kulkeutumisreittien osalta muistuttaa paljon nykytilannetta, läjityskapasiteetin lisäämisen vaihtoehdoilla on kuitenkin vaikutusta altaalta pois suotautuvan veden määrään ja laatuun.

Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaalta Onkilammensärkät-harjualueelle päätyvän suotoveden määrä voi lisääntyä verrattuna VE0 tilanteeseen. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b tilanne muistuttaa nykytilannetta, mutta vaihtoehdossa VE2a uudella altaalla on tiivis pohjarakenne, ja suotovedet saadaan uuden altaan alueelta paremmin talteen kuin nykyiseltä altaalta, vaikka altaan kokonaispinta-ala kasvaa. Vaihtoehdossa VE3 altaista ympäristöön suotautuvan veden määrä vähenee VE0-tilanteeseen verrattuna, mutta jatkuu ajallisesti pitempään.

Toiminnan aikana purkuputkesta voi aiheutua maaperään ja pohjaveteen kohdistuvia vaikutuksia lähinnä putken rikkoontuessa, jolloin maaperään voi päästä vettä. Nykyinen purkuputki on PEH-putki, ja se on rakennettu vuosina 1970-1971. Nykyisellä putkilinjalla ei ole suojarakenteita pohjavesialueen kohdalla. Putkilinjan kuntoa seurataan kävelemällä putkireitti läpi 1–2 vuoden välein. Viinijärven suuntaan suunniteltujen purkuputkivaihtoehtojen (PVE2a–c) osalta pohjavesialueiden kohdalla putki suojataan erityisrakentein, joten purkuveden ympäristöön leviämisen riski on pieni myös onnettomuustilanteessa.

Vaihtoehdot RVE1 ja RVE2 eroavat siten, että vaihtoehdossa RVE2 Outokummun vanhan avolouhoksen vedenpinnan korkeus nousee, ja avolouhoksesta alkaa purkautua vettä

Copyright © AFRY Finland Oy

pinta- ja pohjavetenä ympäristöön. Avolouhoksen ympäristövaikutukset ovat Outokumpu Oy:n eivätkä Mondon vastuulla.

Pohjaveden osalta hankkeella on siten vähäinen (RVE2), kohtalainen (VE0, VE3, PV2b–c) tai suuri (VE1, VE2a–b, PVE2a) kielteinen vaikutus. Vaihtoehdoilla RVE1 ja PVE1 vaikutus ei muutu nykytilaan verrattuna.

Vaikutukset pintavesiin, vesieliöstöön sekä vesienhoitoon

Hankevaihtoehtojen erot muodostuvat sekä kuormituksen määrästä että kuormituksen johtamispaikasta.

Sysmäjärveen on kohdistunut ihmistoiminnan kuormitusta yli sadan vuoden ajan ja järven vedenlaatu on heikentynyt. Hankevaihtoehdot VE1–VE3 aiheuttavat vähäisiä muutoksia järven vedenlaadussa, sillä Vuonoksesta tuleva kuormitus muodostaa vain osan järveen kohdistuvasta kokonaiskuormituksesta. Hankevaihtoehdoissa PVE2a–b nikkelin pitoisuudet nousevat hieman, ja vaihtoehdossa VE3 voidaan havaita nikkelin määrän hienoista laskua. Muiden aineiden osalta järven vedenlaatu säilyy pitkälti nykyisellään kaikissa vaihtoehdoissa. Järven rehevyystaso ei muutu.

Vuonosjoen-Sätösjoen ainepitoisuudet säilyvät hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 hyvin lähellä nykyistä tasoa.

Viinijärvessä purkuputken vaikutus näkyy alusvedessä talvikerrostuneisuuskauden lopulla ainepitoisuuksien nousuna putken suun lähimmissä syvänteissä. Jäiden lähdön jälkeen kevättäyskierto sekoittaa vedet, ja pinnan ja pohjan ainepitoisuuksissa ei havaita avovesikaudella merkittäviä eroja. Purkuputken käyttäminen ei johda järven pysyvään kerrostuneisuuteen.

Pohjoisin purkuputkivaihtoehto PVE2a aiheuttaa suurimmat ainepitoisuuksien nousut alusvedessä talvikauden lopulla. Vaihtoehdossa PVE2b pitoisuusnousut ovat hieman pienempiä, mutta vaikutusalueen koko on suurempi kuin vaihtoehdossa PVE2a. Vähäisimmät vaikutukset on eteläisimmällä purkuputkivaihtoehdolla PVE2c, joka aiheuttaa lievää ainepitoisuuksien nousua talvikaudella.

Vuonoksen purkuputken vaikutusalueet ja Horsmanahon ja Karnukan louhosalueiden kuormituksen vaikutusalueet säilyvät Viinijärvessä erillisinä, ja toiminnoilla on vähäinen yhteisvaikutus keskenään.

Sysmäjärvessä hankevaihtoehdot VE2a–b tuottavat vähäisen negatiivisen muutoksen. Vaihtoehto VE1 ei poikkea nykytilasta ja vaihtoehto VE3 tuottaa vähäisen positiivisen muutoksen. Viinijärvessä purkuputkivaihtoehdot PVE2a–b johtavat kohtalaiseen negatiiviseen muutokseen. Vaihtoehto PVE2c tuottaa vähäisen negatiivisen muutoksen.

Hankevaihtoehdot VE1–3 tai purkuputkivaihtoehdot PVE1 ja PVE2a–c eivät aiheuta hydrologis-morfologisten laatutekijöiden tilaluokan laskua Lahdenjoen, Sysmäjärven, Vuonosjoen-Sätösjoen tai Viinijärven länsiosan vesimuodostumissa. Hankevaihtoehtojen toteutuminen ei estä vesienhoidon tavoitteiden saavuttamista. Lahdenjoessa ja Sysmäjärvessä on asetuksen 1022/2006 mukainen sekoittumisvyöhyke. Nykytilassa nikkelin laatunormit ylittyvät vesimuodostumissa, ja tilanne säilyy samankaltaisena myös hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteutuessa.

Sysmäjärven pohjaeläinlajisto on niukkaa ja ilmentää reheviä olosuhteita, ja kohonneisiin sulfaatti- ja metallipitoisuuksiin liittyy haittavaikutusten mahdollisuus jo nykytilassa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kasviplanktonissa on havaittavissa sinilevien poikkeavan vähäistä esiintymistä. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b nikkelipitoisuuden nousu voi aiheuttaa vähäistä paikallista haittaa Lahdenjoen suualueella, mutta pohjaeläimistön, kasviplanktonin tai vesikasvillisuuden ekologisen tilan ei arvioida heikkenevän. Viinijärvellä havaittavat vaikutukset painottuvat purkuputkivaihtoehtojen lähisyvänteiden pohjaeläimistöön talvikerrostuneisuuskauden aikana. Muutokset arvioidaan suurimmiksi purkuputkivaihtoehdoissa PVE2a ja PVE2b. Vesikasvillisuuteen kohdistuvat vaikutukset jäävät pääosin hyvin vähäisiksi. Sysmäjärven kasvillisuuden kehitystä ohjaa ensisijaisesti rehevyys, ja Viinijärvellä pitoisuusnousut painottuvat kasvillisuusalueiden sijasta syvänteisiin.

Vaikutukset sedimentteihin mukailevat vesistökuormitusta eri vaihtoehdoissa. Vesien mukana kulkeutuvat kuormitustekijät (mm. sulfaatti, nikkeli, arseeni) sedimentoituvat ja saostuvat sopivissa fysikaalis-kemiallisissa olosuhteissa vesistöjen pohjasedimentteihin. Tehokas purkuvesien sekoittuminen vesimassaan laajentaa sedimentoitumis- ja saostumisaluetta, jolloin alueellisesti sedimentteihin kertyvien kuormitustekijöiden pitoisuustasojen nousu on maltillista. Vaihtoehdossa PVE1 vaikutukset sedimentteihin ovat pääosin kuten nykytilassa. Viinijärveen sijoitettavan purkuputken suhteellisesti suurimmat vaikutukset olisivat reitillä PVE2c, jossa purkureitin pituus Viinijärvessä on suurin. Rakentamisen ja toiminnan aikana vaikutukset olisivat vähäisen kielteisiä. Purkupaikkojen a–c välillä ei ole arvion mukaan merkittäviä eroja vaikutuksissa.

Vaihtoehdoissa RVE1 ja RVE2 Viinijärvessä raakavedenoton lisäyksen ei arvioida aiheuttavan merkittäviä vaikutuksia. Lahdenjoessa ja Sysmäjärvessä avolouhoksen veden käyttämisen lopettaminen voi vähentää tietyn ajan kuluessa vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta.

Vaikutukset kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin sekä suojelualueisiin

Alueen kasvillisuutta ja luontotyyppejä selvitettiin kesällä 2025 rikastushiekka-allasvaihtoehdon VE2a ja VE3 alueella ja purkuputkireiteillä PVE2a–c. Uuden rikastushiekka-altaan VE3 hankealue on luonnontilaltaan muuttunutta kasvatusmetsää, eikä sen hankealueella esiinny erityisiä kasvillisuus- ja luontotyyppiarvoja. Vaihtoehtojen VE1 ja VE2b alueella ympäristö on luonnontilaltaan muuttunutta. Vaikutukset kasvillisuuteen arvioidaan vähäisiksi rikastushiekka-altaan vaihtoehdoissa VE1–VE3.

Purkuputkivaihtoehdolla PVE1 ei ole vaikutuksia kasvillisuuteen tai luontotyyppeihin, sillä purkuvedet johdetaan nykyisen ympäristöluvan mukaisesti Sysmäjärveen olemassa olevaa putkea pitkin. Purkuputkivaihtoehtojen PVE2a–c suunnitellut reitit ovat pääosin ihmisvaikutteista ja luonnontilaltaan eriasteisesti muuttuneita ympäristöjä. Purkuputkivaihtoehtojen monimuotoisuuden kannalta huomioitavat luontokohteet sijoittuvat reittien rantametsiin ja yksittäisille pienialaisille soistumille sekä rehevämpiin lehtoihin. PVE2a selvitysalueella havaittiin lisäksi haitallisen vieraslajin, jättipalsamin, esiintymä.

PVE2a osalta kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvat vaikutukset arvioidaan kohtalaisiksi, ja PVE2b sekä PVE2c osalta vähäisiksi. Eniten kielteisiä vaikutuksia arvioidaan syntyvän vaihtoehdossa PVE2a, jonka reitin varrelle sijoittuu eniten huomionarvoisia kohderajauksia, ja vähiten vaihtoehdossa PVE1.

Lähin luonnonsuojelualue sijaitsee yli kahden kilometrin etäisyydellä kaivospiiristä ja lähin Natura-alue Sysmäjärvi (FI070001) noin viiden kilometrin etäisyydellä. Sysmäjärvi on

Copyright © AFRY Finland Oy

myös kansainvälisesti arvokas lintualue (IBA). Kaivospiirin alueelle sijoittuu maakunnallisesti (MAALI) arvokas lintualue Vuonos. Purkuputkireittivaihtoehto PVE1 laskee Sysmäjärveen. Hankkeeseen on laadittu Sysmäjärveä koskeva Natura-arviointi.

Kaikissa tehdasalueen hankevaihtoehdoissa VE0 lukuun ottamatta aiheutuu vähäisiä häiriövaikutuksia Vuonoksen altaiden MAALI-alueeseen. Purkuputkireitin PVE1 tehdasalueen hankevaihtoehdoista VE2a ja VE2b johtavat nikkelipitoisuuden nousuun ja voivat aiheuttaa herkkyydeltään suurella Sysmäjärvellä paikallista vähäistä haittaa etenkin Lahdenjoen suun läheisyydessä. Muissa hankevaihtoehdoissa ei PVE1 purkuputkireitin tilanteessa ole vaikutuksia.

Hankkeen hankevaihtoehdoilla ei ole merkittäviä haitallisia vaikutuksia Sysmäjärven Natura-alueen suojelun perusteena oleviin lajeihin tai Natura-alueen koskemattomuuteen. Vuonoksen hankkeesta ja Hautalammen kaivoshankkeesta ei ole merkittäviä yhteisvaikutuksia. Nykytilassa Vuonoksen alueelta tulevilla emäksisillä purkuvesillä on kuitenkin Sysmäjärven pH-tasoa neutralisoiva vaikutus. Purkuvesien johtaminen Viinijärveen tai nykyisenkaltaisen toiminnan päätyttyä (purku Sysmäjärveen) voi vaikuttaa järven tilaa heikentävästi, jos järven pH-taso alenee. Purkuvesireitin PVE1 toiminnan päättymisen jälkeiset yhteisvaikutukset Sysmäjärveen ovat samankaltaisia kuin tilanteiden PVE2a–c toiminnan aikaiset vaikutukset, koska kaikissa tapauksissa vesien johtaminen Sysmäjärveen päät-tyisi. Sysmäjärven pH-tason laskulla voi olla haitallisia vaikutuksia järven kalastoon ja muuhun vesieliöstöön, eikä tästä syystä yhdessäkään hankevaihtoehdossa voida poissulkea merkittäviä haitallisia vaikutuksia suojelun perusteena olevaan lajistoon (erityisesti herkemmät, taantuneet vesilintulajit). Mahdolliset haitalliset vaikutukset muodostuvat yksinomaan Sysmäjärven valuma-alueen olemassa olevasta muusta kuormituksesta.

Eläimistö

Alueella on selvitetty luontodirektiivin liitteen IV (a) lajien esiintymistä saukon, liito-oravan, viitasammakon, sudenkorentojen ja kirjoverkkoperhosen osalta vuosina 2025 ja 2026. Alueella ei esiinny tehtyjen selvitysten perusteella saukon, lampi- ja kirjojokikorennon tai kirjoverkkoperhosen elinpiirejä.

Rikastushiekka-altaan VE3 ja VE2a alueella ei havaittu liitteen IV (a) lajeja tai niille soveltuvia elinympäristöjä. Purkuvesiputkien PVE2b ja PVE2c ranta-alueilla havaittiin viitasammakoiden lisääntymisalue. PVE1 rantautumispaikalla Sysmäjärven alueella esiintyy lajille runsaasti potentiaalisia elinympäristöjä. PVE2b reitin läheisyydessä havaittiin liito-oravan lisääntymis- ja levähdyspaikka.

Alueen lajisto on pääpiirteissään tyypillistä metsätalousvaltaiselle alueelle. Muulle alueella esiintyvälle eläimistölle hankkeesta arvioidaan kohdistuvan vähäisiä kielteisiä vaikutuksia. Eniten kielteisiä vaikutuksia arvioidaan syntyvän purkuputkivaihtoehdossa PVE2b ja PVE2c, ja vähiten vaihtoehdossa PVE2a. PVE1 osalta vaikutukset eivät eroa merkittävästi nykytilanteeseen verrattuna.

Hankkeen merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat viitasammakoihin, joiden lisääntymis- ja levähdysalueita sijoittuu purkuputkien PVE2b ja PVE2c rantautumispaikoille. Hankkeella arvioidaan olevaan kokonaisuudessaan suuria kielteisiä vaikutuksia viitasammakoille hankevaihtoehdoissa PVE2b ja PVE2c. PVE1 ja PVE2a osalta vaikutukset ovat vähäisiä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Linnusto

Hankealueelle sijoittuu merkittävä linnuston pesimäalue ja muutonaikainen levähdysalue (MAALI-alue). Hanketta varten tilattujen Tiira-havaintoaineistojen perusteella alueella on havaittu yli 200 lintulajia viimeisen 50 vuoden aikana.

Purkuputkireittien alueen lajisto on tehtyjen selvitysten perusteella tavanomaista pelto- ja avomaiden lajistoa sekä metsän yleislajistoa. Purkuputkireitin PVE2c läheisyyteen sijoittuu merikotkan ja sääksen pesäpaikka. Sysmäjärven alue on Natura-alue, sekä merkittävä lintukosteikko, joka on kärsinyt rehevöitymisestä ja happikadosta.

Hankkeen merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat merikotkan ja sääksen pesään purkuputkireitin PVE2c varrella. Reittivaihtoehdossa PVE1 ei arvioida muodostuvan uusia vaikutuksia Sysmäjärven linnustoon. Muilta osin hankkeen linnustovaikutukset arvioidaan eri hankevaihtoehdoissa pääosin keskenään samankaltaisiksi vähäisiksi tai kohtalaisiksi negatiivisiksi.

Vaikutukset ilmanlaatuun

Vaikutukset ilmanlaatuun aiheutuvat pääasiassa pölyämisestä. Vuonoksen tehdasalueella syntyy pölypäästöjä lähinnä hajakuormituksesta. Pölyämistä aiheutuu erityisesti rikastushiekka-alueelta, mutta myös kuljetuksista ja malmin jatkokäsittelystä. Lisäksi koko tehdasalueella voi aiheutua pölyämistä etenkin kuivina aikoina tuulen ilmaan nostamana. Pölyämisen suhteen riskialttiimpia vuodenaikoja ovat loppukevät ja alkukesä.

Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2b pölyvaikutusten laajuuden arvioidaan säilyvän pääosin nykytilanteen kaltaisena. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 pölyävät toiminnot sijoittuvat nykyistä pohjoisemmaksi, jolloin pölyvaikutukset siirtyvät jonkin verran kohti pohjoispuolen asuinkiinteistöjä.

Kaikissa hankevaihtoehdoissa hiukkaspitoisuuksien arvioidaan pysyvän lähimpien asuinkiinteistöjen kohdalla ilmanlaadun terveysvaikutusperusteisten raja-arvojen alapuolella myös tulevaisuudessa, eikä vaihtoehtojen välille muodostu ilmanlaadun kannalta merkittäviä eroja. Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 toiminta jatkuu noin 20 vuotta pidempään kuin vaihtoehdossa VE0, joten ilmanlaatuvaikutusten ajallinen kesto on huomattavasti pidempi.

Poikkeustilanteissa, esim. puuskittaisen ja kovan tuulen aikana sekä pitemmän poutajakson aikana, toiminnan aikaiset pölypäästöt voivat aiheuttaa viihtyvyyshaittaa, esim. pinnoilla tai lumessa näkyvänä pölynä.

Energiantuotannon ilmanlaatuvaikutukset arvioidaan vähäisiksi. Tuotantolaitoksien lämmitykseen käytetyn nestekaasukattilan ja tehdasalueen lisä- ja vara-lämmitysjärjestelmänä toimivan kevytpolttoöljykattilan savupiippujen korkeudet ovat riittävät takaamaan päästöjen tehokkaan leviämisen ja laimenemisen.

Liikenteen ilmanlaatuvaikutukset arvioidaan vähäisiksi eikä mahdollisen liikennemäärän kasvun arvioida aiheuttavan merkittäviä muutoksia.

Purkuputkivaihtoehdoista PVE2a, PVE2b ja PVE2c ei aiheudu toiminnan aikaisia ilmanlaatuvaikutuksia.

Maanrakennustöiden ja tarvittavan infran rakentamisen pölyvaikutukset ovat paikallisia ja ajoittaisia ja kohdistuvat pääosin rakentamisalueiden välittömään läheisyyteen.

Copyright © AFRY Finland Oy

Rakentamisvaihe on lyhytaikainen suhteessa toiminta-aikaan eikä aiheuta kokonaisuutena merkittäviä vaikutuksia ilmanlaatuun.

Toiminnoista aiheutuvien pölypäästöjen määriin ja niiden leviämiseen voidaan merkittävästi vaikuttaa alueella tehtävillä pölyntorjuntatoimilla, kuten kastelulla.

Hankkeen ilmanlaatuvaikutusten merkittävyys toiminnan aikana arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi kielteiseksi kaikissa hankevaihtoehdoissa.

Ilmastovaikutukset

Hankkeen toteuttamisen ilmastovaikutusten arvioidaan olevan vähäisen kielteisiä. Hankkeella on arvion perusteella vähäinen maakunnallisen tason kasvihuonekaasupäästöjä lisäävä vaikutus, ja lisäksi syntyy vähäinen kielteinen vaikutus puuston ja maaperän hiilinieluihin ja -varastoihin.

VE0:n vaikutusten arvioidaan olevan muita vaihtoehtoja vähäisempiä. Suurin osa kasvihuonekaasupäästöistä syntyy toiminnan aikana. Vaihtoehdoissa VE1, VE2a–b ja VE3 toiminta-aikana syntyy noin 86–90 prosenttia ja VE0:ssa noin 54 prosenttia päästöistä.

Vaihtoehdoissa VE1, VE2a–b ja VE3 suurin päästölähde ovat toiminnan aikaiset kuljetukset, joiden osuus elinkaaren aikaisista kokonaispäästöistä on noin 30–32 prosenttia. Muita merkittäviä päästölähteitä ovat polttoaineet noin 24–26 prosentin ja kemikaalit noin 20–21 prosentin osuudella kokonaispäästöistä. VE0:ssa suurin päästölähde ovat polttoaineet noin 19 prosentin osuudella. Kemikaaleista aiheutuu VE0:ssa noin 15 prosenttia ja kuljetuksista noin 12 prosenttia päästöistä.

Toiminnasta aiheutuu vuosittaisia suoria kasvihuonekaasupäästöjä noin 1 280–1 520 tCO2e/a. Suorat päästöt vastaavat VE0:ssa noin 0,1 prosenttia ja muissa vaihtoehdoissa noin 0,2 prosenttia Pohjois-Karjalan maakunnan vuoden 2024 Hinku-laskentasääntöjen mukaisista päästöistä. Outokummun kaupungin vuoden 2024 kasvihuonekaasupäästöistä VE0:n suorat päästöt vastaavat noin 3,7 prosenttia ja muiden vaihtoehtojen päästöt noin 4,3 prosenttia.

Sähkökäyttöisten työkoneiden hyödyntäminen sekä nestekaasun ja polttoöljyn korvaaminen sähköenergialla lämmityksessä ja rikasteen kuivatusprosessissa ovat potentiaalisia päästövähennyskeinoja. Ilmastonmuutoksen ei arvioida aiheuttavan merkittäviä riskejä hankkeen toteuttamiselle.

Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön

Hankealueella tai sen lähialueella (< 2 km) ei sijaitse valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita eikä rakennetun kulttuuriympäristön arvoalueita tai -kohteita. Lähimmät kohteet sijaitsevat Outokummun taajaman länsipuolella eikä niihin etäisyyden vuoksi kohdistu vaikutuksia hankkeesta.

Maisemallisia vaikutuksia tehdasalueen ympäristöön aiheutuu rikastushiekka-altaan korotuksesta tai uuden altaan rakentamisesta. Nykyisen ympäristöluvan mukainen läjityshiekan maksimikorkeus on +117 m mpy (VE0). Ympäröivän maanpinnan taso on noin 95–100 m mpy. Hankevaihtoehdossa VE1 rikastushiekkaläjityksen maksimikorkeustaso olisi +126 m mpy, joka on yhdeksän metriä korkeampi kuin nykyisessä luvassa. Hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE3 rikastushiekkaläjityksen maksimikorkeustaso olisi +116 m mpy eli noin 16–21 metriä ympäröivän maanpinnan

Copyright © AFRY Finland Oy

tasosta. Hankevaihtoehdossa VE2b rikastushiekkaläjityksen maksimikorkeustaso olisi +123 m mpy, jolloin läjityksen korotus olisi 6 metriä nykyiseen lupaan verrattuna ja korkeus olisi noin 23–28 metriä ympäröivän maanpinnan tasosta. Purkuputkivaihtoehdoista PVE2a–c aiheutuu vähäisiä muutoksia metsämaisemaan raivattavan linjan kohdalla.

Olemassa olevalla tehdasalueella maiseman herkkyys muutoksille on vähäinen, koska maisema on jo muuttunut tuotantolaitoksen toiminnan myötä. Rikastushiekka-altaan korotus ja uusi rikastushiekka-allas aiheuttavat muutoksia lähialueen maisemaan, mutta vaikutuksia ei kohdistu maiseman tai kulttuuriympäristön arvoalueille ja -kohteille tai asutuksen ja virkistyksen alueille. Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön kokonaisuutena arvioidaan kaikissa hankevaihtoehdoissa vähäisen kielteiseksi.

Hankkeesta ei aiheudu vaikutuksia arkeologiseen kulttuuriperintöön, eli kiinteisiin muinaisjäännöksiin tai muihin kulttuuriperintökohteisiin missään hankevaihtoehdossa.

Luonnonvarojen hyödyntäminen

Kaivostoiminnassa hyödynnetään luonnonvaroja, kun malmia louhitaan ja rikastetaan. Toiminnan aikana alueen käyttö muuhun tarkoitukseen estyy. Toiminnan päättymisen jälkeen kasvillisuus palautuu hiljalleen. Toiminta-ajan jatkaminen olemassa olevalla tehdasalueella tai sen laajennusalueella sekä siihen liittyvän infrastruktuurin hyödyntäminen myös tulevaisuudessa tukee luonnonvarojen kestävää hyödyntämistä. Toteutusvaihtoehtojen VE1, VE2a, VE2b ja VE3 sekä purkureittivaihtoehdoissa PVE2a–c vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen arvioidaan vähäisiksi kielteisiksi, kun maa-alue ja sen luonnonvarat varataan kaivoksen käyttöön ja alueen ulkopuolelta tuodaan maa-aineksia uuden altaan rakentamiseen (VE2a ja VE3).

Ihmisten elinolot, viihtyvyys, virkistyskäyttö ja terveys

Rakentamisen aikana melu- ja pölyvaikutuksia voi aiheutua kaivospiirin läheisyydessä sijaitseville asuinrakennuksille. Virkistyskäyttöön kohdistuvat vaikutukset riippuvat purkuputken rakentamisajankohdasta. Hyvin lyhytkestoisia vaikutuksia voi syntyä purkuputken rakentamisesta vaihtoehdoissa PVE2a–c esimerkiksi veneilyyn ja uimiseen Viinijärvellä.

Toiminnan aikana elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön ei arvioida kohdistuvan merkittäviä kielteisiä vaikutuksia. Melu- ja pölyvaikutuksia voi kuitenkin esiintyä erityisesti kaivospiirin lähettyvillä. Vesistöihin ei arvioida aiheuttavan sellaisia vaikutuksia, että ne heikentäisivät vesistöjen kalastus- tai virkistyskäyttöä. Toiminnan aikana maksimituotantotilanteessa raskas liikenne lisääntyy. Muutos vaikuttaa erityisesti Polvijärvelle johtavan Polvijärventie, seututie 504, haja-asutukselle. Ihmisten terveyteen hankkeella ei arvioida olevan suoria vaikutuksia.

Sidosryhmäpalautteessa huolta herättäneet Viinijärveen kohdistuvat vesistövaikutukset ovat suurimmillaan purkuputkivaihtoehdossa PVE2a. Hankevaihtoehdoista VE1–VE3 suurin kuormitusvaikutus on vaihtoehdolla VE2b, mutta hankevaihtoehtojen välistä kuormituseroa määräävämpi tekijä vaikutusten syntymisen kannalta on purkuputken sijainti. Sysmäjärveen kohdistuvat vesistövaikutukset voivat vähentyä vaihtoehdoissa VE1 ja VE3 nykytilaan verrattuna.

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankkeella on myönteisiä vaikutuksia alueen elinkeinoelämään ja työllisyyteen, koska toiminta-aika pitenee. Erot hankevaihtoehtojen välillä ovat vähäisiä. Kokonaisuudessa vaikutusten ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen on arvioitu olevan vähäinen kielteinen.

Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa

Hankkeella on yhteisvaikutuksia Sysmäjärveen Outokummun kaupungin Jokipohjan jätevedenpuhdistamon, Outokummun lakkautetun Keretin kaivoksen ja GTK:n koerikastamon kanssa. Lisäksi FinnCobalt Oy:llä on lainvoimainen ympäristölupa Hautalammen kaivoksen toimintaan, mutta toimintaa ei ole aloitettu. Yhteisvaikutuksia voi olla myös Mondon Horsmanahon ja Karnukan kaivosten kanssa. Hankkeesta ei aiheudu yhteisvaikutuksia, joilla olisi merkitystä maankäytön, liikenteen, kasvillisuuden, luontotyyppien, suojelualueiden, maiseman, linnuston, maa- ja kallioperän tai pohjavesien kannalta.

Pintavesien osalta yhteiskuormitustilanteen vaikutus Sysmäjärvestä havaittaviin sulfaattipitoisuuksiin on hyvin samankaltainen kuin pelkästään hankevaihtoehdon VE2b toteutumisen vaikutus. Yhteiskuormitustilanteessa Sysmäjärven sulfaattipitoisuudet ylittävät sulfaatille ehdotetun vuositason laatunormin tason ja myös hetkelliselle maksimipitoisuudelle esitetty laatunormi voi ylittyä. Yhteiskuormitustilanne voi toteutua myös Hautalammen hankkeen ja Mondon hankevaihtoehtojen VE0, VE1, VE2a ja VE3 kanssa. Suurimmillaan yhteiskuormitus on hankevaihtoehdon VE0 ja Hautalammen toteutuessa. Pienimmillään kuormitus on Hautalammen ja vaihtoehdon VE3 toteutuessa.

Kokonaisuutena Hautalammen ja Vuonoksen yhteisvaikutukset Sysmäjärven vesikasvillisuuteen ja pohjaeliöstöön arvioidaan kohtalaisen kielteiseksi. Vaikutukset painottuvat Ruutunjoen suualueelle, kun taas koko vesimuodostuman tasolla biologisten laatutekijöiden tilan ei arvioida kuitenkaan heikkenevän yhteiskuormituksen seurauksena. Yhteisvaikutukset Sysmäjärven kalastoon arvioidaan vähäisen kielteiseksi.

Viinijärvessä yhteisvaikutusten mallinnuksen tulosten perusteella Horsmanahon ja Karnukan louhosten kuormituksen vaikutus on määräävä Viinijoen suualueella sekä Viinijärven pisteen 7 syvänteessä. Purkuputkivaihtoehto PVE2a taas säätelee lähisyvänteensä ainepitoisuuksia. Louhosalueiden vaikutus purkuputkialueella ja purkuputken vaikutus louhosten vaikutusalueilla jää marginaaliseksi. Vesikasvillisuuteen, kasviplanktoniin, pohjaeläimistöön, kalastoon tai kalastukseen ei arvioida kohdistuvan merkittäviä yhteisvaikutuksia.

Ympäristöriskit, onnettomuudet ja häiriötilanteet

Poikkeus- ja häiriötilanteita Vuonoksen tehdastoiminnassa voivat olla mm. pato- tai allasmurtumat, pölypäästöt, kemikaali- ja polttoaine-/öljyvuodot, vesienkäsittely- ja vesienjohtamisjärjestelmien tai altaiden vuodot ja ylitulvimiset, tulipalot ja liikenneonnettomuudet. Poikkeus- tai häiriötilanteista voi aiheutua haitallisia ympäristövaikutuksia ilmaan, maaperään, pohjaveteen tai pintavesiin. Yleisesti tuotantolaitoksen ympäristöriskit on arvioitu pieniksi, patosortuman tapauksessa vaikutukset ovat laajemmat.

Copyright © AFRY Finland Oy

Ympäristövaikutusten seuranta

Ympäristölainsäädäntö edellyttää ympäristöön vaikuttavista hankkeista ja toiminnoista vastaavilta ympäristövaikutusten seurantaa. Päästöjen seurantaa koskevat, juridisesti sitovat velvoitteet annetaan hankkeen ympäristölupapäätöksen lupaehdoissa. Hankkeen vaikutuksia ympäristöön on seurattava Lupa- ja valvontaviraston hyväksymien tarkkailuohjelmien mukaisesti.

Tarkkailu voidaan jakaa yleisesti käyttö-, päästö- ja vaikutusten tarkkailuun. Tarkkailua tullaan jatkamaan olemassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti. Valittavasta YVA-vaihtoehdosta riippuen tarkkailuun tullaan lisäämään tarvittavat käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailut myös rakennettaville uusille kokonaisuuksille. Tarkkailun tuloksista raportoidaan määräajoin ja raportit toimitetaan ympäristöviranomaisille.

Copyright © AFRY Finland Oy

YVA-TYÖRYHMÄ

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen laatimisesta on vastannut konsulttityönä AFRY Finland Oy. YVA-työryhmän asiantuntijat on esitetty oheisessa taulukossa.

YVA-konsultin työryhmä ja heidän pätevyytensä.

Nimi ja rooli	Koulutus ja kokemus
Projektin johto	Eveliina Tammisto, FM geologia ja hydrogeologia, 20 v.
Projektin koordinointi	Heli Harju, DI ympäristötekniikka, 11 v.
Kaivannaisjätteet ja geokemia	Anneli Wichmann, FM kemia, > 15 v. Auri Koivuhuhta, FM geologia, 20 v. Sofia Malmström, FM hydrogeologia ja ympäristögeologia, 6 v.
Vesi- ja kuormatase, vesienhallinta	Heli Harju, DI ympäristötekniikka, 11 v. Piia Juholin, TkT prosessitekniikka, > 15 v.
Maa- ja kallioperä, pohjavedet	Eveliina Tammisto FM geologia ja hydrogeologia, 20 v. Anneli Wichmann, FM kemia, > 15 v. Sofia Malmström, FM hydrogeologia ja ympäristögeologia, 5 v.
Vesistö, vesiekologia, kalasto, sedimentit	Eeva-Leena Anttila, FM luonnonmaantiede, 18 v. Pekka Keränen, FM geologia, 25 v. Marika Sokero, FM limnologia, > 20 v. Anna Väisänen, jatko-opiskelija kasviekologia, FM akvaattiset tieteet ja kalabiologia, > 20 v.
Luonto, kasvillisuus, suojelualueet, linnut ja eläimet	Aija Degerman, FM biologia, hortonomi AMK, 20 v. Juha Kiiski, FM biologia, 20 v. Terhi Alsila, FM biologia, 5 v. Otso Valkeeniemi, FM biologia, 4 v. Kanerva Korhonen, LuK biologia, 5 v.
Maankäyttö ja kaavoitus	Tommi Toikkanen, FM kaupunkitutkimus ja suunnittelu, > 1 v. Ismo Vendelin, FM suunnittelumaantiede, 15 v.
Maisema ja kulttuuriympäristö	Aija Degerman, FM biologia, hortonomi AMK, 20 v.
Melu	Tapio Lukkari, DI konetekniikka, 9 v.
Ilman laatu	Jatta Salmi, FM, Ympäristötieteet, > 20 v.
Sosiaaliset vaikutukset	Tanja Lambe, LuK ympäristötieteet > 20 v.
Liikenne, kartat	Eemeli hurmerinta, Ins. AMK, > 15 v.
Ilmasto	Tuukka Nissilä, TkT ympäristötekniikka, 5 v.

Copyright © AFRY Finland Oy

1 JOHDANTO

Mondo Minerals B.V. Branch Finland (jatkossa Mondo) on talkintuotantoon keskittynyt kaivosyhtiö. Vuonoksen tehdasalueen tuotantotoiminta koostuu talkkimalmin rikastuksesta talkki- ja nikkelirikasteeksi ja jatkojalostuksesta talkkituotteiksi mikrotalkkitehtaalla. Malmi Vuonoksen tehtaalle tuodaan Polvijärvellä sijaitsevista Pehmytkiven ja Karnukan avolouhoksista. Tuotannossa muodostuva rikastushiekka läjitetään rikastushiekan läjitysalueelle. Rikastushiekka-alue on ollut alun perin Outokumpu Oy:n käytössä ja sinne on läjitetty metallin jalostuksessa syntynyttä sulfidipitoista rikastushiekkaa. Mondo Minerals on läjittänyt samalle alueelle talkkituotannossa syntynyttä talkkimalmin rikastuksen magnesiittirikastushiekkaa.

Voimassa olevan lupapäätöksen (ISAVI/3914/2019) mukaan Vuonoksen rikastushiekka-altaan reunapatojen korko saa olla maksimissaan tasolla +117 m (N60). 11.9.2025 tehdyn mittauksen mukaan korotusvaraa padoissa on vielä 0,5–1,7 metriä. Rikastushiekka-altaiden 1 ja 2 nykyisen ympäristöluvan mukainen läjityskapasiteetti loppuu arviolta vuosina 2030–2032. Tuotantoennusteiden perusteella tulevien vuosien läjitysmääräksi on arvioitu 250 000 t/a.

Hankkeen elinkaaren jatkamiseksi Mondo Minerals suunnittelee rikastushiekan läjityskapasiteetin kasvattamista. Vaihtoehtoina yhtiö tarkastelee nykyisen rikastushiekka-altaan korottamista, kokonaan uuden altaan rakentamista tai rikastushiekan kuivaläjittämistä uuteen altaaseen. Tämä mahdollistaisi toiminnan jatkamisen noin vuoteen 2050 asti. Lisäksi tarkastellaan raakaveden oton vaihtoehtoja, käsiteltyjen purkuvesien johtamiselle vaihtoehtona Viinijärveä nykyisen Sysmäjärven sijasta sekä Mondon Polvijärven kaivosten vesienkäsittelylietteiden sijoittamista Vuonoksen rikastushiekka-altaaseen.

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA-menettely) tavoitteena on luoda tietoa hankkeen vaikutuksista ihmisiin ja ympäristöön sekä lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia. Arviointi on edellytys sille, että hankkeelle voidaan myöntää ympäristölupa. Hankkeen ympäristövaikutusten arviointiohjelma valmistui 19.8.2025 (AFRY Finland Oy 2025a). Ympäristövaikutusten arviointiohjelma (YVA-ohjelma) on ympäristövaikutusten arvioinnin työohjelma, jossa kuvataan hanke, sen vaihtoehdot sekä hankkeen vaikutusten arvioimiseksi tarvittavat selvitykset. YVA-menettelyn toisessa vaiheessa YVA-ohjelman ja siitä annettujen mielipiteiden ja lausuntojen sekä tehtyjen selvitysten perusteella on laadittu tämä ympäristövaikutusten arviointiselostus (YVA-selostus), jossa esitetään tekninen kuvaus ja tiedot hankkeesta ja sen vaihtoehdoista, suunnittelun aikataulusta, koko hankkeen elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista ja niiden merkittävyydestä sekä arvioitujen vaihtoehtojen vertailu ja haitallisten vaikutusten lieventämiskeinot sekä miten osallistuminen ja tiedottaminen on menettelyssä järjestetty.

Copyright © AFRY Finland Oy

2 HANKKEEN YLEISKUVAUS



2 HANKKEEN YLEISKUVAUS

2.1 Hankkeesta vastaava

Mondo Mineralsin omistaa IMI fabi, joka on perheomisteinen talkkiin keskittynyt kaivosyhtiö. IMI Fabilla on toimintaa maailmanlaajuisesti ja sen pääkonttori sijaitsee Italiassa. Yhtiön Suomessa toimiva sivuliike Mondo Minerals B.V. Branch Finland tuottaa talkkia kahdella eri tehtaalla, Sotkamossa ja Outokummun Vuonoksessa.

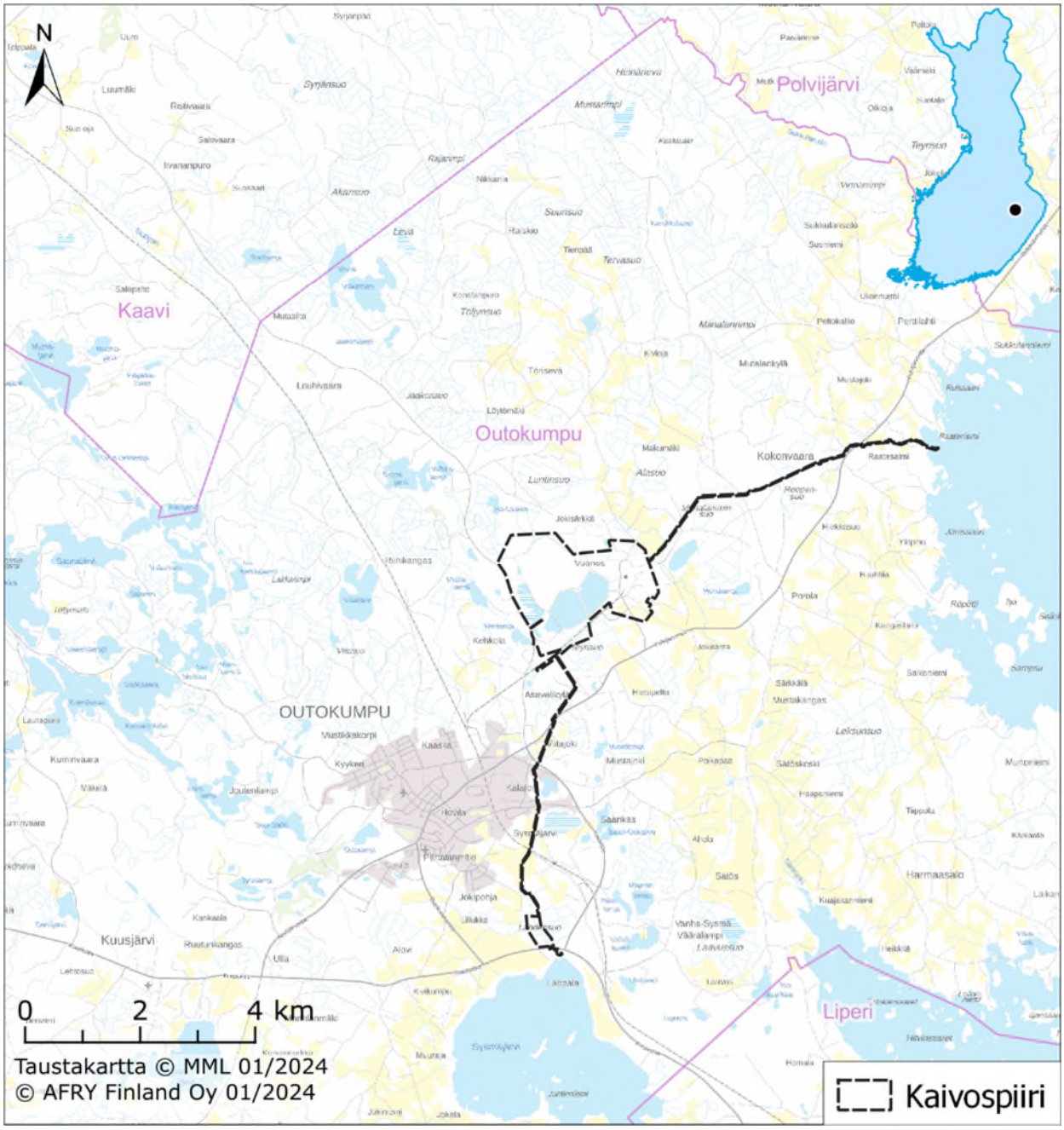
Talkki, eli magnesiumsilikaatti, on ominaisuuksiltaan pehmeää, levymäistä ja vettä hylkivää. Sitä käytetään teollisuusmineraalina muun muassa paperiteollisuudessa, maaleissa ja pinnoitteissa, täyteaineena muovi- ja kumituotteissa, magnesiumin lähteenä, puhdistusaineena ja myös raaka-aineena kosmetiikassa, elintarvikkeissa ja lääkkeissä. Talkki on tärkeä raaka-aine mm. sellu- ja paperi-, maali-, muovi- ja kumi-, elintarvike-, lääke- ja kosmetiikkateollisuudessa. Suomi on Euroopan suurin talkin tuottaja.

Vuonoksen tehdas ja Polvijärven kaivos tarjoaa työpaikan 44 työntekijälle. Lisäksi alueilla työskentelee noin 21 urakoitsijoiden työntekijää. Mondo Minerals B.V. Suomen sivuliikkeen liikevaihto oli vuonna 2025 noin 68,2 M €. Tämä kattaa talkkiliiketoiminnan Sotkamossa ja Vuonoksessa. Yli puolet tehtaiden tuotannosta menee vientiin.

2.2 Hankkeen sijainti

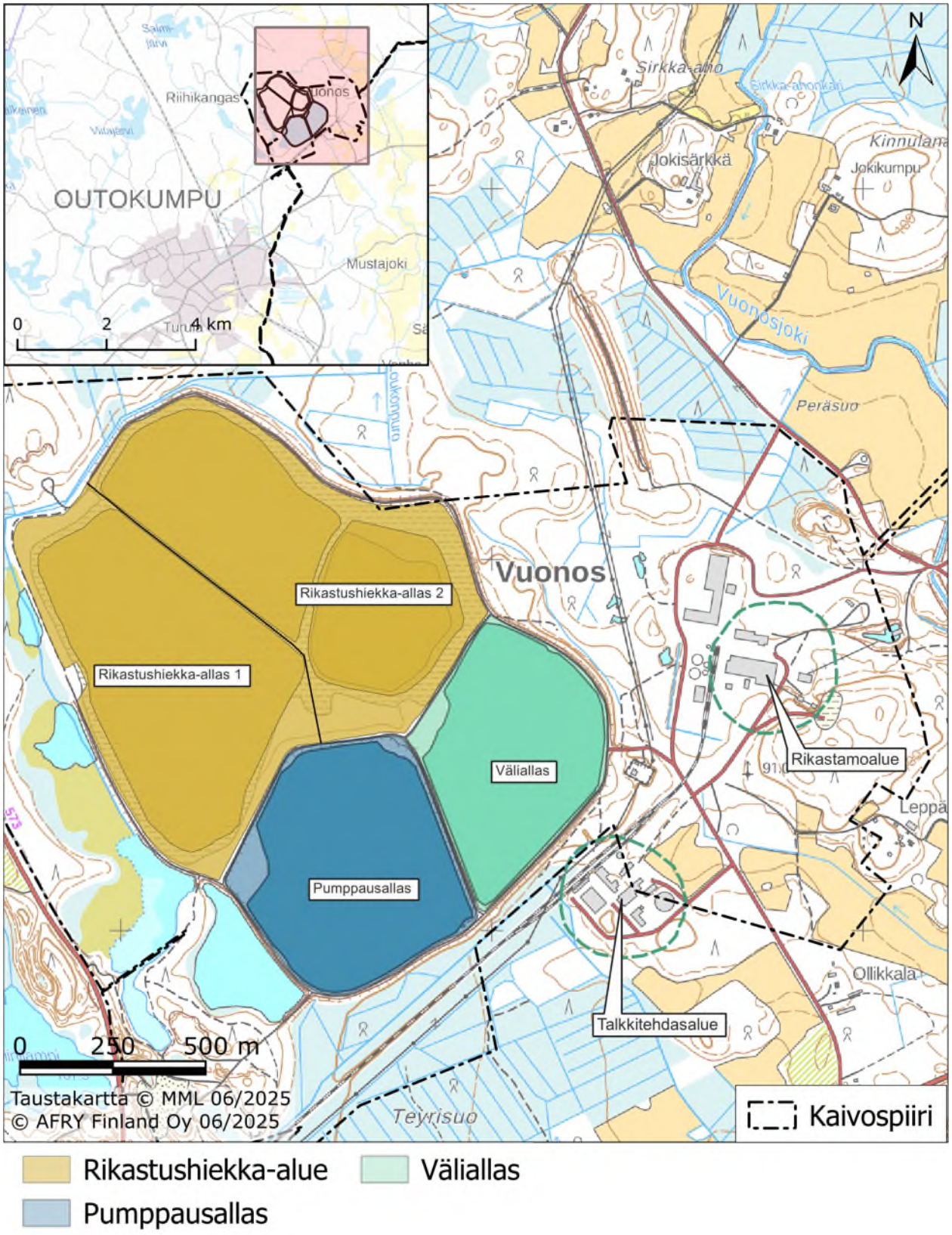
Vuonoksen tehdastoiminnot sijaitsevat Outokummun kaupungin Sysmän ja Taipaleen kylissä Vuonoksen teollisuusalueella noin kuusi kilometriä kaupungin keskustasta koilliseen. Vuonoksen tehdasalueen sijoittuminen kartalla on esitetty kuvassa 2-1. Vuonoksen tuotantotoiminta koostuu talkkimalmin rikastuksesta talkki- ja nikkelirikasteeksi ja jatkojalostuksesta talkkituotteiksi mikrotalkkitehtaalla. Malmi tuodaan Vuonoksen tehtaalle Polvijärvellä sijaitsevista Pehmytkiven ja Karnukan avolouhoksista. Tuotannossa muodostuva rikastushiekka läjitetään rikastushiekan läjitysalueelle. Nykyinen talkin tuotanto vaihtelee välillä 90 000–210 000 t/a. Talkin rikastuksen sivutuotteena saatavan nikkelirikasteen tuotanto vaihtelee välillä 3000–7000 t/a riippuen talkkirikasteen tuotannosta. Tuotantolaitokset toimivat seisokkeja lukuun ottamatta keskeytymättä vuorokauden ympäri kaikkina vuoden päivinä. Kuvassa 2-2 on esitetty nykyisten toimintojen sijoittuminen kartalla.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 2-1. Hankealueen sijainti.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 2-2. Vuonoksen tehdas-, rikastamo- ja rikastushiekka-alueiden sekä altaiden sijainnit.

Copyright © AFRY Finland Oy

2.3 Hankkeen tausta ja tavoite

Vuonoksen tehtaiden nykyinen rikastushiekka-alue (Kuva 2-2) on rakennettu Hyttisuolle, turve- ja hieta- ja hiesukerrosten päälle vuonna 1971 Outokumpu Oy:n toimesta. Outokumpu Oy on läjittänyt alueelle vuoteen 1986 saakka metallin jalostuksessa syntynyttä sulfidipitoista rikastushiekkaa, joka luokitellaan potentiaalisesti happoa tuottavaksi. Outokumpu Oy:n rikastushiekan päälle on läjitetty talkkituotannossa syntynyttä talkkimalmin rikastuksen magnesiittirikastushiekkaa. Rikastushiekka-alue muodostuu rikastushiekan varastoalueesta, joka on jaettu kahteen altaaseen sekä nykyisin selkeytysaltaina toimivista välialtaasta ja pumppausaltaasta. Rikastushiekka-altaiden padot ovat suotavia moreenirakenteisia patoja, joita on korotettu ylävirtaan eli sisäänpäin. Vuonoksen allasalueen padot on luokiteltu 2-luokan padoiksi.

Outokumpu Oy:n Vuonoksen kaivos oli toiminnassa vuodesta 1972 vuoteen 1985. Kaivos tuotti kupari-, sinkki-, koboltti- ja nikkelirikastetta. Näiden lisäksi talteen saatiin seleeniä, hopeaa ja kultaa. Nikkelirikastetta tuotettiin Outokumpu Oy:n toimesta vuodesta 1972 vuoteen 1977, minkä jälkeen nikkelin tuotantolinja muutettiin soveltuvaksi myös talkin rikastukseen. Talkki- ja nikkelimalmia tuotiin rikastamolle Lohja Oy:n silloin omistamasta Horsmanahon louhoksesta. Vuonna 1984 Lohjan talkkitehdas siirtyi Finnminerals Oy:n omistukseen. Outokumpu Oy:n kaivostoiminnan ehtyessä myös rikastamotoiminta laitteineen siirtyi Finnminerals Oy:lle vuonna 1986. Vuodesta 1986 lähtien talkin ja nikkelin rikastuksesta on vastannut Mondo Minerals Oy (Mondo Minerals B.V. Branch Finland). Talkkirikastamon lisäksi vanhan kaivoksen rikastamoalueella toimii Pielisen Betoni Oy:n betoni- ja betonielementtitehdas. (Räisänen & Korhonen 2015)

Vuonoksen tehdasalueen rikastushiekan läjityskapasiteetin täyttyessä lähitulevaisuudessa on syntynyt tarve läjityskapasiteetin lisäämiselle. Mikäli läjitykselle ei saada lisätilavuutta, toiminta päättyy noin vuonna 2032.

Lisäksi ajankohtaiseksi on tullut raakaveden oton vaihtoehtojen tarkastelu. Käsiteltyjen, pois johdettavien vesien osalta tarkastellaan lisäksi muita vaihtoehtoisia paikkoja nykyisen Sysmäjärven tilalle.

2.4 YVA-menettelyn peruste

Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA-menettely) on lakisääteinen. Suomessa siitä on säädetty lailla ympäristövaikutusten arvioinnista (YVA-laki, 252/2017) ja valtioneuvoston asetuksella ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVA-asetus 277/2017).

YVA-menettelyä sovelletaan hanketyypistä ja kokoluokasta riippuen joko suoraan YVA-asetuksen hankeluettelon perusteella tai yksittäistapauksessa tehtävän päätöksen pohjalta. Pohjois-Karjalan ELY-keskus on antanut päätöksensä YVA-menettelyn soveltamisesta Vuonoksen rikastushiekka-altaan korottamista koskien 9.9.2024 (POKELY/918/2024). Päätöksessään ELY-keskus katsoo, että Vuonoksen rikastushiekka-altaan korottamista koskeva hanke aiheuttaa todennäköisesti laajuudeltaan, myös eri hankkeiden yhteisvaikutukset huomioon ottaen, YVA-lain 3.1 §:ssä tarkoitettujen hankkeiden vaikutuksiin rinnastettavia merkittäviä ympäristövaikutuksia. Lisäksi ELY-keskuksen päätöksen mukaan hanke rinnastuu ympäristövaikutuksiltaan YVA-lain liitteen 1 hankeluettelon kohdan 2 alakohtaan a sekä kohdan 11 alakohtaan b.

Copyright © AFRY Finland Oy

YVA-lain kohta
2) luonnonvarojen otto ja käsittely a) kaivosmineraalien louhinta, paikalla tapahtuva rikastaminen ja käsittely, kun kaivoksen pinta-ala on yli 25 hehtaaria
11) jätehuolto b) jätteiden käsittelylaitokset, joissa muuta kuin vaarallista jätettä sijoitetaan kaatopaikalle, joka on mitoitettu vähintään 50 000 tonnin vuotuiselle jätemäärälle

2.5 Arvioitavat vaihtoehdot

Seuraavassa taulukossa 2-1 on esitetty vaihtoehdot lyhyesti, tarkemmat kuvaukset löytyvät kappaleesta 4. Nykyisten toimintojen sijoittuminen kartalla on esitetty kuvassa 2-2. Suunniteltujen toimintojen sijoittuminen kartalla on esitetty kuvassa 2-3 ja purkureittivaihtoehdot kuvassa 2-4.

Taulukko 2-1. YVA-menettelyn vaihtoehdot.

VE0
• Toiminta jatkuu nykyisellä ympäristöluvalla niin kauan kuin se on lupaehtojen puitteissa mahdollista. Toiminta päättyy rikastushiekka-altaan saavuttaessa nykyisen ympäristöluvan maksimikorkeuden (+116 m mpy (N60) rikastushiekan läjityskorkeus, +117 m mpy (N60) patoharjat) noin vuonna 2030–2032.
VE1
• Rikastushiekka-altaat korotetaan korotussuunnitelman mukaisesti tasolle +126 m mpy (N60) (rikastushiekan läjityskorkeus) ja +127 m mpy (N60) (patoharjat). Tämä mahdollistaisi toiminnan jatkamisen noin vuoteen 2050 asti. Muilta osin toiminta jatkuu ennallaan.
VE2a ja VE2b
• Nykyisiä rikastushiekka-altaita tyhjennetään ja täytetään (RH1- ja RH2-altaat) vuorotellen. Kuivasta (ei sillä hetkellä läjityskäytössä olevasta) altaasta kaivetaan rikastushiekkaa, joka kuivaläjitetään uuteen, rakennettavaan altaaseen. Tällöin toinen puoli rikastushiekka-altaasta on märkäläjityskäytössä ja toinen puoli kuivumassa ja tyhjennyksessä kuivaläjitystä varten. Kuivaläjitys mahdollistaisi toiminnan jatkamisen noin vuoteen 2050 asti. **VE2a:** Kuivaläjitys nykyisen rikastushiekka-altaan pohjoispuolelle rakennettavaan altaaseen (sama alue kuin VE3, rikastushiekan läjityskorkeus maksimissaan tasolle +116 m mpy (N60))

Copyright © AFRY Finland Oy

VE2b: Kuivaläjitys nykyisen rikastushiekka-altaan 2 eteläosaan ja välialtaaseen, rikastushiekan läjityskorkeus +123 m mpy (N60).

VE3

- Rakennetaan uusi rikastushiekka-alue sekä vaadittava infra (ml. suotovesienhallinta, sähköt, tiestö, pumppaamot jne). Uusi rikastushiekka-alue sijoittuu nykyisen rikastushiekka-allasalueen pohjoispuolelle (rikastushiekan läjityskorkeus maksimissaan tasolle +116 m mpy (N60)). Nykyinen rikastushiekka-allas suljetaan* sulkemissuunnitelman mukaisesti sen saavutettua nykyisen ympäristöluvan mukaisen maksimikorkeuden +117 m mpy (N60). Uuden rikastushiekka-alueen käyttöönotto mahdollistaisi toiminnan jatkamisen noin vuoteen 2050 asti.

Lisäksi tarkastellaan

PVE1: Purkuvedet johdetaan nykyisen ympäristöluvan mukaisesti Sysmäjärveen.

PVE2a–c:

PVE2a: Purkuvedet johdetaan Viinijärven Raatelahteen nykyistä raakavesireittiä pitkin.

PVE2b: Purkuvedet johdetaan Viinijärven Lukanlahteen.

PVE2c: Purkuvedet johdetaan Viinijärven Korpilahteen.

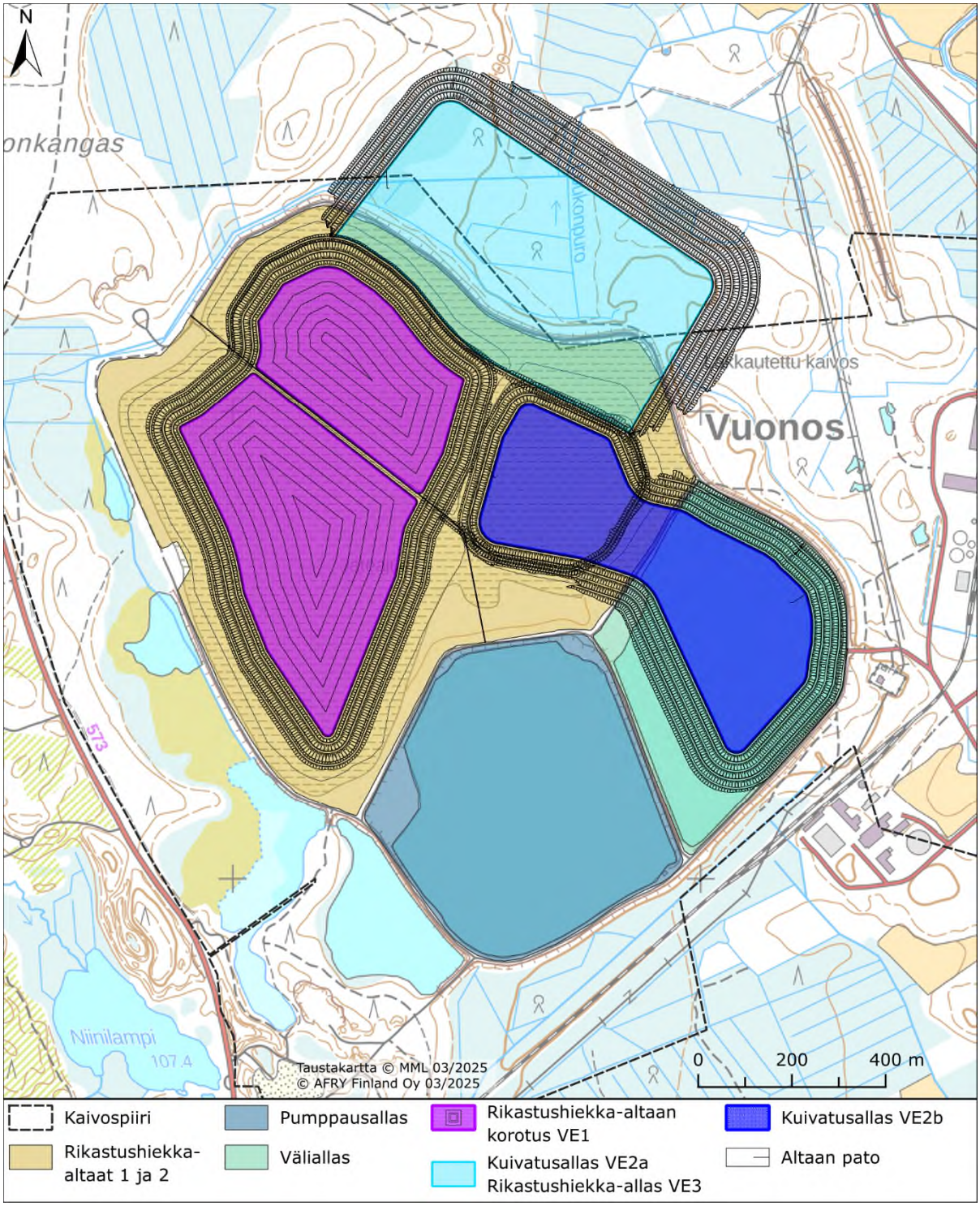
RVE1: Raakavesi otetaan Viinijärvestä ja Outokummun vanhasta avolouhoksesta.

RVE2: Raakavesi otetaan Viinijärvestä.

Vesienkäsittelylietteet: Polvijärven kaivosten vesienkäsittelylietteiden sijoittaminen rikastushiekka-altaaseen.

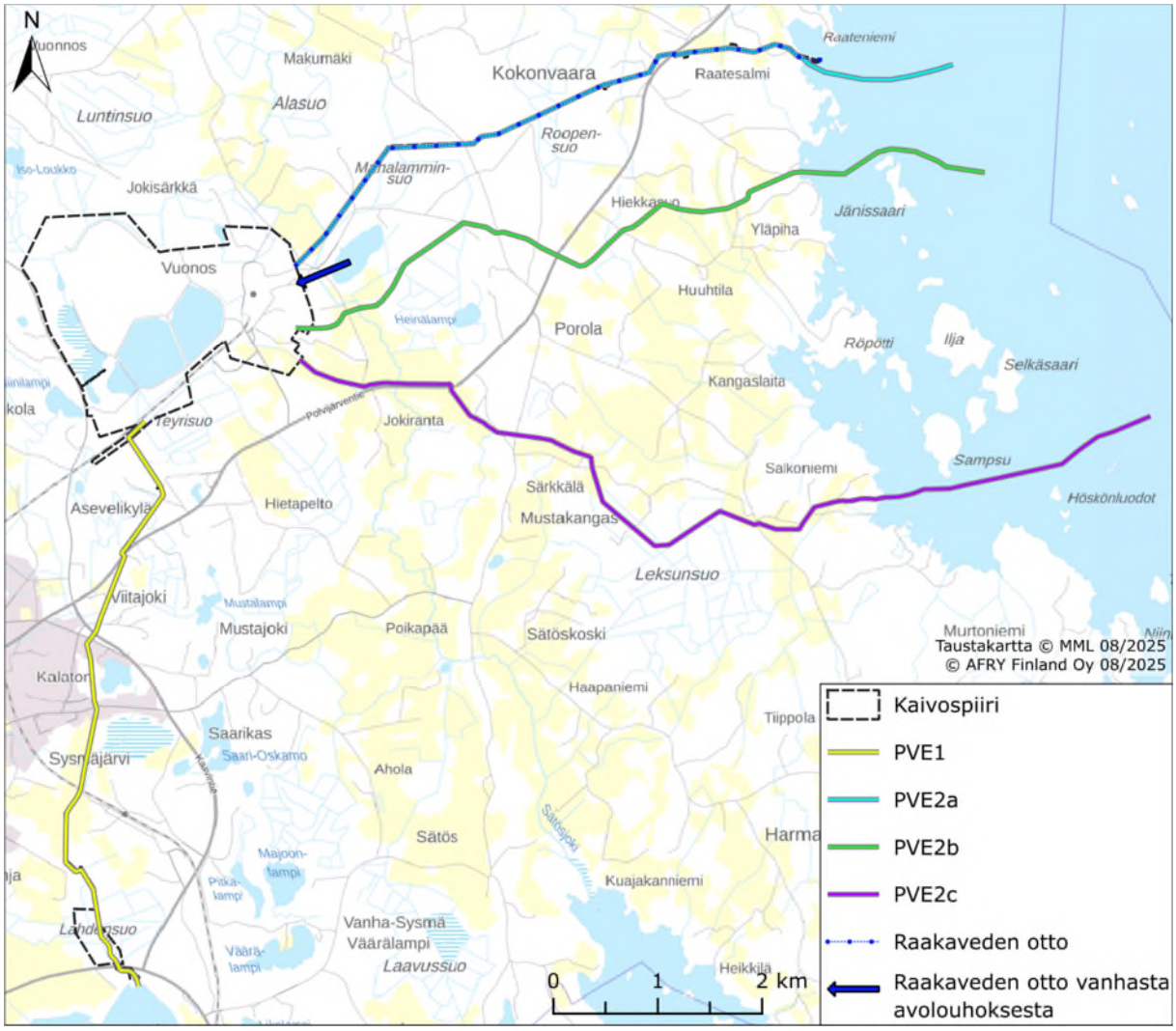
* Pumppaus- ja väliallasta ei suljeta, vaan ne jäävät käyttöön. Uudelta altaalta vesi pumpataan välialtaaseen ja siitä pumppausaltaaseen.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 2-3. Suunniteltujen toimintojen sijoittuminen hankealueella vaihtoehdoissa VE1, VE2a–b ja VE3.

Copyright © AFRY Finland Oy



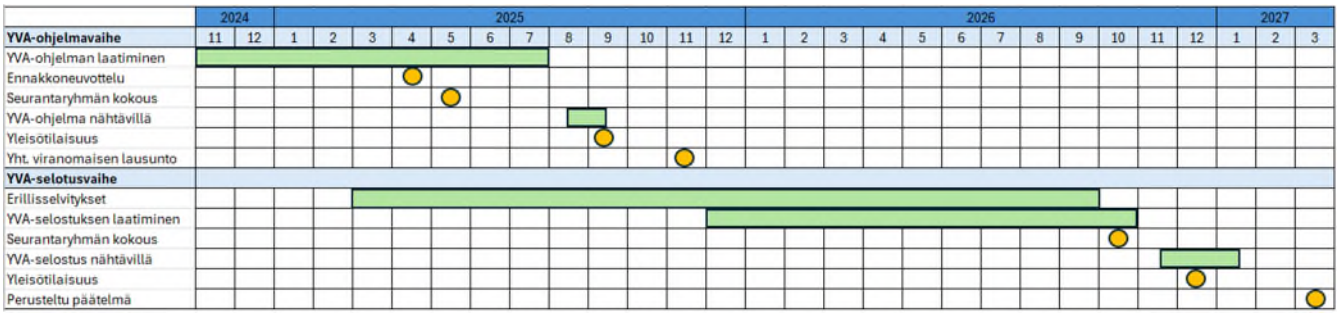
Kuva 2-4. Purkureittivaihtoehdot PVE1 ja PVE2a–c.

2.6 Hankkeen aikataulu

YVA-menettelyn keskeiset vaiheet ja aikataulu on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 2-5). YVA-ohjelma valmistui syksyllä 2025. Yhteysviranomainen kokosi YVA-ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antoi niiden perusteella oman lausuntonsa 28.10.2025 (POKELY/918/2024). YVA-ohjelmalausunto on esitetty liitteessä 1 ja lausunnon huomioiminen on esitetty liitteessä 2. Yhteysviranomaisen lausunnon saamisen jälkeen alkoi YVA-selostuksen laadintatyö.

YVA-selostuksesta saatavan perustellun päätelmän jälkeen hankkeessa edetään ympäristölupavaiheeseen.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 2-5. Hankkeen YVA-menettelyn aikataulu.

2.7 Hankkeen liittyminen muihin hankkeisiin ja ohjelmiin

2.7.1 Maakunnantason tavoitteet

Pohjois-Karjalan maakunnan kehittämistavoitteet vuosille 2026–2029 määritellään POKAT2029 – Pohjois-Karjalan maakuntaohjelmassa. Ohjelma kokoaa Pohjois-Karjalan maakunnan kehittämisen keskeiset suunnitelmat yhdeksi kokonaisuudeksi. Ohjelmatyön linjaa Pohjois-Karjalan strategia 2045, jota toteutetaan käytännössä maakuntaohjelmassa ja maakuntakaavassa määritellyin toimenpitein. Kehittämistavoitteet linjaavat käytettävissä olevia resursseja, ja viranomaisten on toimissaan noudatettava maakuntaohjelman linjauksia. Pohjois-Karjalan maakuntaohjelmaan kuuluu osana älykkään erikoistumisen strategia, jossa määritellään maakunnan huippuosaamisen alat ja tulevaisuuden potentiaaliset kehittämiskohteet elinkeino- ja innovaatiopolitiikan näkökulmasta. Pohjois-Karjala ohjelma perustuu lakiin alueiden kehittämisestä ja Euroopan unionin alue- ja rakennepolitiikan toimeenpanosta (765/2021), joka ohjaa alueiden kehittämistä. (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2026a)

Maakuntaohjelman mukaisia kaivannaisalaa koskevia kehittämistavoitteita ovat seuraavat:

- Vahvistetaan GTK Mintecin asemaa kaivosteollisuuden puhtaiden ratkaisujen ja mineraalialan kiertotalouden edistämisessä
- Tuetaan vastuullisia kaivostoiminnan teollisia investointeja ja uusien kaivosten avaamista
- Lisätään jalostusarvoa ja materiaalikiertoa mineraalitalouden arvoketjuissa
- Kehitetään kaivannaisalan uusia, joustavia koulutuspolkuja ja hyödynnetään siinä digitaalisuutta
- Kehitetään systemaattisesti kaivannaisalan eri intressiryhmien välistä vuorovaikutusta ja toimialan julkisuuskuvaa
- Hakeudutaan kansallisiin ja kansainvälisiin verkostoihin entistä vahvemmin

2.7.2 Kansallinen mineraalistrategia 2040

Kansallinen mineraalistrategia 2040 laadittiin elinkeinoministerin toimeksiannosta vuonna 2023. Strategian tarkoituksena on tuottaa yhteinen näkemys suomalaisen mineraaliklusterin nykytilanteesta, politiikan tavoitteista, päälinjoista sekä tarvittavista toimenpiteistä tulevien vuosien aikana. Keskeinen tavoite on mineraalisektorin kansallisen arvonlisän kasvattaminen ja Suomesta louhittujen mineraalien jalostusasteen nostaminen. Mineraalistrategian visiossa vuodelle 2040 esitetään, että: ”Suomi on mineraalien kestävän

Copyright © AFRY Finland Oy

ja vastuullisen hyödyntämisen globaali edelläkävijä, kumppani ja kehittäjä. Mineraaliklusteri kasvattaa arvonlisää resurssitehokkaasti turvaten strategisten mineraalien saatavuuden.”

Vision toteuttamiseksi esitettiin kuusi strategista tavoitetta ja 28 toimenpide-ehdotusta.

Strategiset tavoitteet:

- Mineraalisektorista kasvua ja arvonlisää
- Vastuullisesti kaikilla kestävyyden alueilla
- Osaaminen ja TKI-toiminta menestyksen lähteenä
- Suomi – kokoaan suurempi toimija ja kumppani
- Raaka-aineasetuksen (EU-2024/1252) tehokas toimeenpano
- Teollisuudelle vahva raaka-ainehuolto

Toimenpide-ehdotuksia mm.:

- Edistetään lupamenettelyjen sujuvoittamista
- Kehitetään kaivostoimintaan liittyvää vakuusjärjestelmää
- Varmistetaan kallioperän mineraalipotentiaalin riittävä kartoitus
- Suunnitellaan kannusteet parhaiden teknologioiden ja kiertotalousratkaisujen käyttöönottoon
- Varmistetaan mineraalialan vastuullinen toiminta ja yhteensovitetaan kaivostoimintaa muiden elinkeinojen ja maankäyttömuotojen kanssa
- Vahvistetaan T&K-toimintaa ja osaamista
- Vahvistetaan kotimaisen pääoman suuntautumista mineraalialalle sekä edistetään vientiä ja suomalaisten toimijoiden integroitumista kansainvälisiin hankkeisiin
- Lisätään ajantasaista tilannekuvaa yritysten mineraalisten raaka-aineiden tarpeista ja vahvistetaan varautumista toimitusketjujen häiriöihin

2.7.3 Suojelualueet ja vesienhoito

Hankealueen välittömässä läheisyydessä ei ole suojelualueita. Hankealueen läheisyydessä sijaitsevat Natura 2000-ohjelmaan kuuluvat suojelualueet Sysmäjärvi (FI0700001, SPA) ja Iso-Juurikan – Leveävaaran alue (FI0700083, SAC), jotka on esitelty tarkemmin luvussa 18.

Jos purkuvesille rakennetaan uusi purkuputki Viinijärveen, se kulkee Makumäen 1-luokan pohjavesialueen läpi.

Vesienhoitosuunnitelmien tavoitteena on estää jokien, järvien ja rannikkovesien sekä pohjavesien tilan heikkeneminen sekä pyrkiä kaikkien vesien vähintään hyvään tilaan. Tavoitteen saavuttamiseksi suunnitellaan ja toteutetaan vesien tilaa parantavia toimenpiteitä ja seurataan niiden vaikutuksia kahdeksalla vesienhoitoalueella. Valtioneuvosto on hyväksynyt vesienhoitosuunnitelmat vuosille 2022–2027 ja ne ovat tulleet voimaan vuoden 2022 alussa.

Vesienhoidon 4. suunnittelukauden (2028–2033) valmistelu- ja taustatyöt ovat tällä hetkellä käynnissä ja siitä vastaa lupa- ja valvontavirasto. Vesienhoidon neljäs suunnittelukausi astuu virallisesti voimaan 1.1.2028.

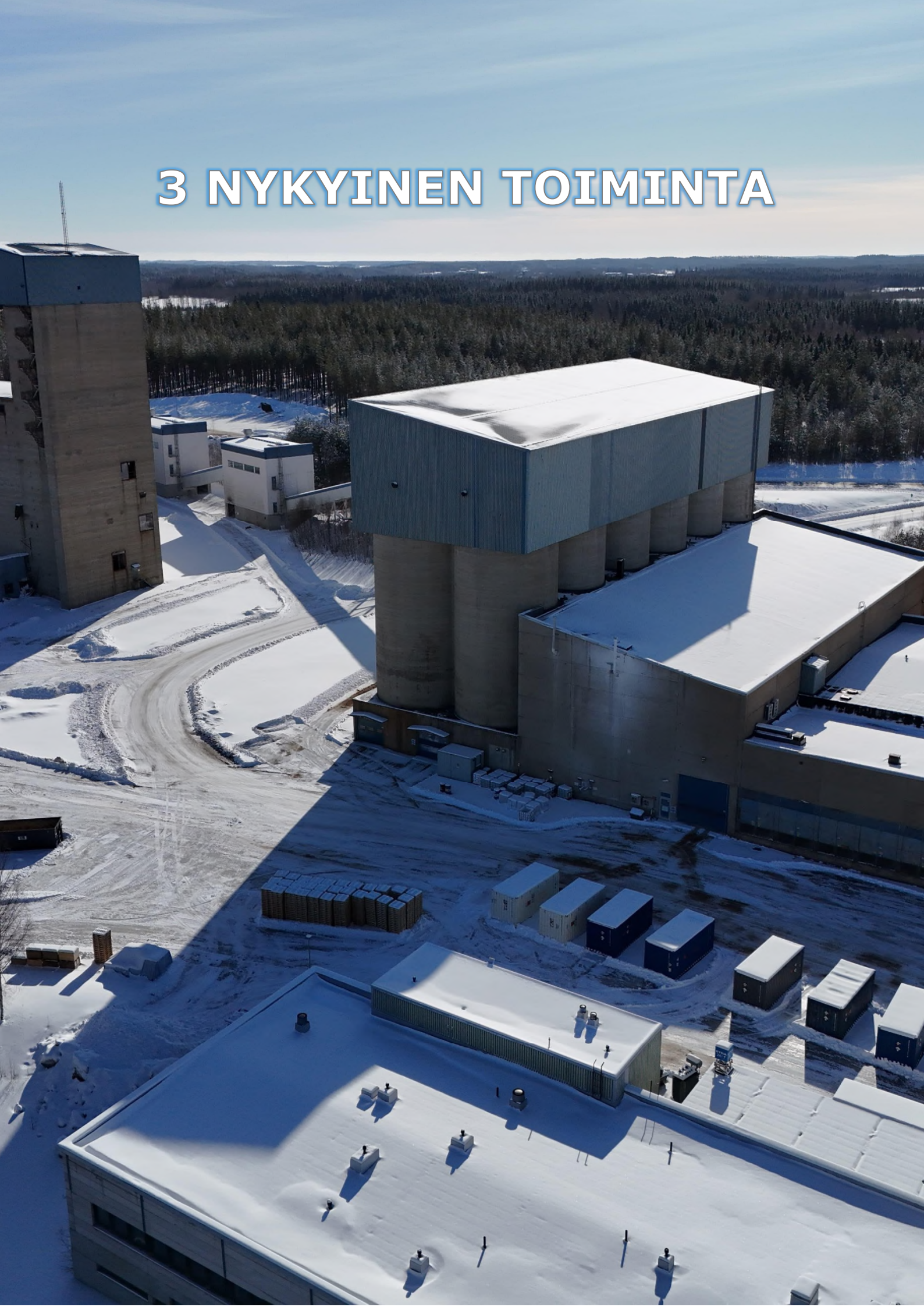
Copyright © AFRY Finland Oy

2.7.4 Muut hankkeet

Hankkeella on yhteisvaikutuksia Sysmäjärveen Outokummun kaupungin Jokipohjan jätevedenpuhdistamon, Outokummun lakkautetun Keretin kaivoksen ja GTK:n koerikastamon kanssa. Lisäksi FinnCobalt Oy:llä on lainvoimainen ympäristölupa Hautalammen kaivoksen toimintaan, mutta toimintaa ei ole aloitettu. FinnCobalt Oy on hakenut 29.4.2024 päivätyllä ympäristölupahakemuksellaan muutosta Hautalammen kaivosta koskevaan lainvoimaiseen ympäristölupaan. Hakemuksen viimeisin versio on päivätty 30.6.2026. Mondon ja FinnCobaltin hankkeiden yhteisvaikutuksia Sysmäjärveen arvioidaan tässä YVA-selostuksessa. Hankkeella on yhteisvaikutuksia myös Mondon Horsmanahon ja Karnukan kaivosten kanssa.

Copyright © AFRY Finland Oy

3 NYKYINEN TOIMINTA



3 NYKYINEN TOIMINTA

3.1 Nykyinen toiminta ja sen sijoittuminen

Vuonoksen tehdastoiminnot sijaitsevat Outokummun kaupungin Sysmän ja Taipaleen kylissä Vuonoksen teollisuusalueella noin kuusi kilometriä kaupungin keskustasta koilliseen (Kuva 2-1). Vuonoksen tehdastoiminnot käsittävät talkin ja nikkelin rikastuksen sekä talkkirikasteen jatkojalostuksen erilaisiksi talkkituotteiksi talkkitehtaalla. Tuotannossa muodostuva rikastushiekka läjitetään rikastushiekan läjitysalueelle. Rikastushiekan läjitysalueelta selkeytyneet vedet johdetaan vesienkäsittelyn jälkeen paineviemäriputkea ja loppuosassa viettoviemäriä pitkin Lahdenjokeen ja edelleen Sysmäjärveen. Vuonoksessa ei ole nykyisellään kaivostoimintaa, vaan malmi tuodaan Vuonoksen tehtaalle Polvijärven kaivoksilta.

Tehdastoiminnot sijaitsevat toimintansa lopettaneen Outokumpu Oy:n Vuonoksen kaivoksen alueella, joka on nykyisin Mondon omistama alue. Vuonoksen alueen ympäristössä on pääosin maa- ja metsätalousalueita. Lähin teollinen toimija on Pielisen Betoni Oy:n tehdas välittömästi rikastamon luoteispuolella. Toiminta alueella on alkanut 1970-luvulla.

3.2 Yleiskuvaus nykyisestä toiminnasta

Vuonoksen tehdasalueen toiminta koostuu malmin rikastuksesta talkki- ja nikkelirikasteeksi sekä jatkojalostuksesta erilaisiksi talkkituotteiksi talkkitehtaalla (Kuva 3-1, Kuva 3-2 ja Kuva 3-3).

Vuonoksen rikastamolla rikastettavan malmin määrä on ollut keskimäärin 430 000 t/a vuosina 2003–2025. Vuosina 2020–2025 käytetty malmimäärä on ollut keskimäärin noin 355 000 t/a. Talkkituotteiden tuotantomäärät vuosina 2003–2025 ovat olleet keskimäärin 165 000 t/a, maksimin ollessa noin 210 000 t/a.

Rikastamolla tuotettavan nikkelirikasteen määrä on vuosina 2003–2025 ollut noin 5000 t/a. Tuotantotiedot vuosilta 2003–2025 on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 3-1).

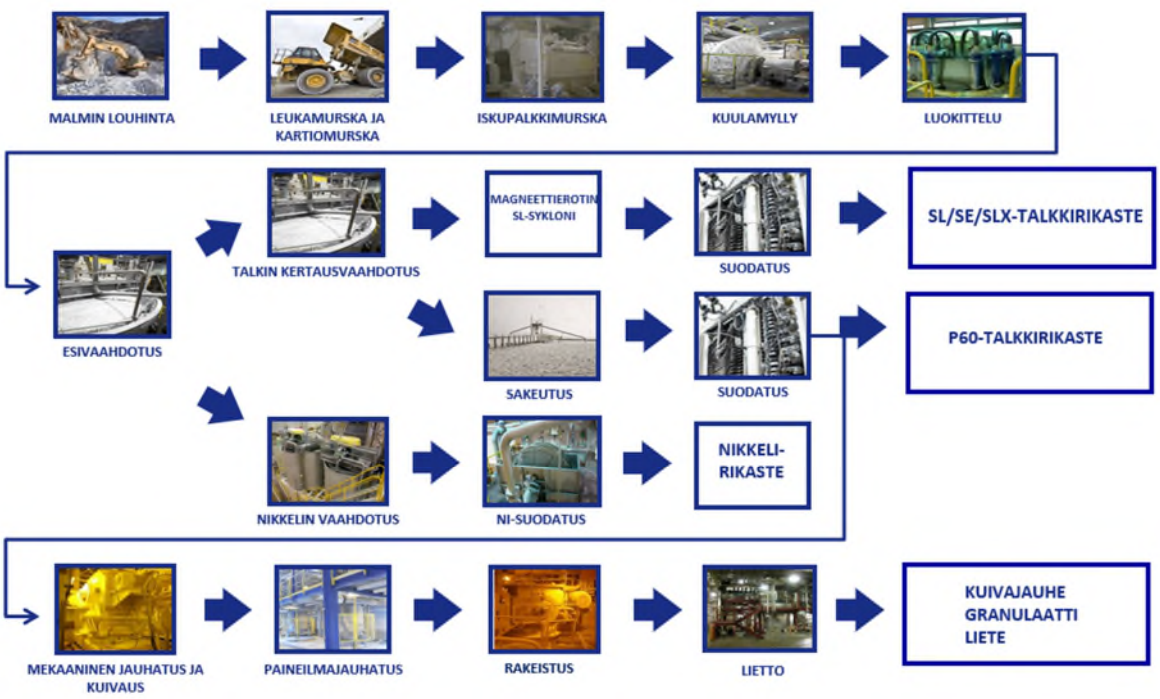
Talkkia tuotetaan teollisuuden tarpeisiin. Pääasiallisia käyttäjiä ovat mm. paperi-, muovi- ja maaliteollisuus. Tuotteet toimitetaan asiakkaille kuivajauheena, rikasteena, granuloituna ja lietteenä. Tuotteet kuljetetaan tilaajille junalla tai maantiekuljetuksena rekoilla.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-1. Tuotantotiedot vuosilta 2003–2025.

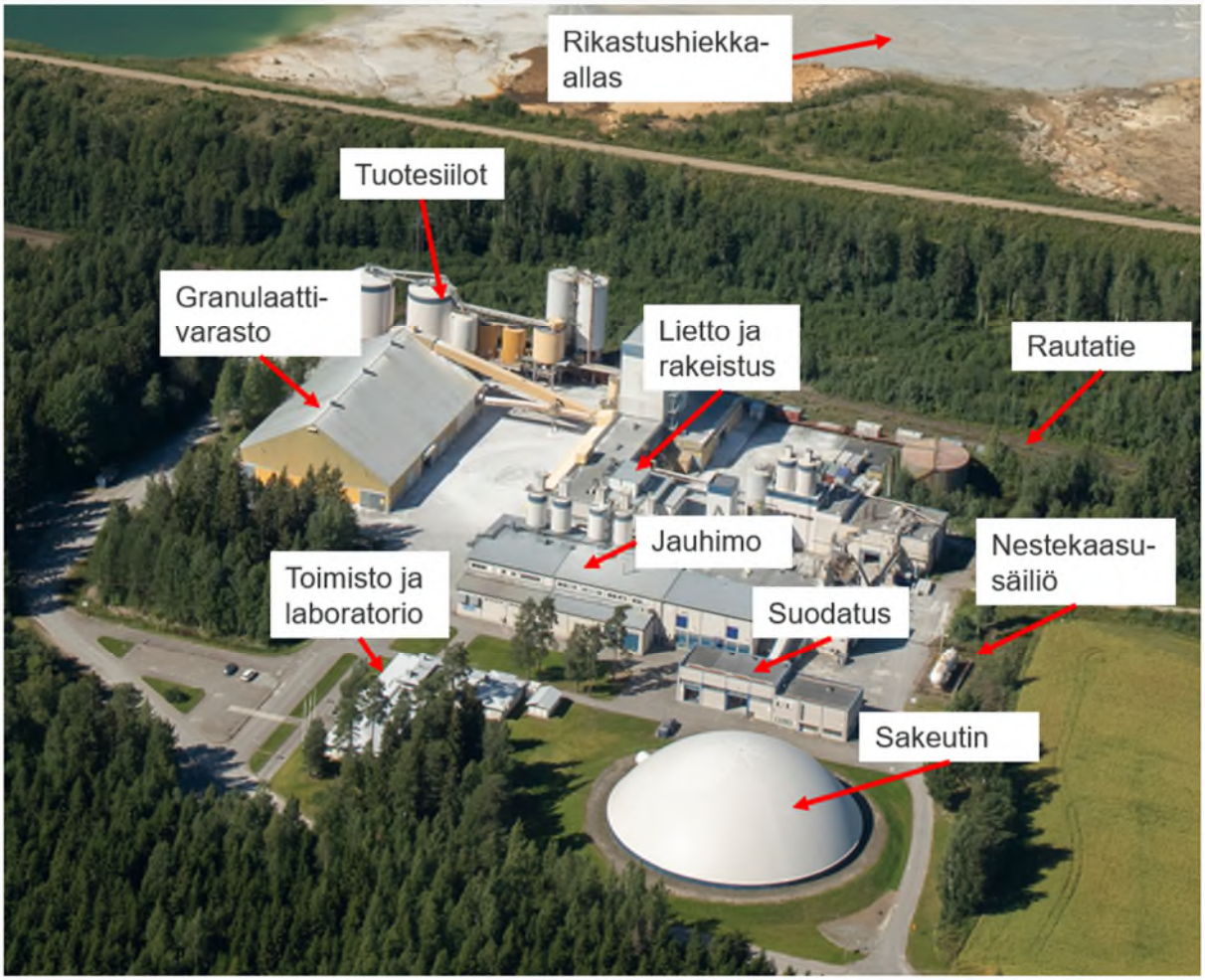
Vuosi	Malmi	Talkkirikaste	Rikastushiekka	Nikkelirikaste
	t/a	t/a	t/a	t/a
2003	399 847	165 268	234 579	3 980
2004	445 418	175 254	270 164	5 280
2005	425 444	172 045	253 399	3 604
2006	471 166	196 995	274 171	5 520
2007	464 647	199 787	264 860	6 327
2008	443 218	207 636	235 582	5 813
2009	393 276	163 277	229 999	4 801
2010	453 519	189 678	263 841	6 025
2011	484 081	202 510	281 571	6 397
2012	496 471	201 373	295 098	6 696
2013	429 437	167 383	262 054	5 545
2014	470 057	172 608	297 449	6 383
2015	444 964	152 211	292 754	5 330
2016	434 177	141 641	292 536	3 250
2017	459 672	175 122	284 550	4 376
2018	508 604	184 500	324 104	3 020
2019	484 152	173 818	310 334	4 180
2020	399 509	141 212	258 297	3 463
2021	420 071	144 596	275 475	3 837
2022	358 228	115 862	242 366	3 212
2023	340 596	88 266	252 330	3 549
2024	297 055	104 594	192 461	2 683
2025	318 473	125 609	192 864	3 243
Keskiarvo	**427 917**	**165 256**	**264 384**	**7 071**

Copyright © AFRY Finland Oy

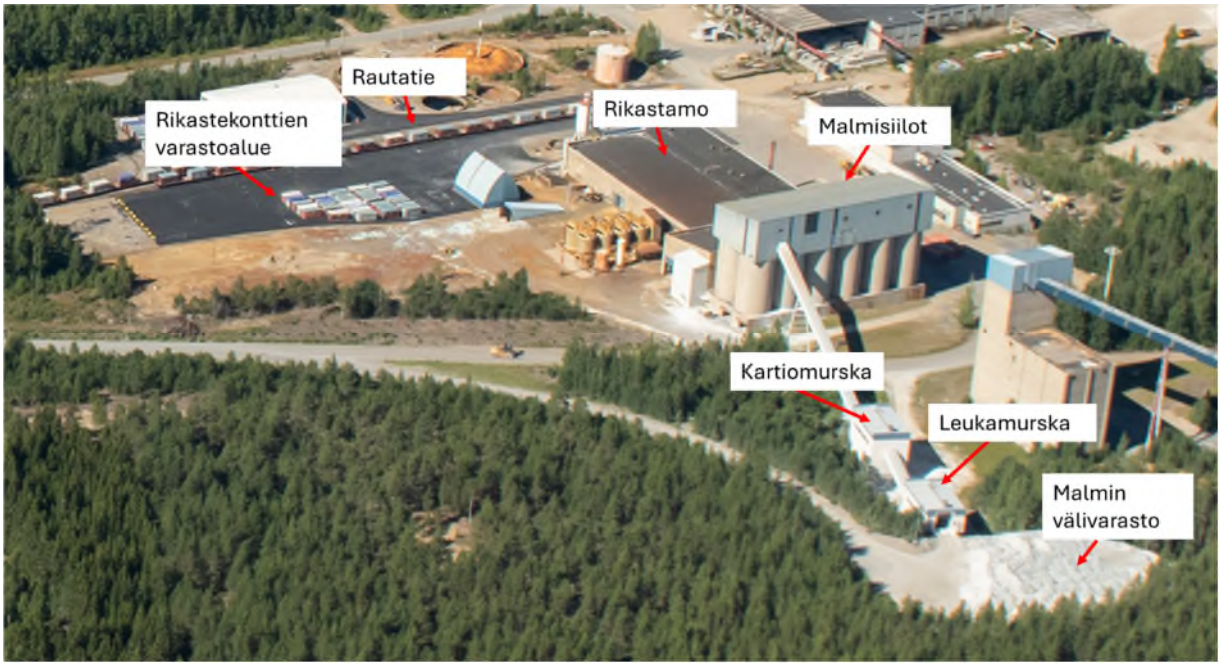


Kuva 3-1. Prosessikaavio.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 3-2. Toimintojen sijoittuminen talkkitehtaan alueelle.



Kuva 3-3. Toimintojen sijoittuminen rikastamoalueelle.

Copyright © AFRY Finland Oy

3.3 Malmiesiintymät

Vuonokseen tuodaan malmia yhtiön Polvijärvellä sijaitsevista Karnukan ja Pehmytkiven avolouhoksista. Tulevaisuudessa on mahdollista, että malmia Vuonoksen tehtaalle tuodaan myös muista yhtiön kaivoksista.

Pehmytkiven ja Karnukan malmin pääomineraaleja ovat talkki (noin 55 %) ja magnesiitti (noin 40 %) ja sivumineraaleina kloriittia (< 5 %) sekä vähäisissä määrin nikkelisulfideja ja paikoin dolomiittia. Esiintymien keskimääräinen sulfidipitoisuus on noin 2,4–2,5 %. Pääsulfidimineraalit ovat magneettikiisu ja pentlandiitti. Lisäksi tavataan pieniä määriä arsenideja. Malmin arseenipitoisuudet ovat keskimäärin 0,011–0,013 %, nikkelipitoisuudet 0,14–0,148 % ja kromipitoisuudet 0,023–0,04 % (Cr_2O_3).

3.4 Malminkäsittely ja rikastus

Rikastusprosessin vaiheet ovat malmin murskaus, jauhatus ja vaahdotus. Talkin vaahdotuksen jälkeen talkkipiirin jätteestä rikastetaan edelleen vaahdottamalla nikkeli. Talkkirikaste pumpataan vesilietteenä talkkitehtaalle, jossa talkkirikaste jatkojalostetaan.

3.4.1 Murskaus

Malmi kuljetetaan Polvijärvellä sijaitsevista kaivoksista kasettirekka-autoilla rikastamolle, jossa kuormat ensin punnitaan. Malmi syötetään murskaimeen suoraan rekka-autosta tai välivarastosta kauhakuormaajalla (Kuva 3-4). Murskaus tapahtuu kahdessa vaiheessa. Esimurskauksessa malmi murskataan alle 200 millimetrin kappalekokoon leukamurskaimella. Esimurskauksesta malmi siirretään kuljettimella kartiomurskaan, jossa malmi murskataan alle 25 millimetrin raekokoon. Molemmat murskaimet sijaitsevat sisätiloissa, omissa rakennuksissaan. Murskainten väliset kuljettimet on koteloitu pölyämisen vähentämiseksi.

Murskauksen jälkeen malmi varastoidaan rikastamorakennuksen päädyssä sijaitseviin malmisiiloihin, joista malmi syötetään jauhatukseen.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 3-4. Malmirekka kippaamassa malmikuormaa leukamurskan syöttimeen.

3.4.2 Jauhatus

Malmin jauhatus ja rikastus tapahtuu rikastamorakennuksessa. Jauhatuspiiri malmisiilojen jälkeen koostuu iskupalkkimurskasta, kuulamyllyistä, syklonien syöttökaivosta ja sykloneista (Kuva 3-5). Malminsyöttölaitteiden pölyämistä hallitaan pölynpoistolaitteistolla.

Tarvittaessa ennen kuulamyllyä käytetään iskupalkkimurskainta malmin hienomurskaamiseen. Murskatun malmin jauhatus vaahdotushienouteen (raekoko alle 0,1 millimetriä) tapahtuu kuulamyllyssä vesilietteessä. Jauhinkappaleina myllyissä käytetään teräskuulia. Vaahdotushienouteen jauhettu talkkimalmi erotetaan sykloneilla vaahdotusprosessiin, ja karkeampi syklonien alite palautetaan uudelleen jauhatukseen. Rikastusprosessissa tarvittava vesi otetaan ensisijaisesti tehtaan sisäisestä vesikierrosta (kierrätysvesi), jossa vettä kierrätetään prosesseissa sekä rikastushiekka-alueella. Tarvittavaa täydennysvettä prosesseihin otetaan Outokumpu Oy:n vanhasta avolouhoksesta ja Viinijärvestä.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 3-5. Kuulamyllyt.

3.4.3 Talkkirikastus

Vaahdotuksessa talkki nostetaan lietteestä sen pintaan puhaltamalla lietteeseen ilmakuplia (Kuva 3-6). Talkki erotetaan malmilietteestä talkkivaahdotteen avulla. Syntynyt talkkivaahto kerätään vaahdotuskennon pinnalta ylivuotona rikasteränneihin. Talkin vaahdotus tapahtuu useassa vaiheessa tuotteen puhtauden ja tasalaatuisuuden varmistamiseksi.

Rikastusprosessissa valmistuvasta talkkirikasteesta osa pumpataan vesilietteenä talkkitehtaalle jatkojalostettavaksi. Osa talkkirikasteesta puhdistetaan käyttäen magneettista erotusta, jolla saadaan rautapitoiset mineraalit erotettua lopputuotteesta. Magneettierottimella puhdistettu talkkirikaste syklonoidaan, suodatetaan ja jauhetaan vasaramyllyllä lopputuotteeksi tai toimitetaan SL-rikasteena jatkojalostettavaksi yhtiön muille tehtaille. Puhdistettu SL-rikaste soveltuu raaka-aineeksi erikoistuotteisiin.

Talkkipiirin rejekti syötetään sykloniluokituksen kautta nikkelivaahdotukseen.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 3-6. Vaahdotuskennoja rikastamolla.

3.5.5 Nikkelirikastus

Nikkelin vaahdotuksessa käytetään samanlaista prosessia kuin talkilla, mutta kemikaaleina käytetään tavanomaisia metallimalmin vaahdotuksessa käytettäviä kemikaaleja.

Nikkelirikaste erotetaan talkkivaahdotuksen rejektistä monivaiheisessa vaahdotuksessa. Saatu nikkelirikaste suodatetaan kiekkosuodattimella noin 10 % kosteuteen. Suodinkostea rikaste säkitetään ja toimitetaan suursäkeissä asiakkaalle.

Vaahdotusprosessista syntyvä rejekti, rikastushiekka, pumpataan prosessivesien kanssa rikastushiekan läjitysalueelle.

3.4.4 Talkkirikasteen jatkojalostus talkkitehtaalla

Talkkitehtaalla tapahtuvan rikasteen jatkojalostuksen prosessit ovat vedenerotus, hienojauhatus, tuotteen jälkikäsittely ja varastointi (Kuva 3-7 ja Kuva 3-8). Talkkitehtaalle pumpattavasta talkkirikastelietteestä poistetaan osa vedestä sakeuttamalla (gravitaatio- eli painovoimasakeutus).

Sakeutin on halkaisijaltaan 50 metriä ja se toimii samalla talkkirikasteen välivarastona rikastamon ja talkkitehtaan välissä ennen suodatusta. Sakeuttimessa talkkirikaste laskeutuu sakeuttimen pohjalle ja kirkas ylitevesi palautetaan rikastamon prosessivedeksi. Rikaste pumpataan sakeuttimen pohjalta noin 40 %:n kiintoainepitoisuudessa suodatukseen. Talkkirikaste suodatetaan käyttäen painesuodatustekniikkaa, jonka avulla päästään noin 10 %:n kosteuteen.

Suodatettu talkkirikaste johdetaan seuraavaksi hienojauhatukseen tai toimitetaan jatkojalostettavaksi yhtiön muille tehtaille. Suodatettu talkkirikaste kuljetetaan koteloidulla hihnakuljettimella jauhimon siiloihin, joista se syötetään vasaramyllyihin. Myllyissä rikaste kuivataan ja hienonnetaan (kuivajauhatus) noin 40 mikrometrin hiukkaskokoon.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kuivauksessa käytettävä kuuma ilma tuotetaan käyttämällä paineilmajauhatuksen kuumakaasua tai polttamalla nestekaasua. Jauhettu talkki erotetaan letkusuotimilla ja siirretään pneumaattisesti siiloihin.

Hienoimmat tuotteet loppujauhetaan paineilmamyllyillä 10–20 mikrometrin hiukkaskokoon. Tarvittava paineilma tuotetaan sähkökäyttöisillä turbokompressoreilla. Jauhettu talkki erotetaan letkusuotimilla ja johdetaan pneumaattisesti siiloihin.

Osa jauhetusta talkista rakeistetaan tiivistyskoneissa 6–8 millimetrin granulaateiksi. Rakeistus tehdään tuotteen varastoinnin ja käsiteltävyyden parantamiseksi. Rakeistettu tuote siirretään suoraan liettoprosessiin taikka hihnakuljettimella bulk-varastoon (välivarasto) ja sieltä edelleen liettoprosessiin. Lisäksi lietettä tehdään suoraan kuivajauheesta. Valmis liete pumpataan varastosäiliöihin.

Talkkituotteet toimitetaan asiakkaille lietteenä, rikasteena, kuivajauheena ja granulaatteina.



Kuva 3-7. Liettämö.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 3-8. Jauhimo.

3.4.5 Raaka-aineet ja kemikaalit

Käytettävät raaka-aineet ja kemikaalit

Toiminnassa käytetään kemikaaleja talkin ja nikkelin rikastuksessa, talkkituotteiden valmistuksessa ja jäteveden puhdistuksessa (Taulukko 3-2, liite 20). Lisäksi käytetään pieniä määriä laboratoriokemikaaleja. Kunnossapitotöissä käytetään hitsauskaasuja ja kunnossapitokemikaaleja.

Kemikaalit toimitetaan maantiekuljetuksina IBC-konteissa, tynnyreissä, säkeissä tai irtotuotteina kemikaalivarastoihin. Kemikaalit syötetään nestemäisessä muodossa välivarastojen kautta käyttökohteisiin.

Rikastamo- ja liettokemikaalit säilytetään kemikaalin käyttöpaikalla tai kemikaalivarastossa. Osa kemikaaleista varastoidaan siiloissa käsittelyprosessin yhteydessä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-2. Rikastamolla, vesienkäsittelyssä ja talkkitehtaalla käytettävät kemikaalit, niiden käyttökohteet ja vuotuiset käyttömäärät vuosina 2024–2025 (Lähde: Mondo 2025).

Kemikaali	Kulutus (t/a) 2024	Kulutus (t/a) 2025
Rikastamo ja talkkitehdas		
Rikastuskemikaalit	116	98
- josta ksantaattia	7	15
Liettokemikaalit	512	313
Vedenkäsittelykemikaali	365	361

Polttoaineet

Tuotantolaitoksia lämmitetään rikastamon 2,9 MW:n kattilalla, jonka polttoaineena käytetään nestekaasua. Kattilan savupiipun korkeus on noin 20 metriä. Tehdasalueen lisä- ja varalämmitysjärjestelmänä toimii mikrotalkkitehtaan 0,81 MW:n kevytpolttoöljykattila ja vuokrattavat kevytpolttoöljykäyttöiset lisälämmittimet. Kattilan savupiipun korkeus on 18 metriä. Liettoprosessissa tarvittava höyry tuotetaan 0,225 MW:n sähkökattilalla.

Nestekaasua varastoidaan laitosalueella 99 m^3:n maanpäällisessä kaasusäiliössä ja kevytpolttoöljyä maanpäällisessä kaksivaippaisessa 30 m^3:n säiliössä. Kevytpolttoöljyä käytetään trukkien ja pyöräkoneiden tankkaukseen, mikrotalkkitehtaan lämmityskattilaan sekä vuokrattuihin lisälämmittimiin.

Nestekaasun kulutus	2025	2024
Tehollinen lämpöarvo	46,3 MJ/kg	46,3 MJ/kg
Tyypillinen rikkipitoisuus p - %	0	0
Käytetty määrä yhteensä, josta	387 tn	387 tn
Lämmitykseen käytetty	119 tn	136 tn
Tuotantoon (talkin kuivaus) käytetty	268 tn	251 tn

Kevyt polttoöljyn kulutus	2025	2024
Tehollinen lämpöarvo	43,2 MJ/kg	43,2 MJ/kg
Tyypillinen rikkipitoisuus p - %	0	0
Käytetty määrä yhteensä, josta	34 tn	55 tn
Lisälämmittimiin	19 tn	23 tn
Työkoneisiin	9 tn	32 tn
Lämmityskattilaan	6 tn	

3.5 Rikastushiekan käsittely (magnesiitti)

3.5.1 Rikastushiekka-alue

Vuonoksen tehtaiden nykyinen rikastushiekka-alue on Outokumpu Oy:n vuonna 1971 rakentama. Outokumpu Oy käytti rikastushiekka-aluetta vuoteen 1986 asti, minkä jälkeen Mondon talkintuotannosta syntyvä magnesiittihiekka on sijoitettu rikastushiekka-altaalle aiemmin läjitetyn rikastushiekan päälle. Outokumpu Oy:n aikana rikastushiekka-altaalle

Copyright © AFRY Finland Oy

on läjitetty metallikaivostoiminnan sulfidipitoista rikastushiekkaa, jonka koostumusta ja ominaisuuksia selvitettiin keväällä 2025 (luku 3.6.2.7).

Rikastushiekka-alue koostuu kahdesta rikastushiekka-altaasta (rikastushiekka-allas 1 ja rikastushiekka-allas 2) sekä nykyisin selkeytysaltaina toimivista välialtaasta ja pumppausaltaasta (Kuva 2-2). Rikastushiekka-altaiden pinta-ala on noin 97 hehtaaria. Rikastushiekka-altaita täytetään vuorotellen. Allas 1 oli käytössä 2019–2025. Allas 2 otettiin uudelleen käyttöön vuonna 2025, jotta pohjavesivaikutuksia allasalueen länsipuolella saadaan vähennettyä.

Rikastushiekka-altaasta 1 vapaa vesi johdetaan dekantointikaivon kautta suoraan pumppausaltaaseen (kuvassa 2-2: pumppausallas). Rikastushiekka-altaasta 2 vedet johdetaan dekantointikaivon ja välialtaan kautta pumppausaltaaseen. Rikastushiekka-alueelta osa selkeytyneestä vedestä palautetaan rikastamolle ja talkkitehtaalle prosessivedeksi. Loppuosa vedestä pumpataan viemäriä pitkin Lahdenjoen alajuoksulle ja edelleen Sysmäjärveen.

Välialtaan pinta-ala on noin 26 hehtaaria ja se on aiemmin suurelta osin täytetty magnesiittihiekalla. Välialtaan vapaa vesipinta on noin 3 ha ja vesitilavuus noin 0,1 milj. m^3. Pumppausaltaan pinta-ala on noin 30 ha ja vesitilavuus noin 397 737 m^3. Pumppausallas on luodattu vuonna 2025. Pumppausaltaaseen ei ole läjitetty magnesiittihiekkaa, mutta sitä on käytetty mm. altaan pohjasedimenttien peittoon.

Rikastushiekka-altailla ei ole pohjarakenteita. Rikastushiekkaa on läjitetty turve- ja hieta- tai hiesukerrosten päälle. Läjityksen pohjalla oleva turve on todennäköisesti tiivistynyt vettä läpäisemättömäksi. Turvekerroksen alla on moreenin päällä oleva heikosti vettä läpäisevä hieta- tai hiesukerros (luku 9.2.1.2).

Altaita ympäröivät suotovesiojat. Suotovesiojissa olevien pumppaamoiden avulla suotovedet pumpataan takaisin allasvesikiertoon joko rikastushiekka-altaaseen tai välialtaaseen (Kuva 9-13).

Rikastushiekka-altaan 1 länsipuolella sijaitsevat luontaiset altaat, joita käytetään vastapainealtaina siten, että alemman vastapainealtaan pinta on ylempänä kuin pumppausaltaan pinta ja ylemmän vastapainealtaan pinta on ylempänä kuin rikastushiekka-altaan 1 suotovesiojan pinta (luku 9.2.2.2).

3.5.2 Rikastushiekka-altaiden vedenlaatu

Rikastushiekka-altaan vapaan veden määrän on arvioitu olevan noin 100 000 m^3. Rikastushiekka-altaan vesi sisältää erityisesti nikkeliä, arseenia, sulfaattia ja rautaa (Taulukko 3-3). Vesikierto on esitetty kappaleessa 3.7.1.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-3. Välialtaan ja rikastushiekka-altaan vedenlaatu 2020–2025.

		pH	Fe mg/l	Ni mg/l	As mg/l	SO_4 mg/l
		Välialtaan vesi				
2020	keskiarvo	7,8	0,67	0,54	0,03	736
	min	6,8	0,08	0,18	0,01	382
	maks	8,6	2,88	1,31	0,06	996
2021	keskiarvo	8,5	0,40	0,28	0,09	810
	min	7,2	0,06	0,06	0,02	481
	maks	9,7	2,67	0,69	0,25	1154
2022	keskiarvo	8,3	0,43	0,29	0,08	894
	min	7,0	0,08	0,11	0,01	609
	maks	9,0	2,64	0,90	0,35	1111
2023	keskiarvo	8,2	0,92	0,35	0,07	820
	min	7,0	0,12	0,09	0,01	472
	maks	9,0	5,82	1,41	0,20	1066
2024	keskiarvo	8,0	0,55	0,27	0,08	845
	min	6,5	0,18	0,08	0,01	736
	maks	9,2	3,16	0,6	0,21	1040
2025	keskiarvo	8,4	0,25	0,2	0,05	727
	min	7,8	0,06	0,02	0,02	599
	maks	9,1	0,68	0,4	0,09	875
		Rikastushiekka-alueen vesi				
2020	keskiarvo	9,0	0,58	0,15	0,08	625
	min	7,1	0,06	0,02	0,01	354
	maks	10,0	6,7	1,03	0,27	862
2021	keskiarvo	9,2	0,49	0,12	0,15	742
	min	8,7	0,08	0,03	0,04	461
	maks	10,6	2,54	0,44	0,40	1074
2022	keskiarvo	9,0	0,63	0,13	0,12	833
	min	8,0	0,08	0,02	0,03	581
	maks	9,7	3,37	0,40	0,88	946
2023	keskiarvo	9,3	1,22	0,18	0,12	661
	min	7,8	0,07	0,01	0,03	478
	maks	10,1	5,47	1,55	0,51	812
2024	keskiarvo	9,1	0,98	0,15	0,12	673
	min	7,9	0,11	0,03	0,02	484
	maks	10,0	6,64	0,72	0,47	776
2025	keskiarvo	9,1	0,88	0,08	0,08	599
	min	8,2	0,04	0,02	0,01	423
	maks	10,1	5,37	0,59	0,17	685

Copyright © AFRY Finland Oy

3.5.3 Rikastushiekka-altaan suotovesien laatu

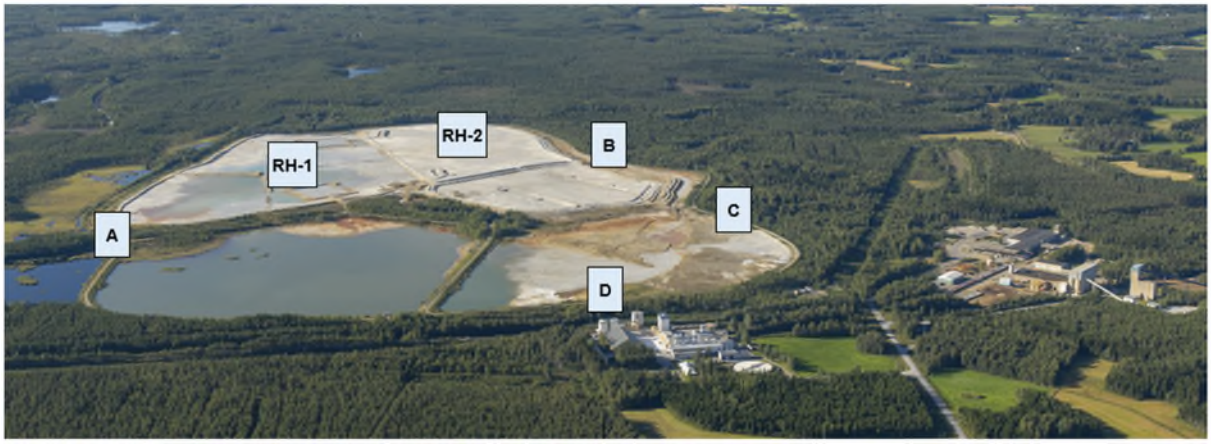
Rikastushiekka-alueelta suotautuvia vesiä kerätään ympäröiviin suotovesiojiin, joista vettä pumpataan suotovesipumppaamojen avulla takaisin rikastushiekka-alueelle. Näin ehkäistään ja vähennetään suotovesistä aiheutuvia mahdollisia haitallisia vaikutuksia. Suotovesipumppaamojen A, B ja C sijainnit sekä rikastushiekka-altaiden sijainnit on esitetty kuvassa 3-9. Suotovesivaikutuksia hallitaan pitämällä alemman vastapainealtaan pinta ylempänä kuin pumppausaltaan pinta ja ylemmän vastapainealtaan pinta ylempänä kuin rikastushiekka-altaan 1 suotovesiojan pinta, jolloin mahdollinen suotaminen tapahtuu pumppausaltaan suuntaan. Teoreettista suotovesimäärää on arvioitu RocScience Slide-ohjelmalla tehtävän padon suotovesilaskennan avulla (luku 4.3.1.3 ja Taulukko 4-2).

Suotovesien laatua seurataan suotovesipumppaamoilta A–C analysoimalla näytteitä Vuonoksen laboratoriossa kuukausittain. Näytteistä analysoidaan tarkkailuohjelman mukaisesti Ni, As, Fe, pH, SO_4, Ca, sähkönjohtavuus ja redox. Suotovesipumppaamo D ei ole mukana tarkkailuohjelman mukaisessa tarkkailussa.

Suotovesiojien kuntoa seurataan päivittäisillä allaskierroksilla. Vuosittain tehdään suotovesiojien ruoppauksia ja puun poistoa. Patojen vuositarkastusraporttiin kirjataan edellisen vuositarkastuksen jälkeen tehdyt muutostyöt ja havainnot.

Suotovesiojien vedenlaadussa (Taulukko 3-4) on nähtävissä rikastushiekka-altaan vaikutus korkeina nikkeli- ja sulfaattipitoisuuksina.

Rikastushiekka-altaan patorakenteissa on 20 tarkkailuputkea, joiden vesipintojen korkeudet mitataan kahdesti vuodessa; keväisin ja syksyisin. Tarkkailuputkia käytetään patorakenteen toimivuuden ja stabiliteetin tarkkailuun.



Kuva 3-9. Suotovesipumppaamot A, B, C ja D sekä rikastushiekka-altaat (RH-1, RH-2).

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-4. Suotovesien tarkkailutulokset 2020–2025 (lähde: Mondon oma tarkkailu).

		Suotovesipumppaamo A							
		Ni mg/l	As mg/l	Fe mg/l	pH	SO_4 mg/l	S.joht mS/m	Ca mg/l	Redox (mV)
2020	keskiarvo	0,78	0,01	83,7	5,49	2137	344	301	138
	min	0,29	0,00	8,00	3,30	1235	229	191	47
	maks	2,12	0,04	212	6,30	3086	574	458	296
2021	keskiarvo	0,86	0,01	77,8	5,10	2558	360	317	227
	min	0,09	0,00	2,20	3,10	1545	234	65	74
	maks	2,68	0,02	317	9,50	3674	561	610	388
2022	keskiarvo	0,64	<0,009	81,0	4,07	2649	513	398	204
	min	0,16	<0,009	5,00	2,90	1045	260	176	98
	maks	1,26	<0,009	213	5,50	3650	950	544	464
2023	keskiarvo	0,34	<0,009	28,6	5,44	2105	468	372	153
	min	0,16	<0,009	6,90	3,40	1893	375	287	79
	maks	0,86	<0,009	75,9	7,10	2381	541	517	250
2024	keskiarvo	0,28	<0,009	21,6	5,54	2328	772	364	139
	min	0,08	<0,009	3,20	3,60	1356	255	185	61
	maks	0,49	<0,009	62,3	6,60	2965	3320	469	420
2025	keskiarvo	0,3	<0,009	5,3	6,5	1957	386	330	208
	min	0,07	<0,009	2,0	6,0	821	209	132	113
	maks	0,53	<0,009	14,4	7,3	2904	593	606	343
		Suotovesipumppaamo B							
		Ni mg/l	As mg/l	Fe mg/l	pH	SO_4 mg/l	S.joht mS/m	Ca mg/l	Redox (mV)
2020	keskiarvo	0,41	0,00	11,3	4,96	1469	269		190
	min	0,04	0,00	0,19	4,00	1012	190		60
	maks	1,03	0,01	40,4	6,00	2016	343		385
2021	keskiarvo	0,43	0,00	19,0	5,00	1845	307		209
	min	0,29	0,00	6,82	3,70	1065	218		28
	maks	1,11	0,00	70,9	6,30	2366	360		306
2022	keskiarvo	0,34	0,01	13,3	4,61	1777	406	291	232
	min	0,10	0,00	3,02	3,40	895	260	153	140
	maks	0,60	0,01	32,6	6,30	2363	484	385	372
2023	keskiarvo	0,18	<0,009	12,7	6,26	1084	270	156	146
	min	0,11	<0,009	4,96	5,90	367	109	60	73
	maks	0,22	<0,009	19,0	6,90	1551	378	237	208
2024	keskiarvo	0,23	<0,009	15,4	5,86	1866	362	226	104
	min	0,18	<0,009	8,35	4,90	648	147	92	41
	maks	0,28	<0,009	26,3	6,50	2489	471	306	184
2025	keskiarvo	0,22	<0,009	13,78	6,1	1514	303	217	153
	min	0,15	<0,009	4,31	5,0	1036	151	132	108
	maks	0,38	<0,009	25,19	6,4	2240	478	345	219

Copyright © AFRY Finland Oy

		Suotovesipumppaamo C							
		Ni mg/l	As mg/l	Fe mg/l	pH	SO_4 mg/l	S.joht mS/m	Ca mg/l	Redox (mV)
2020	keskiarvo	0,71	0,03	6,28	6,23	1551	268		147
	min	0,48	0,00	2,18	5,90	1169	234		63
	maks	0,92	0,11	8,86	6,50	2053	316		251
2021	keskiarvo	0,75	0,01	5,93	6,18	1680	284		185
	min	0,13	0,00	0,23	6,00	1255	235		66
	maks	1,30	0,02	12,2	6,80	1967	310		273
2022	keskiarvo	0,74	0,02	16,7	6,19	1769	403	302	191
	min	0,48	0,00	0,39	6,00	1565	345	249	88
	maks	1,01	0,11	75,9	6,40	2222	475	439	338
2023	keskiarvo	0,60	0,02	4,75	6,38	1494	345	218	173
	min	0,49	0,00	0,10	5,70	1151	262	149	100
	maks	0,80	0,07	8,44	6,70	1743	378	277	246
2024	keskiarvo	0,75	0,02	4,37	6,46	1589	347	224	146
	min	0,61	0,00	0,06	6,00	1324	265	173	52
	maks	1,01	0,04	11,9	6,70	1920	402	275	259
2025	keskiarvo	0,65	0,01	6,3	6,3	1621	320	241	167
	min	0,48	0,01	3,93	6,2	1028	201	214	113
	maks	0,81	0,02	9,47	6,4	1788	390	284	218

3.5.4 Magnesiittihiekan läjitys

Talkki- ja nikkelirikastuksen lopputuotteena muodostuva hienojakoinen rikastushiekka (magnesiittihiekka) pumpataan vesilietteenä varastoitavaksi Vuonoksen kahteen rikastushiekka-altaaseen (Kuva 3-10). Magnesiittihiekkaa muodostuu vuosittain noin 180 000–500 000 tn/a.

Rikastamolta tulee kolme rikastushiekkalinjaa, pääsääntöisesti kerrallaan on käytössä kaksi linjaa ja kolmas linja on varalla. Allasta pyritään täyttämään reunoilta tasaisesti. Padon reunan ja veden väliin jätetään hiekka-alue, jotta vesi ei ole padossa kiinni.

Allasta täytetään joko spigoteilla tai suoraan rikastushiekkaputken päästä altaan reunalta. Altaan täyttymisen mukaan settikaivoon lisätään lankkuja, jotta saavutetaan haluttu vesitilavuus. Selkeytetty vesi johdetaan rikastushiekka 1-altaalta settikaivolta lähtevää viemäriä pitkin pumppausaltaalle. 2-altaalta selkeytetty vesi kiertää välialtaan kautta pumppausaltaaseen.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 3-10. Rikastushiekan läjitystä rikastushiekka-allas 1:llä.

Copyright © AFRY Finland Oy

3.6 Kaivannaisjätteet, rikastusjäte ja vesienkäsittelyn sakat

3.6.1 Sivukivet

Mondo ei varastoi sivukiviä Vuonoksen tuotantoalueelle. Sivukivet läjitetään Polvijärven kaivoksilla. Mondon kaivospiirin alueella on Outokumpu Oy:n vanhoja sivukivikasoja Pielisen Betonin omistamilla mailla. Sivukivikasat eivät ole käytössä.

3.6.2 Rikastushiekka

Vuonoksen tehtailla muodostuu malmin rikastuksen sivutuotteena magnesiittihiekkaa (rikastushiekka). Magnesiittihiekkaa muodostuu noin 280 000 t/a (maksimissaan 500 000 t/a). Magnesiittihiekka pumpataan prosessivesien kanssa rikastushiekka-alueelle.

Lupapäätöksen (nro 11/2020, Dnro ISAVI/3914/2019, 3.3.2020) lupamääräyksen 14. mukaisesti magnesiittihiekka luokitellaan valtioneuvoston jätteistä antaman asetuksen (jäteasetus, VNA 978/2021, liite 3) mukaisesti luokkaan 01 04 12 (Muiden kuin metallimineraalien fysikaalisessa ja kemiallisessa käsittelyssä syntyvät jätteet; Muut kuin nimikkeissä 01 04 07 ja 01 04 11 mainitut mineraalien pesussa ja puhdistuksessa syntyvät rikastushiekat ja jätteet).

Rikastushiekkajaetta tarkkaillaan tarkkailuohjelman mukaisesti. Alla olevissa alaluvuissa 3.6.2.1 – 3.6.2.6 esitetään magnesiittihiekan ominaisuuksia.

3.6.2.1 Mineralogia

Magnesiittihiekan tärkeimmät mineraalit ovat magnesiitti ($MgCO_3$), jonka osuus on 75–80 % ja talkkimineraalit ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$), joiden osuus on 10–15 %. Lisäksi rikastushiekassa on kloriittia (5–10 %), dolomiittia (2–10 %), sekä sulfidimineraaleja. Sulfideista tärkeimpiä ovat rautasulfidit 0,5–1,0 %, nikkeli- ja arseenisulfidien osuus on <0,5 % (Ramboll Finland Oy 2017).

3.6.2.2 Geokemialliset ominaisuudet

Tulosten käsittely

Vuosikeskiarvojen laskennassa alle määritysrajan olevat tulokset on laskennassa jaettu puoleen määritysrajasta, lukuun ottamatta niitä tuloksia, joissa kaikilla määrityskerroilla pitoisuus on jäänyt alle määritysrajan. Tällöin muuttujan vuosikeskiarvopitoisuus on esitetty alle määritysrajan merkinnällä, mikä on laboratorion testausselosteissa esitetty. Mikäli samana vuonna on ollut kaksi eri alle määritysrajan pitoisuustasoa, niin näistä on valittu suurempi arvo.

Rikastushiekan kokonaispitoisuudet

Magnesiittihiekasta otetaan näytteet kuukausittain ja koostenäytteet analysoidaan kvartaaleittain. Magnesiittihiekan tarkkailutulosten vuosien 2015–2025 vuosikeskiarvopitoisuudet esitetään taulukossa 3-5. Tuloksia verrataan valtioneuvoston maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista antaman asetuksen (214/2007, ns. PIMA-asetus) mukaisiin kynnys- ja ohjearvoihin.

Arseenipitoisuuden keskiarvo ylittää PIMA-asetuksen (214/2007) ylemmän ohjearvon neljänä vuonna (2015, 2016, 2024 ja 2025), alemman ohjearvon kuutena vuonna (2017–2022) ja kynnysarvon yhtenä vuonna (2023). Kadmiumin keskiarvopitoisuudet ylittävät

Copyright © AFRY Finland Oy

asetuksen kynnysarvon kolmena vuonna kymmenen vuoden tulosten tarkastelujakson (2015–2024) aikana. Koboltin keskiarvopitoisuus ylittää kynnysarvon jokaisena vuonna. Kromin ja nikkelin keskiarvopitoisuudet ylittävät ylemmän ohjearvon joka vuosi, poikkeuksena vuosi 2015, jolloin kromipitoisuus oli alle kynnysarvon. Vuosien 2015–2023 aikana antimonin määritysraja laboratoriomittauksissa on ollut pääosin suurempi kuin asetuksen kynnysarvo. Antimonin keskiarvopitoisuus ylittää PIMA-asetuksen kynnysarvon, niiden tulosten osalta kuin on olemassa selkeä mittaustulos, vuosina 2016, 2017 ja 2024. Elohopean osalta kynnysarvo ylittyi kerran, vuonna 2022. Kuparin, lyijyn, vanadiinin ja sinkin pitoisuudet jäävät alle kynnysarvon. Metalli- ja metalloidipitoisuuksien perusteella Vuonoksen rikastushiekka (magnesiittihiekka) ei täytä kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) liitteessä 1 esitettyjä pysyvän jätteen kriteerejä, joten tulosten perusteella rikastushiekka luokitellaan ei-pysyväksi.

Taulukko 3-5. Rikastushiekkanäytteiden kuningasvesiliukoiset metalli- ja metalloidipitoisuudet sekä PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) mukaiset kynnys- ja ohjearvot. Muuttujien pitoisuudet ovat keskiarvotuloksia vuosilta 2015–2025.

Tunnus	Metallit										
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
Maanäytteet	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Kynnysarvo	5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Alempi ohjearvo	50	10	100	200	150	2	100	200	10	150	250
Ylempi ohjearvo	100	20	250	300	200	5	150	750	50	250	400
vuosi 2015	234	1,9	65	85	11	<0,2	1354	7	<10	10	42
vuosi 2016	400	7,7	91	327	12	0,3	1800	<10	11	<10	12
vuosi 2017	71	0,7	52	650	12	<0,2	1005	<10	7	11	22
vuosi 2018	81	0,6	55	500	8,3	<0,2	1115	<10	<10	<10	16
vuosi 2019	44	1,0	45	365	6,3	<0,2	890	<10	<10	<10	17
vuosi 2020	71	0,7	48	328	<10	<0,2	953	<5	<10	<10	14
vuosi 2021	65	1,1	39	403	<10	<0,2	675	<5	<10	<10	40
vuosi 2022	70	0,8	41	548	<10	0,7	788	<5	<10	<10	15
vuosi 2023	47	0,6	38	453	<10	<0,2	670	<5	<10	<10	14
vuosi 2024	101	0,5	66	432	12	0,04	1320	2,5	2,4	11	22
vuosi 2025	125	0,3	73	550	9,2	<0,01	1550	0,9	1,2	9,0	47

Rikastushiekan neutralointi- ja hapontuottopotentiaali

Rikastushiekan ABA-testin tulokset vuosilta 2015–2025 on esitetty taulukossa 3-6. Hapontuottopotentiaalin (AP) ja neutralointipotentiaalin (NP) suhteesta on laskettu neutralointipotentiaalisuhde eli NPR (NPR=NP/AP). NPR-arvon perusteella arvioidaan materiaalin pysyvyyden luokittelua kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) mukaisesti

Copyright © AFRY Finland Oy

yhdessä sulfidisen rikin pitoisuuden kanssa sekä arvon perusteella voidaan arvioida materiaalin todennäköisyyttä aiheuttaa hapanta valumaa.

Vuosien 2015–2025 näytteiden rikin kokonaispitoisuuden keskiarvo on noin 1,5 %, ja se koostuu suurimmaksi osaksi sulfidisesta rikistä, jonka pitoisuus on vaihdellut välillä 0,7–1,7 % ja keskiarvopitoisuus on 1,3 % tarkasteltavien vuosien 2015–2024 aikana. Vuonna 2025 ei analysoitu sulfidisen rikin määrä. Hiilen kokonaispitoisuus on vaihdellut välillä 6,6–10,1, ollen keskimäärin 8,0 % vuosien 2015–2025 aikana. Hiilen voidaan olettaa olevan pääosin karbonaattista mineralogisen tiedon perusteella. NPR-luku on vaihdellut välillä 0,6–7,1 ollen keskimäärin 2,9. Näiden tulosten perusteella Vuonoksen rikastushiekka (magnesiittihiekka) ei täytä kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) liitteessä 1 esitettyjä pysyvän jätteen kriteerejä (0,1 % < $S_{sulf.}$ tai $S_{sulf.}$ <1 % ja NPR>3), joten tulosten perusteella rikastushiekka luokitellaan ei-pysyväksi.

Vuosittaisten näytteiden välillä NPR-arvossa on hajontaa, mikä voi johtua mm. louhittavan materiaalin laadusta ja samalla myös rikastushiekan epähomogeenisuudesta, huolellisesta ja edustavasta näytteenotosta huolimatta. Nk. Lapakko-menetelmän käyttöönotto vaikuttaa selvästi myös NPR-arvoon, vuoden 2025 keskimääräinen NPR-arvo oli 7,1. Tällä ei kuitenkaan ole vaikutusta rikastushiekan luokitukseen, sillä keskimääräinen rikkipitoisuus on suurempi kuin 1 m-%.

Em. tietojen perusteella materiaalilla on kykyä neutraloida mahdollista hapon tuottoa.

Mondo Minerals on selvittänyt magnesiittihiekan neutralointipotentiaalin määritystä vuonna 2024 (Elementis Minerals 2024). Magnesiittihiekan neutralointikapasiteetin arvioinnissa on huomioitava, että magnesiitti ($MgCO_3$) reagoi erittäin hitaasti, ja siten ei todennäköisesti ehdi täysin reagoida ABA-testiin kuuluvan titrauksen aikana. Standardin SFS-EN 15875 mukaan tehtynä ABA-testin tulos siis aliarvioi rikastushiekan neutralointikapasiteettia kokonaisuutena, parempi käsitys rikastushiekan puskurikapasiteetista saadaan karbonaattisen hiilen avulla, koska rikastushiekassa oleva hiili on pääosin peräisin karbonaatista. Kun neutralointikykyä tarkastellaan laskennallisesti karbonaattisen hiilen määrän perusteella (Taulukko 3-6), niin hapontuottokyvyn ja neutralointikapasiteetin suhde vaihtelee välillä 4–14 vuosien 2015–2025 tarkkailutulosten perusteella. Laskennalliset karbonaattisen hiilen määrään perustuvat NPR-arvot ovat suurempia kuin ABA-testissä saadut NPR-arvot. Magnesiittihiekan neutralointikykyä on todennettu myös Lapakko-määrityksellä, jonka tuottama neutralointipotentiaali on vuoden 2025 tulosten perusteella huomattavasti lähempänä laskennallista neutralointikapasiteettia kuin aiemmin käytössä olleella standardimenetelmällä SFS-EN 15875 saatu tulos.

Elementis Mineralsin selvityksessä (2024) todetaan, että Vuonoksen magnesiittirikastushiekkanäytteissä on havaittu hapontuottopotentiaalin NPR-arvojen osalta yksittäisiä negatiivisia ja pieniä lukuarvoja sekä lukuarvoissa on ollut vaihtelua tarkastellulla kymmenen vuoden ajanjaksolla. Talkkituotannon runsaasti karbonaattia sisältävän rikastushiekan ei kuitenkaan pitäisi olla happoa muodostavaa. Neutralointipotentiaalin ei tulisi myöskään olla negatiivinen vaan mitattuja tuloksia suurempi. Edellä mainitusta syystä vuoden 2024 toisen kvartaalin magnesiittihiekkanäytteille on tehty vertailevia testejä neutralointipotentiaalin määrittämiseksi sekä Eurofinsillä että SGS:llä (Elementis Minerals 2024). Selvityksessä havaittiin, että laboratorioiden yleisesti käytössä oleva menetelmä (SFS-EN-15875) neutralointipotentiaalin määrittämiseksi ei sovellu Vuonoksen rikastushiekkanäytteille.

Copyright © AFRY Finland Oy

Menetelmän suolahappoliuoksessa ravistelu vuorokauden ajan on liian lyhyt kestoinen, koska rikastushiekkanäytteessä oleva magnesiitti reagoi hyvin heikosti suolahapon kanssa. Tämän takia suolahapon kulutus ei vastaa näytteen karbonaattipitoisuutta eikä testillä saatava NP–arvo kerro näytteen todellista neutralointipotentiaalia. Selvityksessä todetaan, että paras menetelmä Vuonoksen magnesiittirikastushiekoille on Lapakko-menetelmä, jossa näytteen neutraloiva vaikutus määritetään laimealla rikkihapolla. Lapakkomenetelmällä neutralointipotentiaalin arvo on suurempi kuin yleisesti käytettävällä menetelmällä määritettynä (Taulukko 3-6). Mondo Minerals on toimittanut selvityksen ELY-keskukselle vuonna 2024 ja tulee käyttämään Lapakko-menetelmää jatkossa velvoitetarkkailussa magnesiittihiekan neutralointipotentiaalin määrittämisessä.

Vuosien 2015–2024 (vuoden toiseen kvartaaliin Q2 asti) rikastushiekkanäytteiden ABA-testaus on tehty SGS Finland Oy:n toimesta. Vuoden 2024 toisesta kvartaalista lähtien näytteet on analysoitu Eurofins Oy:n laboratoriossa. Vuoden 2025 alusta neutralointipotentiaalin määrittämiseen on käytetty nk. Lapakko-menetelmää, joka tuottaa kuvaavamman arvion magnesiumkarbonaattisen rikastushiekan neutralointikapasiteetista.

Copyright © AFRY Finland Oy

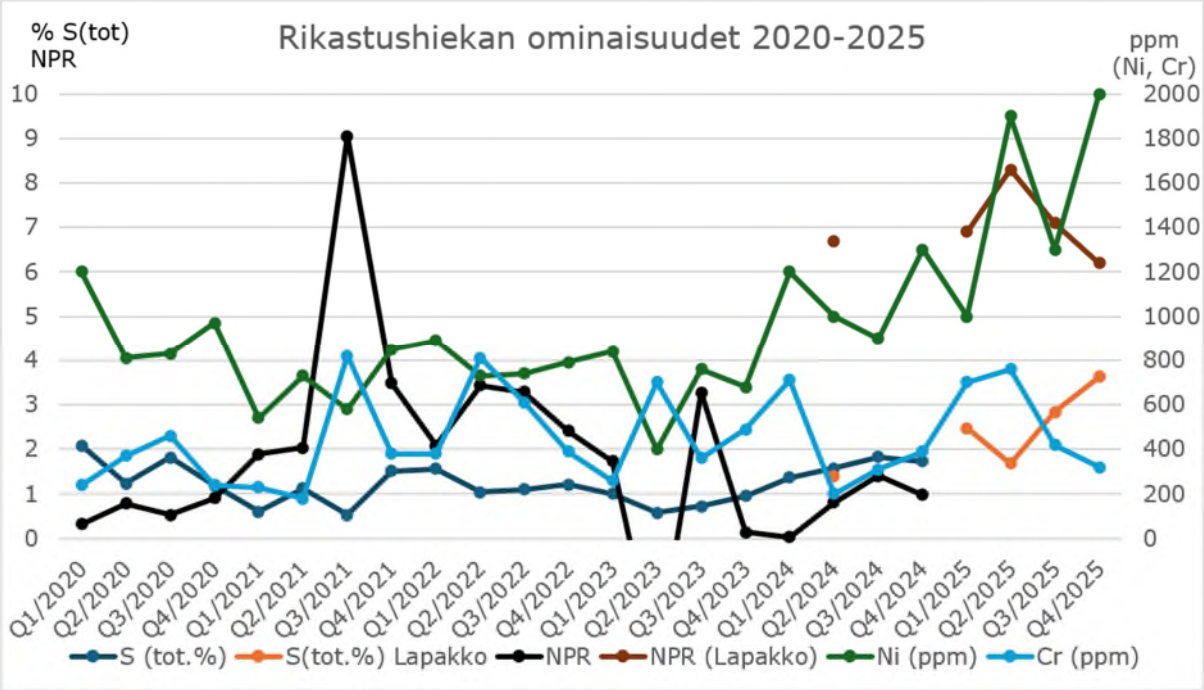
Taulukko 3-6. Rikastushiekan hapontuotto- ja neutralointipotentiaali testauksen tulokset vuosikeskiarvona vuosina 2015–2025. Näytemäärä oli n=4/vuosi, poikkeuksena vuodet 2017 (n=3) ja 2024 (n=5). Taulukossa esitetään rikin kokonaispitoisuus (S kok, %), sulfidisen rikin pitoisuus (S sulf., %) ja niiden suhde; hiilen kokonaispitoisuus (C kok %), hapontuottopotentiaali (AP), neutralointipotentiaali (NP) ja niiden suhde (NPR) sekä laskennallinen neutralointipotentiaali ja NPR-arvo. Vuosina 2015–2023 ja alkuvuonna 2024 (Q1–Q2) tulokset on analysoinut SGS: Vuodesta 2024 alkaen(Q2-Q4) määritykset on tehnyt Eurofins. Lapakko-menetelmää on käytetty vuoden 2025 alusta ainoana neutralointipotentiaalin määritysmenetelmänä.

	S (kok.)	S (sulf.)	S (sulf.) / S (kok.)	C (kok.)	AP	NP	NPR	NP (lask.)	NPR (lask.)
	%	%	%	%	kg $CaCO_3$/t	kg $CaCO_3$/t		kg $CaCO_3$/t	kg $CaCO_3$/t
vuosi 2015	1,5	1,3	0,9	8,0	43	119	2,9	372	9,4
vuosi 2016	1,7	1,7	1,0	8,1	52	84	1,7	309	6
vuosi 2017	1,5	1,3	0,8	8,1	40	137	3,5	162	4
vuosi 2018*	1,6	1,2	0,8	7,1	37	74	6,4	490	28
vuosi 2019	1,5	1,4	1,0	8,3	44	36	1,1	402	12
vuosi 2020	1,6	1,6	1,0	9,0	50	29	0,6	688	14
vuosi 2021	0,9	0,8	0,8	8,4	25	89	4,1	291	12
vuosi 2022	1,2	1,2	0,9	7,7	36	100	2,8	361	9
vuosi 2023	0,8	0,7	0,9	8,2	23	17	0,6	305	14
vuosi 2024**	1,7	1,5	0,9	6,9	42	53	0,8	180	53
ka. 2015–2024	1,4	1,3	0,9	7,9	39	73	2,5	342	16
Lapakko-menetelmä (2024-), rikkihappotitraus									
2024 Q2	1,4				43	290	6,7		
vuosi 2025	2,7			8,1	82	575	7,1	679	8

*keskiarvo Q1-Q3, Q4 tuloksissa epävarmuutta
**SGS + Eurofins, n=5

Magnesiittirikastushiekan tärkeimpien tarkasteltavien muuttujien (rikki, NPR-arvo, nikkeli ja kromi) vaihtelu vuosina 2020–2024 esitetään kuvassa 3-11. Vuosien 2020–2024 näytteet on analysoitu SGS Finland Oy:n laboratoriossa. Vuoden 2024 Q2 lähtien näytteet on analysoitu Eurofinsin toimesta. Vuoden 2024 Q2 tulos on laskettu SGS:n (1 näyte) ja Eurofinsin (2 näytettä) tulosten keskiarvona kokonaisrikin ja NPR-arvon osalta. Kuvaajassa on lisäksi esitetty kokonaisrikkipitoisuus sekä NPR-arvo yksittäiselle Q2-näytteelle, joka on analysoitu Lapakko-menetelmällä Eurofinsin laboratoriossa. Erityisen korkea NPR-arvo kvartaalilla 3 vuonna 2021 osuu samaan aikaan kromin pitoisuushuipun kanssa. Sen sijaan nikkelin ja rikin pitoisuudet olivat keskimääräistä matalampia. Vuoden 2023 kvartaalin 2 neutralointipotentiaalisuhde oli negatiivinen (−2,8).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 3-11. Rikastushiekan tärkeimpien parametrien vaihtelu vuosien 2020–2025 tarkkailutuloksissa. Kokonaisrikin ja neutralointipotentiaalisuhteen lukuarvot ovat vasemman akselin mukaan, nikkelin ja kromin pitoisuudet (ppm) ovat oikean akselin mukaan.

3.6.2.3 Liukoisuusominaisuudet

Mondon toiminnasta muodostuvan rikastushiekan liukoisuusominaisuuksia on tutkittu 2-vaiheisella ravistelutestillä (neste/kiinteä suhteella 10, Taulukko 3-7) nikkelin, arseenin ja antimonin keskimääräinen pitoisuudet vuosina 2019–2025 ylittivät pysyvän jätteen raja-arvon (VNA 331/2013). Muiden muuttujien pitoisuudet alittivat pysyvän jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot. Suurin osa mitattujen muuttujien pitoisuuksista vuosikeskiarvona jäivät alle määritysrajan.

On kuitenkin huomattava, että 2-vaiheinen ravistelutesti ei kuulu kaivannaisjäteasetuksen mukaisiin varsinaisiin arviointiperusteisiin, vaikka testin tulosten esittäminen kaivannaisjätteen karakterisoinnissa on melko vakiintunut käytäntö Suomessa. 2-vaiheinen ravistelutesti soveltuu huonosti kaivannaisjätemateriaalin pitkäaikaiskäyttäytymisen arviointiin, koska mahdollinen sulfidien hapettumisen tai muiden kemiallisten reaktioiden aiheuttama aineiden mobilisoituminen ei ole vielä käynnistynyt.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-7. Rikastushiekan (magnesiittihiekan) 2-vaiheisen ravistelutestissä (L/S 10) määritettyjen muuttujien keskimääräiset pitoisuudet vuosina 2019–2025 sekä vertailu kaatopaikka-asetuksen (VNA 331/2013) raja-arvoihin.

	Rikastushiekka			Raja-arvot (VNA 331/2013)		
Alkuaine	**Vuosien 2019-2025 tulokset**			**Pysyvä jäte**	**Vaaraton jäte***	**Vaarallinen jäte**
2-vaiheinen ravistelutesti, L/S 1/10, liukoisuus mg/kg						
	Keskiarvo	**Minimi**	**Maksimi**			
Arseeni (As)	**5.1**	**2.1**	**10.8**	**0.5**	**2**	**25**
Barium (Ba)	<4			**20**	**100**	**300**
Kadmium (Cd)	<0,01			**0.04**	**1**	**5**
Kromi (Cr)	<0,2			**0.5**	**10**	**70**
Kupari (Cu)	<0,4			**2**	**50**	**100**
Elohopea (Hg)	<0,004			**0.01**	**0.2**	**2**
Molybdeeni (Mo)	<0,2	0.03	0.2	**0.5**	**10**	**30**
Nikkeli (Ni)	**2.0**	0.3	**10.0**	**0.4**	**10**	**40**
Lyijy (Pb)	<0,2			**0.5**	**10**	**50**
Antimoni (Sb)	**0.1**	0.05	**0.15**	**0.06**	**0.7**	**5**
Seleeni (Se)	<0,05			**0.1**	**0.5**	**7**
Sinkki (Zn)	<2,5			**4**	**50**	**200**
DOC	<100			**500**	**800**	**1000**
Kloridi (Cl^-)	<160	<50	160	**800**	**15000**	**25000**
Fluoridi (F^-)	<2			**10**	**150**	**500**
Sulfaatti (SO_4^{2-})	500	300	840	**1000**	**20000**	**50000**

** Valtioneuvosten asetus kaatopaikoista (331/2013) päivitettiin jätelain (646/2011) uudistuksen myötä. Asetus tuli voimaan 1.12.2021. Termi tavanomaisen jätteen kaatopaikka on korvattu termillä vaarattoman jätteen kaatopaikka.*

3.6.2.4 Vaaraominaisuuksien arviointi

Magnesiittirikastushiekan ympäristövaarallisuutta on arvioitu asetuksen (EU) 2017/997 mukaisesti (Taulukko 3-8). Rikastushiekan pitoisuuksissa on huomioitu kosteus 31 m–%, vuoden 2022 geoteknisten tutkimuksien tulosten perusteella. Jätteen luokittelu suoritetaan joko alun perin testattujen tai kuivapainoluvuista muunnettujen tuorepainojen perusteella (Komission tiedonanto 2018/C 124/01). Taulukon 3-8 tulokset on laskettu tuorepainoa kohti vuosien 2015–2025 tulosten keskiarvosta.

Rikastushiekan ominaisuuksia on tarkasteltu ympäristölle vaarallisen jätteen, vaaraominaisuus HP 14, kriteerien mukaan siten, kuin Ympäristöministeriön oppaassa ”Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi – päivitetty opas 02/2019” on esitetty. Oppaan liitteessä 9 on annettu eri metalleille pitoisuusrajat ja yhteenlaskussa alin huomioitava

Copyright © AFRY Finland Oy

pitoisuus (Cut-off-arvo), ks. Taulukko 3-8. **Rikastushiekka ei luokitu ympäristölle vaaralliseksi jätteeksi** vaaraominaisuuksien H410 ja H400 osalta EU 2017/997 ja EU 1357/2014 pitoisuusrajojen perusteella. Luokituksen perusteena on käytetty vuosien 2015–2024 näytteiden (36 kpl) keskiarvoja. Nikkelin keskiarvo (944 mg/kg eli 651 mg/kg tuorepainoa kohti) ylittää cut-off arvon. Mikään muun aineen pitoisuus ei ylitä cut-off -arvoa, joten yhteenlaskukaavoja ei tarvitse soveltaa.

Taulukko 3-8. Magnesiittirikastushiekan ympäristövaarallisuuden arviointi asetuksen (EU) 2017/997 mukaisesti. Metalli-ionille sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat on laskettu suhteessa metalli-ionin osuuteen koko kyseisen yhdisteen moolimassasta. Rikastushiekan haitta-aineiden pitoisuudet on laskettu tuorepainoa kohti.

HP14	Pitoisuusraja (mg/kg)				Rikastushiekka keskiarvo
Alkuaine	Aquatic Acute 1, H400	Cut-off	Aquatic Chronic, H410	Cut-off	mg/kg
Sb (H411)			25 000	10 000	5,7
As	250 000	1 000	2 500	1 000	83
Cd	250 000	1 000	2 500	1 000	0,97
Co (H413)			250 000	10 000	
Co (CoO)	200 000	790	2 000	790	
Co ($CoCl_2$)	110 000	450	1 100	450	
Co ($CoSO_4$)	95 000	380	9 500	380	39
Cr (VI)	250 000	1 000	2 500	1 000	
Hg	250 000	1 000	2 500	1 000	0,14
Cu ($CuSO_4$)	100 000	400	1 000	400	6,9
Cu ($CuCl_2$)	120 000	470	12 000	4 700	
Pb	250 000	1 000	25 000	1 000	4,5
Ni ($NiSO_4$)	95 000	380	950	380	760
Ni (NiS)	150 000	600	1 500	600	
Se (H413)			250 000	1 000	5,8
Zn ($ZnCl_2$)	120 000	470	1 200	470	
Zn ($ZnSO_4$)	100 000	4 000	1 000	400	16
V (V_2O_5)			14 000	5 600	6,8

Huom. Mikäli metalli-ionille on annettu CLP-asetuksen (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1272/2008) harmonisoidussa aineluettelossa ns. geneerinen eli yleinen luokitus perustuen vaaraominaisuuksiin H400 ja H410 ja jos ei muuta mainita, se on esitetty taulukossa 3-8. Metalli-ionin yleistä luokitusta voidaan käyttää jäteluokituksessa silloin, jos muualla CLP-asetuksen aineluettelossa ei ole annettu jätteen sisältämälle metalliyhdisteelle omaa erillistä luokitusta, tai ei tiedetä minä yhdisteenä metalli-ioni esiintyy jätteessä.

Niille metalli-ioneille, joille ei ole olemassa yleistä luokitusta, on taulukossa esitetty kyseisen metallin helppoliukoisten suolojen luokituksia. Metalli-ionille sovellettava

Copyright © AFRY Finland Oy

vaarallisen jätteen pitoisuusraja on laskettu suhteessa metalli-ionin osuuteen koko kyseisen metalliyhdisteen moolimassasta. Niistä yhdisteistä, joissa alkuaine voi todennäköisesti esiintyä jätteessä, tulisi jäteluokitukseen valita se yhdiste, jolla alkuaineelle tulisi alhaisin pitoisuusraja (ns. ”reasonable worst case” -periaate).

3.6.2.5 Rikastushiekan hyötykäyttö

Magnesiittipitoista rikastushiekkaa hyödynnetään patojen korottamisessa sekä mahdollisesti jätealueen sulkemisvaiheessa alueen muotoilussa.

Tavoitteena on lisätä magnesiittihiekan hyötykäyttöä ja jalostaa siitä myyntikelpoisia tuotteita. Magnesiittihiekan hyödyntämispotentiaalia eri sovelluksiin tutkitaan.

3.6.2.6 Rikastushiekan radiologiset ominaisuudet ja kuitumineraalit

Säteilyasetuksen (1512/1991) 29 §:n mukaan säteilyturvakeskukselle tulee ennen toiminnan aloittamista tehdä ilmoitus sellaisten luonnonvarojen laajamittaisesta hyödyntämisestä, joiden uraani- tai toriumpitoisuus on suurempi kuin 0,1 kilogrammaa tonnissa (100 mg/kg), lukuun ottamatta ydinenergialain (990/87) nojalla valvottavaa toimintaa. Vuonoksen rikastushiekkanäytteiden uraanipitoisuudet alittavat mainitun raja-arvon (Taulukko 3-9). Toriumpitoisuuksia ei ole määritetty.

Taulukko 3-9. Rikastushiekan kuningasvesiliukoisten uraanipitoisuuksien vuosikeskiarvot 2019–2025. Tulokseen laskettu neljän näytteen keskiarvot.

	Rikastushiekka			
	Uraanipitoisuus, mg/kg			
vuosi	Q1	Q2	Q3	Q4
2019	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2020	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2021	0,7	<0,5	<0,5	<0,5
2022	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2023	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2024	<0,5	0,06	0,09	0,05
2025	0,1	0,07	0,059	0,13

Vuonoksen rikastushiekkanäytteille on tehty U-aktiivisuuspitoisuuksien tarkastelu STUK:in ohjeistuksen (STUK 2021) mukaisesti. Aktiivisuuspitoisuudet määritettiin laskennallisesti nelihappouuttotuloksista. Kuningasvesiuuton uraanipitoisuudet on määritetty ICP-MS-tekniikalla. U-238 aktiivisuuspitoisuus laskettiin 12,4 x pitoisuus (mg/kg). Vapautusraja on 1000 Bq/kg kunkin radionuklidin osalta eli mikään aktiivisuuspitoisuus erikseen ei saa ylittää tuota raja-arvoa. Vuonoksen rikastushiekkaa oli testauksessa yhteensä 24 näytettä. Näytteiden U-238 aktiivisuuspitoisuus vaihteli välillä 0,62–8,7 Bq/kg. Minkään radionuklidin aktiivisuuspitoisuus ei siis ylittänyt vapautusrajaa 1000 Bq/kg.

Työntekijöiden altistumista ilman epäpuhtauksille selvitetään säännöllisesti rikastamolla ja talkkitehtaalla. Viimeisin työhygieeninen selvitys tehtiin vuonna 2025, jolloin rikastamolla sekä talkkitehtaalla asbestipitoisuudet jäivät alle määritysrajan (Työterveyslaitos 2025).

Copyright © AFRY Finland Oy

3.6.2.7 Rikastushiekan jatkotutkimukset

Vuoden 2025 kevättalvella rikastushiekka-alueen välialtaalta sekä rikastushiekka-altailta 1 ja 2 otettiin rikastushiekkanäytteitä yhteensä seitsemästä pisteestä kairaamalla pinnasta pohjamaahan asti (Kuva 3-12). Näytepisteet 1–3 sijoittuvat rikastushiekka-altaalle 1, näytepisteet 4–6 rikastushiekka-altaalle 2 ja näytepiste 7 välialtaalle. Näytteitä otettiin metrin välein. Näytepisteiden syvyydet vaihtelivat näytepisteissä 9–19 metrin välillä. Näytteenoton tavoitteena oli selvittää rikastushiekka-altaalle eri aikoina läjitettyjen rikastushiekkojen ominaisuuksien nykytilaa.



Kuva 3-12. Vuonoksen rikastushiekka-altaan vuoden 2025 tutkimuspisteet.

Copyright © AFRY Finland Oy

Rikastushiekka-altailla päällimmäisenä on talkin rikastuksessa muodostuvaa magnesiittihiekkaa, ja sen alla on Outokumpu Oy:n toiminnan aikana muodostunutta rikastushiekkaa, josta tässä yhteydessä käytetään termiä tumma rikastushiekka.

Kaikkien seitsemän näytepisteen osalta valittiin laboratorioanalyyseihin yksi näyte magnesiittihiekan ja tumman rikastushiekan vaihettumiskerroksesta sekä yksi kokoomanäyte tummasta, hapettumattomaksi oletetusta rikastushiekasta. Taulukossa 3-10 on esitetty laboratorioanalyyseihin lähetettyjen näytteiden kuvaukset ja niistä teetettävät analyysit. Kaikista näytepisteistä on valittu näytteet, jolle tehdään peräkkäisuutto. Lisäksi näytepisteiden 1, 4 ja 6 tummille näytteille ja näytepisteiden 2 ja 6 magnesiittihiekkanäytteille tehdään ABA-testi. Mineralogiseen määritykseen valittiin näytepisteen 4 vaihettumiskerroksen näyte sekä tumma rikastushiekkanäyte 12 metrin syvyydeltä. Rikastushiekkanäytteiden lisäksi rikastushiekka-alueen alapuolisesta maakerroksesta otettiin näytteet. Näistä turvenäytteistä kolmesta tehdään typpihappohajotuksella PIMA-metallimääritykset, näytepisteistä 2, 4 ja 5.

Rikastushiekkanäytteistä tehtävien peräkkäisuuttojen avulla halutaan selvittää, miten eri aineet ovat sitoutuneet, ja onko rikastushiekkakerrosten välillä eroavaisuuksia rikastushiekan ominaisuuksissa, jotka voisivat vaikuttaa koko rikastushiekkamassassa muodostuvan suotoveden laatuun. Peräkkäisuuton vaiheet ovat seuraavat:

1. 0,01 M etikkahappo, vaihtuvat metallit,
2. 0,5 M hydroksyyliammoniumkloridi pH 1,5, rautaan ja mangaaniin sitoutuneet metallit,
3. 8,8 M vetyperoksidi, 1 M ammoniumasetaatti (pH 2,0) hapettuessa vapautuvat metallit
4. Jäännösmetallit (kuningasvesiliukoiset metallit)

Taulukko 3-10. Vuonna 2025 otettujen rikastushiekkanäytteiden kuvaukset, laboratorioanalyyseihin lähetettyjen näytteiden osalta.

Näytepiste / syvyys	Näytteen kuvaus	Analyysit
Rikastushiekkanäytteet		
NP1/ 11 m	Vaihettumiskerros	ABA-testi, peräkkäisuutto
NP1/ 12–13 m	Tumma rikastushiekka	ABA-testi, peräkkäisuutto
NP2/ 11 m	Vaihettumiskerros	peräkkäisuutto
NP2/ 12 m	Tumma rikastushiekka	peräkkäisuutto
NP3/ 10 m	Vaihettumiskerros	peräkkäisuutto
NP3/ 11–17 m	Tumma rikastushiekka	peräkkäisuutto
NP4/ 9 m	Vaihettumiskerros	ABA-testi, peräkkäisuutto
NP4/ 10–14 m	Tumma rikastushiekka	ABA-testi, peräkkäisuutto
NP5/ 8 m	Vaihettumiskerros	peräkkäisuutto
NP5/ 9–15 m	Tumma rikastushiekka	peräkkäisuutto
NP6/ 5 m	Vaihettumiskerros	ABA-testi, peräkkäisuutto
NP6/ 6–15 m	Tumma rikastushiekka	ABA-testi, peräkkäisuutto
NP7/ 4–6 m	Tumman harmaa maa-aines	peräkkäisuutto
NP7/ 7 m	Musta maa-aines	peräkkäisuutto
NP7/ 8–9 m	Tumman harmaa / musta maa-aines, seassa soraa	peräkkäisuutto

Copyright © AFRY Finland Oy

Näytepiste / syvyys	Näytteen kuvaus	Analyysit
Rikastushiekkanäytteet		
NP4/ 9 m	Vaihettumiskerros	mineralogia
NP4/ 12 m	Selkeästi hapettumaton tumma rikastushiekka	mineralogia
Magnesiittihiekkanäytteet		
NP2/ 4–9 m	Magnesiittihiekasta kokoomanäyte kosteista kerroksista	ABA-testi
NP6/ 1–4 m	Magnesiittihiekasta kokoomanäyte kosteista kerroksista	ABA-testi
Turvenäytteet		
NP2 / 14 m	Turvenäyte	PIMA-metallit
NP4/ 14,5 m	Turvenäyte	PIMA-metallit
NP5/ 17 m	Turvenäyte	PIMA-metallit

3.6.3 Nikkelilaitoksen rikastusjäte

Vuonoksessa oli toiminnassa nikkelirikasteen jatkojalostuslaitos (nikkelilaitos) vuosina 2016–2018. Nikkelilaitoksen prosessissa muodostui rikastusjätettä, jota johdettiin aluksi neutraloituna talkkitoiminnan rikastushiekkalietteen mukana rikastushiekka-altaalle. Toimintaa muutettiin ja neutraloimatonta rikastusjätettä välivarastoitiin käytöstä poistettuihin sakeuttimiin (noin 5000 tonnia).

Tämän jälkeen rikastusjätettä läjitettiin koetoiminta-altaisiin 1 ja 2, jotka sijaitsevat rikastushiekka-alue 1:llä. Koetoiminnan jälkeen nikkelilaitoksen toiminta lopetettiin. Laitoksen alasajo saatiin toteutettua loppuun tammikuussa 2019. Koetoiminta-altaiden sulkemistoimet on hyväksytysti toteutettu. Nikkelilaitoksen toiminnasta on vielä jäljellä sakeuttimiin välivarastoitu neutraloimaton rikastusjäte, jonka loppusijoitus tullaan toteuttamaan rikastuhiekka-alueelle perustettavalle jätealueelle. Jätealueelle tehdään ympäristölupapäätöksen (Nro 11/2020, Dnro ISAVI/3914/2019, 3.3.2020) mukaiset tiiviit rakenteet.

Lupapäätöksen (Nro 11/2020, Dnro ISAVI/3914/2019, 3.3.2020) lupamääräyksen 14a mukaisesti nikkelilaitoksen rikastusjäte on jäteasetuksen 179/2012 liitteen 4[#] jäteluettelon nimikeryhmän 01 04 mukaisesti muiden kuin metallimineraalien fysikaalisessa ja kemiallisessa käsittelyssä syntyvää jätettä, joka sisältää vaarallisia aineita (01 04 07*). Ominaisuuksiltaan rikastusjäte on luokiteltavissa mineraalivarojen rikastuksessa syntyväksi vaaralliseksi jätteeksi. Lupamääräyksen 14b mukaisesti rikastusjäte voidaan läjittää rikastushiekka-alueelle perustettavalle läjitysalueelle rakennettaviin tiiviisiin altaisiin lupapäätöksessä mainituin keinoin.

[#]Huom! Jäteasetus 978/2021 on kumonnut edeltävän säädöksen 179/2012. Samalla lupapäätöksessä mainittu liite 4 tarkoittaa nykyisen säädöksen liitettä 3. Jäteluettelon numerointi on pysynyt ennallaan.

Copyright © AFRY Finland Oy

3.6.3.1 Geokemialliset ominaisuudet

Nikkelilaitoksen rikastusjätteen kokonaispitoisuudet

Nikkelilaitoksen rikastusjätteen metalli- ja metalloidipitoisuudet esitetään taulukossa 3-11, joita verrataan PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) kynnys- ja ohjearvoihin. Nikkelin, arseenin ja antimonin pitoisuudet ylittävät ylemmän ohjearvon sekä koboltin ja kuparin pitoisuudet ylittävät alemman ohjearvon.

Vuosina 2016–2018 kaivoksen omavalvonnassa tutkittiin nikkelilaitoksen rikastusjätteestä taulukossa 3-12 esitetyt alkuaineet (As, Co, Ni, Mg, Ca, Fe, S ja C). Nikkelilaitoksen rikastusjäte sisältää PIMA-asetuksen ylemmän ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia arseenia, kobolttia ja nikkeliä. Lisäksi rikin pitoisuus on suuri.

Metalli- ja metalloidipitoisuuksien perusteella nikkelilaitoksen rikastusjäte ei täytä kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) liitteessä 1 esitettyjä pysyvän jätteen kriteerejä, joten tulosten perusteella rikastusjäte luokitellaan ei-pysyväksi jätteeksi. Nikkelilaitoksen toiminta on loppunut 2018 ja loppusijoittamatta on vielä sakeuttimiin välivarastoitu jäte kts. taulukon tulokset 2018 (sakeutin).

Taulukko 3-11. Nikkelilaitoksen rikastusjätteen metalli- ja metalloidipitoisuudet ja niiden vertailu PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) kynnys- ja ohjearvoihin. Lähdedokumentissa ei ole ollut mainintaa uuttomenetelmästä. Vuoden 2026 tulokset kuningasvesiuuton jälkeen.

Tunnus	Metallit										
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
Maanäytteet	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Kynnysarvo	5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Alempi ohjearvo	50	10	100	200	150	2	100	200	10	150	250
Ylempi ohjearvo	100	20	250	300	200	5	150	750	50	250	400
2016	7 850	0,04	168	58	61	0,05	4 520	16	939	3,2	19
2018 (sakeutin)	7 800	<0,1	150	30	87	<0,1	4 000	26	760	<2,2	50
2018 (tuotanto)	3 800	0,03	510	16	190	<0,1	14 000	10	120	<2,2	110
2026 (sakeutin)	10 000	0,045	92	78	82	0,066	2 400	32	1200	2,7	9,3

Taulukko 3-12 Nikkelilaitoksen rikastusjätteen omavalvonnassa vuosina 2016–2018 tutkitut alkuaineiden kokonaispitoisuudet, niiden vertailu PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) kynnys- ja ohjearvoihin.

Tunnus	Metallit							
	As	Co	Ni	Mg	Ca	Fe	S	C
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Kynnysarvo	5	20	50	-	-	-	-	-
Alempi ohjearvo	50	100	100	-	-	-	-	-
Ylempi ohjearvo	100	250	150	-	-	-	-	-
Keskiarvo	6638	407	10394	7140	99511	182651	118892	6678
Minimi	3750	70	5460	2500	72900	142700	99400	4490
Maksimi	13200	900	23330	23700	154220	236200	140800	19212

Copyright © AFRY Finland Oy

Nikkelilaitoksen rikastusjätteen hapontuotto-ominaisuuksia testattiin suppeasti kesällä 2026, Taulukko 3-13. Rikastusjäte on mahdollisesti happoatuottavaa, sillä sulfidisen rikin pitoisuus ylittää 1 % raja-arvon (VNa 190/22013).

Taulukko 3-13. Nikkelilaitoksen rikastusjätteen hapontuotto-ominaisuudet.

	S (kok.)	S (sulf.)	S (sulf.) /S (kok.)	AP	NP	NPR
	%	%	%	kg $CaCO_3$/t	kg $CaCO_3$/t	
Ni-laitoksen rikastusjäte (sakeutin)	11,77	1,24	11 %	370	-35	<0,1

3.6.3.2 Liukoisuusominaisuudet

Nikkelilaitoksen rikastusjätteen liukoisuudet esitetään taulukossa 3-14. Lähdetiedoissa ei mainita analyysimenetelmää, mutta oletuksen mukaan se on 2-vaiheinen ravistelutesti (L/S 10). Seleenin pitoisuus ylittää pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvon (VNA 331/2013), sulfaatin pitoisuus vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvon ja nikkelin pitoisuus vaarallisen jätteen raja-arvon. Nikkelilaitoksen toiminta on loppunut 2018 ja loppusijoittamatta on vielä sakeuttimiin välivarastoitu jäte kts. taulukon tulokset 2018 (sakeutin).

Taulukko 3-14. Nikkelilaitoksen rikastusjätteen liukoisuustestauksen tulokset (L/S 10) ja vertailu kaatopaikka-asetuksen (VNA 331/2013) raja-arvoihin.

	Raja-arvot (VNA 331/2013)			Nikkelilaitoksen rikastusjäte		
Alkuaine	Pysyvä jäte	Vaaraton jäte*	Vaarallinen jäte	2016	2018 (sakeutin)	2018 (tuotanto)
				mg/kg	mg/kg	mg/kg
Arseeni (As)	**0,5**	**2**	**25**	0,08	<0,1	<0,1
Barium (Ba)	**20**	**100**	**300**	<0,06	<0,1	<0,1
Kadmium (Cd)	**0,04**	**1**	**5**	<0,04	<0,02	0,029
Kromi (Cr)	**0,5**	**10**	**70**	<0,05	<0,1	<0,1
Kupari (Cu)	**2**	**50**	**100**	0,7	**3**	0,47
Elohopea (Hg)	**0,01**	**0,2**	**2**	<0,01	<0,01	<0,01
Molybdeeni (Mo)	**0,5**	**10**	**30**	<0,05	<0,1	<0,1
Nikkeli (Ni)	**0,4**	**10**	**40**	**4052**	**3200**	**6400**
Lyijy (Pb)	**0,5**	**10**	**50**	<0,05	<0,1	<0,01
Antimoni (Sb)	**0,06**	**0,7**	**5**	<0,05	<0,06	<0,06
Seleeni (Se)	**0,1**	**0,5**	**7**	**0,3**	**0,18**	**0,39**
Sinkki (Zn)	**4**	**50**	**200**	3,6	1,9	3,5
DOC	**500**	**800**	**1000**	29	40	46
Kloridi (Cl^-)	**800**	**15 000**	**25 000**	30	<500	<500
Fluoridi (F^-)	**10**	**150**	**500**	<5	<9	<9
Sulfaatti (SO_4^{2-})	**1000**	**20 000**	**50 000**	**25605**	**24000**	**29000**

Copyright © AFRY Finland Oy

** Valtioneuvosten asetus kaatopaikoista (331/2013) päivitettiin jätelain uudistuksen myötä. Asetus tuli voimaan 1.12.2021. Termi tavanomaisen jätteen kaatopaikka on korvattu termillä vaarattoman jätteen kaatopaikka.*

3.6.3.3 Vaaraominaisuuksien arviointi

Nikkelilaitoksen rikastusjätteen ympäristövaarallisuutta on arvioitu asetuksen (EU) 2017/997 mukaisesti (Taulukko 3-15). Rikastushiekan pitoisuuksissa on huomioitu keskimääräinen kosteus 64 %, vuoden 2019 jätehuoltosuunnitelmassa ilmoitettujen vesipitoisuuksien perusteella. Jätteen luokittelu suoritetaan joko alun perin testattujen tai kuivapainoluvuista muunnettujen tuorepainojen perusteella (Komission tiedonanto 2018/C 124/01). Taulukon 3-15 tulokset on laskettu tuorepainoa kohti.

Nikkelilaitoksen rikastusjätteen ominaisuuksia on tarkasteltu ympäristövaarallisen jätteen, vaaraominaisuus HP 14, kriteerien mukaan siten, kuin Ympäristöministeriön oppaassa ”Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi – päivitetty opas 02/2019” on esitetty. Oppaan liitteessä 9 on annettu eri metalleille pitoisuusrajat ja yhteenlaskussa alin huomioitava pitoisuus (Cut-off-arvo), ks. Taulukko 3-15. **Nikkelilaitoksen rikastusjäte luokittuu ympäristölle vaaralliseksi jätteeksi vaaraominaisuuden H410 osalta** EU 2017/997 ja EU 1357/2014 pitoisuusrajojen perusteella. Vaaraominaisuuden H400 osalta rikastusjäte ei luokitu ympäristölle vaaralliseksi jätteeksi. Luokituksen perusteena käytetään yleensä yhtä näytettä, tässä esitetään vuosien 2016 ja 2018 näytteiden (3 kpl) keskiarvo, sekä maksimiarvo. Lisäksi arseenin keskiarvo (6 483 mg/kg eli 2 334 mg/kg tuorepainoa kohti) ja maksimiarvo (7 850 mg/kg eli 2 826 mg/kg tuorepainoa kohti) ylittävät cut-off arvot. Mikään muu aine ei ylitä cut-off arvoa, joten yhteenlaskukaavoja ei tarvitse soveltaa.

Nikkelilaitoksen rikastusjätettä tarkasteltiin myös vaarallisen jätteen jäteominaisuuden HP7 osalta. **Nikkelilaitoksen rikastusjäte luokittuu syöpävaaralliseksi aineeksi (Carc. 1A, H350i),** mikäli nikkelin oletetaan esiintyvän muodossa $NiSO_4$, jolle Ni-pitoisuusraja on matalin.

Taulukko 3-15. Nikkelilaitoksen rikastusjätteen ympäristövaarallisuuden arviointi asetuksen (EU) 2017/997 mukaisesti. Metalli-ionille sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat on laskettu suhteessa metalli-ionin osuuteen koko kyseisen yhdisteen moolimassasta. Nikkelilaitoksen rikastusjätteen haitta-aineiden pitoisuudet on laskettu tuorepainoa kohti.

HP14	Pitoisuusraja (mg/kg)				Rikastusjäte keskiarvo	Rikastusjäte maksimiarvo
Alkuaine	Aquatic Acute 1, H400	Cut-off	Aquatic Chronic, H410	Cut-off	mg/kg	mg/kg
Sb (H411)			25 000	10 000	218	338
As	250 000	1 000	2 500	1 000	2 334	2826
Cd	250 000	1 000	2 500	1 000	0,02	0,04
Co (H413)			250 000	10 000	99	184
Co (CoO)	200 000	790	2 000	790	99	184
Co ($CoCl_2$)	110 000	450	1 100	450	99	184
Co ($CoSO_4$)	95 000	380	9 500	380	99	184

Copyright © AFRY Finland Oy

HP14	Pitoisuusraja (mg/kg)				Rikastusjäte keskiarvo	Rikastusjäte maksimiarvo
Alkuaine	Aquatic Acute 1, H400	Cut-off	Aquatic Chronic, H410	Cut-off	mg/kg	mg/kg
Cr (VI)	250 000	1 000	2 500	1 000	12	21
Hg	250 000	1 000	2 500	1 000	0,03	0,04
Cu ($CuSO_4$)	100 000	400	1 000	400	41	68
Cu ($CuCl_2$)	120 000	470	12 000	4 700	41	68
Pb	250 000	1 000	25 000	1 000	6,2	9,4
Ni ($NiSO_4$)	95 000	380	950	380	2702	5040
Ni (NiS)	150 000	600	1 500	600	2702	5040
Se (H413)			250 000	1 000		
Zn ($ZnCl_2$)	120 000	470	1 200	470	21	40
Zn ($ZnSO_4$)	100 000	4 000	1 000	400	21	40
V (V_2O_5)			14 000	5 600	0,9	1,1
HP7	**Carc. 1A, H350i**					
Ni ($NiSO_4$)	380				2 702	5 040

Huom. Mikäli metalli-ionille on annettu CLP-asetuksen harmonisoidussa aineluettelossa ns. geneerinen eli yleinen luokitus perustuen vaaraominaisuuksiin H400 ja H410 ja jos ei muuta mainita, se on esitetty taulukossa (Taulukko 3-15). Metalli-ionin yleistä luokitusta voidaan käyttää jäteluokituksessa silloin, jos muualla CLP-asetuksen aineluettelossa ei ole annettu jätteen sisältämälle metalliyhdisteelle omaa erillistä luokitusta, tai ei tiedetä minä yhdisteenä metalli-ioni esiintyy jätteessä.

Niille metalli-ioneille, joille ei ole olemassa yleistä luokitusta, on taulukossa esitetty kyseisen metallin helppoliukoisten suolojen luokituksia. Metalli-ionille sovellettava vaarallisen jätteen pitoisuusraja on laskettu suhteessa metalli-ionin osuuteen koko kyseisen metalliyhdisteen moolimassasta. Niistä yhdisteistä, joissa alkuaine voi todennäköisesti esiintyä jätteessä, tulisi jäteluokitukseen valita se yhdiste, jolla alkuaineelle tulisi alhaisin pitoisuusraja (ns. ”reasonable worst case” -periaate).

Copyright © AFRY Finland Oy

3.6.3.4 Neutralointisakka

Vuonoksen tehtaan rikastushiekka-alueella on sijoitettu vuosina 2017–2018 nikkelirikasteen jatkojalostuksessa syntynyttä neutraloitua rikastusjätettä, jota kutsuttiin koetoiminnan aikana neutralointisakaksi. Sakka on sijoitettu rikastushiekka-altaalle 1 tehdylle kahdelle koetoiminta-altaille 1 ja 2. Altaille läjitettiin kuivaksi laskettuna yhteensä 13 000 tonnia sakkaa. Alueet suljettiin vuosien 2020 ja 2021 aikana. ELY-keskus on tarkastanut suljetut altaat 15.9.2021. (ISAVI/9747/2021) Tällä hetkellä neutralointisakka on kapseloitu rikastushiekka-altaalle 1 läjitetyn magnesiittihiekan alle.

Koetoimintaa tarkkailtiin tarkkailusuunnitelman mukaisesti. Tarkkailutulosten perusteella altaille johdettu liete koostui pääasiassa rauta- ja kipsiyhdisteistä sekä sisälsi muun muassa magnesiumia, rautaa, nikkeliä ja arseenia. Sakan mineralogisten analyysien mukaan sakka koostui pääosin kipsistä sekä raudan erilaisista happea, vettä, hydroksidia ja sulfaattia sisältävistä yhdisteistä. Tarkkailutulosten perusteella on arvioitu, että koetoiminta-altaiden loppusijoittaminen nykyiselle sijainnilleen rikastushiekka-altaan 1 yhteyteen ei vaikuta merkittävästi allasalueella muodostuvien suotovesien laatuun (ISAVI/9747/2021).

3.6.4 Vesienkäsittelylietteet

Vesienkäsittelylietteitä muodostuu Mondon satelliittilouhoksilla Horsmanahossa ja Karnukassa. Vesienkäsittelyaltaisiin johdetun veden sisältämä kiintoaines laskeutuu altaiden pohjalle sedimentiksi. Saostusprosesseissa syntyvän sedimentin määrä on vähäinen ja toistaiseksi altaiden ruoppaukselle ei ole ollut tarvetta. Suunnitelmissa on läjittää kaivosten lietteet Vuonoksen rikastushiekka-altaalle.

Vesienkäsittelylietteiden ominaisuuksia esitetään alla olevissa alaluvuissa 3.6.4.1 ja 3.6.4.2. Tarkemmin vesienkäsittelylietteiden ominaisuuksia, ml. vaaraominaisuuksien arviointi, ja jäteluokittelua tarkastellaan YVA-selostusvaiheessa.

3.6.4.1 Geokemialliset ominaisuudet

Vesienkäsittelylietteiden kokonaispitoisuudet

Vesienkäsittelylietteitä muodostuu tällä hetkellä kahdella alueella: Horsmanahossa (HS-1, HS-2 ja HS-3) ja Karnukassa (altaat 1, 2, 4 ja 6). Horsmanahossa muodostuvien pohjalietteiden ominaisuuksia on tutkittu vuosina 2001, 2022 ja 2023. Karnukan lietteitä on tutkittu vuosina 2022 ja 2023. Horsmanahon ja Karnukan kaivosalueiden vesienkäsittelyaltaisiin kertyneiden sedimenttien (vesienkäsittelylietteet) kuningasvesiliukoiset alkuainepitoisuudet on esitetty taulukossa 3-16 (Elementis Minerals 2023a ja b). Tuloksia verrataan valtioneuvoston maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista antaman asetuksen (214/2007, ns. PIMA-asetus) mukaisiin kynnys- ja ohjearvoihin.

Horsmanahon vesienkäsittelyaltaasta otettujen näytteiden osalta nikkelin pitoisuudet ylittävät PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) ylemmän ohjearvon kaikkien altaiden näytteiden osalta. Arseenin pitoisuus ylitti kolmen altaan näytteissä asetuksen ylimmän ohjearvon ja kahden altaan näytteessä kynnysarvon. Asetuksen kynnysarvo ylittyi kadmiumin, koboltin, kromin, antimonin ja sinkin pitoisuuksien osalta osassa altaissa, ei kaikissa. Kuparin, elohopean, lyijyn ja vanadiinin pitoisuudet jäivät alle asetuksen kynnysarvon. Metalli- ja metalloidipitoisuuksien perusteella Horsmanahon kaivoksen vesienkäsittelylietteet eivät täytä kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) liitteessä 1

Copyright © AFRY Finland Oy

esitettyjä pysyvän jätteen kriteerejä, joten tulosten perusteella vesienkäsittelyliete luokitellaan ei-pysyväksi jätteeksi.

Karnukan vesienkäsittelyaltaasta otettujen näytteiden osalta jokaisessa näytteessä ylittyi arseenin ja nikkelin osalta vähintään kynnysarvo. Arseenin kohdalla yhdessä näytteessä ylittyi lisäksi asetuksen (214/2007) alempi ohjearvo sekä yhdessä näytteessä ylempi ohjearvo. Nikkelin kohdalla alempi ohjearvo ylittyi kahdessa näytteessä ja ylempi ohjearvo yhdessä näytteessä. Lisäksi Karnukan yhden altaan (allas 1) lietenäytteissä vuonna 2023 ylittyivät kadmiumin, koboltin ja antimonin pitoisuuksien kynnysarvot, sekä kromin ylempi ohjearvo. Metalli- ja metalloidipitoisuuksien perusteella Karnukan kaivoksen vesienkäsittelylietteet eivät täytä kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) liitteessä 1 esitettyjä pysyvän jätteen kriteerejä, joten tulosten perusteella vesienkäsittelyliete luokitellaan ei-pysyväksi jätteeksi.

Horsmanahon vesienkäsittelyliete koostui pääasiassa vesipitoisesta rautasaostumasta. Nikkelistä suurin osa oli sitoutuneena nikkelihydroksidisaostumiin tai kiintoaineksen pintaan pintakomplekseina. Arseenista vajaa 60 % oli sitoutuneena saostumien pintaan ja loput arseenista oli niukkaliukoisessa muodossa.

Taulukko 3-16. Vesienkäsittelylietteiden kuningasvesiliukoiset metalli- ja metalloidipitoisuudet sekä PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) mukaiset kynnys- ja ohjearvot. HA = Horsmanahon alue, Kar = Karnukan alue.

Tunnus	Metallit										
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
Maanäytteet	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Kynnysarvo	5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Alempi ohjearvo	50	10	100	200	150	2	100	200	10	150	250
Ylempi ohjearvo	100	20	250	300	200	5	150	750	50	250	400
HA 2022 - HA-1	385	<0,4	33	144	25	<0,2	477	4	<0,5	31	96
HA 2022 - HA-2	967	<0,4	22	56	29	<0,2	815	5	5,3	40	80
HA 2022 - HA-3	1440	<0,4	50	111	28	<0,2	1520	4	2,0	31	180
HA 2023 - Pump. Allas	11	<0,3	19	185	30	<0,1	244	2	1,7	48	66
HA 2023 - HA-3	29	2,2	63	102	23	<0,1	1881	3	1,3	38	243
Kar 2022 Allas 1	13	<0,4	10	48	28	<0,2	98	5	<0,5	35	49
Kar 2022 Allas 6	19	<0,4	5	16	18	<0,2	85	3	<0,5	20	21
Kar 2023 Allas 1	168	3,0	24	502	17	<0,2	389	2	3,8	29	35
Kar 2023 Allas 2	26	0,4	13	16	14	<0,2	59	2	<1,0	18	16
Kar 2023 Allas 4	54	0,9	8	17	13	<0,2	121	2	<1,0	18	19
Kar 2023 Allas 6	18	<0,3	6	11	13	<0,2	114	1	<1,0	18	13

Vesienkäsittelylietteiden neutralointi- ja hapontuottopotentiaali

Horsmanahon ja Karnukan kaivosten vesienkäsittelylietteiden ABA-testin tulokset on esitetty taulukossa 3-17. Kaikissa näytteissä sulfidisen rikin pitoisuus on alle <0,1 %. Lisäksi hapontuotto- ja neutralointipotentiaalin suhde (NPR) on >3. Sulfidisen rikin pitoisuuden ja NPR-arvon perusteella Horsmanahon ja Karnukan kaivosten vesienkäsittelylietteet voitaisiin luokitella pysyväksi jätteeksi kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) liitteen 1 kohdan 2b) mukaisesti.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-17. Vesienkäsittelylietteiden ABA-testin tulokset. HA = Horsmanahon alue, Kar = Karnukan alue.

	S_{kok}	S_{sulf}	S_{sulf} / S_{kok}	C*	C_{karb} *	$C_{ei\ karb}$ *	AP	NP	NPR
	% S	% S		% C	% C	% C	kg $CaCO_3$/t	kg $CaCO_3$/t	
HA-1	0,06	0,02	0,33	0,65	0,25	0,40	0,6	13	21
HA-2	0,07	0,01	0,14	0,87	0,41	0,46	0,3	18	56
HA-3	0,13	0,06	0,46	2,01	0,20	1,81	1,9	153	81
Kar 2022 Allas 1	0,06	0,04	0,67	0,15	0,06	0,09	1,3	7	6
Kar 2022 Allas 6	0,02	0,01	0,50	0,29	0,22	0,07	0,3	10	32
Kar 2023 Allas 4	0,02	<0,01	<0,5	0,13	0,1	0,033	0,31	8	8

* *Luvut annetaan hiilen määränä*

3.6.4.2 Liukoisuusominaisuudet

Mondon Horsmanahon ja Karnukan toiminnasta muodostuvien vesienkäsittelylietteiden liukoisuusominaisuuksia on tutkittu 2-vaiheisella ravistelutestillä ja kolonnikokeella. Horsmanahon tulokset esitetään taulukossa 3-18 ja Karnukan taulukossa 3-19. Horsmanahon vesienkäsittelylietteiden näytteissä vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvo (VNA 331/2013) ei ylittynyt yhdessäkään. Karnukan lietenäytteiden osalta vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvo (VNA 331/2013) ylittyi arseenin osalta altaiden 1, 2 ja 4 vuoden 2023 näytteissä. Pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvo ylittyi osassa Horsmanahon ja Karnukan näytteitä sulfaatin, arseenin ja nikkelin pitoisuuksien osalta.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-18. Horsmanahon vesienkäsittelylietteiden liukoisuustestauksen tulokset (L/S 10 2-vaiheisessa ravistelutestissä että kolonnikokeessa) sekä vertailu kaatopaikka-asetuksen (VNA 331/2013) raja-arvoihin.

Alku-aine	Kaatopaikka-asetuksen (VNA 331/2013) mukaiset raja-arvot			2022 (2-vaiheinen ravistelutesti*)			2023 (kolonnikoe*)	
Kaato-paikka-luokitus	Pysyvä	Vaara-ton**	Vaaral-linen	HS-1	HS-2	HS-3	Pump. Allas	HS-3
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	**0,5**	**2**	**25**	**0,66**	**1**	**1,2**	0,073	0,074
Ba	**20**	**100**	**300**	0,15	0,49	0,21	0,18	0,18
Cd	**0,04**	**1**	**5**	0,006	0,006	0,006	0,0006	0,0003
Co	**20**	**100**	**250**	0,029	0,011	0,007	-	-
Cr	**0,5**	**10**	**70**	0,06	0,06	0,06	0,005	0,005
Cu	**2**	**50**	**100**	0,024	0,014	0,014	0,01	0,005
Hg	**0,01**	**0,2**	**2**	0,00012	0,00012	0,0002	-	-
Mo	**0,5**	**10**	**30**	0,026	0,11	0,039	0,15	0,029
Ni	**0,4**	**10**	**40**	**0,45**	**0,94**	0,081	**0,46**	**0,55**
Pb	**0,5**	**10**	**50**	0,012	0,012	0,012	0,002	0,002
Sb	**0,06**	**0,7**	**5**	0,024	0,047	0,039	0,0039	0,0028
Se	**0,1**	**0,5**	**7**	0,06	0,06	0,06	0,02	0,02
V	**-**	**-**	**-**	0,06	0,06	0,06	0,01	0,01
Zn	**4**	**50**	**200**	0,068	0,12	0,083	0,071	0,035
Cl^-	**800**	**15 000**	**25 000**	9,6	16	24	10	10
F^-	**10**	**150**	**500**	2,9	4,5	3,7	1,5	2
SO_4^{2-}	**1000**	**20 000**	**50 000**	710	**1500**	**1800**	410	**1200**
DOC	**500**	**800**	**1 000**	32	72	39	61	30
TDS	**4000**	**60 000**	**100 000**	1600	3600	3400	-	-

** Kolonnikoe (SS-EN 14405), 2-vaiheinen ravistelutesti (SFS-EN 12457-3)*

*** Valtioneuvosten asetus kaatopaikoista (331/2013) päivitettiin jätelain uudistuksen myötä. Asetus tuli voimaan 1.12.2021. Termi tavanomaisen jätteen kaatopaikka on korvattu termillä vaarattoman jätteen kaatopaikka.*

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-19. Karnukan vesienkäsittelylietteiden liukoisuustestauksen tulokset (L/S 10 2-vaiheisessa ravistelutestissä että kolonnikokeessa), sekä pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen raja-arvot (VNA 331/2013).

Alku-aine	VNA 331/2013 suositus L/S 10			2022 (2-vaiheinen ravistelutesti*)		2023 (kolonnikoe*)			
Kaato-paikka-luokitus	Pysyvä	Vaara-ton	Vaaral-linen	allas 1	allas 6	allas 1	allas 2	allas 4	allas 6
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg		
As	**0,5**	**2**	**25**	0,2	0,07	**4,6**	**2,5**	**8,7**	**1,1**
Ba	**20**	**100**	**300**	0,14	0,39	0,1	0,46	0,96	0,82
Cd	**0,04**	**1**	**5**	0,006	0,006	0,0003	0,0008	0,0003	0,001
Co	**20**	**100**	**250**	0,007	0,006				
Cr	**0,5**	**10**	**70**	0,06	0,06	0,005	0,048	0,005	0,005
Cu	**2**	**50**	**100**	0,017	0,082	0,0091	0,11	0,042	0,045
Hg	**0,01**	**0,2**	**2**	0,0001	0,0001	0,001	0,001	0,001	0,001
Mo	**0,5**	**10**	**30**	0,016	0,049	0,085	0,041	0,12	0,055
Ni	**0,4**	**10**	**40**	0,22	0,14	**0,73**	**0,45**	0,36	**0,91**
Pb	**0,5**	**10**	**50**	0,012	0,012	0,002	0,01	0,002	0,002
Sb	**0,06**	**0,7**	**5**	0,013	0,016	0,015	0,0079	0,0058	0,01
Se	**0,1**	**0,5**	**7**	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02
V	**-**	**-**	**-**	0,12	0,06	0,01	0,053	0,01	0,01
Zn	**4**	**50**	**200**	0,047	0,07	0,043	0,19	0,19	0,11
Cl^-	**800**	**15 000**	**25 000**	8,4	9,4	10	10	10	10
F^-	**10**	**150**	**500**	1,8	2	1	1,4	1,3	1,3
SO_4^{2-}	**1000**	**20 000**	**50 000**	160	270	780	130	190	220
DOC	**500**	**800**	**1 000**	42	57	20	21	38	72
TDS	**4000**	**60 000**	**100 000**	610	1400				

** Kolonnikoe (SS-EN 14405), 2-vaiheinen ravistelutesti (SFS-EN 12457-3)*

3.6.5 Rikastushiekan, nikkelilaitoksen rikastusjätteen ja Polvijärven kaivosten vesienkäsittelylietteiden luokittelun yhteenveto

Vuonoksen tuotantoalueen rikastamolla muodostuvan ja rikastushiekka-altaalle sijoitetun rikastushiekan, Vuonoksen alueelle väliaikaisesti sijoitetun aiemmin toiminnassa olleen nikkelilaitoksen neutraloimattoman rikastusjätteen sekä Horsmanahon ja Karnukan kaivosten vesienkäsittelylietteiden ominaisuuksien luokittelu kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) liitteen 1, asetuksen (EU) 2017/997 vaaraominaisuuksien arvioinnin sekä jäteluettelon (VNA 978/2021 liite 3) mukaisesti, huomioiden lupapäätöksen sisältö on esitetty taulukoissa 3-20… 3-22.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-20. Vuonoksen rikastamolla muodostuvan rikastushiekan (magnesiittihiekka) luokittelu kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) liitteen 1, asetuksen (EU) 2017/997 vaaraominaisuuksien arvioinnin ja jäteluettelon (VNA 978/2021 liite 3) mukaisesti. Huomioiden toiminnan lupapäätös (Nro 11/2020 Dnro ISAVI/3914/2019).

Jätejae	Luokittelu pysyväksi (VNa 190/2013)	Vaaraominaisuudet (EU) 2017/997	Jäteluettelon nimike (VNa 978/2021)
Rikastushiekka (magnesiittihiekka)	ei pysyvä	ei ympäristölle vaarallinen	01 04 12

Taulukko 3-21. Vuonoksen nikkelilaitoksella muodostuneen ja alueelle väliaikaisesti sijoitetun rikastusjätteen luokittelu kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) liitteen 1, asetuksen (EU) 2017/997 vaaraominaisuuksien arvioinnin ja jäteluettelon (VNA 978/2021 liite 3) mukaisesti. Huomioiden toiminnan lupapäätös (Nro 11/2020 Dnro ISAVI/3914/2019).

Jätejae	Luokittelu pysyväksi (VNA 190/2013)	Vaaraominaisuudet (EU) 2017/997	Jäteluettelon nimike (VNA 978/2021)
Nikkelilaitoksen rikastusjäte	ei pysyvä	H410, Carc. 1A, H350i**	01 04 07*

*** mikäli nikkelin oletetaan esiintyvän muodossa NiSO4, jolle Ni-pitoisuusraja on matalin.*

Taulukko 3-22. Mondon Polvijärven kaivoksilla vesienkäsittelyssä muodostuvien lietteiden (sakka) luokittelu kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) liitteen 1 sekä jäteluettelon (VNA 978/2021 liite 3). Vaaraominaisuuksia ei ole arvioitu.

Jätejae	Luokittelu pysyväksi (VNA 190/2013)	Vaaraominaisuudet	Jäteluettelon nimike (VNA 978/2021)
Vesienkäsittelyliete Horsmanaho	ei pysyvä	-	19 08 14
Vesienkäsittelyliete Karnukka	ei pysyvä	-	19 08 14

3.7 Vesien hallinta

3.7.1 Vesikierto ja vesimäärät

Vuonoksen tehdasalueelle on laadittu ympäristövaikutusten arviota varten päivitetty vesi- ja kuormatase (Liite 4). Tehdasalueella on ollut vuodesta 2019 alkaen käytössä vesitase käyttötarkkailun ja vesienhallinnan tarpeisiin.

Nykytilan vesikierto käsittää rikastamon, talkkitehtaan, rikastushiekka-altaat 1 ja 2, välialtaan ja pumppausaltaan. Tarkastelussa on huomioitu myös suotovesipumppaamot A–D sekä rikastamon piha-alueella sijaitseva pumppaamo 2. Vanhan avolouhoksen ja Viinijärven vesitaseita ei ole laskettu erikseen, mutta niistä otettavat vesimäärät sisältyvät tarkasteluun. Vuonoksen tehdasalueen nykyinen vesikierto on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 3-13).

Rikastamon prosessivedestä suurin osa otetaan pumppausaltaalta, ja veden kierrätysaste on noin 87 %. Lisäksi rikastamolle johdetaan raakavettä läheisestä vanhasta avolouhoksesta ja Viinijärvestä. Sisäisen vesikierron tehostaminen on vähentänyt merkittävästi raakavedenottoa Viinijärvestä: vuodesta 2006 lähtien vedenotto on pienentynyt noin 2 Mm3:n tasolta alle 0,1 Mm3:n tasolle. Vuosina 2019–2023 allasalueelta kierrätettiin prosessiin keskimäärin 3,5–4 Mm3 vettä vuodessa. Raakaveden käytön

Copyright © AFRY Finland Oy

vähentämistä ja prosessiveden kierrätyksen lisäämistä selvitetään edelleen. Vuonna 2026 on vaihdettu lietteiden teossa käytettävä liettovesi järvivedestä kierrätetyksi prosessivedeksi.

Altaisiin kertyy lisäksi vuosittain noin 500 000–800 000 m^3 sade- ja sulamisvesiä.

Rikastamolle tuodaan malmia Polvijärven kaivoksilta, ja rikaste toimitetaan jatkokäsittelyyn talkkitehtaalle. Talkkitehtaalta palautetaan vettä rikastamolle. Rikastushiekka pumpataan vesipitoisena lietteenä rikastushiekka-altaille 1 ja 2. Talousvesi otetaan kunnan vesiverkosta, ja saniteettivedet johdetaan rikastushiekkalietteen mukana rikastushiekka-altaille. Rikastamolle tulee vesiä myös pumppaamolta 2, joka pumppaa rikastamon piha-alueen vesiä ja mahdollisia suotovesiä.

Prosessivesi ja magnesiittihiekka pumpataan rikastushiekka-alueelle. Pumpattavaan lietteeseen lisätään rikastamolla kalkkia tai lipeää nikkelipitoisuuksien alentamiseksi operaattorien tekemien pH-mittausten tulosten perusteella. Kalkkiannostelua seurataan tehtaan automaatiojärjestelmästä. Varajärjestelmänä häiriötilanteiden varalta pH:n säädössä toimii lipeän annostelu.

Tarvittaessa lisätään ferrisulfaattia arseenin poistamiseksi. Vesi selkeytyy ensin rikastushiekka-alueella ja sen jälkeen välialtaassa ja pumppausaltaassa.

Talkkitehtaalle tulee vettä rikastamolta vesipitoisen rikasteen mukana, Viinijärvestä, kunnallisesta vesiverkosta talousvetenä sekä pumppausaltaalta prosessivetenä. Talousveden määrä on ollut viime vuosina noin 4 000 m^3 vuodessa. Vettä poistuu tehtaalta tuotteiden mukana ja haihtumalla tuotteiden kuivauksen aikana.

Rikastushiekka-altaille tulee vettä rikastamolta rikastushiekan mukana ja sadantana. Altaisiin palautuu vettä myös niiden lounaispuolella sijaitsevalta suotovesipumppaamoilta A. Rikastushiekka-altaan 1 ylitevesi johdetaan kaivon kautta pumppausaltaalle. Altaista poistuu vettä haihduntana, ja osa vedestä sitoutuu rikastushiekkaan huokosvedeksi.

Välialtaaseen tulee vettä sadantana, talkkitehtaalta, rikastushiekka-altaalta 2 sekä altaan koillis- ja eteläpuolella sijaitsevilta suotovesipumppaamoilta B, C ja D. Välialtaasta vesi johdetaan edelleen pumppausaltaalle.

Pumppausaltaaseen tulee vettä rikastushiekka-altailta, välialtaasta ja sadantana. Altaasta otetaan prosessivettä rikastamon ja talkkitehtaan käyttöön. Ylimääräinen vesi juoksutetaan purkuputkea pitkin Lahdenjokeen, joka laskee Sysmäjärveen. Normaalioloissa juoksutus on jatkuvatoimista, mutta vähäsateisena tai kuivana aikana juoksutus voidaan keskeyttää tilapäisesti. Kesällä 2026 juoksutus oli keskeytetty kesäkuun lopusta syyskuuhun asti. Sysmäjärveen pumpattavan veden määrää seurataan jatkuvatoimisella virtausmittarilla ja vedenlaatua seurataan kahdesti viikossa tehtävällä näytteenotolla. Viikoittaiset näytteet analysoidaan tarkkailuohjelman mukaisesti Vuonoksen tehtaan laboratoriossa ja kerran kuukaudessa lähetetään vertailunäyte ulkopuoliseen laboratorioon.

Rikastushiekka-altailta, välialtaasta ja pumppausaltaasta poistuu todennäköisesti myös suotovettä, jota ei saada kokonaisuudessaan talteen suotovesipumppaamoilla. Uomamallinnuksen perusteella suotovedet päätyvät todennäköisesti Vuonosjokeen.

Vesimääriä on esitetty taulukossa 3-23 ja yksinkertaistetut kaaviot vesikierrosta on esitetty kuvissa 3-13 ja 3-14.

Copyright © AFRY Finland Oy

Veden kierrätysasteen lisäksi prosessin tehokkuutta kuvataan kiertoluvulla, joka osoittaa, kuinka monta kertaa sama vesi kiertää järjestelmässä ennen kuin se poistuu sieltä jätevetenä tai korvautuu puhtaalla lisävedellä.

Kiertoluku lasketaan vertaamalla prosessissa kiertävän veden kokonaisvirtausta järjestelmään otettavan uuden korvausveden (tuoreveden) määrään:

Kiertoluku = Kiertävä vesivirta/Sisään otettava tuorevesi

Sisään otettavaksi tuorevedeksi lasketaan Viinijärvestä otettava vesi, talousvesi sekä vanhan avolouhoksen vesi. Alueelle kertyvää sadeveden ja valumavesien määrää ei lasketa tuorevedeksi. Kiertävää vesivirtaa ovat pumppausaltaalta talkkitehtaalle ja rikastamolle palautuvat ja uudelleen käytettävät prosessivedet.

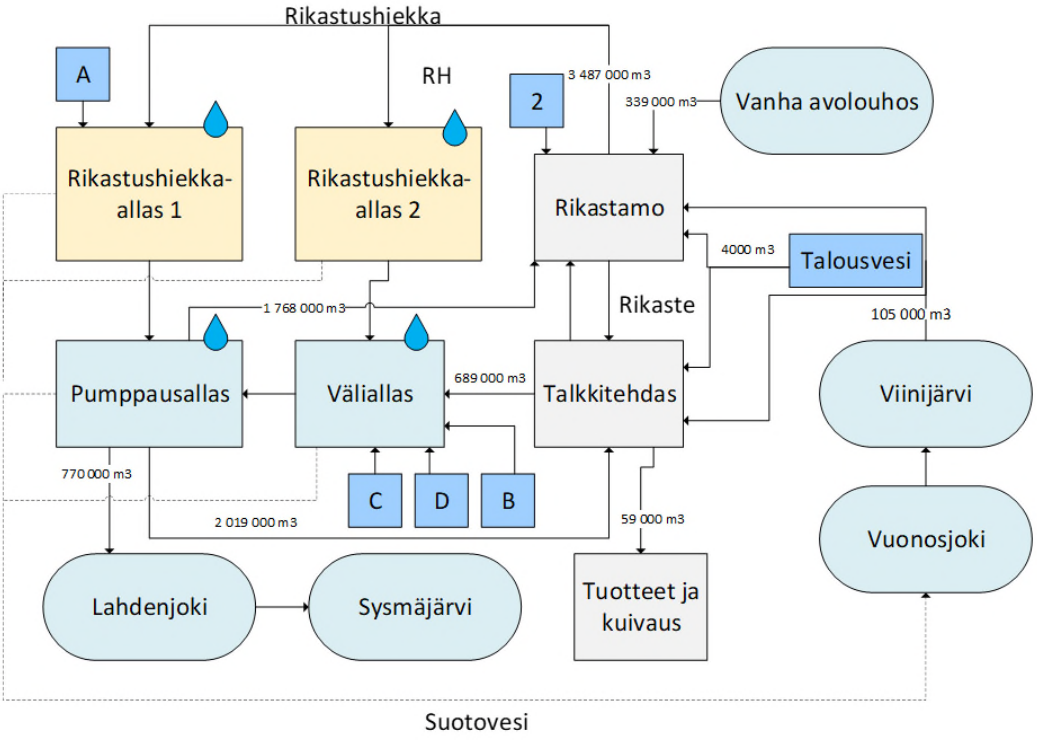
Kuvan 3-13 mukaisten virtaustietojen perusteella prosessin kiertoluku on noin 10. Suuri kiertoluku (yli 5–10) osoittaa, että sama vesi käytetään uudelleen useita kertoja, mikä säästää merkittävästi luonnonvaroja ja pienentää jätevedenpuhdistamon kuormitusta. Vesitaseen optimoinnin ansiosta veden kierto on tehostunut entisestään, ja kuluvan vuoden 2026 toteutunut kiertoluku on ollut keskimäärin noin 18.

Taulukko 3-23. Vesimäärät 2001–2025.

	Talousvesi	Järvivesi Viinijärvestä	Avolouhosvesi	Allasveden kierrätys	Suodatus Palautusvesi	Juoksutus Lahdenjokeen
vuosi	m^3/a	m^3/a	m^3/a	m^3/a	m^3/a	m^3/a
2001		2 220 400				2 282 160
2002						
2003		2 553 910				2 739 527
2004		2 167 300				2 844 961
2005						2 290 678
2006	9 320	2 216 000	270 000			2 284 089
2007	7 740	1 812 000	508 000			2 288 000
2008	8 810	1 019 000	376 000			2 140 500
2009	4 288	1 165 000	332 000			2 139 500
2010	5 095	996 529	401 000			1 693 741
2011	7 636	983 632	309 689			1 663 442
2012	4 416	545 079	349 878			1 495 796
2013	11 910	438 640	390 867			1 214 494
2014	5 426	402 461	329 672			1 112 644
2015	3 733	564 016	315 668			1 347 653
2016	14 256	635 470	210 184			1 536 261
2017	4 539	444 107	281 487			1 415 422
2018	4 125	228 655	282 333			791 446
2019	4 034	169 205	317 635	3 803 685	1 294 682	1 041 950
2020	3 135	267 127	381 920	3 585 614	1 191 485	1 133 382

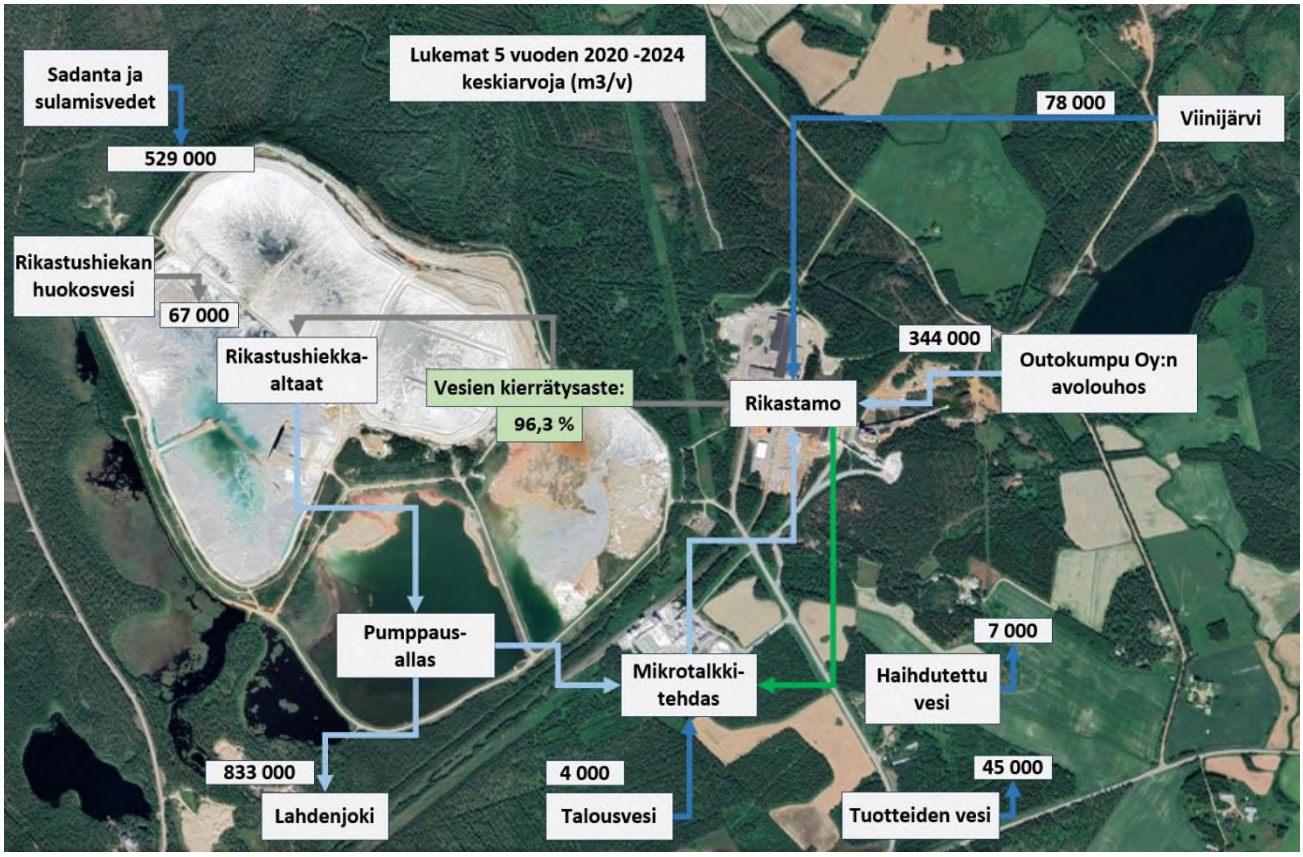
Copyright © AFRY Finland Oy

	Talousvesi	Järvivesi Viinijärvestä	Avolouhosvesi	Allasveden kierrätys	Suodatus Palautusvesi	Juoksutus Lahdenjokeen
vuosi	m³/a	m³/a	m³/a	m³/a	m³/a	m³/a
2021	4 885	153 342	222 568	3 718 326	1 188 659	638 087
2022	3 051	69 308	219 391	3 594 992	1 003 405	415 593
2023	3 813	82 008	392 012	3 753 748	847 588	1 057 854
2024	4 977	122 155	499 275	4 086 336	1 150 783	918 202
2025	5 382	265 966	477 438	3 391 277	1 221 287	875 809



Kuva 3-13. Yleistasoinen vesitase (m³/a). Suotovesipumppaamot merkitty sinisellä kuutiolla. Lukemat vuosien 2019–2024 keskiarvoja ja vesitaselaskennan tulosta nykytilalle (ks. 4.5.1).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 3-14. Kartta kaivoksen vesienhallinnasta nykytilanteessa (2020–2024 keskiarvoja m^3/a).

3.7.2 Käyttövesi

Alueella on vesiosuuskunnan vesijohtoverkko, johon tehdasalue ja lähiympäristön taloudet ovat liittyneet.

3.7.3 Saniteettivesien puhdistus

Vuonoksen tehdas ja rikastamo eivät ole liittyneet kunnalliseen viemäriverkostoon. Tehdasalueen nykyiset WC- ja muut sosiaalijätevedet johdetaan kaikista rakennuksista alueen yhteisen jätevesiviemärin ja sakokaivojen kautta rikastamolle, lukuun ottamatta mikrotalkkitehtaan valvomon saniteettivesiä, jotka menevät suoraan rikastamon jätekaivoon. Rikastamolla sosiaalijätevedet ja prosessijätevedet sekoittuvat keskenään ja ennen pumppaamista rikastushiekka-altaalle ne käsitellään kemiallisesti. Saostuskaivoihin kertyvä liete kuljetetaan Outokummun jätevedenpuhdistamolle käsiteltäväksi.

Vuosittainen kokonaisvesimäärä rikastushiekka-altaalle on noin 4 milj. m^3, josta Viinijärven raakavettä noin 100 000–150 000 m^3, Outokumpu Oy:n entisen kaivoksen vettä noin 0,3 milj. m^3 ja loppu prosessin sisäistä kiertovettä. Lisäksi altaaseen tulee jonkun verran sade- ja sulamisvesiä. Sosiaalijätevesien määrä noin 1000 m^3/a (50 henkilöä n. 50 dm^3/d) edustaa vain promillen osia kokonaisvesimäärästä. Ympäristöön juoksutettu kokonaisvesimäärä on noin 1 milj. m^3 vuodessa.

Tarvetta saniteettivesien talteenotolle ja erillispuhdistukselle on selvitetty ympäristölupahakemuksen yhteydessä vuosina 2007–2009. Tuolloin todettiin, että

Copyright © AFRY Finland Oy

nykyinen jätevesien käsittely vastaa tehokkuudeltaan pienpuhdistamo- ja umpisäiliöpuhdistusta. "Tämänhetkisessä prosessissa fosforin saostuminen on mahdollista, koska arseenin ja nikkelin saostamiseksi veteen syötetään sammutettua kalkkia (ja tarvittaessa ferrisulfaattia). Lisäksi pitkän viipymän ansiosta altaissa tapahtuu tehokasta laskeutumista. Pitkä viipymä mahdollistaa myös biologista toimintaa, joka voi hajottaa jäteveden orgaanista ainesta ja typpeä." (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2009.)

Taulukossa 3-24 on esitetty Lahdenjokeen juoksutettavan veden vuoden 2025 fosfori- ja typpipitoisuudet. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2024a; liite 3). Fosforin ja typen pitoisuudet ovat selkeästi pienempiä kuin Lahdenjoessa havaitut pitoisuudet ja tyypilliseen jätevedenpuhdistamon purkuveteen verrattuna vedenlaatu on hyvä. Valtioneuvoston asetuksessa 888/2006 on annettu vähimmäisvaatimus mm. käsitellyille jätevesille, joka on kokonaisfosforin osalta <3,0 mg/l. Lahdenjokeen johdettavan veden pitoisuudet ovat olleet selvästi alle valtioneuvoston asetuksen vähimmäisvaatimuksen. Mahdollisella erillisellä puhdistamolla ei välttämättä saavutettaisi parempia tuloksia kuin mitä Lahdenjokeen johdettavan veden laatu jo on.

Joulukuun 1. päivänä 2024 rikastamon jätevesikaivosta ja rikastamon palautusvedestä otetuista vesinäytteistä ei havaittu lainkaan E. coli -bakteereja eikä salmonellaa. Talousvedelle asetettuun e.colin laatuvaatimukseen (STM 2/2023, e.coli 0 kpl/100 ml) verrattuna rikastamon jätevesikaivosta ja rikastamon palautusvedestä otetun näytteen laatu oli hyvä. Vedet täyttäisivät myös talousveden laatuvaatimukset tältä osin, vesiä ei kuitenkaan käytetä talousvetenä. Koliformisia bakteereja tavattiin rikastamon jätevesikaivosta erittäin vähän, 2 kpl/100 ml ja rikastamon palautusvedestä koliformisia bakteereja ei tavattu lainkaan. Kummankin näytteen veden hygieeninen laatu oli erinomainen.

Taulukko 3-24. Lahdenjokeen juoksutettavan veden vuoden 2025 fosfori- ja typpipitoisuudet.

Päivämäärä	Havaintopaikka	Näytepaikka	N mg/l	P mg/l
1.12.2025	Lahdenjokeen johdettava vesi	Poistuva vesi	0,79	0,006
3.11.2025	Lahdenjokeen johdettava vesi	Poistuva vesi	0,79	0,009
1.9.2025	Lahdenjokeen johdettava vesi	Poistuva vesi	0,38	0,013
4.8.2025	Lahdenjokeen johdettava vesi	Poistuva vesi	0,37	0,019
7.7.2025	Lahdenjokeen johdettava vesi	Poistuva vesi	0,47	0,024
2.6.2025	Lahdenjokeen johdettava vesi	Poistuva vesi	1,1	0,013
5.5.2025	Lahdenjokeen johdettava vesi	Poistuva vesi	1,4	0,009
14.4.2025	Lahdenjokeen johdettava vesi	Poistuva vesi	1,2	0,007
3.3.2025	Lahdenjokeen johdettava vesi	Poistuva vesi	1,7	0,015
3.2.2025	Lahdenjokeen johdettava vesi	Poistuva vesi	1,4	0,013
13.1.2025	Lahdenjokeen johdettava vesi	Poistuva vesi	1,2	0,011

3.7.4 Kuormitus Lahdenjokeen

Vuonoksen tehtaalta Lahdenjokeen juoksutettavan veden määrä on vuosina 2014–2025 vaihdellut noin välillä 400 000–1 600 000 m^3/a (Taulukko 3-26). Lahdenjoki, paineviemärin purkukohdan ja Sysmäjärven välisellä osalla, on määrätty viemäriksi. Lahdenjokeen pumpattavan veden purkureitti on esitetty kuvassa 3-15, vesien laatu

Copyright © AFRY Finland Oy

taulukossa (Taulukko 3-25) ja kuormitus taulukossa (Taulukko 3-26). Putki on PEH-putki, ja se on rakennettu 1970-1971.

Taulukko 3-25. Lahdenjokeen juoksutettavat vedet 2021–2025.

	pH	Fe mg/l	Ni mg/l	As mg/l	SO4 mg/l	Ca mg/l	Kiintoaine mg/l
Lahdenjokeen juoksutettava vesi							
2021 ka.	8,7	0,30	0,13	0,11	739	59	
min.	8,0	0,04	0,05	0,03	416	32	
maks.	9,7	0,82	0,20	0,24	885	178	
2022 ka.	8,6	0,28	0,14	0,11	785	65	3,0
min.	7,6	0,01	0,06	0,03	456	43	2,0
maks.	9,4	0,80	0,23	0,23	889	98	4,0
2023 ka.	8,8	0,29	0,14	0,11	600	54	2,6
min.	7,9	0,00	0,06	0,01	199	21	0,0
maks.	9,6	2,51	0,31	0,21	927	82	20,0
2024 ka.	8,5	0,25	0,13	0,11	624	60	2,7
min.	8	0,04	0,07	0,04	350	41	1,5
maks.	9,1	0,60	0,23	0,24	730	73	5,2
2025 ka.	8,5	0,26	0,12	0,06	639	72	1,3
min.	7,5	0,06	0,06	0,03	268	31	0,8
maks.	9,2	0,58	0,24	0,13	767	93	2,0

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 3-15. Vuonoksen tehtaiden vesien purkureitti tehdasalueelta Sysmäjärveen. Putki on PEH-putki, ja se on rakennettu 1970–1971.

Taulukko 3-26. Rikastushiekka-alueelta juoksutetun veden lupaehdot, vesimäärät ja kuormitus vuosina 2008–2025. (Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy 2026)

Lupa	Vesimäärä	Arseeni		Nikkeli		Kiintoaine		Sulfaatti	
	m^3	mg/l	kg	mg/l	kg	mg/l	kg	mg/l	kg
Lupaehto*	2 300 000	0,4	700	0,7	700	15	35000		1150000
1.neljännes 2025	**221 771**	0,08	17	0,08	18	1,1	254	630	139816
2.neljännes 2025	**246 847**	0,04	9	0,1	25	1,0	252	379	93517
3.neljännes 2025	**34 091**	0,01	3	0,08	3	0,8	27	624	21284

Copyright © AFRY Finland Oy

Lupa	Vesimäärä	Arseeni		Nikkeli		Kiintoaine		Sulfaatti	
	m^3	mg/l	kg	mg/l	kg	mg/l	kg	mg/l	kg
4.neljännes 2025	**373 099**	0,03	11	0,19	70	1,7	640	552	206126
2025	875 808		40		116		1174		460743
2024	918201		70		126		2117		546458
2023	1057795		106		128		11698		668507
2022	415583		32		67		4914		303523
2021	637276		43		87		3825		391098
2020	1131235		43		202		5000		762000
2019	1041949		27		208		3800		812000
2018	791446		18		197		3300		680000
2017	1415244		23		284		6400		1316000**
2016	1536361		24		665		8900		1472000**
2015	1348104		122		662		5300		868000
2014	1112646		98		574		4000		722000
2013	1221259		101		579		5500		712000
2012	1495797		274		828		7500		750000
2011	1663442		504		598		8900		564000
2010	1693741		367		659		8300		581000
2009	2139532		143		940		7100		923000
2008	2140504		256		911		10000		914000

Itä-Suomen ympäristölupavirasto 27.2.2014 (nro 15/2014/1), lupaehdot voimassa 1.3.2014 alkaen.

*** Itä-Suomen ympäristölupaviraston ympäristölupapäätöksellä nro 54/2016/1 (18.11.2016) on korotettu Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan ympäristölupamääräyksen 1 vesistöön johdettavan sulfaatin vuosipäästörajaa 1150 t/a vuosiksi 2016 ja 2017 tasolle 1600 t/a.*

3.7.5 Hajakuormitus

Mondo on tehnyt vuosina 2023–2026 hajakuormitustutkimukset omana näytteenottonaan. Hajakuormitusnäytteiden tulokset on esitetty liitteessä 18. Näytteet kerättiin karttaan merkityiltä paikoilta (kuvat 3-17…3-20) ja analysoitiin Vuonoksen omassa laboratoriossa vuosina 2023–2025. Vuoden 2026 näytteenottokierrokset tehtiin laajempina ja näytteet tutkittiin Eurofins Oy:n laboratoriossa. Näytepisteiden sijainnit valittiin siten, että tehdasalueen lähimpien ojien vedenlaatu ja Vuonosjoen suuntaan laskevien ojien vaikutus joen vedenlaatuun saataisiin paikallistettua. Vuonosjoessa näytepisteet sijoitettiin jokeen yhtyvien ojien alapuolelle. Vuoden 2026 näytteenottokierroksilla kaikista pisteistä mitattiin kentällä pH ja sähkönjohtavuus. Mikäli sähkönjohtavuus oli suurempi kuin 20 mS/m, otettiin pisteestä myös vesinäyte. Velvoitetarkkailun piiriin kuuluvien pisteiden vedenlaatua pitemmällä aikavälillä on käsitelty luvussa 10.

Vuoden 2026 kenttämittausten perusteella alueen pintavedet ovet lievästi happamia, ja niissä on paikoin lievästi kohonnut sähkönjohtavuus. Pisteessä 28 vesi oli selvästi hapanta. Piste 28 on aiemman Outokummun aikaisen toiminnan vesiallas, joka on yhteydessä avolouhokseen. Allas kerää vanhan Outokumpu Oy:n aikaisen karkeamurskan alueen vesiä

Copyright © AFRY Finland Oy

ja alueella on käytetty sivukiviä maanrakennuksessa ja ilmeisesti sinne on läjitettykin sivukiviä, joten piste edustaa Outokumpu Oy:n vanhan toiminnan vaikutusta. Altaaseen kertyy joko sadevettä tai yhtenevien astioiden periaatteella vettä avolouhoksesta (pieni allas murskan vieressä on yhteydessä avolouhokseen, jolloin myös vesipinnat asettuvat aina samalle tasolle). Altaasta ei purkaudu vettä ylijuoksuna luontoon.

Sähkönjohtavuus oli selvästi koholla pisteissä 11, 33, ja 13 sekä 39. Näistä piste 39 kuvaa Outokummun vanhan avolouhoksen viereisten Outokumpu Oy:n sivukivipenkkojen vaikutusta, kun taas pisteissä 33 ja 11 näkyy rikastushiekka-altaan vaikutus. Pisteessä 13 vaikuttaa myös aiemman toiminnan maisemoitu sivukivialue. Kaikki kenttämittaukset on koottu taulukkoon 3-27.

Taulukko 3-27. Kenttämittausten tulokset.

Näyte-piste	pvm	pH	Sähkönjoht. mS/m	Näyte-piste	pvm	pH	Sähkönjoht. mS/m
38	21.7.2026	6,37	6,2	**27**	21.7.2026	6,44	23,7
38	22.9.2026	5,49	5,27	**27**	22.9.2026	6,48	11
33	21.7.2026	6,1	153	**28**	21.7.2026	3,99	81,4
33	22.9.2026	6,29	91,3	**28**	22.9.2026	4,33	73,6
13	21.7.2026	6,29	159	**40**	22.9.2026	7,03	29,9
13	22.9.2026	5,98	107	**41**	21.7.2026	6,67	24,3
34	21.7.2026	6,39	94,5	**41**	22.9.2026	6,18	11,1
34	22.9.2026	4,87	16,8	**29**	21.7.2026	6,67	22,6
9	21.7.2026	7,1	4,1	**29**	22.9.2026	5,94	11,11
9	22.9.2026	4,42	3,71	**30**	21.7.2026	6,75	21,9
11	22.9.2026	6,44	210	**30**	22.9.2026	5,59	11,07
36	21.7.2026	-	-	**43**	21.7.2026	-	-
36	22.9.2026	5,64	0,25	**43**	22.9.2026	6,05	21,9
22	21.7.2026	-	-	**44**	21.7.2026	6,88	50
22	22.9.2026	6,15	141,9	**44**	22.9.2026	7,18	41
19	21.7.2026	6,71	112	**3**	21.7.2026	6,63	32,4
19	22.9.2026	7,15	123,4	**3**	22.9.2026	5,89	31,5
17	21.7.2026	6,63	16,4	**45**	21.7.2026	6,5	12,8
17	22.9.2026	6,81	8,21	**45**	22.9.2026	6,04	10,3
18	21.7.2026	6,74	18,3	**31**	21.7.2026	6,85	23,7
18	22.9.2026	6,15	9,88	**31**	22.9.2026	-	-
39	21.7.2026	5,65	192,8				
39	22.9.2026	6,59	57,8				

Rikastushiekka-altaan vaikutuksen tarkastelemiseksi näytepisteet jaettiin neljään eri ryhmään: rikastushiekka-altaan pohjoispuoli ja Loukonpuro, rikastushiekka-altaan itäpuoli, Vuonosjoki ja sen läheisyys, rikastushiekka-altaan eteläpuoli ja Teyripuro. Kunkin alueen analyysituloksia on koottu taulukoihin 3-28…3-31. Kaikki vuoden 2026 tulokset on koottu liitteeseen 18. Näytepisteet on esitetty kuvassa 3-16.

Alueella vuosikymmeniä jatkunut kaivostoiminta näkyy leimallisesti myös hajakuormitustarkkailussa, erityisesti veden sulfaattipitoisuudessa. Osittain sulfaattipitoisuus voi myös olla alueelle luontaista ja saanut alkunsa kallioperän

Copyright © AFRY Finland Oy

sulfidimineraaleista. Missään pisteessä ei ole havaittu selvää trendiä, vaan pitoisuudet vaihtelevat, luultavasti osittain myös vuodenajan ja vesitilanteen myötä. Veden pH vaihtelee lievästi happamasta lievästi emäksiseen. Rikastushiekka-altaan eteläpuolella pH oli selvästi lähempänä neutraalia ja sulfaattipitoisuus alhaisempi kuin muilla alueilla. Täällä myös aiemman kaivostoiminnan vaikutukset ovat vähäisempiä.

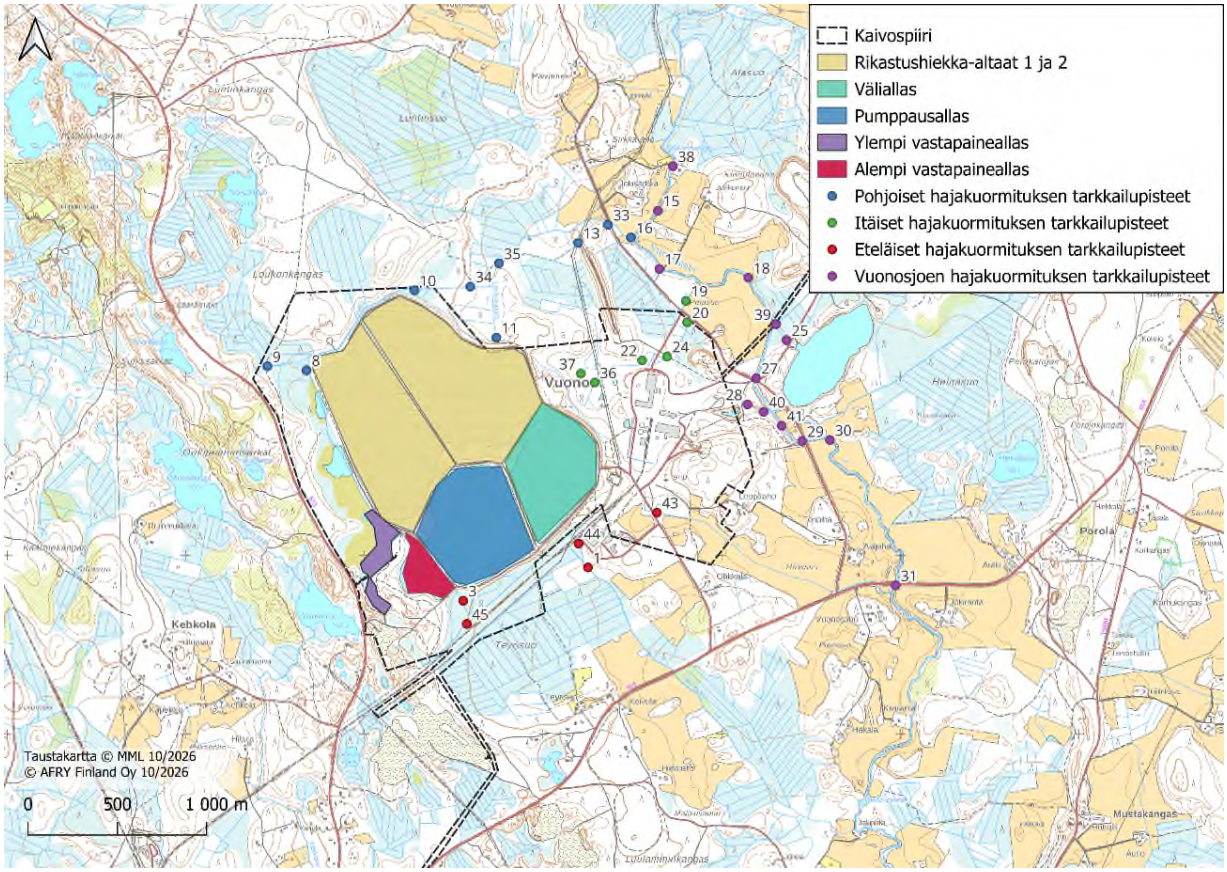
Metallipitoisuuksista nikkeli on selvimmin kohonnut alueellisesti. Myös koboltti- ja kromipitoisuudet ovat paikoin olleet kohonneita. Korkeimmat nikkelipitoisuudet on havaittu pisteissä 11, 13, 19, 22, 24, 28, 29 ja 40. Vuonosjoessa nikkelipitoisuus nousee selvästi pisteessä 27 verrattuna ylempään pisteeseen 18. Vaikka rikastushiekka-altaan itäpuolisissa pisteissä on mitattu korkeita nikkelipitoisuuksia, ei tämä näy Vuonosjoen näytepisteiden 17 ja 18 välisenä erona, vaan nikkelipitoisuudet näissä pisteissä ovat olleet samankaltaiset. Myös pisteessä 36 mitattiin huomattavan korkea nikkelipitoisuus, mutta näytteen sähkönjohtavuuden ja pH:n kenttä- ja laboratoriotulokset poikkeavat toisistaan huomattavasti (pH 5,6 vs. 3,6 ja sähkönj. 0,25 mS/m vs. 250 mS/m), joten tulokseen on suhtauduttava varauksella.

Vuoden 2025 näytteenottokierroksella pisteen 11 nikkelipitoisuus oli kohonnut aiempaan verrattuna, mutta pienentynyt selvästi vuoden 2026 näytteessä. Korkeimmat nikkelipitoisuudet mitattiin vanhan Outokumpu Oy:n avolouhoksen läheisestä ojasta sekä Outokumpu Oy:n toiminnan aikaisesta louhosaltaasta rikastamon ja Outokumpu Oy:n vanhan avolouhoksen välissä.

Pienille ojille on tyypillistä, että niiden virtaamassa on suurta vaihtelua ja välillä virtaus loppuu kokonaan, jolloin on vaikea arvioida, millaisen aikavälin ja tilanteen vedenlaatua näyte edustaa, jos esimerkiksi kesäaikaan vettä on lämpimän sään takia haihtunut.

Näytteenottojen perusteella näyttää kuitenkin siltä, että kartassa esitetyt sivukivialueet tuottavat nikkelikuormitusta, ja Vuonosjoessa havaitut ainepitoisuudet kasvavat sivukivialueiden alapuolisella jokiosuudella. Osa joessa havaitusta nikkelistä on siten mitä todennäköisimmin peräisin Outokumpu Oy:n entisiltä läjitysalueilta. Vuonosjoessa nikkelipitoisuus nousee selvästi pisteessä 27 verrattuna ylempään pisteeseen 18. Vaikka rikastushiekka-altaan itäpuolisissa pisteissä on mitattu korkeita nikkelipitoisuuksia, ei tämä näy Vuonosjoen näytepisteiden 17 ja 18 välisenä erona, vaan nikkelipitoisuudet näissä pisteissä ovat olleet samankaltaiset. Sulfaatin osalta tulokset eivät ole yhtä selkeitä, mutta ainakin pisteiden 13 ja 14 tulokset viittaisivat myös siihen, että sivukivialueilta päätyy sulfaattia ojavesiin ja sitä kautta Vuonosjokeen. Outokumpu Oy:n toiminnan aikana sivukiviä on käytetty mahdollisesti myös maanrakennuksessa, mikä voi osaltaan myös selittää ainepitoisuuksien nousua tietyillä alueilla. 95 % vanhoista sivukivialueista on Pielisen Betonin alueella. Kauppakirjan mukaan Outokumpu Oy:n toiminnan ympäristövaikutukset ovat Outokumpu Oy:n eivätkä maanomistajan tai Mondon vastuulla.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 3-16. Hajakuormitusselvityksen näytteenottopisteet sekä pisteiden jaottelu alueittain.

Taulukko 3-28. Hajakuormitustulokset rikastushiekka-altaan pohjoispuolella ja Loukonpurossa vuosina 2023–26. Suluissa oleva näytepistetunnus on lähellä näytepistettä, mutta ei täysin sama.

Näyte-piste	pvm	pH	Sähkönjoht. mS/m	SO_4 mg/l	As µg/l	Ni µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Zn µg/l
8	19.9.2023	5,2		< 150	<10	10		10	410	
9	25.6.2024	6,6		<150	<17	1		0	18	
9	21.8.2025	6,5		<150	0	0		0	970	
9	28.8.2025	7		<150	<9			0	30	
9	24.9.2026	4,9	3,9	3,4	<1,0	<3,0	3,4	0,55	<3,0	15
10	25.6.2024	6,1		<150	<17	13		0	10	
10	21.8.2025	6,4		1347	0	50		20	250	
10	28.8.2025	7,6		<150	10	10		0	1000	
11	19.9.2023	6,7		1588	<10	30		10	30	
11	25.6.2024	6,7		3106	<17	55		14	10	
11	21.8.2025	5,9		2213	0	230		80	120	
11	24.9.2026	6,5	210	1300	<1,0	110	9,9	27	<3,0	140
13	16.10.2024	3,6		286	0	1230		160	30	
13	23.7.2026	6,3	160	1000	<1,0	24		12	<3,0	24
13	24.9.2026	5,1	100	530	1,2	51	17	19	<3,0	110
16	19.9.2023	5,9		297	<10	30		20	30	
(33)	16.10.2024	6.2		1223	0	97		40	120	
33	21.8.2025	6,5		1533	0	70		30	310	

Copyright © AFRY Finland Oy

Näyte-piste	pvm	pH	Sähkönjoht. mS/m	SO_4 mg/l	As µg/l	Ni µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Zn µg/l
33	28.8.2025	6.5		789	<9	30		0	0	
33	23.7.2026	6,4	150	900	<1,0	24		12	<3,0	22
33	24.9.2026	5,0	92	470	<1,0	45	16	18	<3,0	100
34	23.7.2026	5,7	95	520	<1,0	37		22	<3,0	29
34	24.9.2026	4,9	18	63	3,1	21	10	6,2	<3,0	33
35	25.6.2024	5,8		168	<17	20		10	128	
35	28.8.2025	6,7		1216	<9	60		0	150	

Taulukko 3-29. Hajakuormitustulokset rikastushiekka-altaan itäpuolella vuosina 2023–26.

Näyte-piste	pvm	pH	Sähkön-joht. mS/m	SO_4 mg/l	As µg/l	Ni µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Zn µg/l
19	25.6.2024	7,2		382	<17	133		10	16	
19	23.7.2026	7,1	110	530	<1,0	73		7,9	<3,0	44
19	24.9.2026	7,0	130	680	<1,0	250	15	42	<3,0	260
20	19.9.2023	4,9		< 150				10	30	
20	25.6.2024	7,3		428	<17	143		10	90	
22	24.9.2026	6,5	140	820	<1,0	220	13	72	<3,0	360
24	25.6.2024	7,2		432	<17	168		10	16	
36	24.9.2026	3,4	250	1600	<1,0	1900	210	760	7,0	5800
37	19.9.2023	5,2		228				170	50	

Taulukko 3-*30*. Hajakuormitustulokset Vuonosjoessa ja sen lähialueen pisteissä vuosina 2023–26. Suluissa oleva näytepistetunnus on lähellä näytepistettä, mutta ei täysin sama.

Näytepiste	pvm	pH	Sähkönjoht. mS/m	SO_4 mg/l	As µg/l	Ni µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Zn µg/l
15	16.10.2024	5,8		< 150	0	5		0	0	
15	21.8.2025	6,5		<150	0	3		10	340	
17	19.9.2023	4,9		< 150	<10	<10		<10	60	
17	16.10.2024	5,6		< 150	0	8		0	20	
17	21.8.2025	6,4		<150	0	10		0	40	
17	24.9.2026	5,2	8,4	22	<1,0	4,9	3,9	2,0	<3,0	18
18	16.10.2024	5,6		< 150	0	8		0	170	
18	21.8.2025	6,4		<150	0	10		0	200	
(18)	24.9.2026	5,2	10	31	<1,0	8,3	4,5	2,7	<3,0	20
25	16.10.2024	6,5		< 150	0	13		0	30	
27	16.10.2024	5,8		< 150	0	16		0	0	
27	21.8.2025	6,4		<150	0	50		0	470	
27	23.7.2026	6,6	22	77	<1,0	32		2,8	<3,0	9,1

Copyright © AFRY Finland Oy

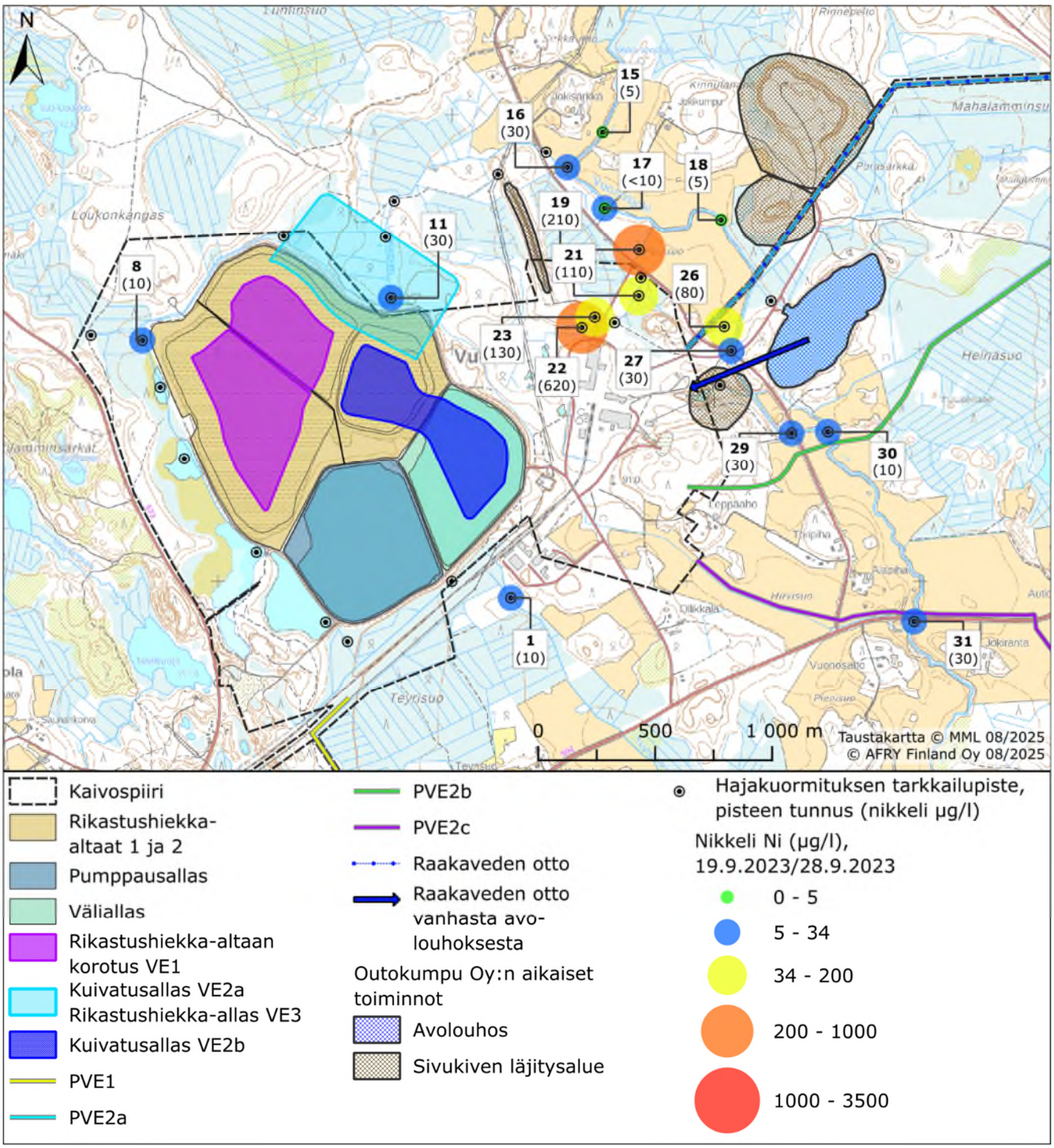
Näytepiste	pvm	pH	Sähkönjoht. mS/m	SO_4 mg/l	As µg/l	Ni µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Zn µg/l
27	24.9.2026	5,2	11	34	<1,0	15	4,6	2,7	<3,0	21
28	23.7.2026	4,0	84	360	1,4	2400		620	<3,0	5000
(28)	24.9.2026	3,9	77	340	1,3	2500	1500	620	<3,0	5800
29	23.7.2026	6,7	23	79	<1,0	49		5,1	<3,0	20
29	24.9.2026	5,2	11	37	<1,0	20	9,4	4,1	<3,0	26
30	23.7.2026	6,7	22	80	<1,0	46		4,9	<3,0	19
30	24.9.2026	5,2	11	35	<1,0	21	9,6	4,3	<3,0	26
(30)	19.9.2023	4,9		< 150	<10	10		<10	30	
31	16.10.2024	5,7		< 150	0	17		0	0	
31	21.8.2025	6,4		<150	0	50		0	30	
31	23.7.2026	6,8	23	80	<1,0	46		4,5	<3,0	17
31	24.9.2026	5,3	11	35	<1,0	21	9,8	4,2	<3,0	28
38	24.9.2026	5,1	5,4	8,9	<1,0	3,8	3,7	1,6	<3,0	17
39	23.7.2026	5,3	200	1200	<1,0	770		27	<3,0	140
39	24.9.2026	5,6	59	260	<1,0	350	4,9	8,9	<3,0	98
40	24.9.2026	6,7	30	99	1,1	440	41	44	<3,0	210
41	16.10.2024	5,7		< 150	0	15		0	410	
41	21.8.2025	6,4		<150	0	60		0	0	
41	23.7.2026	6,6	23	86	<1,0	51		5,2	<3,0	22
41	24.9.2026	5,2	11	35	<1,0	21	10	4,4	<3,0	31

Taulukko 3-*31*. Hajakuormitustulokset rikastushiekka-altaan eteläpuolella Teyripurossa vuosina 2023–26.

Näytepiste	pvm	pH	Sähkönjoht. mS/m	SO_4 mg/l	As µg/l	Ni µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Zn µg/l
1	19.9.2023	6,7		< 150	<10	10		<10	20	
1	25.6.2024	6,8		<150	<0,17	29		0	8	
3	23.7.2026	6,8	32	130	<1,0	16		1,2	<3,0	45
3	24.9.2026	7,3	32	120	<1,0	24	<3,0	1,9	<3,0	86
43	24.9.2026	6,6	22	62	1,3	110	33	5,0	5,4	24
44	25.6.2024	6,7		<150	<0,17	23		0	50	
44	25.6.2024	6,6		<150	<0,17	17		0	8	
44	23.7.2026	7,1	50	190	<1,0	15		2,1	<3,0	14
44	24.9.2026	7,2	42	160	<1,0	32	<3,0	1,8	<3,0	28
45	24.9.2026	6,3	11	32	<1,0	<3,0	<3,0	<0,50	<3,0	<5,0

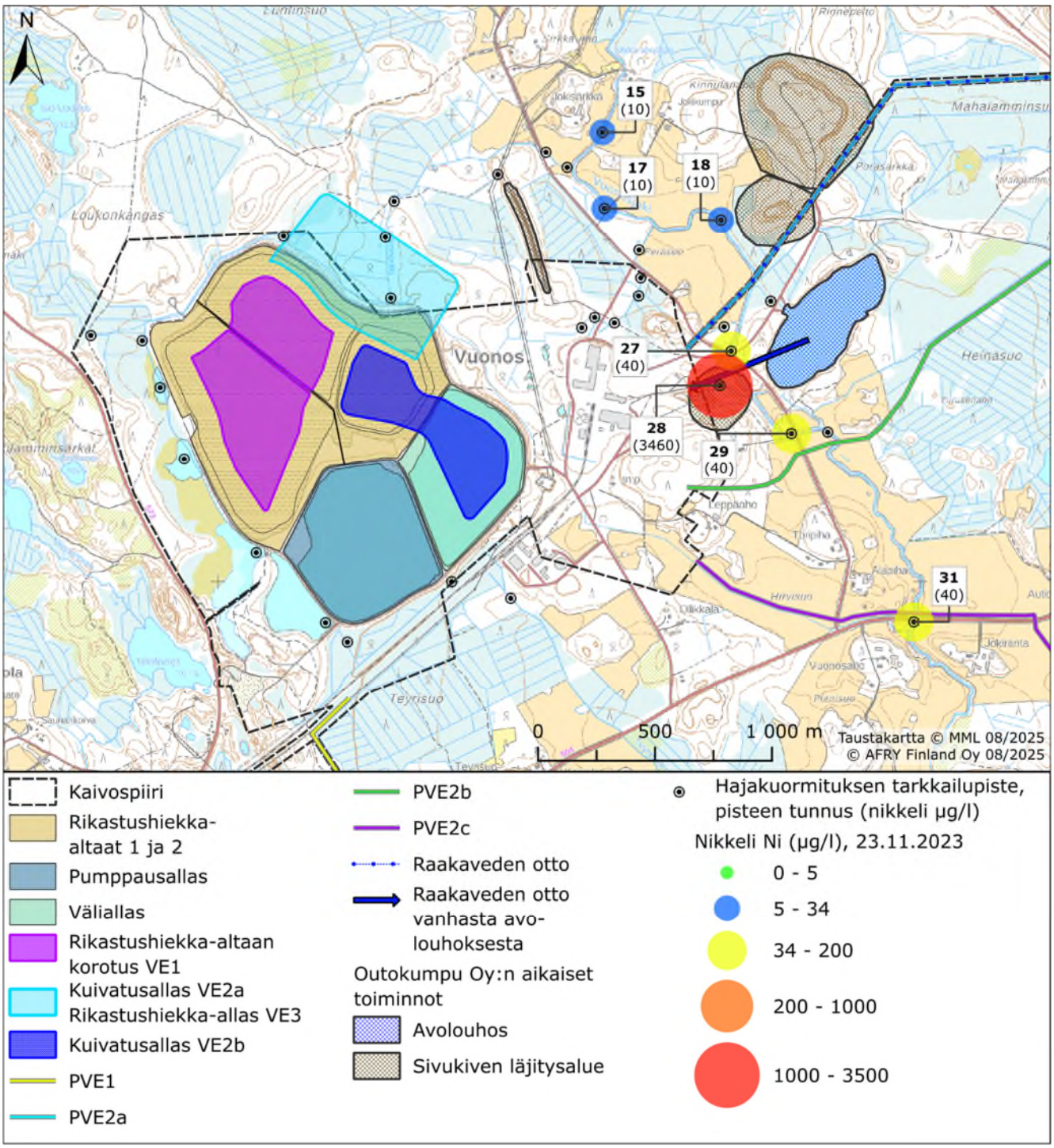
Copyright © AFRY Finland Oy

a)



Copyright © AFRY Finland Oy

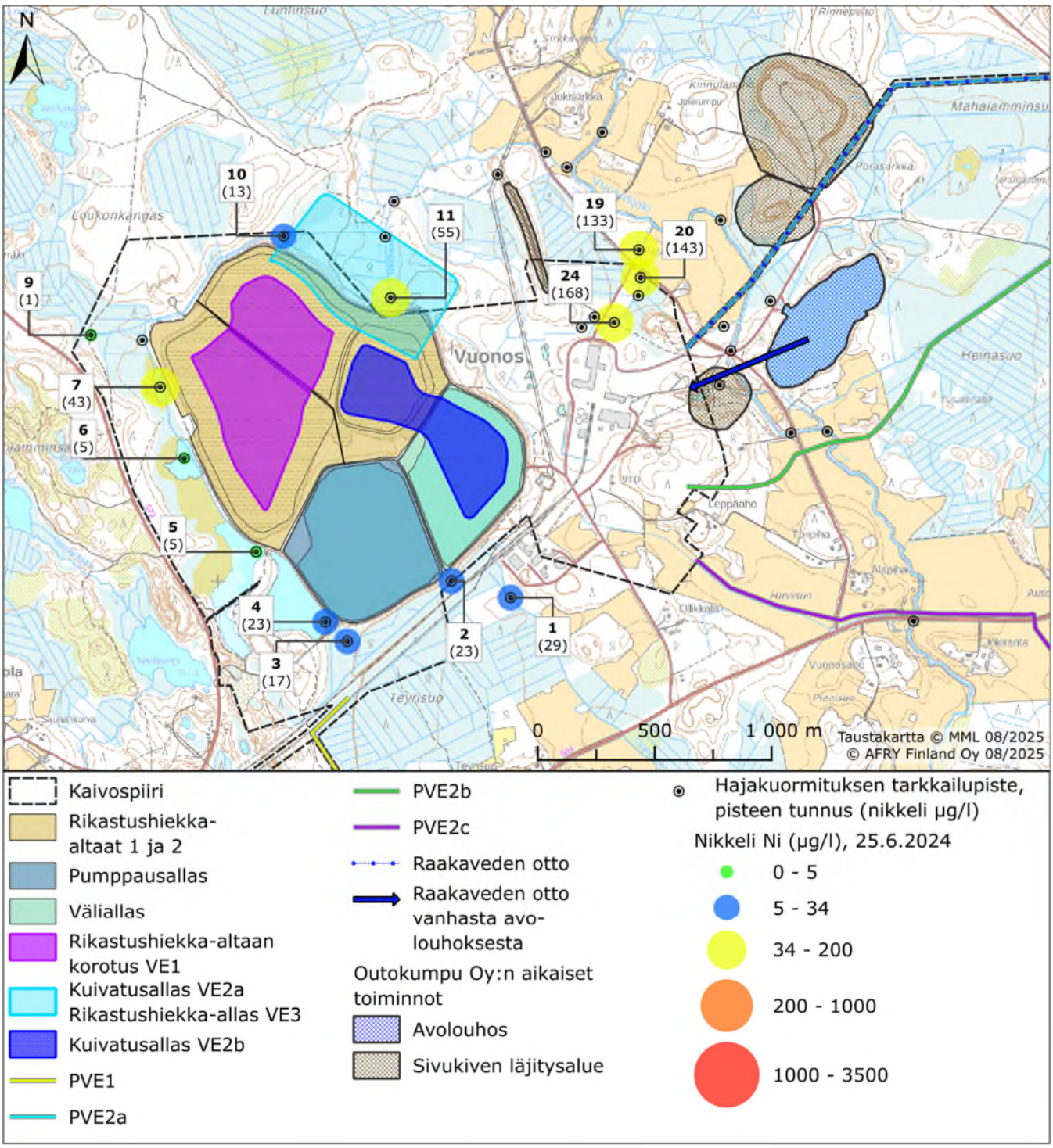
b)



Kuva 3-17. Nikkelipitoisuudet hajakuormitusselvityksen tarkkailupisteillä vuonna 2023, a) 19.9.2023/28.9.2023 ja b) 23.11.2023.

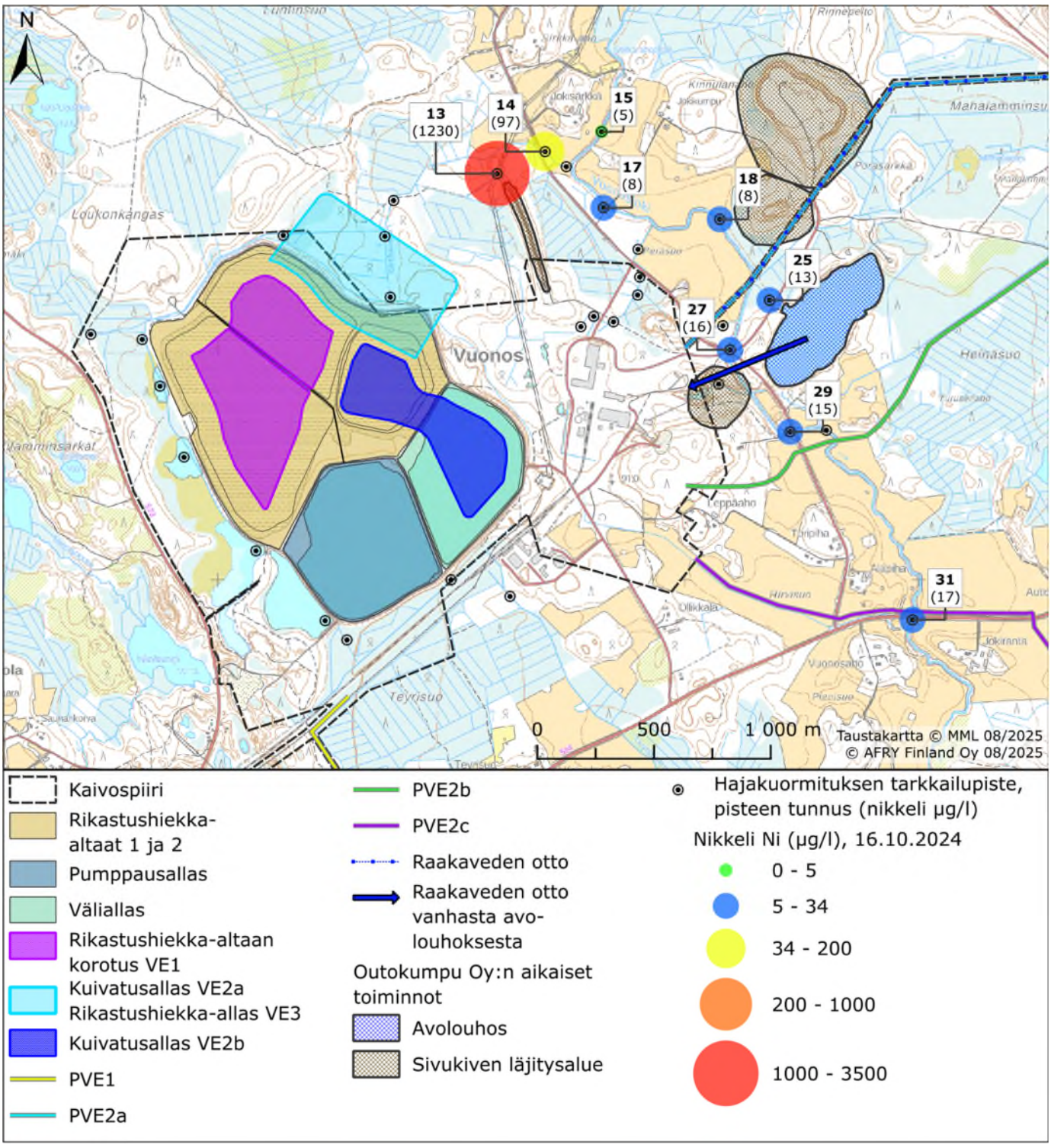
Copyright © AFRY Finland Oy

a)



Copyright © AFRY Finland Oy

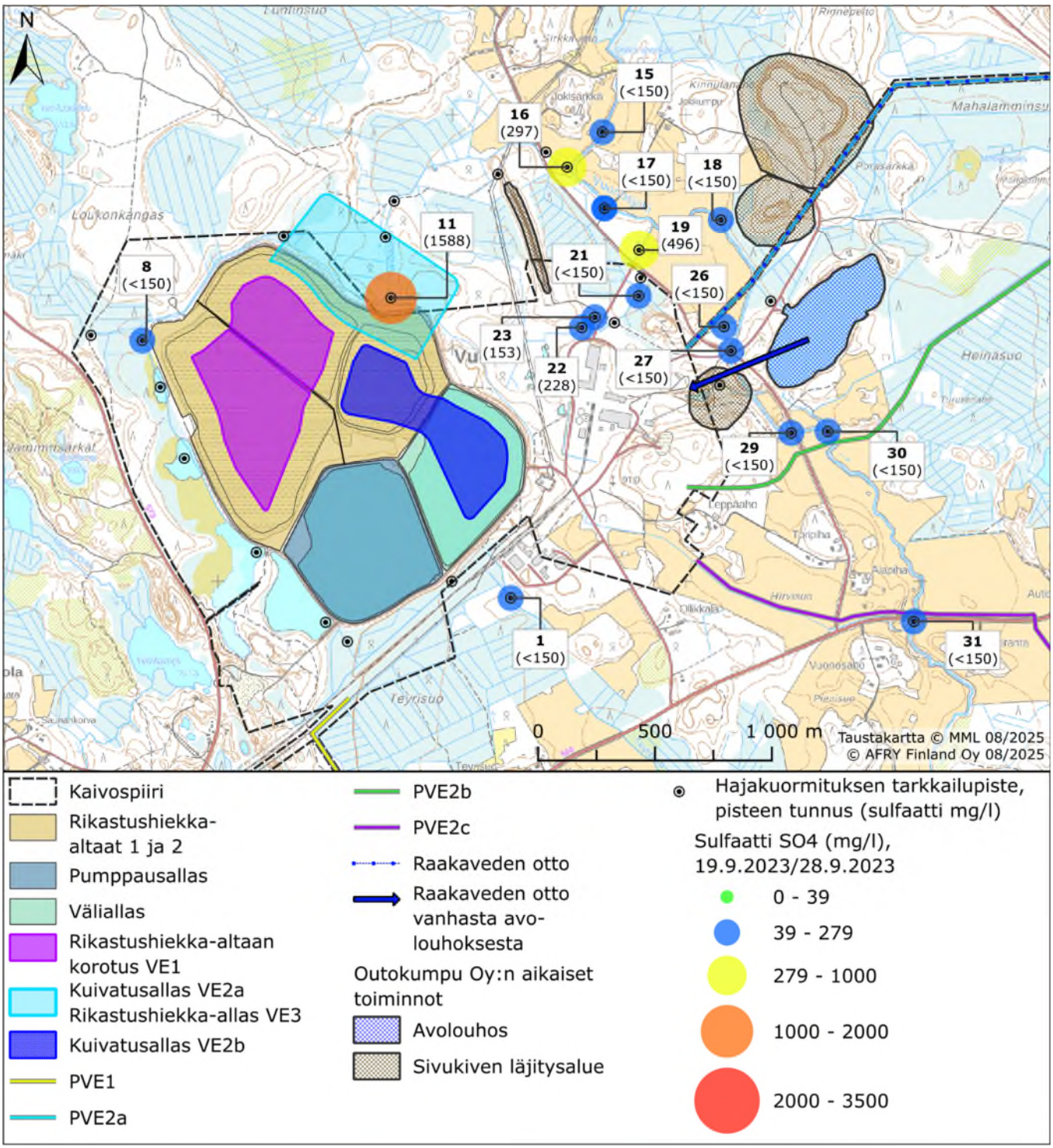
b)



Kuva 3-18. Nikkelipitoisuudet hajakuormitusselvityksen tarkkailupisteillä vuonna Nikkelipitoisuudet hajakuormitusselvityksen tarkkailupisteillä vuonna 2024, a) 25.6.2024 ja b) 16.10.2024.

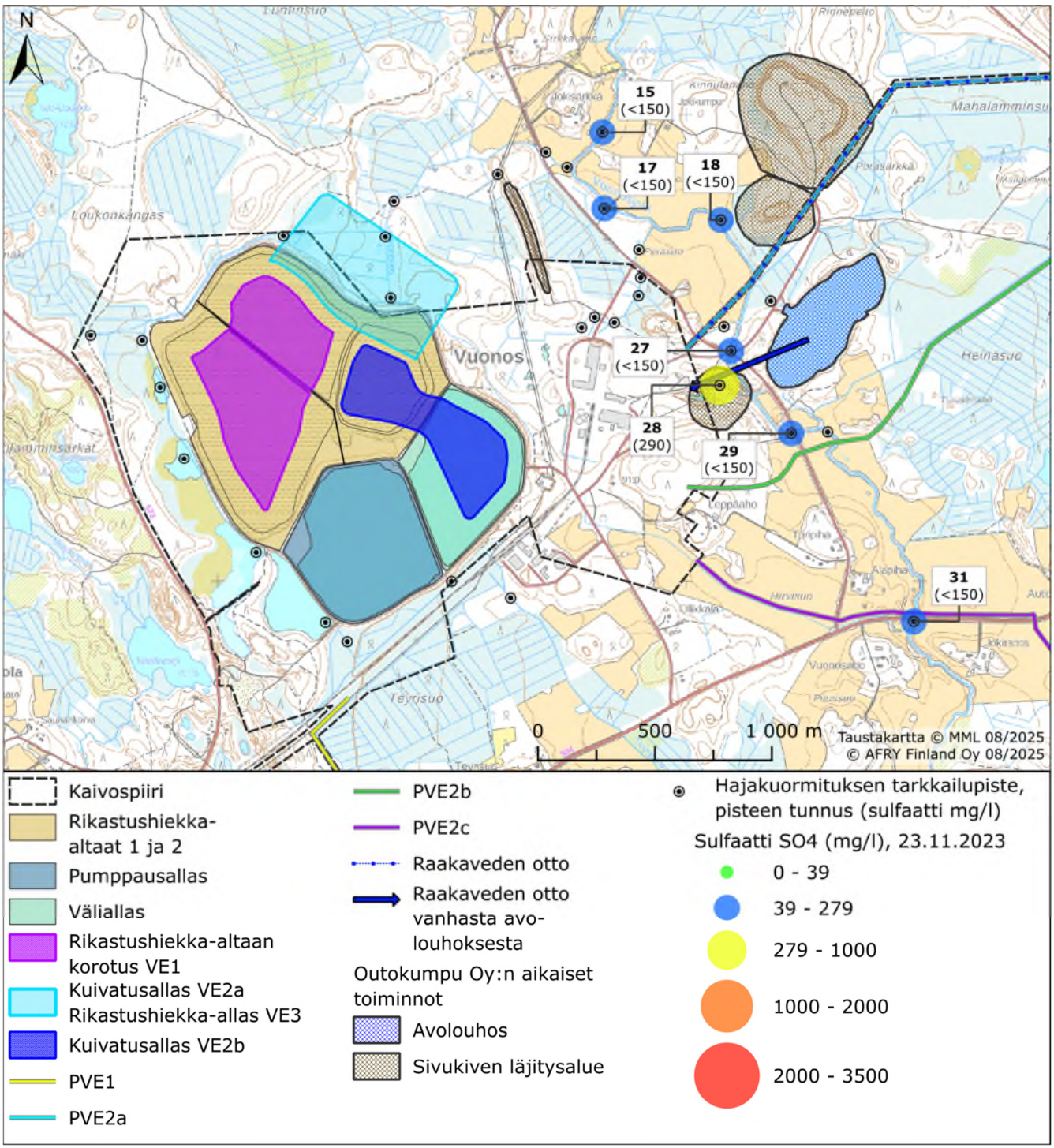
Copyright © AFRY Finland Oy

a)



Copyright © AFRY Finland Oy

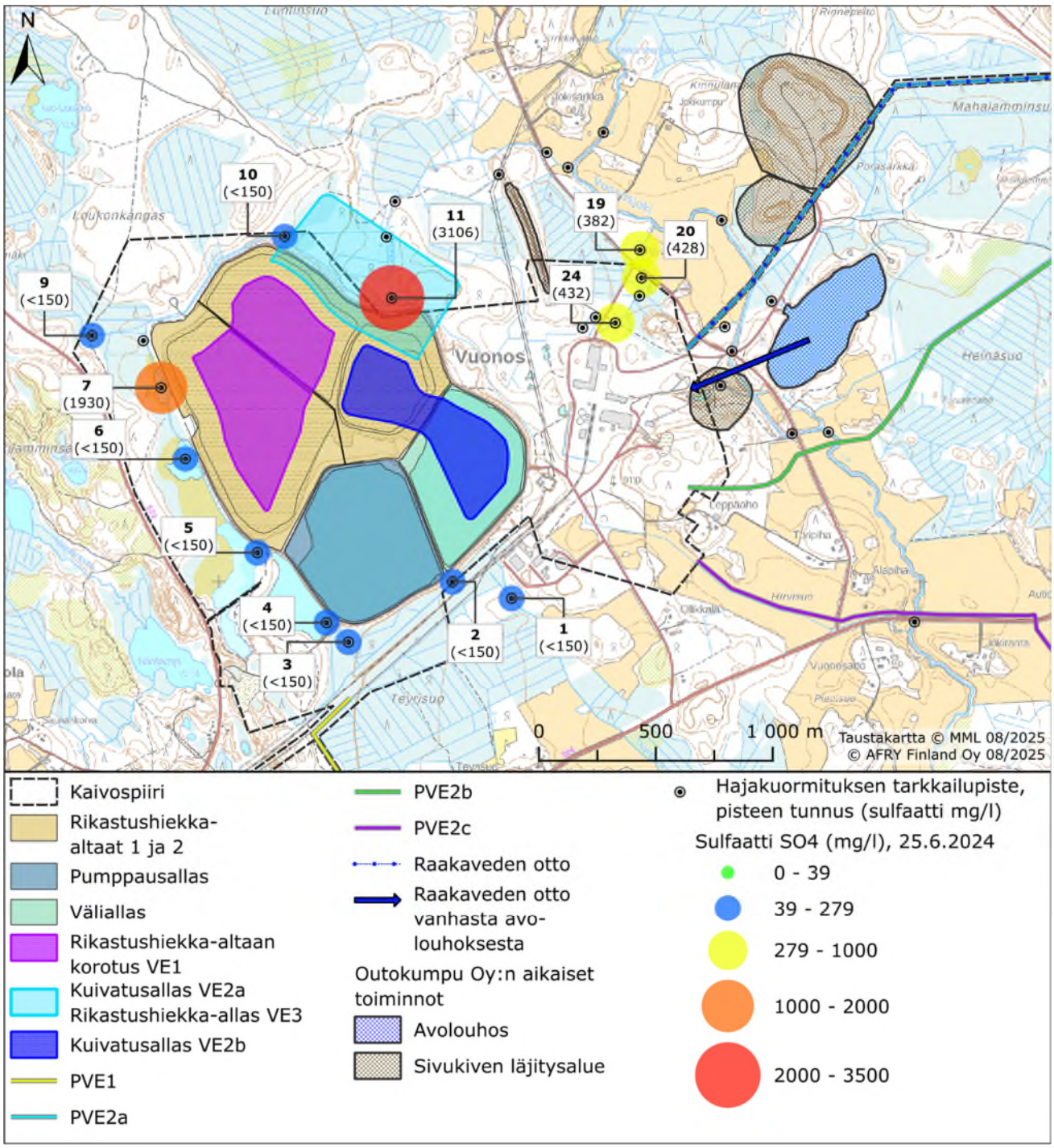
b)



Kuva 3-19. Sulfaattipitoisuudet hajakuormitusselvityksen tarkkailupisteillä vuonna 2023, a) 19.9.2023/28.9.2023 ja b) 23.11.2023.

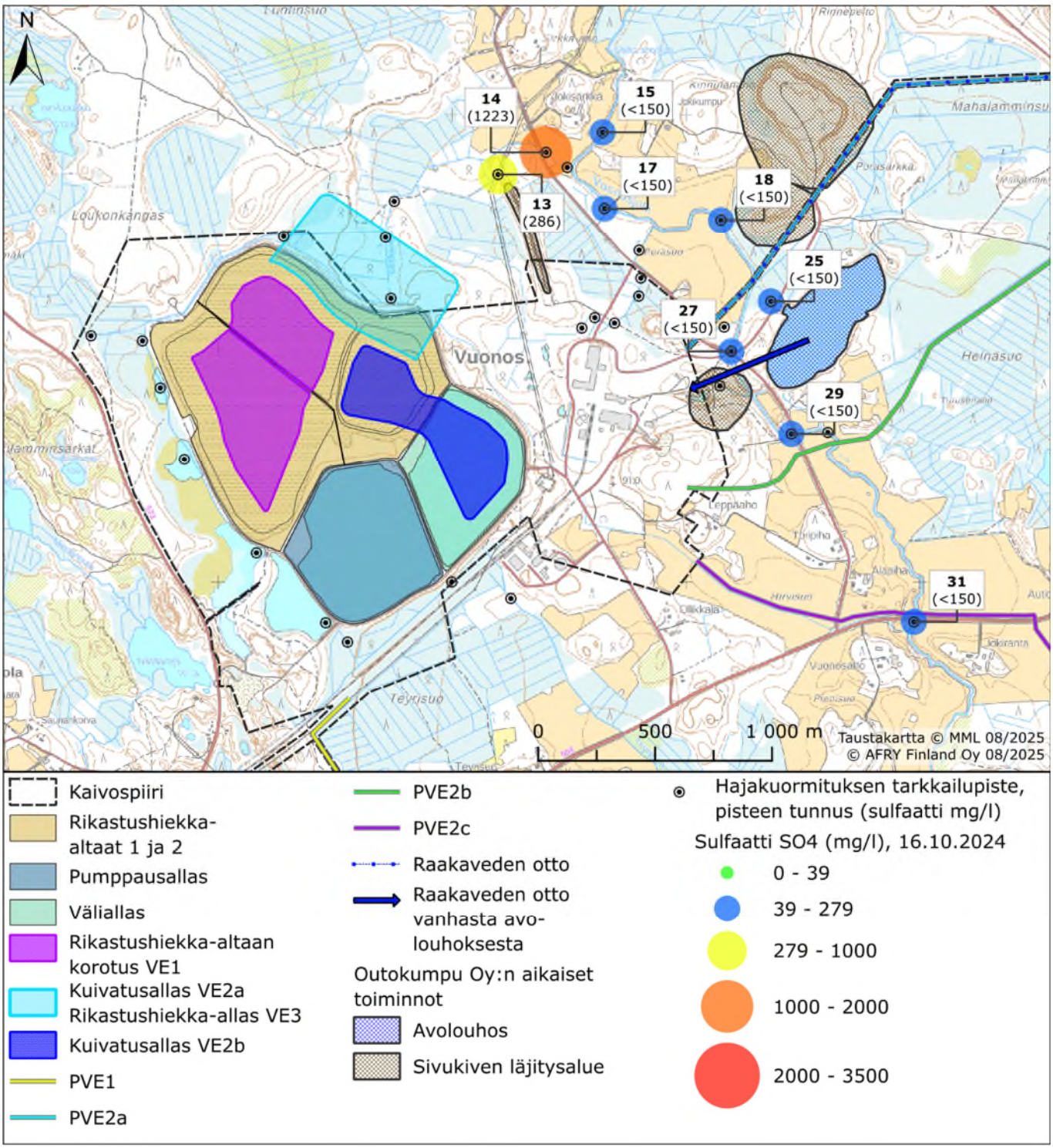
Copyright © AFRY Finland Oy

a)



Copyright © AFRY Finland Oy

b)



Kuva 3-*20*. Sulfaattipitoisuudet hajakuormitusselvityksen tarkkailupisteillä vuonna 2024, a) 25.6.2024 ja b) 16.10.2024.

Copyright © AFRY Finland Oy

3.8 Kemikaalit ja polttoaineet

Kemikaalit

Rikastuskemikaaleja käytetään erottamaan haluttu erotettava fraktio jauhetusta kiviaineksesta. Talkin rikastuksessa käytetään talkkivaahdotetta. Nikkelirikastuksessa käytetään vaahdotus- ja painajakemikaaleja sekä suodatusapuainetta.

Talkkilietteiden valmistuksessa käytetään pigmenttien dispergointiaineita ja lietteiden stabilointiaineita sekä mikrobien torjunta-aineita.

Vesien käsittelyssä käytetään pääosin sammutettua kalkkia eli kalsiumhydroksidia. Tarvittaessa vesienkäsittelyssä käytetään natriumhydroksidia. Tarvittaessa käytetään vähäisiä määriä ferrisulfaattia arseenin saostamiseen ja natriumhypokloriittia liettoveden mikrobien hallintaan.

Taulukko 3-32. Rikastamolla, vesienkäsittelyssä ja talkkitehtaalla käytettävät kemikaalit, niiden käyttökohteet ja vuotuiset käyttömäärät vuosina 2024-2025.

Kemikaali	Kulutus (t/a) 2024	Kulutus (t/a) 2025
Rikastuskemikaalit	116	98
- josta ksantaattia	7	15
Vesienkäsittelykemikaalit	365	361
Liettokemikaalit	512	313

Polttoaineet

Polttoaineiden kokonaiskulutus (tuotanto ja lämmitys yhteensä) vuonna 2025:

- **Nestekaasu**
  - Tehollinen lämpöarvo: 46,3 MJ/kg
  - Tyypillinen rikkipitoisuus p - %: 0,0
  - Käytetty määrä yhteensä: 387 tn
    - Josta lämmitykseen käytetty: 119 tn
    - Tuotantoon (talkin kuivaus) käytetty: 268 tn

Nestekaasua käytetään tuotantolaitosten lämmitykseen rikastamon 2,9 MW:n nestekaasukattilalla sekä talkin kuivaukseen tuotannossa. Nestekaasukattilalla tuotettiin 1,5 GWh energiaa vuonna 2025.

- **Kevyt polttoöljy**
  - Tehollinen lämpöarvo: 43,2 MJ/kg
  - Tyypillinen rikkipitoisuus p - %: 0,0
  - Käytetty määrä, josta: 34 tn
    - Lisälämmittimiin: 19 tn
    - Työkoneisiin: 9 tn
    - Lämmityskattilaan: 6 tn

Copyright © AFRY Finland Oy

Talkkirikasteen kuivaamiseen käytettiin vuonna 2025 268 tonnia nestekaasua. Kevytpolttoöljyä käytettiin 34 tonnia lämmitykseen ja työkoneisiin.

3.9 Energian tuotanto ja käyttö

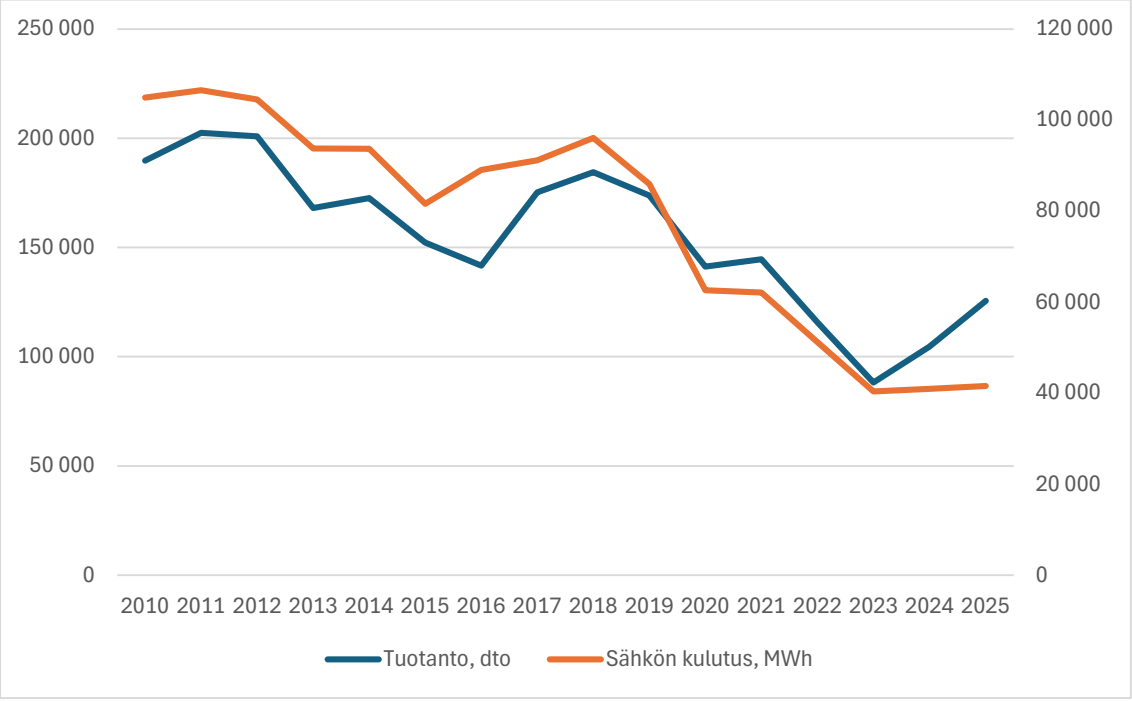
Rikastamon ja talkkitehtaan toiminnassa käytetty energia koostuu ostetusta sähköstä, nestekaasusta ja kevytpolttoöljystä.

Nestekaasua käytetään tuotantolaitosten lämmitykseen rikastamon 2,9 MW:n kattilalla ja tuotannossa rikasteen kuivaukseen. Tehdasalueen lisä- ja varalämmitysjärjestelmänä toimii mikrotalkkitehtaan 0,81 MW:n kevytpolttoöljykattila ja vuokrattavat kevytpolttoöljykäyttöiset lisälämmittimet. Kattiloiden savukaasuja ei käsitellä. Liettoprosessissa tarvittava höyry tuotetaan 0,225 MW:n sähkökattilalla.

Nestekaasua varastoidaan laitosalueella 99 m^3:n maanpäällisessä kaasusäiliössä ja kevyttä polttoöljyä maanpäällisessä kaksivaippaisessa 30 m^3:n säiliössä. Kevytpolttoöljyä käytetään trukkien ja pyöräkoneiden tankkaukseen sekä vuokrattuihin lisälämmittimiin.

Talkkitehtaan raskaspolttoöljykattilan käyttö on lopetettu 9.5.2007. Kattila on saatettu teknisesti käyttökelvottomaan kuntoon ja päästölupa on peruttu 2020 lopussa.

Vuosittaisen sähkönkulutuksen keskiarvo vuosina 2010–2025 on ollut noin 80 GWh. Viime vuosina sähkönkulutus on vähentynyt ja vuosien 2020–2025 sähkönkulutuksen keskiarvo on ollut 50 GWh. Vuonna 2025 sähköä ostettiin 42 GWh (Kuva 3-21).



Kuva 3-21. Sähkön kulutus ja tuotanto tonneina vuosina 2010–2025.

3.10 Muut jätteet

Nykytilan mukaisessa toiminnassa syntyvät muut jätejakeet kuin kaivannaisjätteet on esitetty taulukossa 3-33 vuosien 2024 ja 2025 osalta.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-33. Syntyneet jätteet ja jätemäärät vuosilta 2024–2025.

Jäteryhmä	Syntynyt jäte (tonnia)2024	Syntynyt jäte (tonnia)2025
Biojäte	5	5
Energia	17	15
Kyllästetty puu	8	0
Pahvi	1	1
Pakkauslasi	0	0
Puujäte	15	12
Rakennusjäte	12	12
Sekajäte	10	9
Sähkö- ja elektroniikkaromu	1	1
Teräsromut	52	52
Vaaralliset jätteet	2	8
Yhteensä	122	115

3.11 Päästöt ilmaan

Tehdasalueella syntyy pölypäästöjä lähinnä hajakuormituksesta. Pölyämistä aiheutuu erityisesti rikastushiekka-alueelta, mutta myös kuljetuksista ja malmin jatkokäsittelystä. Malmi tuodaan Vuonoksen rikastamolle rekoilla. Kuormat on peitetty, mutta pölyämistä tapahtuu leukamurskaimen edessä, kun malmia kipataan autosta murskaimeen. Prosessia ei kastella.

Rikastushiekka on hienojakoista, joten kuivana se pölyää herkästi. Syntyvä pöly kertyy pääasiassa tehdasalueen välittömään läheisyyteen, koska ympäröivä metsä pidättää tehokkaasti etäämmälle leviävää pölyä ja vain pieni osa pölystä leviää kauemmas toiminta-alueen ulkopuolelle. Rikastushiekka-allas itsessään ei pölyä, koska rikastushiekka on märkää. Padon ulkoluiskat ja erityisesti harjat ovat kuitenkin kuivemmat ja ne voivat sopivissa olosuhteissa pölytä. Pölyämisen suhteen riskialttiimpia vuodenaikoja ovat loppukevät ja alkukesä, jolloin voi olla pidempiä jaksoja kuivaa ja tuulista. Ilmankosteustaso on silloin myös alhaisempi.

Ilmapäästöjä syntyy lämmityskattiloiden käytöstä (nestekaasu ja kevytpolttoöljy) ja talkin kuivauksesta. Vuonoksen ympäristölupamääräyksissä ei ole velvoitetta ilmapäästöjen tarkkailuun. Polttoaineiden käytöstä muodostuvat ilmapäästöt on laskettu Tilastokeskuksen päästökertoimien (Tilastokeskus 2025) ja SYKE:n ohjeistuksen (Suomen ympäristökeskus 2005) avulla. Vuosien 2022–2025 päästöt on esitetty taulukossa 3-34.

Toiminnasta aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä, joita tarkastellaan hankkeen ilmastovaikutusten yhteydessä (luku 20).

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-34. Vuosien 2022–2025 hiukkaspäästöt.

		Kulutus ton	Energia TJ	Hiukkaset ton	CO_2 ton	NO_x ton	SO_2 ton
Raskaspolttoöljy	POR-kattilalaitos	0	0	0	0	0	0
Nestekaasun kulutus 2025	Tuotanto (kuivaus)	268	12		807	0,87	
	Tehtaan lämmitys (rikastamo)	119	6		358	0,39	
	Yhteensä	**387**	**18**		**1 164**	**1,26**	
	Yhteensä 2024	387	18		1 163	1,25	
	Yhteensä 2023	335	16		1 007	1,09	
	Yhteensä 2022	538	25		1 617	1,74	
Kevytpolttoöljyn kulutus 2025	Höyrykontti (lietto)	0	0,0		0	0,00	
	Työkoneet + lämmitys	28	1,2		84	0,12	
	Tehtaan varalämmitys (mikro)	6	0,2		16	0,02	
	Yhteensä	**34**	**1,5**		**100**	**0,15**	
	Yhteensä 2024	55,2	2,4		164	0,24	
	Yhteensä 2023	49,4	2,1		146	0,21	
	Yhteensä 2022	52,8	2,3		156	0,23	
Suotimien pölypäästöt 2025	Murskaus			0,67			
	Höyryjauhatus			0,00			
	Mekaaninen jauhatus 1 (rikastamo)			0,16			
	Mekaaninen jauhatus 2 (mikro)			1,04			
	Paineilmajauhatus			0,57			
	Siilosuotimet			0,09			
	Atrex 3			0,09			
	Kuulamyllyn ympäristön pölynpoisto / Rikastamo			0,73			
	Atrex 1/2 pölynpoisto			0,17			
	Yhteensä			**3,50**			
	Yhteensä 2024			3,4			
	Yhteensä 2023			3,2			
	Yhteensä 2022			4,3			
YHTEENSÄ				**3,50**	**1 264**	**1,401**	**0,00**

Nestekaasu: Energia 46,3 GJ/ton, CO2-päästöt 64,9 t /TJ hapetuskerroin 1,0 (Tilastokeskus)
NO2-päästöt 70 mg/MJ (Päästötietojen tuottamismenetelmät - Energiantuotanto, SYKE 2005)
Kevytpolttoöljy: Energia 43,2 GJ/ton, CO2-päästöt 68,9 t/TJ, hapetuskerroin 1,0 (Tilastokeskus)
NO2-päästöt 100 mg/MJ (Päästötietojen tuottamismenetelmät - Energiantuotanto, SYKE 2005)
Suotimien pölypäästöt lasketaan suotimien suodinmateriaalien takuuarvojen (mg/m^3) ja suotimien läpimenneen ilmamäärän (m3/vrk) avulla.

3.12 Liikenne

Alueen liikenne jakautuu maantieliikenteeseen, tuotantoalueen sisäiseen liikenteeseen ja junaliikenteeseen. Maantieliikenne koostuu tehdasalueen työntekijöiden työmatkaliikenteestä ja raskaasta liikenteestä. Erilaiset toiminnassa tarvittavat kemikaalit ja muut tuotteet tuodaan tehtaalle rekka- ja säiliöautoilla. Myös osa lopputuotteiden kuljetuksesta hoidetaan rekoilla. Alueen sisäinen liikenne koostuu pääasiassa erilaisista työkoneista. Malmi tuodaan Polvijärven kaivoksilta kasettiautoilla. Nykyisellä tuotantomäärällä (125 000 tonnia vuodessa) malmia kuljetetaan Polvijärven kaivoksilta rikastamolle keskimäärin noin 100 kuormaa viikossa. Junaliikenne on erilaisten talkki- ja nikkelituotteiden kuljetusta.

Tehdasalueelta lähtevät talkkituotteiden kuljetukset hoidetaan sekä juna- että maantiekuljetuksina. Nykyisellä tuotantomäärällä maantiekuljetuksia on noin 22 kuljetusta viikossa.

Tehtaalle tuodaan nykyisellä tuotantomäärällä rikastus- ja vesienkäsittelykemikaaleja keskimäärin neljä rekka- tai säiliöautollista kuukaudessa sekä nestekaasua kuivatukseen ja

Copyright © AFRY Finland Oy

lämmitykseen keskimäärin kaksi kuljetusta kuukaudessa. Kuormat tuodaan ja puretaan yleensä päiväsaikaan, mutta tarvittaessa tulevaa tavaraa voidaan purkaa iltaisinkin.

3.13 Sulkemissuunnittelu ja sulkemista koskevat yleiset vaatimukset

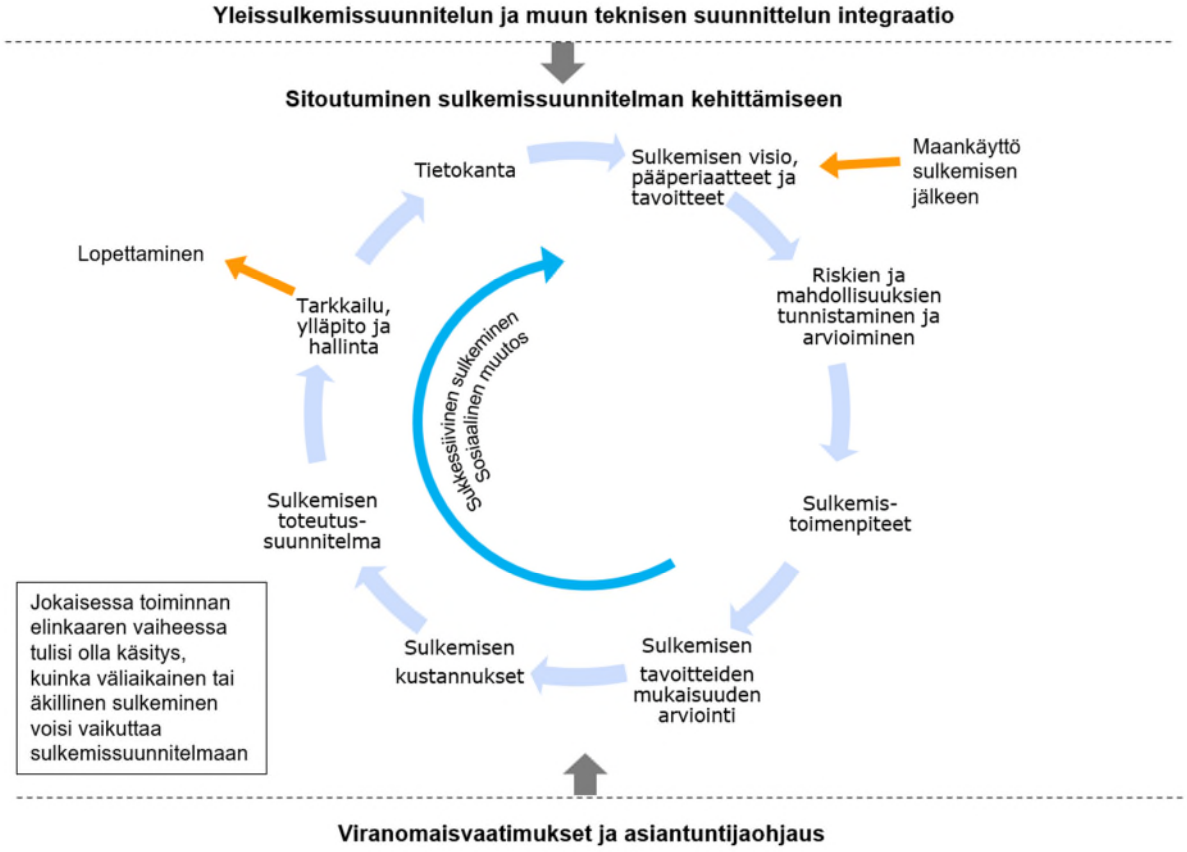
Toiminnan sulkeminen toteutetaan lainsäädännön vaatimusten ja viranomaispäätösten velvoitteiden mukaisesti. Sulkemisen suunnittelussa huomioidaan yleiset ohjeistukset ja suositukset. Koko teollisuustoiminnan sulkemiseen liittyy monia säädöksiä.

3.13.1 Yleiset sulkemissuunnittelun periaatteet

Yleisten kansainvälisten suositusten mukaan sulkemissuunnittelu tarkentuu vaiheittain ja päivitysten kautta (mm. ICMM 2019, Vastuullisen kaivostoiminnan verkosto 2017). Sulkemissuunnittelu on iteratiivinen prosessi, jossa tunnistetut riskit ja vaikutukset ohjaavat työtä (ICMM 2019). Sulkemissuunnitelma tarkentuu vaiheittain hankesuunnittelun ja aluetta koskevien tietojen tarkentuessa. Esimerkki sulkemissuunnittelun kulusta on esitetty kuvassa 3-22.

Vaiheittain tarkentuvassa sulkemissuunnittelussa tarkistetaan kaavailtujen sulkemistoimenpiteiden riittävyys aina vaikutusten- ja riskinarviointien tarkentuessa. Sulkemistoimenpiteiden suunnitelma perustuu kokemusperäiseen arviointiin ja esimerkiksi peittorakenteita koskeviin BAT-päätelmiin. Sulkemisen toimenpideratkaisu tarkastetaan arvioimalla millaiset ympäristövaikutukset ja jäännösriskit liittyvät kohteeseen, jos se suljetaan toimenpideratkaisun mukaisesti. Jos vaikutukset tai jäännösriskit eivät ole hyväksyttävissä, palataan toimenpidesuunnitteluun ja laaditaan paranneltu toimenpideratkaisu. Tämän jälkeen vaikutukset ja riskit arvioidaan uudelleen. Riskien ja vaikutusten arviointi on osa sulkemissuunnittelua myös BAT-päätelmien mukaisesti. Esimerkiksi peittorakenteita käsittelevät parhaat käytännöt (BAT 38) viittaavat vaikutusarvioinnin ja riskinarvioinnin tarpeeseen (BAT 5, EC 2018).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 3-22. Esimerkki sulkemissuunnittelun kehämäisyydestä ja kokonaisuuden osista ICMM:n (2019) mukaan. Esimerkki soveltuu yleisesti teollisen toiminnan sulkemisen suunnittelun toteutukseen.

Ympäristövaikutusten arviointivaiheessa sulkemisen jälkeisten numeeristen kuormitus- ja vaikutusarvioiden laatimista estää usein vaihtoehtojen määrä, huomioiden numeerisen arvioinnin hitauden ja koostumisen lukuisista peräkkäisistä työvaiheista. Ympäristölupavaiheessa numeerinen vaikutusarviointi on tarpeen, jotta voidaan vahvistaa kaavailtujen sulkemistoimenpiteiden riittävyys siten, että esimerkiksi vastaanottavan vesistön tila ei vaarannu sulkemisen jälkeen.

Sulkemissuunnitelmaa tarkistetaan ja päivitetään säännöllisesti myös tuotantovaiheessa. Tuotannon aikana sulkemissuunnitelman päivitystarpeen voi laukaista myös muutos kaivoksen toiminnassa. Sulkemisvaiheen lähestyessä, yksityiskohtaisessa sulkemissuunnitelmassa numeeriset arviot ovat niin tarkkoja, että niiden perusteella voidaan suorittaa sulkemistyön urakkahankinnat ja määritellä toimeenpanon kone- ja työvoimatarpeet yksityiskohtaisine aikatauluineen.

3.13.2 Sulkemisen tavoitteet

Toiminnan sulkemisen tavoitteet muodostuvat lainsäädännön määräyksistä, tunnetuista hyvistä käytännöistä, paikallisen ympäristön erityisvaatimuksista sekä tunnistetuista riskeistä ja mahdollisuuksista.

Sulkemisen, kunnostamisen ja jälkihoidon yleiset tavoitteet ovat:

- Alue saatetaan fyysisesti ja kemiallisesti mahdollisimman stabiiliin tilaan.

Copyright © AFRY Finland Oy

- Kaivannaisjätteen jätealueen vaikutusalue kunnostetaan tyydyttävään tilaan.
- Alueesta ja siellä olevista rakenteista ei aiheudu haittaa tai vaaraa ympäristölle, eläimille tai ihmisille lyhyellä eikä pitkällä aikavälillä.
- Tarve suljetun alueen aktiiviseen ylläpitoon ja hoitoon pitkällä aikavälillä minimoidaan.
- Sulkeminen, kunnostaminen ja jälkihoito toteutetaan siten, että varsinainen implementointityö on tehtävissä alue- ja ympäristöturvallisuutta vaarantamatta ja hyvää työturvallisuutta noudattaen.
- Liikkuminen alueella ja sen ympäristössä on pitkällä aikavälillä mahdollisimman vähän rajoitettua.
- Alue palautetaan biologisesti monimuotoiseksi elinympäristöksi. Vaihtoehtoisesti alue ohjataan paikalliset tarpeet huomioivaan ja ympäristön kannalta kestävään uuteen maankäyttöön.
- Alue sopeutuu maisemaan.
- Jälkihoito on kustannusten osalta realistista ja kohtuullista.

Tunnistetuista riskeistä ja mahdollisuuksista johdettuja sulkemistavoitteita ovat:

- Rikastushiekka-alueelta muodostuvien vesien laadusta ei aiheudu haittaa ihmisille tai eläimille. Rikastushiekka-alueen ja ympäristön vuorovaikutuksesta ei aiheudu haittaa ympäröivän alueen pohjavesille tai pintavesille.
- Rikastushiekka-alue suljetaan siten, että hapen kulkeutumista läjitykseen ja etenkin rikastushiekka-alueen pohjaosissa sijaitsevan aiemman Outokumpu Oy:n toiminnan aikana syntyneen rikki- ja metallipitoisen rikastushiekan sisältämien sulfidien hapettumista vähennetään peittorakenteen teknisillä ratkaisuilla sekä vedenohjauksella.
- Läjitysalueen patorakenteet ovat vakaat myös pitkällä aikavälillä ja muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa. Padoille on turvattu säännöllinen tarkkailu.
- Alueelle luodaan soveltuvilta osin luonnollisen kaltaisia maastonmuotoja, joiden avulla myös edistetään alueelle palaavan luonnon monimuotoisuutta.
- Alue saatetaan maastomuodoiltaan, turvallisuudeltaan (fysikaalinen ja kemiallinen turvallisuus) ja tiestöltään soveltuvaksi mahdolliseen jälkikäyttöön.
- Vastaanottavaan vesistöön ei aiheudu alueelta sulkemisen jälkeen sellaista kuormitusta, joka vaarantaisi kalaston elinolosuhteet tai heikentäisi vesistöjen ekologista tilaa.

Sulkemisen kohdekohtaisia tavoitteita voidaan tunnistaa sekä konseptuaalisella eli käsitteellisellä mallilla että saatavalla olevaan tietoon perustuen tunnistettujen riskien kautta.

Copyright © AFRY Finland Oy

3.13.3 Sulkemistoimenpiteet

Mondo Mineralsin Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan nykyisille toiminnoille on laadittu nykyvaatimusten mukainen sulkemissuunnitelman päivitys vuoden 2026 alussa.

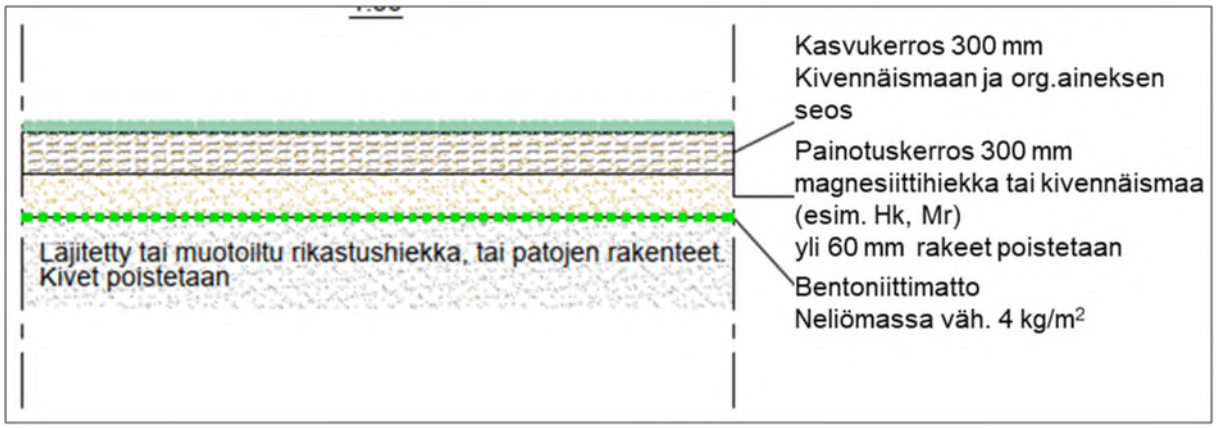
Sulkemistoimenpiteet on laadittu huomioiden tunnistetut riskit ja mahdollisuudet sekä asetetut tavoitteet. Tavoitteiden saavuttamisessa ja riskien minimoinnissa on huomioitu kaivannaisjätteen hallinnan sulkemiseen liittyvät BAT-päätelmät (EC 2018) ja BAT 5 mukainen riskiperusteinen lähestymistapa sulkemisratkaisujen soveltuvuuden ja riittävyyden selvittämisessä. Tässä luvussa käsitellään sulkemisen toimenpideratkaisut perusteluineen.

Rikastushiekka-alueet

Rikastushiekka-allas suljetaan tiiviillä vettä läpäisemättömällä alhaisen virtaaman kuivapeittorakenteella (BAT 38e), joka minimoi hapen ja veden pääsyn läjitykseen (Kuva 3-23). Peittorakenteen kerrokset ovat alhaalta ylöspäin:

- Magnesiittirikastushiekka muotoiltuna
- Bentoniittimatto, neliömassa vähintään 4 kg/m^2
- Painotuskerros 300 mm magnesiittihiekka tai kivennäismaa (esim. Hk, Mr). Yli 60 mm rakeet poistetaan
- Kasvukerros 300 mm, orgaanisen aineksen (esim. turve) ja kivennäismaan seos

Peittorakenne kattaa rikastushiekka-altaan varastoaltaat 1 ja 2 sekä nk. välialtaan. Peittorakenne ulotetaan myös osittain padon reunalle, jotta sadevesi ei pääse kulkeutumaan läjitykseen peittorakenteen reunan alitse.



Kuva 3-23. Peittorakenteen rakennetyyppi.

Nykyisen pumppausaltaan kohdalla patoa puretaan siten, että altaaseen ei sulkemisen jälkeen kerry vettä merkittävää määrää. Pumppausaltaaseen mahdollisesti kulkeutunut rikastushiekka siirretään rikastushiekka-altaaseen ennen peittorakenteen asentamista. Pumppausaltaaseen muodostunee kosteikko tai kosteikon tyyppinen alue padon osittaisen purkamisen jälkeen.

Rikastushiekka-altaaseen sijoitetaan viimeistään ennen altaan sulkemista varastoituna olevat nikkelilaitoksen neutraloimaton rikastusjäte. Rikastusjäte sijoitetaan lupamääräyksen 14d (ISAVI/3914/2019) mukaisesti kolmeen erilliseen lohkoon, yhden

Copyright © AFRY Finland Oy

lohkon pinta-alan arvioidaan olevan noin 412 m^2. Kunkin lohkon pohja tiivistetään ja niihin asennetaan päältä lukien seuraava pohjarakenne:

- suoja- ja kuivatuskerros, magnesiittihiekka > 500 mm
- LLDPE-kalvo 2,0 mm
- lujitekangas, lujuus 100/100 kN/m
- pohjanmuotoilu, magnesiittihiekka.

Koko alue suljetaan samalla peittorakenteella kuin muukin rikastushiekka-allas. Rakenne on esitetty kuvassa 3-23.

Teollisuusalue ja infrastruktuuri

Teollisuusalueiden ja infrastruktuurin osalta sulkemistoimenpiteiksi kaavaillaan seuraavaa:

- Maaperän kunto tarkistetaan. Erityistä huomiota kiinnitetään kohonneen riskin kohteisiin, esimerkiksi paikkoja, joissa käsitellään esimerkiksi rikastetta, haitta-ainepitoisia jätteitä, polttoaineita tai öljyjä. Tarvittaessa suoritetaan kunnostustoimia.
- Tarpeettomat maanpäälliset rakennukset, rakenteet, putkistot, kaapelit ja tiet poistetaan.
- Mikäli alueille ei tule pintoja vaativaa jatkokäyttöä, asfaltti- ja mahdolliset betonipinnoitukset rikotaan, poistetaan ja toimitetaan mahdollisuuksien mukaan hyötykäyttöön tai loppusijoitetaan niille soveltuvaan paikkaan
- Soratierakenteet jätetään paikalleen sulkemisen jälkeisten tarkkailu- ja mahdollisten hoitotoimintojen käyttöön.
- Alueet kasvitetaan soveltuvilta osin. Vaihtelevia pinnamuotoja sovelletaan siellä missä mahdollista, biodiversiteettikehityksen tukemiseksi.

Vesien johtamiseen ja käsittelyyn liittyvät rakenteet

Aktiivisen sulkemisvaiheen aikana vesiä ohjataan tarvittaessa vesienkäsittelyyn. Kaivoksella varaudutaan aktiiviseen vesienkäsittelyyn, jos purettavan veden laatu ei ole riittävän hyvä.

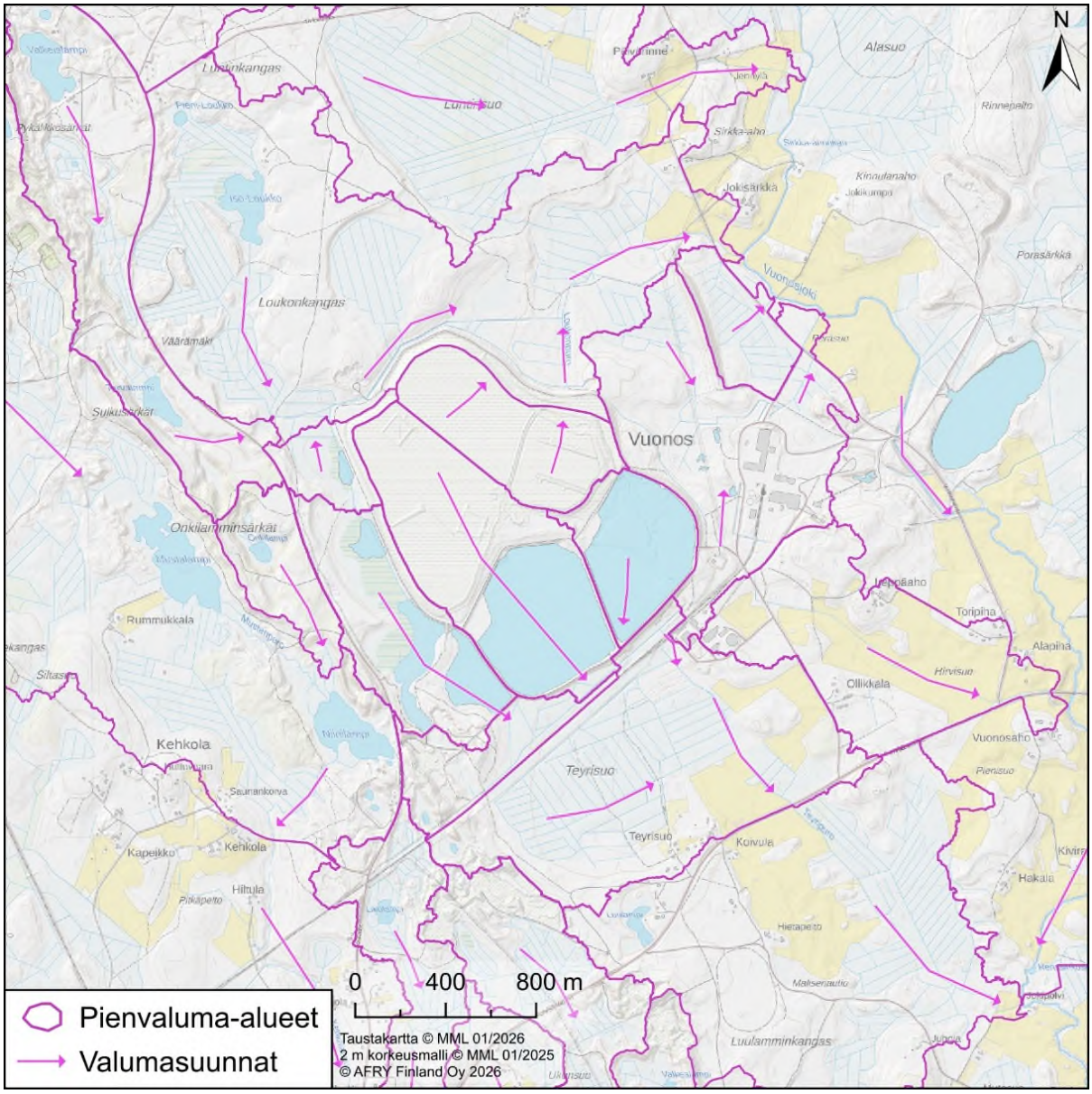
Käsittelyprosessi voi olla esimerkiksi paikalle tuotava konttiratkaisu, etenkin jos aktiivisen vesienkäsittelytarpeen ei arvioida olevan pitkäaikainen. Käsittely voi perustua esimerkiksi kalkkisaostukseen ja/tai koagulaatio-flokkulaatioon ferrisulfaatilla. Käsittelymenetelmän valinta riippuu muodostuvan veden laadusta. Vaihtoehtoisesti paikalle voidaan rakentaa käsittelyprosessi, joka voi tarvita esimerkiksi käsittelyaltaita. Kun vesienkäsittelylle ei ole enää tarvetta vesienkäsittelyrakenteet puretaan, jotta pintavedet päätyvät hallitusti ojastoihin.

Vesistövaikutusarvion perusteella aktiivista vesienkäsittelyä ei pitäisi tarvita keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä. Jos vedenlaatu kuitenkin poikkeaa selvästi mallinnetusta, voidaan sulkemisvaiheen aikana mahdollisesti käytössä olevaa käsittelyprosessin käyttöä jatkaa keskipitkälle aikavälille. Käsittelyratkaisu voi olla myös muukin kuin em. konttiratkaisu. Käsittelytarve ja -ratkaisu tarkentuu viimeistään sulkemisvaiheessa.

Copyright © AFRY Finland Oy

3.13.4 Vesien johtaminen sulkemisen jälkeen

Sulkemisen jälkeen alueen vesiä ei ohjata pumppauksen avulla, vaan pintavedet ohjautuvat lähtökohtaisesti luontaisten mikrovaluma-alueiden mukaisesti (Kuva 3-24 vaihtoehto VE0).



Kuva 3-24. Mikrovaluma-alueet ja niiden valumasuunnat Vuonoksen tehdas- ja rikastamoalueella sulkemisen jälkeen esimerkkikuva vaihtoehdosta VE0.

Copyright © AFRY Finland Oy



4 YVA-VAIHTOEHDOT JA UUDET SUUNNITELLUT TOIMINNOT

4 YVA-VAIHTOEHDOT JA UUDET SUUNNITELLUT TOIMINNOT

4.1 YVA-vaihtoehdot

Ympäristövaikutusten arvioinnin vaihtoehdoissa suunnitellut toiminnot on esitetty taulukossa (Taulukko 4-1). Suunniteltujen toimintojen sijoittuminen kartalla on esitetty kuvissa 2-3 ja 2-4.

Taulukko 4-1. Hankevaihtoehtojen kuvaukset.

	VE0	VE1	VE2a ja VE2b	VE3
Toiminta-aika	Toiminta päättyy noin vuonna 2030–2032	Toiminta jatkuu noin 20 vuoden ajan vuosina 2030–2050	Toiminta jatkuu noin 20 vuoden ajan vuosina 2030–2050	Toiminta jatkuu noin 20 vuoden ajan vuosina 2030–2050
Rikastushiekka	Toiminta jatkuu, kunnes rikastushiekka-allas tulee täyteen (nykyinen lupa rikastushiekan läjitystasolle +116 (N60) m mpy), +117 m mpy (N60) patoharjat)	Rikastushiekka-altaat korotetaan tasolle +126 m mpy (N60) (rikastushiekan läjityskorkeus) ja +127 m mpy (N60) (patoharjat).	Nykyisiä rikastushiekka-altaita tyhjennetään ja täytetään (RH1- ja RH2-altaat) vuorotellen. Kuivasta (ei sillä hetkellä läjityskäytössä olevasta) altaasta kaivetaan rikastushiekkaa, joka kuivaläjitetään uuteen, rakennettavaan altaaseen VE2a:ssa nykyisen altaan pohjoispuolelle (rikastushiekan läjityskorkeus maksimissaan tasolle +116 m mpy) tai VE2b:ssä altaan 2 eteläosan ja välialtaan päälle tasolle +123 m	Rakennetaan uusi rikastushiekka-alue nykyisen rikastushiekka-allasalueen pohjoispuolelle(rikastushiekan läjityskorkeus maksimissaan tasolle +116 m mpy (N60)). Nykyinen rikastushiekka-allas suljetaan sulkemissuunnitelman mukaisesti sen saavutettua nykyisen ympäristöluvan mukaisen maksimikorkeuden +117 m mpy (N60).

Copyright © AFRY Finland Oy

	VE0	VE1	VE2a ja VE2b	VE3
			mpy (N60). Toinen puoli rikastushiekka-altaasta on märkäläjityskäytössä ja toinen puoli kuivumassa ja tyhjennyksessä kuivaläjitystä varten.	
Vesienhallinta	Nykyinen vesienhallinta.	Tarkastellaan vaihtoehtoisia purkuvesistöjä: **PVE1** (Sysmäjärvi) ja **PVE2a–c** (Viinijärvi). Tarkastellaan vaihtoehtoisia raakavesilähteitä: **RVE1** (Viinijärvi ja Outokummun vanha avolouhos) ja **RVE2** (Viinijärvi)		
Kaivospiirin pinta-ala	Pysyy ennallaan	Pysyy ennallaan tai **PVE2b ja PVE2c** -vaihtoehdossa laajenee valitun purkureitin mukaiseksi.	Pysyy ennallaan (**VE2b**), laajenee noin 30 ha (**VE2a**) tai **PVE2b ja PVE2c** -vaihtoehdossa laajenee valitun purkureitin mukaiseksi.	Laajenee noin 30 ha. **PVE2b ja PVE2c** -vaihtoehdossa laajenee valitun purkureitin mukaiseksi.

4.2 YVA-ohjelman jälkeen hankkeeseen tulleet muutokset

YVA-ohjelmassa esitettyihin altaiden korkeustasoihin on tullut tarkennuksia seuraavasti. VE2a läjityskorkeus on maksimissaan korkeustasolla +116 m mpy (N60), kun YVA-ohjelmassa luki +126 m mpy (N60). VE2b läjityskorkeus +123 m mpy (N60), kun YVA-ohjelmassa luki +134 m mpy (N60). VE3 uuden altaan maksimi läjityskorkeus on +116 m mpy (N60). YVA-ohjelmassa korkeustasoa ei mainittu.

4.3 Rikastushiekan läjitys

Mondon tavoitteena on jatkaa toimintaa Vuonoksen tehtaalla myös sen jälkeen, kun nykyiset rikastushiekka-altaat saavuttavat nykyisen ympäristöluvan maksimikorkeuden. Rikastushiekan arvioitu tuotantomäärä vuosille 2030–2050 (20 vuotta) on 5 000 000 tonnia. Tiheydellä 1,4 tonnia/m^3 laskettuna rikastushiekan tilavuudeksi saadaan 3,57 milj. m^3.

Copyright © AFRY Finland Oy

20 toimintavuoden aikana rikastushiekka-altaalle sijoitetaan rikastushiekan lisäksi myös Polvijärven kaivoksilta tuotavia vesienkäsittelylietteitä Horsmanahon kaivokselta arviolta noin 2055 m^3 ja Karnukan kaivokselta noin 359 m^3, josta arseenisakkaa 116 m^3 ja 243 m^3 kalkkisakkaa. Vesienkäsittelylietteitä tullaan kuljettamaan Vuonokseen mahdollisesti tulevaisuudessa myös muilta yhtiön Pohjois-Karjalassa sijaitsevilta louhoksilta.

4.3.1 VE1

4.3.1.1 Korotussuunnitelma

Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaat korotetaan korotussuunnitelman mukaisesti tasolle +126 m mpy (N60) (rikastushiekan läjityskorkeus) ja +127 m mpy (N60) (patoharjat) (Kuva 4-1). Muilta osin toiminta jatkuu ennallaan. Korotusten myötä varastointitilavuutta saadaan lisää noin 4,48 Mm^3.

Hankkeelle on laadittu korotussuunnitelma. Suunnitelmakartta ja tyyppipoikkileikkaukset on esitetty tämän YVA-ohjelman liitteenä 15. Yleisperiaatteena korotuksen toteuttamiselle on altaaseen läjitetyn magnesiittirikastushiekan hyödyntäminen korottamisessa. Reunoilta tapahtuvan läjityksen johdosta rakeisuudeltaan karkein osa magnesiittihiekasta on käytettävissä korotukseen, jolloin materiaali on mahdollisimman hyvin tiivistettävissä. Reunapatoa korotetaan vaiheittain läjityksen etenemisen mukaan siten, että vapaan veden alue pidetään mahdollisimman kaukana korotettavasta osuudesta. Laskeutunut hiekka kasataan kuivumaan ennen sen tiivistämistä korotusosan rakenteeksi. Hiekka on kuivatettava korotusosan sisäpuolisella alueella tai laajalla, suhteellisen tasaisella alueella reunapadon ulkopuolella, ei kuitenkaan sisäänpäin korotetun padon luiskassa. Korotusta ei tehdä talviaikaan, jotta rakennettavaan osaan ei muodostu jäälinssejä ja mahdollisen putkieroosion riski minimoidaan.

Reunapadon korotus on suunniteltu tehtäväksi ylävirtaan 2 metrin korotuksilla tasolle +127 m mpy asti. Korotuksen ulkoluiskan kaltevuus on 1:3 ja sisäpuolen luiskan kaltevuus on 1:2,5. Rikastushiekka-altaiden 1 ja 2 välisen välipadon korotus on suunniteltu suoraan ylöspäin 2 metrin korotuksilla samanaikaisesti reunapadon kanssa. Välipadon luiskakaltevuus on 1:2,5 ja harjan leveys on 9 metriä.

4.3.1.2 Altaan vapaa vesi

Molemmilla rikastushiekka-altailla on dekantointikaivot, joilla säädetään vedenpinnan korkeutta ja hallitaan vapaan veden määrää.

4.3.1.3 Rikastushiekka-altaan suotovedet

Tuotantolaitoksen vesikierto ei muutu rikastushiekka-altaan korottamisen takia. Suotovesimäärät padon läpi ja alitse lisääntyvät laskennallisesti, kun patokorotuksia tulee lisää. Padon läpi ja ali suotautuvaa vesimäärää on arvioitu RocScience Slide-ohjelmalla tehtävän padon suotovesilaskennan avulla.

Yhteensä padon läpi ja alta arvioidaan suotautuvan teoreettisesti 126 m^3/d rikastushiekka-altaan ollessa maksimikorkeudessaan (+ 127 m mpy (N60)) (Taulukko 4-2). Nykyisen altaan nykyisellä korolla (+117 m mpy (N60)) padon läpi ja alta suotautuu teoreettisesti arvioiden 122 m^3/d (AFRY Finland Oy 2024).

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 4-2. Teoreettiset suotovesimäärät eri padon korkeuksilla.

	Padon läpi ja alitse suotautuva määrä				Suotautuva määrä yhteensä
	Allas 2 Koillis-reuna	Allas 1 Pohjois-reuna	Allas 1 Länsireuna	Allas 1 Vesiallas	
	m³/d	m³/d	m³/d	m³/d	m³/d
Rh-allas, nykyinen max. +117 m mpy (N60)	43	16,2	2,07	61,22	122,2
Rh-allas, jatkossa +127 m mpy (N60)	43	17,6	3,29	62,37	125,9
Muutos	0	1,35	1,22	1,16	3,72

Rikastushiekka-altaan korottamisen myötä suotovesien pitoisuuksien ei toiminnan aikana odoteta muuttuvan oleellisesti. Märkäläjitetyssä rikastushiekassa reaktiivinen massa muodostuu saturoituneen rikastushiekan yläpuolisesta ns. kuivasta kerroksesta. Rikastushiekka-allasta korottaessa myös saturoituneen rikastushiekan määrä kasvaa ts. vedenpinta altaalla nousee. Märkäläjityksessä hapettuva rikastushiekkakerros muodostuu läjitysalueen reunaosien kuiviin penkereisiin, joissa rikastushiekka kaataa kohti altaan keskiosaa. Altaan keskiosiin muodostuu vapaa vesipinta. Korotetussa rikastushiekka-altaassa hapettuvan rikastushiekan kerrospaksuuden oletetaan muodostuvan nykyistä vastaavaksi. Tällöin myös hapettuvan rikastushiekan määrä eli reaktiivinen massa on suunnilleen sama kuin nykyään. Jonkin verran eroja aiheutuu vedenpinnan tason lisäksi mm. korotusten seurauksena pienentyvästä pinta-alasta, mutta näiden katsotaan olevan vähäisiä. Lisäksi Vuonoksen rikastushiekka-altaan vedenlaatua dominoi altaan pohjaosien sulfidiset rikastushiekkakerrokset.

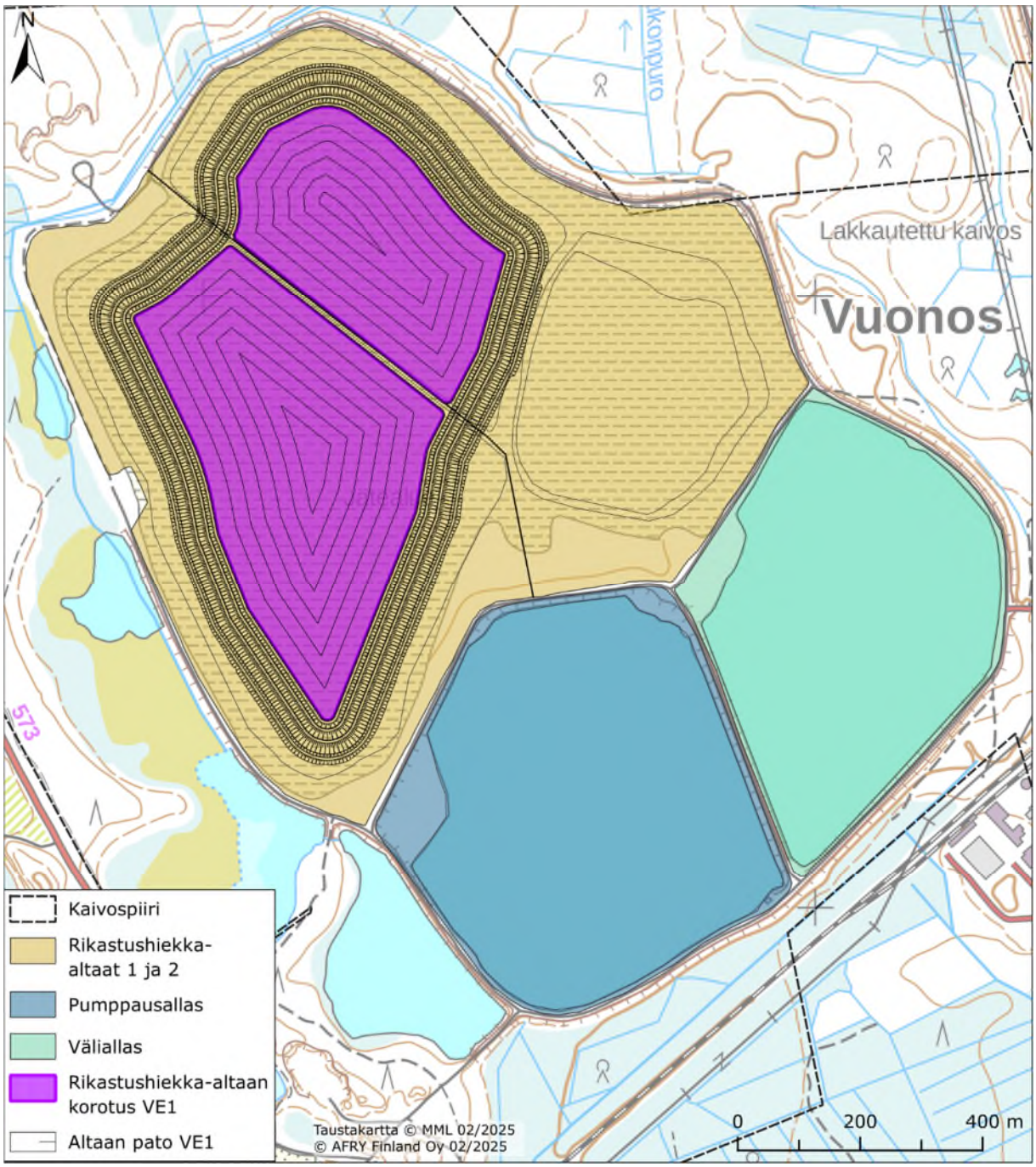
4.3.1.4 Kuormitus

Vesi- ja kuormatasemallin mukaan suurin laskennallinen suotovesimäärä on VE1:ssä, jossa suotovettä muodostuu noin 180 000 m³ vuodessa, mikä vastaa 495 m³/d. Taulukossa 3-4 esitetyillä keskiarvopitoisuuksilla ja suotovesimäärällä 495 m³/d laskettu kuormitus Vuonosjokeen on esitetty taulukossa 4-3.

Taulukko 4-3. Rikastushiekka-altaalta ja vesialtaista Vuonosjokeen kohdistuva kuormitus nykytilassa ja hankevaihtoehdossa VE1. Kuormituksen laskennassa on huomioitu korottamisen seurauksena tapahtuva 3 %:in lisä suotovesimäärään.

	Vesimäärä	As	Ca	Fe	Ni	SO_4
	m³/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a
Nykytila	130000	1,8	36000	2200	33	260000
VE1	180000	3	48000	2900	44	340000
Erotus	52000	1,2	12000	700	12	89000

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 4-1. VE1 rikastushiekka-altaan korotus.

4.3.2 VE2a ja VE2b

Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b nykyisiä rikastushiekka-altaita tyhjennetään ja täytetään (RH1- ja RH2-altaat) vuorotellen. Kuivasta (ei sillä hetkellä läjityskäytössä olevasta) altaasta kaivetaan rikastushiekkaa, joka kuivaläjitetään uuteen, rakennettavaan altaaseen. Tällöin toinen puoli rikastushiekka-altaasta (RH1 tai RH2) on märkäläjityskäytössä ja toinen puoli kuivumassa ja tyhjennyksessä kuivaläjitystä varten. Kuiva- ja märkäläjityksen puolia vaihdetaan säännöllisesti. Kuivaläjitys mahdollistaisi

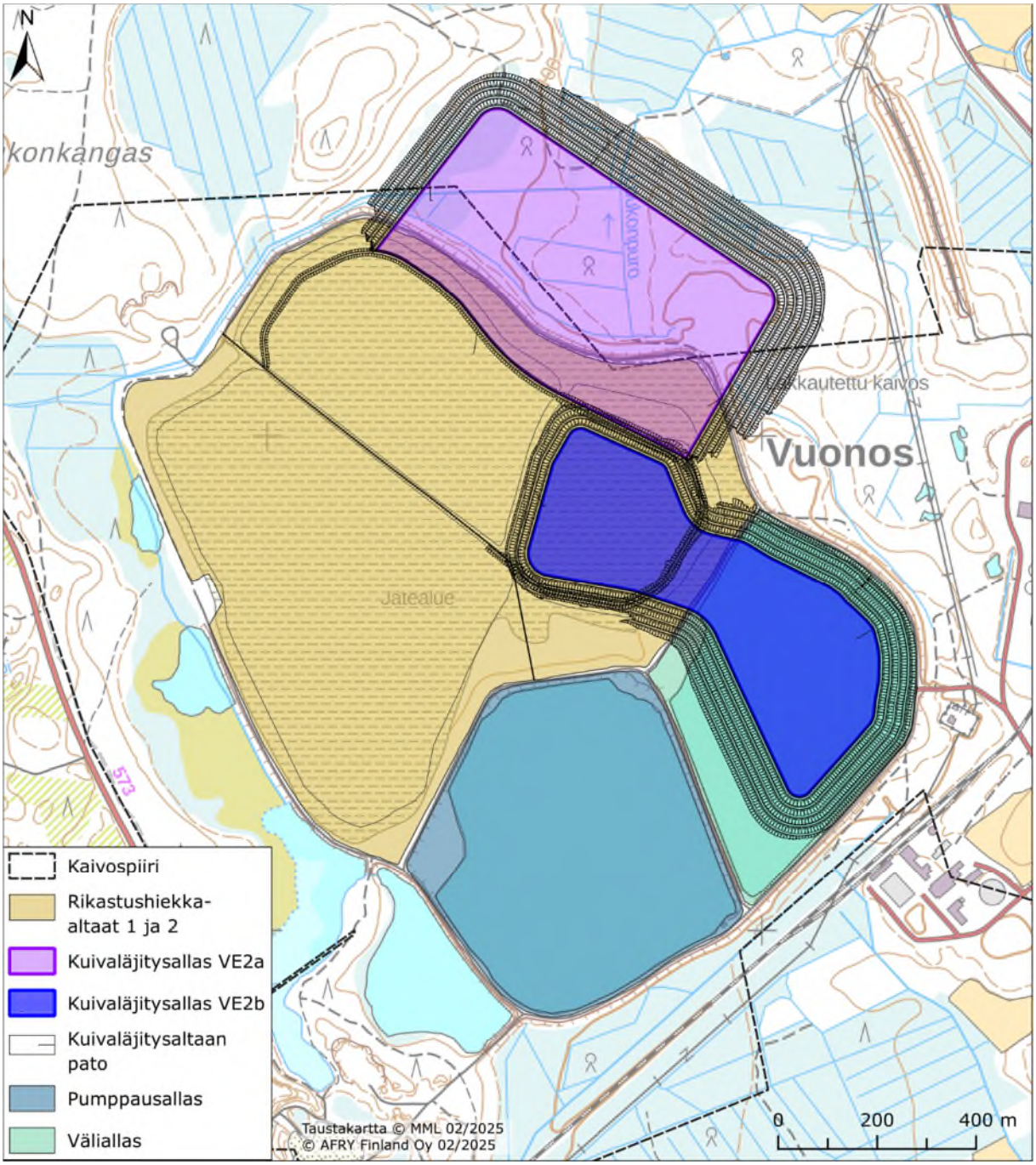
Copyright © AFRY Finland Oy

toiminnan jatkamisen noin vuoteen 2050 asti. Kuivaläjitysalueeksi tarkastellaan kahta eri sijaintivaihtoehtoa (Kuva 4-2):

VE2a: Kuivaläjitys nykyisen rikastushiekka-altaan pohjoispuolelle rakennettavaan altaaseen (sama alue kuin VE3, rikastushiekan läjityskorkeus maksimissaan tasolle +116 m mpy (N60))

VE2b: Kuivaläjitys nykyisen rikastushiekka-altaan 2 eteläosaan ja välialtaaseen, rikastushiekan läjityskorkeus +123 m mpy (N60).

Copyright © AFRY Finland Oy

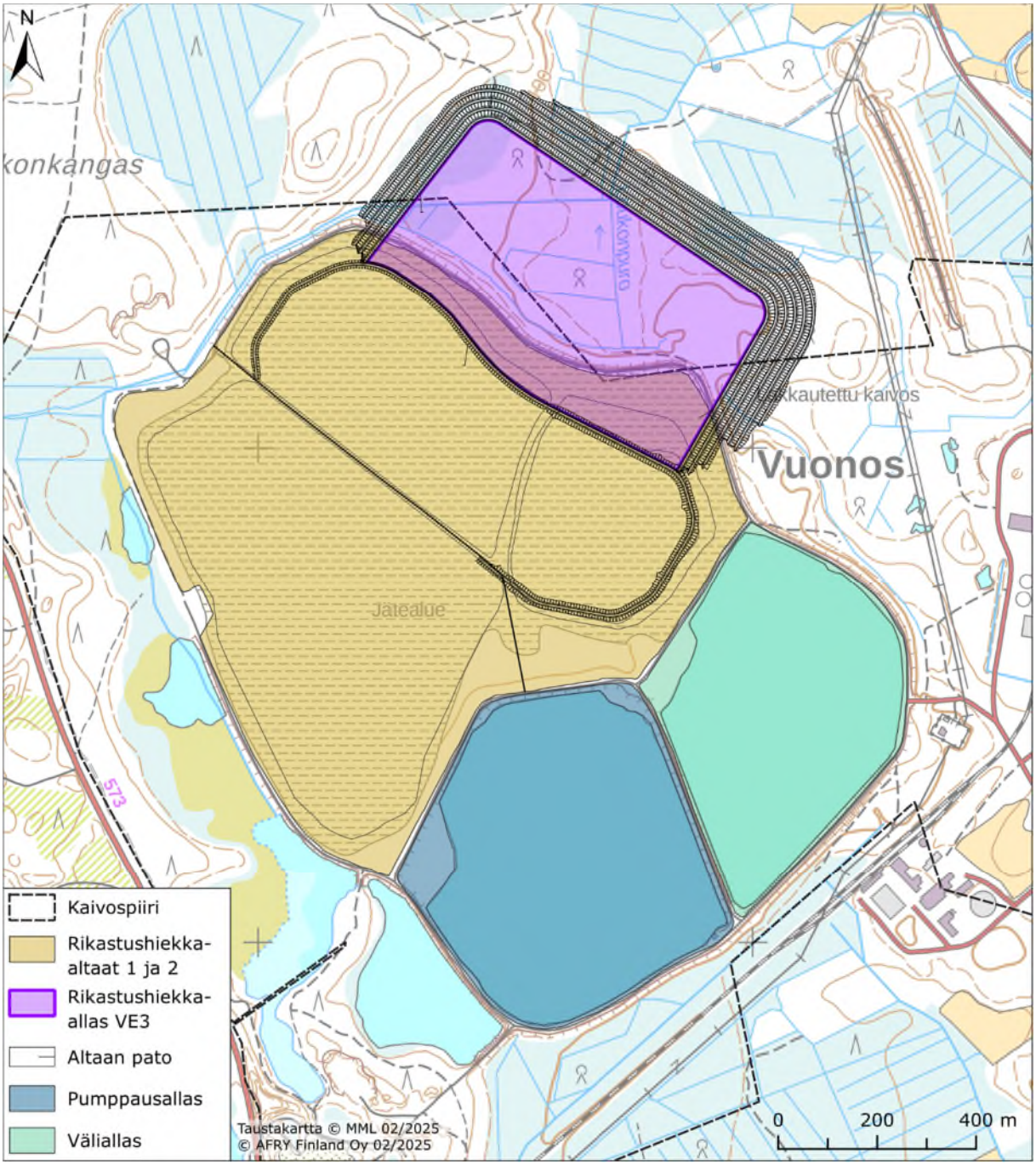


Kuva 4-2. Vaihtoehdot VE2a ja VE2b, joissa kuivaläjitetään nykyisen rikastushiekka-altaan pohjoispuolelle (VE2a) tai välialtaan ja rikastushiekka-altaan 2 päälle (VE2b).

4.3.3 VE3

Vaihtoehdossa VE3 rakennetaan uusi rikastushiekka-alue sekä vaadittava infra (ml. suotovesienhallinta, sähköt, tiestö, pumppaamot jne). Uusi rikastushiekka-alue sijoittuu nykyisen rikastushiekka-allasalueen pohjoispuolelle (Kuva 4-3). Nykyinen rikastushiekka-allas suljetaan sulkemissuunnitelman mukaisesti sen saavutettua nykyisen ympäristöluvan mukaisen maksimikorkeuden +117 m mpy (N60). Uuden rikastushiekka-altaan rikastushiekan läjityskorkeus on maksimissaan tasolle +126 m mpy (rikastushiekan pinnan taso, +127 m mpy patoharjat, N60). Uuden rikastushiekka-alueen käyttöönotto mahdollistaisi toiminnan jatkamisen noin vuoteen 2050 asti.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 4-3. Vaihtoehto VE3, jossa rakennetaan uusi rikastushiekka-allas nykyisen rikastushiekka-altaan pohjoispuolelle ja nykyinen rikastushiekka-allas suljetaan.

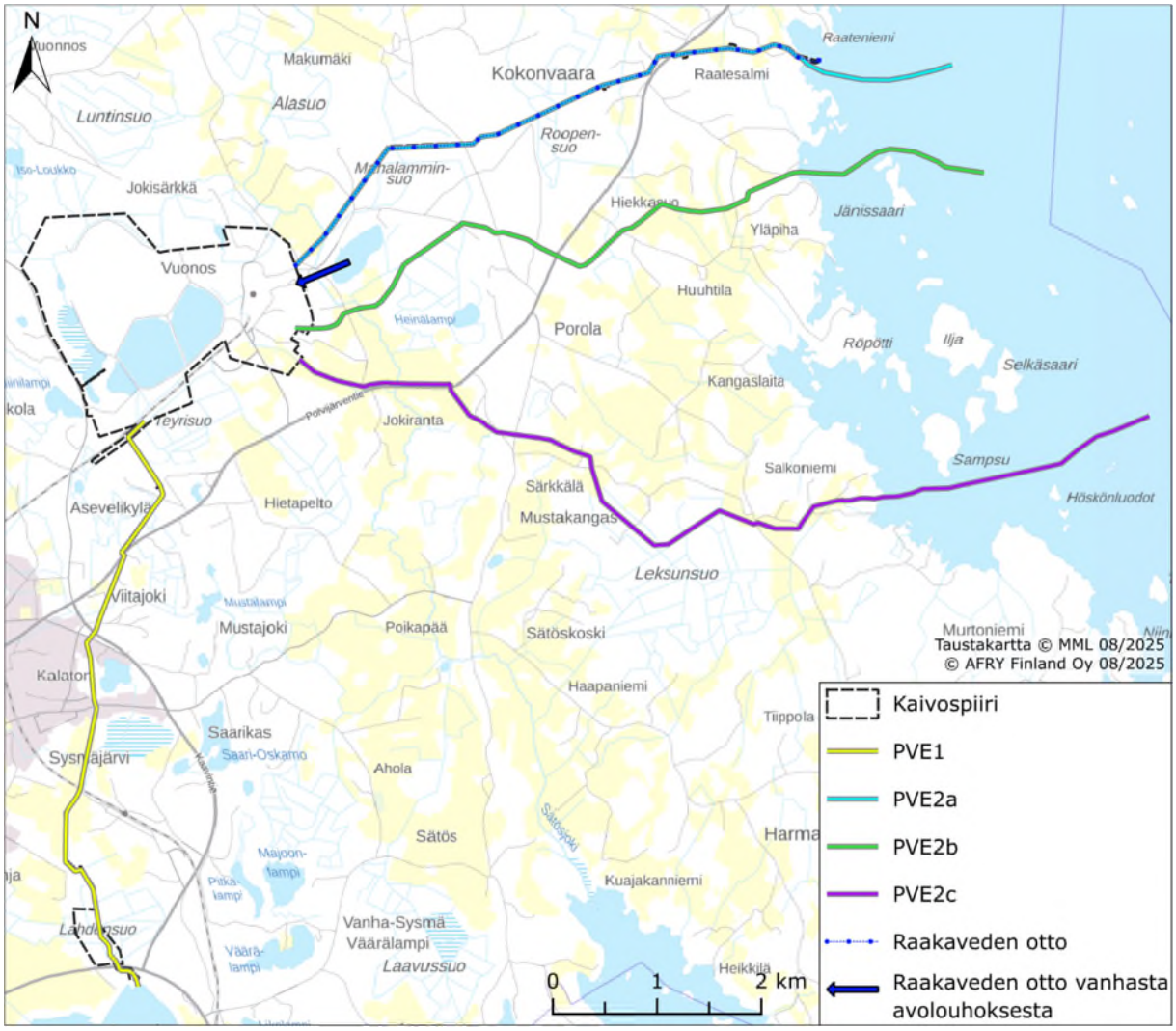
4.4 Vesienkäsittelylietteiden sijoittaminen rikastushiekka-altaalle

Vesienkäsittelylietteitä muodostuu Mondon satelliittilouhoksilla, joissa vesienkäsittelyn seurauksena vesi selkeytyy ja vesienkäsittelysakka painuu selkeytysaltaiden pohjalle. Altaita ei ole tähän mennessä koskaan ruopattu, mutta jotta vesienkäsittelyn teho pysyy hyvällä tasolla myös jatkossa, altaat ruopataan tulevaisuudessa. Sakkaa tullaan kuljettamaan Vuonokseen ainakin Karnukan ja Horsmanahon louhoksilta sekä mahdollisesti tulevaisuudessa myös muilta yhtiön suunnitteluvaiheessa olevilta louhoksilta.

Copyright © AFRY Finland Oy

4.5 Vesien hallinta

Vuonoksen tehdasalueen vesienhallinnan osalta tarkastellaan erilaisia vesienhallinnan vaihtoehtoja. Vaihtoehdossa RVE1 raakavesi otetaan Viinijärvestä ja Outokummun vanhasta avolouhoksesta samoin kuin nykyään. Vaihtoehdossa RVE2 raakavettä otetaan ainoastaan Viinijärvestä. Vaihtoehdossa PVE1 purkuvedet johdetaan nykyisen ympäristöluvan mukaisesti Sysmäjärveen. Vaihtoehdossa PVE2a–c purkuvedet johdetaan purkuputkella (PVE2a) nykyistä raakavesireittiä pitkin Viinijärveen, (PVE2b) Viinijärven Lukanlahteen tai (PVE2c) Viinijärven Korpilahteen. Raaka- ja purkuvesireittien vaihtoehdot on esitetty kuvassa 4-4.



Kuva 4-4. Raakavesi- ja purkuvesireitit vaihtoehdoissa RVE1 ja RVE2 sekä PVE1 ja PVE2a–c.

Copyright © AFRY Finland Oy

4.5.1 Vesitase ja kuormitus

Ympäristövaikutusten arviointia varten Vuonoksen tehdasalueelle laadittiin vesi- ja kuormatase kaikille YVA-vaihtoehdoille. Vesi- ja kuormatase laadittiin erilaisille sadantaskenaarioille. Vesi- ja kuormataseesta on laadittu oma tarkempi raportti, joka on tämän selostuksen liitteenä 4.

Laskentataulukkopohjainen kuukausitason vesitase laadittiin vaihtoehdoille VE0, VE1, VE2a, VE2b ja VE3 keskimääräisessä nykyilmastossa, kerran sadassa vuodessa toistuvana runsassateisena vuotena ja ilmastonmuutostilanteessa. Vuositasolla arvioitiin kuormatase sekä purkuvesimäärien ja ympäristökuormituksen vuosikeskiarvot eri sadantaskenaarioissa. Mallilla määritetään skenaarioiden purkuvesimäärät ja kuormitukset Lahdenjokeen ja Vuonosjokeen.

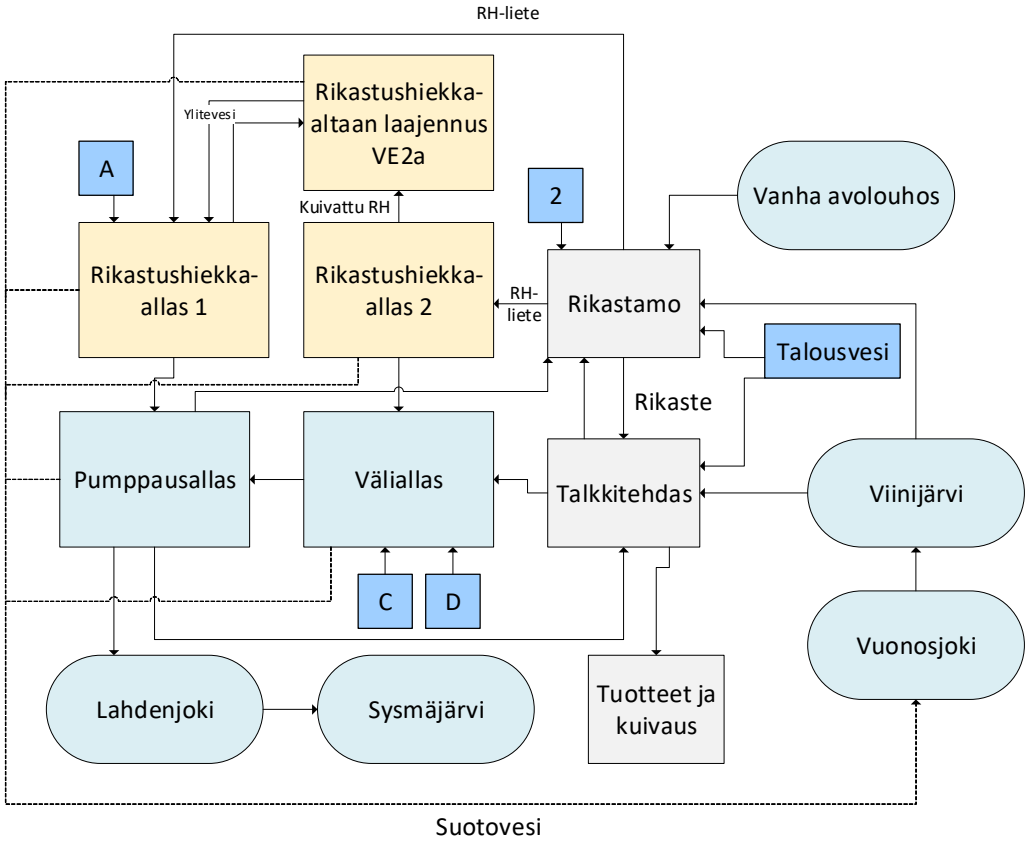
Lähtötietoina käytettiin toimintojen ja valuma-alueiden pinta-aloja, suotoveden osuutta, vesienhallintaprosesseja, vedenlaatua sekä sadanta-, haihdunta- ja valuntatietoja.

4.5.1.1 Vaihtoehtojen vesikierrot

YVA:n vaihtoehdossa VE1 nykyisiä rikastushiekka-alueita korotetaan. Vesikierto pysyy nykytilan kaltaisena (ks. 3.7.1. ja Kuva 3-13).

YVA:n vaihtoehdossa VE2a rikastushiekka-altaan 2 koillispuolelle rakennetaan tiivispohja-rakenteinen allas. Rikastushiekkaliete johdetaan nykytilan tapaan altaille 1 ja 2, mutta sen kuivuttua kasassa siirretään sitten uuteen laajennusosaan. Vesienhallinnan kannalta rikastushiekka-alueen kokonaispinta-ala kasvaa, jolloin sadevettä kertyy enemmän. Laajennusosaan mahdollisesti kertyvä sadevesi johdetaan rikastushiekka-altaalle 1. Vuonoksen tehdasalueen vesikierto VE2a:ssa on esitetty alla kuvassa (Kuva 4-5).

Copyright © AFRY Finland Oy

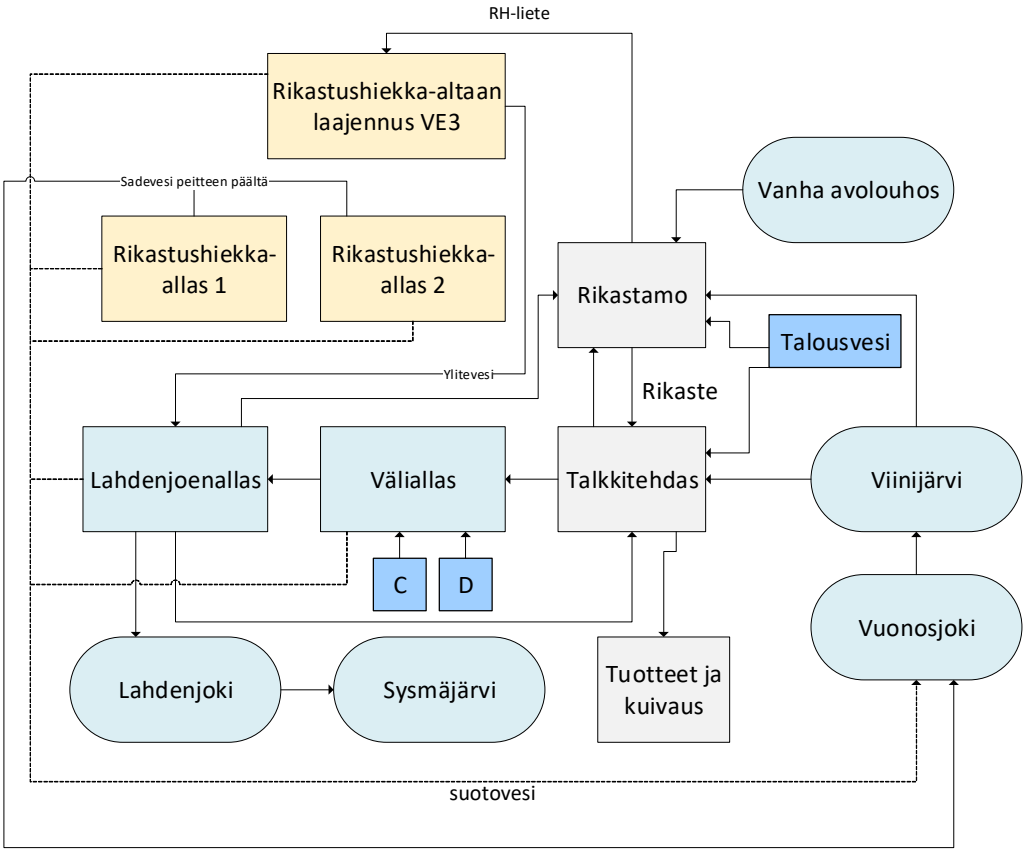


Kuva 4-5. Vuonoksen tehdasalueen vesikierto ja sen osa-alueet VE2a:ssa. Suotovesipumppaamot on merkitty sinisillä kuutioilla.

YVA:n vaihtoehdossa VE2b nykyisiä rikastushiekka-alueita korotetaan. Vesikierto pysyy nykytilan kaltaisena. Rikastushiekkaliete johdetaan nykytilan tapaan altaille 1 ja 2, mutta sen kuivuttua kasassa siirretään sitten uuteen laajennusosaan. Laajennusosaan mahdollisesti kertyvä sadevesi johdetaan pumppausaltaalle.

YVA:n vaihtoehdossa VE3 rikastushiekka-altaan 2 koillispuolelle rakennetaan tiivispohjarakenteinen allas. Rikastushiekkaliete rikastamolta johdetaan uuteen laajennusosaan. Rikastushiekka-altaat 1 ja 2 suljetaan ja peitetään. Vesienhallinnan kannalta käsiteltävien vesien määrä vähenee, kun peitetyiltä alueilta voidaan ohjata puhtaita valumavesiä pois kierrosta. Laajennusosaan kertyvä sade- ja prosessivesi johdetaan pumppausaltaalle. Vuonoksen tehdasalueen vesikierto ja mikrovaluma-alueet VE3:ssa on esitetty alla kuvassa (Kuva 4-6).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 4-6. Vuonoksen tehdasalueen vesikierto ja sen osa-alueet VE3:ssa. Suotovesipumppaamot on merkitty sinisillä kuutioilla. Lahdenjoen allas tarkoittaa pumppausallasta.

Copyright © AFRY Finland Oy

4.5.1.2 Mallinnuksen lähtötiedot

Mallinnuksessa käytettiin sadannan (644 mm) osalta Ilmatieteen laitoksen havaintoaineistoa Viuruniemen havaintoasemalta vuosilta 1990–2024 (Ilmatieteenlaitos 2026b). Valunnan (326 mm) arvoina käytettiin Suomen ympäristökeskuksen WSFS vesistömallijärjestelmällä Viinijärven valuma-alueelle mallinnettua valuntaa (SYKE 2025) vuosille 1990–2024. Haihdunnan (258 mm) arvona on laskennassa käytetty 40 % sadannasta.

Vuosisadannalle on tehty Viuruniemen havaintoaseman havaintoaineiston vuosilta 1962–2024 jakaumasovitus ja toistuvuusanalyysi. Vesi- ja kuormatasemallissa on käytetty kerran sadassa vuodessa sattuvan sateisen vuoden sadesummana 841 mm. Runsaan sadannan skenaariossa valuntana on käytetty 50 % sadannasta ja haihduntana on käytetty 40 % sadannasta.

Ilmastonmuutosskenaariona käytettiin ”keskitien” skenaariota SSP2-4.5, jossa maapallon keskilämpötila nousee enintään 4,5 astetta vuosisadan loppuun mennessä (2085). Ilmasto-oppaan (Ilmatieteenlaitos et al. 2026e) Pohjois-Karjalan maakunnassa vuosisadanta nousee noin 9 % vuosisadan loppuun mennessä, jolloin vuosisadanta on 702 mm/vuosi. Haihduntana käytettiin 40 % ja valuntana 50 % sadannasta.

Rikastushiekan suotovesimääräksi on asetettu 80 % nettosadannasta peittämättömille jätealueille. Sulkemisen jälkeen (VE3) peiton läpi suotautuvan veden määräksi on asetettu 10 % nettosadannasta.

Rikastushiekka-alueen läjitetyn rikastushiekan huokosveden osuudeksi on asetettu 31 paino-%. Vuonoksen nykyisissä altaissa ei ole pohjarakenteita. Suotoveden määrää on arvioitu kokonaistaseen perusteella.

Tehdasalueen nykyisestä käyttötarkkailun vesitaseesta hyödynnettiin prosesseissa liikkuvien vesimäärien mittauksia vuosilta 2019–2024 (ks. 3.7.1.).

Pumppausaltaan vuoden 2024 pinnankorkeuden mittauksia ja tilavuustietoja (SKYT 2025b) käytettiin pumppausaltaan vesien varastoinnin arvioimiseen. Luotaustiedot yhdistettiin saman ajankohdan (kesäkuu 2025) pinnankorkeustietoihin, jolloin saatiin jokaiseen korkoon liitettyä tilavuustieto.

Altaan kokonaistilavuudeksi arvioitiin 524 935 m^3 ja säännöstelytilavuudeksi laskettiin korkotietojen ja altaan säännöstelyrajojen mukaan 393 212 m^3. Säännöstelyn ylä- ja alarajana käytettiin laskennassa korkoja 102,95 m ja 101,05 m.

Kuormatasemallissa syötteenä toimivat pääasiassa geokemian mallin (Liite 3) antamat vesijakeiden pitoisuudet. Käyttö- ja velvoitetarkkailun tuloksia vuosilta 2024 ja 2025 on käytetty mallissa tarvittaessa muiden jakeiden pitoisuuksina. Geokemian mallin tulokset sekä tarkkailutulokset on esitetty seuraavissa kappaleissa.

Nykytilan (VE0) ja korotuksen (VE1) purkuveden aiheuttama kuormitus on laskettu pumppausaltaan purkuveden analyysitulosten keskiarvoisilla pitoisuuksilla (SKYT 2026a). Suotoveden laatuna on käytetty näille vaihtoehdoille mitattua suotovesikaivojen keskimääräistä laatua vuodelta 2024. (Taulukko 4-4 ja Taulukko 4-5)

Copyright © AFRY Finland Oy

Purkuveden laatu alittaa valtioneuvoston asetuksen (VNA 1022/2006) mukaiset ympäristölaatunormit.

Taulukko 4-4. Tarkkailutulosten keskiarvot vuosilta 2021–2025 (Toiminnanharjoittajan oman tarkkailun tulokset, SKYT 2026a).

Lähde			21.8.2025 syvyys 1–8 m, Mondo Minerals	ka. 2023–2025, Mondo Minerals	ka. 2025 Mondo Minerals ja *purkuvesi ka. 2021–2025, SKYT	ka. 2025, Mondo Minerals	ka. 2021-2025 ja *ka. 2024–2025 SKYT
			Raakavesi Viinijärvestä	Raakavesi avolouhoksesta	Rikastushiekka-allas, pintavesi	Väliallas, pintavesi	Purkuvesi
pH			7,2	6,4	9,1	8,4	8,5
Al	mg/l		0,06	0,010			
As	mg/l		0,00023	0,00018	0,08	0,05	0,111
B	mg/l			0,015			
Ba	mg/l			0,0082			
Ca	mg/l		6,03	33			62
Cd	mg/l		< 0,00001	0,000035	1,90E-05*		1,90E-05
Co	mg/l		0,00009	0,00025			0,0082
Cr	mg/l		0,00024	< 0,00005			0,00042
Cu	mg/l		0,0023	0,0023	0,0012*		0,0012
Fe	mg/l		0,131667	15,400	0,88	0,25	0,3
Hg	mg/l		< 0,000005	< 0,000005			0,002895
K	mg/l			3,5			10,4
Mg	mg/l		3,0	17			112
Mn	mg/l		0,089	0,0049			
Mo	mg/l			0,00021			
Na	mg/l			5,5			95
Ni	mg/l		0,0023	1,02	0,08	0,2	0,13
P	mg/l		0,010167	< 0,003	0,015*		0,015
Pb	mg/l		< 0,00005	< 0,000	5,70E-05*		5,70E-05
S	mg/l			41			
Sb	mg/l		< 0,00005	< 0,00005			
Se	mg/l			< 0,0001			
U	mg/l		8,37E-05	0,00023			
V	mg/l		0,000345	< 0,00005			
Zn	mg/l		0,000557	0,026	0,019*		0,019
SO4	mg/l		14	90,5	599	727	677
NH4(N)	mg/l		0,005				
N	mg/l		0,311667	0,13	1,1*		1,1
kiintoaine	mg/l		2,8				2,117391*

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 4-5. Suotovesien vedenlaatu 2025 (Toiminnanharjoittajan oman tarkkailun tulokset).

Lähde		29.4.2025 Mondo Minerals	29.4.2025 Mondo Minerals	29.4.2025 Mondo Minerals
		RH1 suotovesi, pumppaamo A	RH2 suotovesi, pumppaamo B	Väliallas suotovesi itä, pumppaamo C
pH		5,5	5,9	6,5
Al	mg/l	0,45	0,21	2,2
As	mg/l	0,0016	0,00045	0,026
B	mg/l	0,011	0,005	0,0096
Ba	mg/l	0,013	0,02	0,025
Ca	mg/l	340	160	220
Cd	mg/l	0,0023	0,00074	0,0041
Co	mg/l	0,2	0,089	0,2
Cr	mg/l	0,0026	0,00017	0,00067
Cu	mg/l	0,66	0,024	0,073
Fe	mg/l	34	8,5	8,4
Hg	mg/l	< 0,000005	< 0,000005	< 0,000005
K	mg/l	22	9,1	11
Mg	mg/l	250	170	240
Mn	mg/l	0,64	0,71	1
Mo	mg/l	0,00045	0,00014	0,00096
Na	mg/l	59	14	23
Ni	mg/l	0,39	0,23	0,73
P	mg/l	0,01	0,006	0,01
Pb	mg/l	0,000058	<0,00005	0,000058
S	mg/l	700	390	520
Sb	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Se	mg/l	0,00026	0,00052	0,001
U	mg/l	0,0013	0,00013	0,0012
V	mg/l	0,000059	0,00011	0,00012
Zn	mg/l	1,3	0,35	1,6
SO4	mg/l	2000	1100	1500

Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b ja VE3, eli laajennus, korotus- ja sulkemisvaiheelle, laskennassa on rikastushiekka-alueen suotovesien osalta käytetty mallinnetun suotoveden pitoisuuksia (Taulukko 4-6).

Taulukko 4-6. Geokemian mallinnetut tulokset eri vaihtoehdoille (Liite 3 ja Liite 13).

Lähde	Liite 3	Liite 3	Liite 3	Liite 13
	VE2 Toiminta (mg/l)	VE2 Sulkeminen (mg/l)	VE3 Toiminta (mg/l)	VE3 Sulkeminen (mg/l)
pH	9,168	8,794	7,518	9,032
Ag	0,0008	0,0001	0,0000	0,000
Al	1,360	0,232	0,036	0,518

Copyright © AFRY Finland Oy

Lähde	Liite 3	Liite 3	Liite 3	Liite 13
	VE2 Toiminta (mg/l)	VE2 Sulkeminen (mg/l)	VE3 Toiminta (mg/l)	VE3 Sulkeminen (mg/l)
As	0,000	0,000	0,001	0,000
B	0,017	0,003	0,001	0,006
Ba	0,004	0,001	0,001	0,002
Be	0,00033	0,00005	0,00002	0,000
Ca	18,767	7,174	94,081	82,532
Cd	0,001	0,000	0,009	0,005
Cl	0,00000	0,00000	0,00000	0,000
Co	0,296	0,048	0,015	0,104
Cr	0,000	0,000	0,000	0,000
Cu	0,000	0,000	0,000	0,000
F	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe	0,000	0,000	0,000	0,000
Alk. as HCO3	522,398	276,125	137,409	753,048
Hg	0,000	0,000	0,000	0,000
K	8,521	1,141	8,136	8,538
Li	0,033	0,005	0,001	0,012
Mg	270,228	66,511	122,730	245,529
Mn	1,038	0,308	0,162	0,802
Mo	0,002	0,000	0,000	0,001
Na	1,909	0,301	27,945	22,366
Ni	5,653	0,813	0,587	1,979
P	0,003	0,001	0,002	0,003
Pb	0,000	0,000	0,000	0,000
Sb	0,013	0,002	0,000	0,005
Se	0,012	0,002	0,000	0,003
Si	8,734	1,449	0,206	3,210
Sn	0,031	0,004	0,000	0,010
Sr	0,012	0,005	0,012	0,014
Th	0,000	0,000	0,000	0,000
Tl	0,012	0,002	0,000	0,003
U	0,002	0,000	0,000	0,001
V	0,050	0,008	0,002	0,018
W	0,000	0,000	0,000	0,000
Zn	0,028	0,006	0,010	0,016
SO4	372,279	50,571	767,926	696,762
NO3-N	0,035	0,006	0,530	0,424
NH4-N	0,035	0,006	0,530	0,424

Copyright © AFRY Finland Oy

Taustapitoisuutena ja Vuonosjoen perustilana on käytetty tehdasalueen yläpuolisen pisteen Iso-Loukonojan laskuoja 100 tarkkailutietoja vuosilta 2000–2025 (SYKE 2026d) sekä GTK:n tutkimustuloksia vuodelta 1990 (GTK 1990). Yhdistetyt tulokset on esitetty alla taulukossa (Taulukko 4-7).

Sulkemisen jälkeiselle (VE3) vaiheelle on käytetty peiterakenteen päältä tulevalle valunnalle taustapitoisuutta eli Vuonosjoen perustilaa (Taulukko 4-7). Purkupisteen kokonaiskuormitusta laskettaessa alueille, joissa ei suoraan ole toimintoja, on käytetty valunnalle taustapitoisuutta eli Vuonosjoen perustilaa (Taulukko 4-7). Tämä edustaa ns. luonnonhuuhtoumaa.

Taulukko 4-7. Vuonosjoen perusvedenlaatu ja tarkkailupisteet.

Iso-Loukon laskuoja 100		GTK Toriseva, kaikki pitoisuudet liukoisia		Yhdistetty Vuonoksen perusvedenlaatu	
ka. 2000–2025		1990 n=1			
	µg/l		µg/l		mg/l
Al kok.	107	Al	81,8	Al	0,0818
As kok.	0,4	As	0,454	As	0,0004
Co kok.	0,286429	B	4,99	B	0,00499
P kok.	16,16667	Ba	9,18	Ba	0,00918
N kok.	345	Bi	0,0035	Bi	0,0000035
Cu kok.	1,629643	Br	<1000	Br	<1
Mn kok.	14,65116	Ca	3310	Ca	3,31
Ni kok.	1,268571	Cd	0,0236	Cd	0,0000236
Fe kok.	879,3023	Cl	1200	Cl	1,2
Zn kok.	2,588929	Co	0,325	Co	0,000286429
SO4	3,498462	Cr	0,749	Cr	0,000749
		Cu	1,43	Cu	0,001629643
		F	100	F	0,1
		Fe	1720	Fe	0,879302326
		K	1390	K	1,39
		Li	1,17	Li	0,00117
		Mg	1820	Mg	1,82
		Mn	18,9	Mn	0,014651163
		Mo	0,109	Mo	0,000109
		Na	2570	Na	2,57
		Ni	1,37	Ni	0,001268571
		NO3	2300	NO3	2,3
		Pb	0,405	Pb	0,000405
		Sb	0,0527	Sb	0,00005
		Se	0,118	Se	0,000118
		SO4	2200	SO4	0,003498462
		Sr	20,3	Sr	0,0203
		Tl	0,0021	Tl	0,0000021
		U	0,0581	U	0,0000581
		V	0,994	V	0,000994
		Zn	3,1	Zn	0,002588929

Copyright © AFRY Finland Oy

Iso-Loukon laskuoja 100 ka. 2000–2025		GTK Toriseva, kaikki pitoisuudet liukoisia 1990 n=1		Yhdistetty Vuonoksen perusvedenlaatu	
	µg/l		µg/l		mg/l
				P	0,016166667
				N	0,345
				Hg	<0,000005
				pH	5,40152467

4.5.1.3 Purkuvesimäärät

Pumppausaltaalta ulos johdettavan purkuveden vuosikeskiarvoiset määrät on esitetty alla taulukoissa eri mallinnusskenaarioissa (ja vertailuksi myös vuoden 2024 mitattu määrä) keskimääräisellä sadannalla (Taulukko 4-8), kerran sadassa vuodessa toistuvalla runsaalla sadannalla (Taulukko 4-9) ja ilmastonmuutosskenaariolla SSP2-4.5 (Taulukko 4-10). Kaikilla sadantaskenaarioilla rikastushiekka-alueen laajennuksessa (VE2a) purkuvesimäärä nousee nykytilaan (VE0) verrattuna ja puolestaan laskee osittaisen sulkemisen jälkeen. Tarkemmat vesijakeiden määrät jokaiselle tarkastelutilanteelle on esitetty liitteessä 4.

- VE1: Suotoveden suhteellinen osuus kasvaa altaiden korotuksen vuoksi, mutta altaaseen tulevan veden kokonaismäärä pysyy ennallaan, jolloin purkuveden määrä pienenee.
- VE2a: Rikastushiekka-alue laajenee, mikä lisää sadevesien määrää. Tiiviin rakenteen ansiosta suotovedet saadaan paremmin talteen, minkä seurauksena purkuvettä muodostuu enemmän.
- VE2b: Rikastushiekkaa kuivaläjitetään korotusosaan vanhoista altaista. Suotoveden osuus kasvaa hieman korotuksen vuoksi vastaavasti kuin VE1:ssä.
- VE3: Märkäläjitys uudelle laajennusalueelle ja altaat RH1 ja RH2 suljetaan peittämällä. Peite vähentää suoto- ja purkuvesien muodostumista, vaikka alueen kokonaispinta-ala kasvaa.

Taulukko 4-8 Purkuvesimäärät keskimääräisellä sadannalla.

Mallinnusskenaario	Purkuvesimäärä (m³/vuosi)
Vuosi 2024	918 201 (mitattu)
Nykytila VE0	770 121
VE1	697 350
VE2a	807 051
VE2b	722 336
VE3	567 710

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 4-9 Purkuvesimäärät kerran sadassa vuodessa toistuvan sateisen vuoden sadannalla.

Mallinnusskenaario	Purkuvesimäärä (m³/vuosi)
Nykytila VE0	957 649
VE1	884 878
VE2a	1 016 987
VE2b	910 188
VE3	694 292

Taulukko 4-10 Purkuvesimäärät valitulla ilmastonmuutosskenaariolla vuosisadan loppuun mennessä.

Mallinnusskenaario	Purkuvesimäärä (m³/vuosi)
Nykytila VE0	824 720
VE1	751 949
VE2a	868 364
VE2b	777 031
VE3	604 350

4.5.1.4 Kuormitustulokset

Vuonoksen tehdasalueelta tulee kuormitusta purkuveden mukana Lahdenjokeen ja sitä kautta Sysmäjärveen, sekä todennäköisesti suotovesien mukana Vuonosjokeen ja sen mukana Viinijärveen.

Eri skenaarioiden kuormataseen antamat laskennalliset purkuveden kuormitukset ainekohtaisesti on esitetty alla taulukoissa (Taulukko 4-11 ja Taulukko 4-12) keskimääräisellä vuosisadannalla Lahdenjoelle ja Vuonosjoelle. Tulokset on esitetty vuosikeskiarvoina. Kaikkien tarkasteltujen vaihtoehtojen eri skenaarioiden kuormatasetulokset taulukkomuodossa löytyvät tämän raportin liitteestä 4.

Sysmäjärveen kohdistuva kuormitus vaihtelee YVA-vaihtoehdoittain. Nykytilaan VE0:aan verrattuna raudan ja nikkelin kuormitus kasvaa kaikissa vaihtoehdoissa, eniten VE2b:ssä, kun taas sulfaatin kuormitus vähenee. Nykytilan jälkeen sulfaattikuormitus on suurin VE2a:ssa ja pienin VE3:ssa. Arseenin, kuparin, elohopean, typen ja sinkin kuormitus vähenee. Kadmiumin ja lyijyn kuormitus ei muutu merkittävästi, sillä se on kaikissa vaihtoehdoissa alle 0,1 kg/a. VE3:ssa kuormitus on yleensä pienin, mutta raudan osalta pienin VE1:ssä.

Kuormitukseen vaikuttavat käytetty vedenlaatu ja suotoveden määrä. VE0:n ja VE1:n kuormituslaskennassa on käytetty mitattua keskimääräistä purkuveden pitoisuutta, kun taas VE2a:n, VE2b:n ja VE3:n pitoisuudet perustuvat taselaskentaan ja geokemiallisesti mallinnettuihin vedenlaatuihin. Kuivaläjityksen VE2a-laajennuksessa ja VE2b-korotuksessa yliteveden laatuna on käytetty geokemiallisesti mallinnettua, pieneen

Copyright © AFRY Finland Oy

vesitilavuuteen liittyvää väkevämpää suotovesipitoisuutta. Märkäläjityksen VE3-laajennuksessa on käytetty altailla mitattua, suureen vesitilavuuteen liittyvää laimeampaa pintaveden laatua.

Vuonosjokeen vaikuttavan suotoveden arseeni-, kadmium-, kupari-, rauta-, elohopea-, fosfori-, sinkki- ja sulfaattikuormitus on suurin VE1:ssä, nikkelikuormitus VE2a:ssa ja typpikuormitus VE3:ssa. Useimpien aineiden kuormitus on kuitenkin pienin VE3:ssa, jossa vanhojen rikastushiekka-altaiden sulkeminen ja peittorakenne vähentävät suotoveden muodostumista. Suotoveden määrään vaikuttavat läjitystekniikka, patojen korkeus ja altaiden pohjarakenteet.

Laskennassa vedenlaatu perustuu suotovesikaivojen mittauksiin ja geokemiallisiin mallinnustuloksiin. VE0:ssa ja VE1:ssä RH-altaiden suotovesilaatuna on käytetty suotovesikaivoista mitattua laatua. VE2a:ssa, VE2b:ssä ja VE3:ssa on käytetty geokemiallisesti mallinnettuja suotovesilaatuja (Liite 3). VE3:ssa nykyisen altaan suljetuilla osilla laatu perustuu sulkemissuunnitelmaan (Liite 13).

Taulukko 4-11. Kuormitustulokset Lahdenojaan purkuveden mukana Lahdenojaan keskimääräisellä sadannalla eri vaihtoehdoilla.

		VE0	VE1	VE2a	VE2b	VE3
		mallinnus	mallinnus	mallinnus	mallinnus	mallinnus
Purkuvesi	m^3/a	770 121	697 350	807 051	722 336	567 710
pH		8,5	8,5	9,0	9,1	9,0
As	kg/a	85,5	77,4	57,6	54,5	41,4
Cd	kg/a	0,01	0,01	0,03	0,04	0,01
Cu	kg/a	0,9	0,8	0,8	0,8	0,5
Fe	kg/a	231	209	592	600	424
Hg	kg/a	2,23	2,02	0,00	0,00	0,00
Ni	kg/a	100,1	90,7	182,8	205,9	57,0
P	kg/a	11,6	10,5	9,6	10,3	6,8
Pb	kg/a	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
Zn	kg/a	14,6	13,2	12,5	13,7	8,6
SO4	kg/a	521 372	472 106	488 039	418 221	346 588
N	kg/a	847	767	697	752	497

Taulukko 4-12. Kuormitustulokset Vuonosjokeen suotoveden mukana keskimääräisellä sadannalla eri vaihtoehdoilla.

		VE0	VE1	VE2a	VE2b	VE3
		mallinnus	mallinnus	mallinnus	mallinnus	mallinnus
Suotovesi	m^3/a	128 574	180 719	149 006	155 734	132 708
pH	-	8,3	8,2	7,1	7,8	8,1
As	kg/a	0,9	2,6	2,1	1,3	2,1
Cd	kg/a	0,2	0,3	0,2	0,2	1,0
Cu	kg/a	50,2	63,1	49,6	58,7	0,5
Fe	kg/a	2 864	3 670	2 837	3 403	13
Hg	kg/a	0,001	0,042	0,001	0,001	0,000
Ni	kg/a	41,0	54,6	75,6	69,1	70,6

Copyright © AFRY Finland Oy

		VE0	VE1	VE2a	VE2b	VE3
P	kg/a	1,0	1,5	1,2	1,4	0,4
Pb	kg/a	0,006	0,009	0,007	0,008	0,001
Zn	kg/a	110,3	141,7	109,2	131,3	14,7
SO4	kg/a	202 641	270 870	211 995	239 524	100 930
N	kg/a	0 *	15,7*	14,6	15,6	122,5

**suotoveden typpianalyysia ei saatavissa*

4.5.2 Raakavesivaihtoehdot

Vuonoksen rikastamolle ja talkkitehtaalle on otettu raakavettä läheisestä Outokummun avolouhoksesta. Vesitaseen perusteella avolouhoksesta otettavaksi vedenottomääräksi tulevassa toiminnassa on arvioitu 338 785 m³/v. Lisäksi tehtaalle on arvioitu otettavan raakavettä Viinijärvestä 104 754 m³/v.

Avolouhoksen veden laatua on analysoitu ainakin vuosina 2016 ja 2025. Kyseisten analyysien ja vesimäärän perusteella on laskettu avolouhoksesta tehtaalle tulevaa kokonaisnikkelin ja sulfaatin kuormitusta, joka on esitetty taulukossa 4-13.

Taulukko 4-13. Arvio avolouhoksesta rikastamolle ja talkkitehtaalle tulevasta kuormituksesta.

	Nikkeli (Ni kok.)	Sulfaatti (SO_4)
Louhoksen keskiarvopitoisuus (mg/l)	0,31–0,37	137–183
Raakavesimäärä (m³/v)	338 785	338 785
Kuormitus (kg/v)	106–126	46 300–61 830

Tehtaalle tuleva kuormitus voi nostaa kuormitusta purkuvedessä, mutta eniten kuormitusta tulee tehtaan muista toiminnoista.

Vaihtoehtoisessa tilanteessa raakaveden otto lopetetaan avolouhoksesta sen aiheuttaman kuormituslisän vuoksi. Tällöin pääasiallinen raakavesilähde olisi Viinijärvi. Järvestä otettavaksi vesimääräksi on arvioitu noin 500 000 m³/vuosi.

4.5.3 Vesienkäsittely

YVA-vaihtoehdoissa vesienkäsittely säilyy nykyisellään (ks. 3.7.1). Rikastamolta pumpataan prosessivettä ja magnesiittihiekkaa rikastushiekka-alueelle. Pumpattavaan lietteeseen lisätään rikastamolla kalkkia tai lipeää nikkelipitoisuuksien alentamiseksi sekä tarvittaessa ferrisulfaattia arseenin poistamiseksi. Vesi selkeytyy ensin rikastushiekka-alueella ja sen jälkeen välialtaassa ja pumppausaltaassa.

4.5.4 Purkuputki

Nykytilanteessa rikastushiekka-altaalta purettava ylimäärävesi pumpataan purkuputkea pitkin Sysmäjärveen. Sysmäjärven (PVE1) lisäksi tarkastellaan kolmea Viinijärveen johtavaa purkureittivaihtoehtoa (PVE2a, PVE2b ja PVE2c) (Kuva 4-4).

Purkureittivaihtoehdot on pyritty sijoittamaan siten, että ne kulkevat mahdollisimman tasaisessa maastossa, mikä on hydrauliikan kannalta parempi. Kiinteistörajoja on pyritty huomioimaan, ettei linja mene tarpeettomasti tonttien halki. Lisäksi on huomioitu rakennukset ja suojeltavat kohteet.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vaihtoehdossa PVE2a käytetään nykyistä raakavesireittiä, mutta putken pää viedään pidemmälle Viinijärveen. Vaihtoehdoissa PVE2b ja PVE2c purkupisteet on myös viety pidemmälle ja syvemmälle järveen, jolloin vesi vaihtuu paremmin, eivätkä purkuvedet jää rannalle. Purkureittivaihtoehdot PVE2a, PVE2b ja PVE2c kulkevat Makumäen 1-luokan pohjavesialueen läpi (luku 9.2.2.1). Pohjavesialueen läpimenokohdat on kussakin vaihtoehdossa linjattu kohtiin, joilla on jo rakennettuja teitä tai lähellä soranottoalueita. Pohjavesialueiden läpimenokohdissa purkuputken ympärille tehdään vaadittavat suojausrakenteet kuten kaksoisvaippaputki.

Putki kaivetaan maahan pääsääntöisesti routarajan alapuolelle, jolloin putkikaivannon syvyys vaihtelee noin 2,8–3,0 m välillä. Putkilinjan korkeusprofiili määritetään toteutussuunnitteluvaiheessa. Putken rakentamisen aikana vaadittava työalue on leveydeltään noin 26 metriä. Puusto ja kasvillisuus poistetaan työalueelta. Putkilinjan viereen rakennetaan tarvittavilta osin huoltotie laitekaivoille. Paineputken materiaalina käytetään korkeatiheyksistä polyeteeniputkea (PE 100, SDR 17 järjestelmän, paineluokan PN10 putki).

Viinijärveen asennettaessa putki painotetaan järven pohjaan betonipainoin. Tarvittaessa järven pohja ruopataan ja ruoppauspohja täytetään murskeella tai soralla. Purkupiste valitaan järvessä riittävän syvään kohtaan ja veden sekoittumista voidaan tehostaa diffuusorilla, jotta vältetään veden kerrostumista.

4.6 Liikenne

Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 kaivospiirin sisällä voi aiheutua liikennemäärien kasvua lähinnä rakentamisvaiheessa rikastushiekka-alueen pohjien ja patojen sekä uusien vesienhallintarakenteiden rakentamisen aikana. Toimintavaiheessa liikennemäärät eivät kasva nykyisestä, mikäli tuotantomäärät pysyvät nykyisellä tasolla. Purkuputkivaihtoehtojen PVE2a, PVE2b ja PVE2c rakentaminen voi lisätä liikennemääriä niiden rakentamisen aikana.

4.7 Kemikaalit ja polttoaineet

Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 kemikaalien käyttömäärät voivat muuttua nykyisestä. Vedenkäsittelykemikaalien käyttömäärään vaikuttaa mahdolliset vedenkäsittelyprosessiin tehtävät muutokset sekä suunniteltu raakaveden oton lopettaminen viereisestä louhosjärvestä, josta vedet on johdettu vesienkäsittelyn kautta prosessivedeksi.

Vesienkäsittelykemikaaleina voidaan käyttää mm. kalsiumhydroksidia ($Ca(OH)_2$) ja/tai lipeää (NaOH) metallien, kuten nikkelin, poistoon sekä ferrisulfaattia ($Fe_2(SO_4)_3$) arseenin poistoon.

Mikäli tuotanto kasvaa nykyisestä, myös käytettävien prosessikemikaalien määrä kasvaa suhteessa tuotettavan talkin tuotantomäärään. Polttoaineen käyttömäärät voivat kasvaa vaihtoehdoissa VE2a, VE2b ja VE3, kun uusia alueita rakennetaan.

4.8 Energian tuotanto ja käyttö

Rikastamon ja talkkitehtaan toiminnassa käytetty energia koostuu ostetusta sähköstä, nestekaasusta ja kevytpolttoöljystä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vuosittaisen sähkönkulutuksen keskiarvo vuosina 2010–2025 on ollut noin 80 GWh. 2020–2025 sähkönkulutuksen keskiarvo on ollut 50 GWh. Vuonna 2025 sähköä ostettiin 42 GWh. Hankevaihtoehdoissa VE1–3 sähkön kulutuksen arvioidaan olevan noin 1,25 kertainen nykytilanteeseen verrattuna.

Rikasteen kuivauksessa on nykyisin käytetty noin 268,5 tonnia nestekaasua. VE1, VE2a–b ja VE3 vaihtoehdoissa arvioidaan käytettävän noin 321,6 tonnia. Lämmitykseen on käytetty 119 tonnia ja tämän arvioidaan pysyvän samana vaihtoehdoissa VE1–3. Lämmitykseen on käytetty kevyttä polttoainetta 6617 kg/a ja työkoneisiin 33838 kg/a. Vaihtoehdoissa VE1–3, lämmitykseen käytettävän määrän arvioidaan pysyvän samana ja työkoneisiin kasvavan kertoimella 1,8.

Taulukko 4-14. Energian käyttö vaihtoehdoissa VE0, VE1, VE2a–b ja VE3.

		VE0	VE1, VE2a–b ja VE3
Sähkö	GWh/a	42	52
Nestekaasu	t/a	387	440
Kevytpolttoöljy	t/a	40	68

4.9 Päästöt ilmaan

Rakennustöiden yhteydessä aiheutuu ilma- ja pölypäästöjä hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3, kun maanpintaa muokataan läjitysalueilla ja ympärille tehdään padot ja ojitukset. Purkureittivaihtoehdoissa PVE2a, PVE2b ja PVE2c voi aiheutua ilma- ja pölypäästöjä, kun purkuputkia kaivetaan maahan. Maansiirtotöissä esiintyy pölyämistä, etenkin kuivina aikoina. Maarakentamisesta muodostuva pöly on pääasiassa suurikokoisia hiukkasia, joka ei leviä kauas kohteesta. Malmin kuljetuksista ja kippauksista sekä rikastushiekka-altaalta voi aiheutua pölyämistä etenkin kuivina aikoina.

Hankkeesta aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä, joita tarkastellaan hankkeen ilmastovaikutusten yhteydessä (luku 20).

4.10 Melu ja tärinä

Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 melua voi aiheutua rikastushiekka-alueiden pohjien ja patojen sekä uusien vesienhallintarakenteiden rakentamisen aikaisista maanrakennustöistä. Myös purkureittivaihtoehtojen PVE2a, PVE2b ja PVE2c kaivutöistä aiheutuu melua, kun purkuputkia kaivetaan maahan. Toimintavaiheessa aiheutuva melu pysyy pääosin nykytilan kaltaisena. Toimintavaiheessa aiheutuu melua mm. kiviautoista sekä malmin kippauksesta ja murskauksesta. Melua aiheutuu rikastamon ja talkkitehtaan tuotantolaitteista, liikkuvista koneista sekä tie- ja junaliikenteestä.

Uudet hankevaihtoehdot eivät tuo uusia merkittäviä tärinälähteitä. Junakuljetukset voivat aiheuttaa tärinää radan lähialueille. Junakuljetuksiin hankevaihtoehdot eivät tuo muutoksia.

4.11 Sulkeminen

Vuonoksen nykyinen rikastushiekka-allas peitetään sulkemisvaiheessa tiiviillä peittorakenteella (Kuva 3-23). YVA-hankevaihtoehdoissa sulkemisrakenne on alustavasti sama kaikissa hankevaihtoehdoissa. Peittorakenteella voidaan vähentää suotovesimäärää

Copyright © AFRY Finland Oy

ja hapettumisen seurauksena magnesiittihiekasta vapautuvaa ainekuormaa. Toiminnallisten tavoitteiden kannalta tärkeintä on kaksi parametria: peittorakenteen kyky hidastaa hapen kulkeutumista ja toisaalta kyky vähentää vedenläpäisyä. Sulkemisen ja jälkihoidon periaatteet on kuvattu nykytilan sulkemiskappaleessa kpl 3.13.

Copyright © AFRY Finland Oy



5 YVA-MENETTELY

5 YVA-MENETTELY

5.1 YVA-menettelyn tarve ja osapuolet

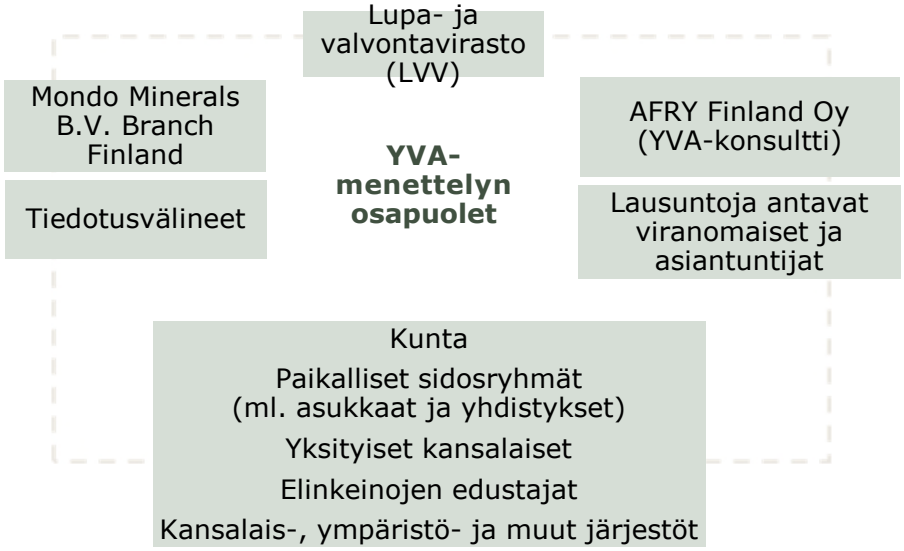
Ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVA-menettely) on säädetty YVA-lailla (252/2017) ja -asetuksella (277/2017) sekä YVA-lain muutoksella (216/2019). YVA-menettelyä sovelletaan hankkeisiin ja niiden muutoksiin, joilla on todennäköisesti merkittäviä ympäristövaikutuksia. Tämän hankkeen YVA-menettelyn peruste on esitetty kappaleessa 2.4.

YVA-menettelyn keskeiset osapuolet ovat hankkeesta vastaava, joka tässä hankkeessa on Mondo Minerals B.V. Branch Finland, ja yhteysviranomainen eli tässä tapauksessa Pohjois-Karjalan ELY-keskus. YVA-menettelyn muita osapuolia ovat:

- muut viranomaiset
- ne, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa, sekä
- yhteisöt ja säätiöt, joiden toimialaa hankkeen vaikutukset saattavat koskea.

Tämän YVA-menettelyn osapuolia on lueteltu oheisessa kuvassa (Kuva 5-1). Osallistumaan oikeutettujen joukko on laaja ja käytännössä kaikki hankkeesta ja YVA-menettelystä kiinnostuneet voivat osallistua siihen antamalla mielipiteitä ja osallistumalla yleisötilaisuuksiin (Pölönen ja Perho 2018).

Yhtenä osapuolena on YVA-ohjelman ja -selostuksen konsulttityönä laatinut AFRY Finland Oy, jonka YVA-työryhmä on esitetty raportin alussa kohdassa YVA-työryhmä.



Kuva 5-1. YVA-menettelyyn osallistuvia tahoja.

5.2 YVA-menettelyn tavoite ja sisältö

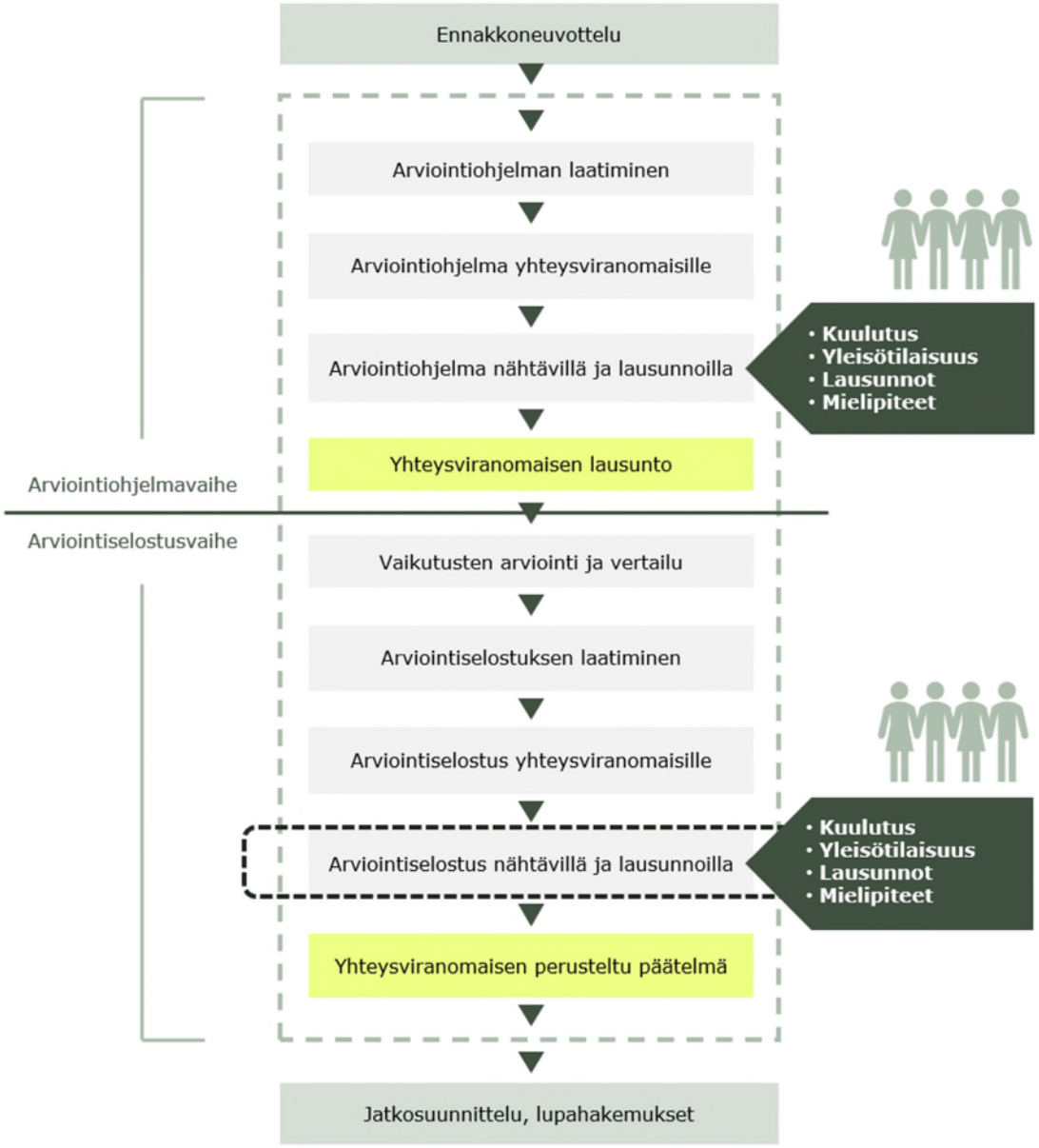
YVA-lain tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja arvioinnin yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa. Samalla tavoitteena on lisätä kaikkien osapuolten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia.

Hankkeen ympäristövaikutukset on selvitettävä lain mukaisessa arviointimenettelyssä hankesuunnittelun mahdollisimman varhaisessa vaiheessa vaihtoehtojen ollessa vielä

Copyright © AFRY Finland Oy

avoinna. YVA-menettelyssä ei tehdä hanketta koskevia päätöksiä, mutta se on edellytys päätöksenteolle myöhemmin. Onkin säädetty, että viranomainen saa myöntää hankkeen toteuttamista koskevia lupia tai tehdä muita siihen rinnastettavia päätöksiä vasta YVA-menettelyn päättymisen jälkeen.

YVA-menettelyn keskeiset vaiheet on esitetty kuvassa (Kuva 5-2) ja seuraavissa luvuissa 5.2.1–5.2.4.



Kuva 5-2. YVA-menettelyn vaiheet.

5.2.1 Ennakkoneuvottelu

Ennen YVA-menettelyn aloittamista tai sen kuluessa voidaan järjestää ennakkoneuvottelu yhteistyössä hankkeesta vastaavan ja keskeisten viranomaisten kanssa. Ennakkoneuvottelun tavoitteena on edistää hankkeen vaatimien arviointi-, suunnittelu- ja lupamenettelyjen kokonaisuuden hallintaa, hankkeesta vastaavan ja viranomaisten välistä

Copyright © AFRY Finland Oy

tiedonvaihtoa sekä parantaa selvitysten ja asiakirjojen laatua ja käytettävyyttä sekä sujuvoittaa menettelyjä.

Tämän hankkeen ennakkoneuvottelu pidettiin Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen, Kainuun ELY-keskuksen, Outokummun kaupungin, Liperin kunnan, Pohjois-Karjalan hyvinvointialueen (Siun sote) ja Pohjois-Karjalan maakuntaliiton kanssa 22.4.2025. Tilaisuuteen oli kutsuttu myös STUK:n, Itä-Suomen AVI:n, TUKES:n ja pelastuslaitoksen edustajat.

5.2.2 YVA-ohjelma

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA-menettely) ensimmäisessä vaiheessa laaditaan ympäristövaikutusten arviointiohjelma (YVA-ohjelma), joka on suunnitelma (työohjelma) YVA-menettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä. Ohjelmassa esitetään muun muassa perustiedot hankkeesta, sen vaihtoehdoista ja arvio hankkeen aikataulusta. Lisäksi kuvataan hankkeen ympäristön nykytilaa ja esitetään ehdotus ympäristövaikutusten arviointimenetelmiksi sekä suunnitelma osallistumisen järjestämisestä.

YVA-menettely käynnistyy virallisesti, kun YVA-ohjelma jätetään yhteysviranomaiselle. Hankevastaava toimitti Vuonoksen rikastushiekan läjityskapasiteetin lisäämisen ja vesienhallinnan YVA-ohjelman yhteysviranomaisena toimivalle Pohjois-Karjalan ELY-keskukselle 20.8.2025 (vuoden 2026 alusta Lupa- ja valvontavirasto). Yhteysviranomainen kuulutti YVA-menettelyn aloittamisesta ja YVA-ohjelman nähtävillä olosta 25.8.2025. YVA-ohjelma oli nähtävillä lausuntojen ja mielipiteiden antamista varten 17.5.–29.9.2025. Yhteysviranomainen kokosi ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antoi niiden perusteella oman lausuntonsa 28.10.2025 (POKELY/918/2024).

5.2.3 YVA-selostus

Ympäristövaikutusten arviointiselostus (YVA-selostus, tämä asiakirja) laaditaan arviointiohjelman ja yhteysviranomaisen siitä antaman lausunnon pohjalta. YVA-selostuksessa tuleekin kuvata, miten yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta on huomioitu YVA-selostuksessa. YVA-selostuksessa esitetään muun muassa tiedot hankkeesta, kuvaus ympäristön nykytilasta, kuvaus hankkeen ja sen vaihtoehtojen todennäköisesti merkittävistä ympäristövaikutuksista, niiden lieventämisestä, seurannasta ja vaihtoehtojen vertailusta sekä tiedot YVA-menettelyn toteuttamisesta ja yleistajuinen yhteenveto menettelystä.

Yhteysviranomainen tiedottaa valmistuneesta arviointiselostuksesta samalla tavoin kuin arviointiohjelmasta. Arviointiselostus on nähtävillä vähintään 30 päivää ja enintään 60 päivää. Tänä aikana viranomaisilta pyydetään lausunnot ja asukkailla sekä muilla intressiryhmillä on mahdollisuus esittää mielipiteensä yhteysviranomaiselle. Viranomainen ottaa annetut mielipiteet ja lausunnot huomioon omassa perustellussa päätelmässään.

5.2.4 Perusteltu päätelmä

Yhteysviranomainen tarkistaa ympäristövaikutusten arviointiselostuksen riittävyyden ja laadun sekä laatii tämän jälkeen perustellun päätelmänsä hankkeen merkittävistä ympäristövaikutuksista. Perustellussa päätelmässä esitetään yhteenveto YVA-selostuksesta annetuista muista lausunnoista ja mielipiteistä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Perusteltu päätelmä on annettava kahden kuukauden kuluessa YVA-selostuksen lausuntojen antamiseen ja mielipiteiden esittämiseen varatun määräajan päättymisestä. Yhteysviranomainen toimittaa perustellun päätelmän tiedoksi hanketta käsitteleville viranomaisille, hankkeen vaikutusalueen kunnille sekä tarvittaessa maakuntien liitoille ja muille asianomaisille viranomaisille, sekä julkaisee perustellun päätelmän internetsivuillaan.

Hanketta koskevaan lupahakemukseen on liitettävä ympäristövaikutusten arviointiselostus ja perusteltu päätelmä. Lupaviranomaisen on varmistettava, että perusteltu päätelmä on ajan tasalla lupa-asiaa ratkaistaessa. Tarvittaessa yhteysviranomainen antaa lausunnon arviointiselostuksen ajantasaisuudesta. Jos esimerkiksi hankkeen suunnittelussa on tapahtunut isoja muutoksia, yhteysviranomainen voi todeta, että hankevastaavan tulee täydentää YVA-selostusta. Täydennetty YVA-selostus asetetaan nähtäville, minkä aikana yhteysviranomainen pyytää arviointiselostuksesta lausuntoja ja varaa mahdollisuuden mielipiteiden esittämiseen. Nähtävillä olon jälkeen yhteysviranomainen antaa ajantasaistetun perustellun päätelmän, ja lupakäsittely on mahdollinen.

5.3 Osallistuminen, vuorovaikutus ja tiedotus

YVA-menettely on avoin prosessi, jonka yhtenä tavoitteena on lisätä kaikkien osapuolten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia. YVA-menettelyyn osallistumisella tarkoitetaan hankkeesta vastaavan, yhteysviranomaisen, muiden viranomaisten ja niiden, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa, sekä yhteisöjen ja säätiöiden, joiden toimialaa hankkeen vaikutukset saattavat koskea, välistä vuorovaikutusta ympäristövaikutusten arvioinnissa. Osallistumiseen kuuluu esimerkiksi tiedottaminen, kuuleminen, mielipiteiden ja kannanottojen esittäminen sekä lausuntojen antaminen menettelyn kuluessa (Pölönen ja Perho 2018).

Taulukkoon (Taulukko 5-1) on koottu tavat, joilla Mondon YVA-menettelyssä edistetään osallistumista.

Taulukko 5-1. Osallistumisen edistäminen Mondon YVA-menettelyssä.

Tapa	Ajankohta
Seurantaryhmä kokoontui kommentoimaan YVA-ohjelmaluonnosta. Seurantaryhmän jäseniltä kerättiin hanketta koskevaa tietoa.	15.5.2025
Kuka tahansa voi antaa mielipiteensä YVA-ohjelmasta, jonka ELY-keskus on asettanut nähtäville.	26.8.2025–28.9.2025
Tiedottaminen YVA-ohjelmavaiheen yleisötilaisuudessa, johon kuka tahansa voi osallistua ja ilmaista siellä näkemyksensä.	9.9.2025
Seurantaryhmä kokoontui kommentoimaan YVA-selostusta.	27.10.2026
Kuka tahansa voi antaa mielipiteensä YVA-selostuksesta, jonka ELY-keskus on asettanut nähtäville.	19.11.2026–19.1.2027
Tiedottaminen YVA-selostusvaiheen yleisötilaisuudessa, johon kuka tahansa voi osallistua ja ilmaista siellä näkemyksensä.	3.12.2026
Lupa- ja valvontavirasto tiedottaa hankkeen YVA-menettelystä internetsivuillaan	19.11.2026–19.1.2027

Copyright © AFRY Finland Oy

https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/vuonoksen-rikastushiekka-allas-outokumpu-mondo-minerals-bv-branch-finland	

5.3.1 Arviointiselostuksesta kuuluttaminen ja nähtävilläolo

Yhteysviranomainen kuuluttaa YVA-selostuksen nähtävilläolosta internet-sivuillaan. Kuulutuksessa kerrotaan, missä YVA-selostus on nähtävillä kunnissa sekä mihin mennessä ohjelmaa koskevat lausunnot ja mielipiteet tulee toimittaa. Nähtävilläoloaikana hankkeen lähialueen yhteisöt, asukkaat ja muut asianomaiset voivat esittää mielipiteensä esimerkiksi hankkeen vaikutusten arvioinnin selvitystarpeesta sekä siitä, ovatko YVA-selostuksessa esitetyt tiedot ja suunnitelmat riittäviä.

5.3.2 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet yleisölle

YVA-menettelyn aikana järjestetään kaksi tiedotus- ja keskustelutilaisuutta, jotka ovat avoimia kaikille asiasta kiinnostuneille. Yleisötilaisuudet kutsuu koolle yhteysviranomainen Lupa- ja valvontavirasto (LVV), ja niistä tiedotetaan YVA:n internetsivuilla.

Ensimmäinen yleisötilaisuus järjestettiin YVA-ohjelman nähtävillä olon aikana 9.9.2025 Outokummun Teollisuuskylän auditoriossa. Tilaisuuteen oli mahdollista osallistua myös etäyhteydellä. Tapaamisessa esiteltiin hanketta ja YVA-ohjelmaa, ja yleisö sai esittää niistä näkemyksiään ja kysymyksiä.

Tiedotus- ja keskustelutilaisuus ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta järjestetään arviointiselostuksen valmistuttua. Tilaisuudessa esitellään ympäristövaikutusten arvioinnin tuloksia. Yleisöllä on mahdollisuus esittää näkemyksiään tehdystä ympäristövaikutusten arviointityöstä ja sen riittävyydestä.

5.3.3 Seurantaryhmätyöskentely

YVA-menettelyä seuraamaan ja ohjaamaan on koottu viranomaistahoista, yleishyödyllisistä yhdistyksistä ja hankealueen lähiasukkaista koostuva seurantaryhmä. Seurantaryhmän kokoonpano on esitetty ohessa. Seurantaryhmän kokoonkutsujana toimivat hankevastaava sekä AFRY Finland Oy.

Seurantaryhmän tarkoituksena on muun muassa saada tietoa ja näkemyksiä eri osapuolilta sekä varmistaa, että työn aikana käytettävät tiedot ovat ajantasaisia ja mahdollisimman kattavia. Seurantaryhmä seuraa ympäristövaikutusten arvioinnin kulkua sekä esittää mielipiteitä ympäristövaikutusten arviointiohjelman ja -selostuksen sekä niitä tukevien selvitysten laadinnasta. Seurantaryhmä kokoontui kaksi kertaa 15.5.2025 ja 27.10.2026.

Seurantaryhmään kutsutut tahot:

- Törisevän seudun kyläyhdistys ry.
- Törisevän Erä
- Itä-Outokummun Vesiosuuskunta
- Viinijärven kalatalousalue
- Sysmän kalaveden osakaskunta
- Taipaleen osakaskunta
- Pielisen Betoni
- Outokummun luonnonystävät ry.

Copyright © AFRY Finland Oy

- Outokummun kaupunki, ympäristönsuojelu, kaavoitus ja kuntatekniikka
- Pohjois-Karjalan Ympäristöterveys
- Pohjois-Karjalan ELY-keskus
- Nykyisen toiminta-alueen ja purkuputkivaihtoehtojen lähiasukkaat
- Viinijärven virkistyskäyttäjiä

5.3.4 Muu viestintä

Hankkeesta ja sen ympäristövaikutusten arvioinnista tiedotetaan ympäristöhallinnon internet-sivujen välityksellä (www.ymparisto.fi).

Mondo Mineralsin tavoitteena on parantaa viestintää ja vuorovaikutusta lähiasukkaiden ja muiden sidosryhmien kanssa. YVA-hankkeen seurantaryhmän 2. kokouksessa 27.10.2025 sovittiin, että myös YVA-hankkeen loputtua tullaan järjestämään vähintään kerran vuodessa paikan päällä Vuonoksen tehtaalla seurantaryhmän kokous, jossa käsitellään yhtiön ajankohtaisia asioita.

27.5.2026 Viinijärvellä järjestettiin Viinijärvi-ilta, joka oli vapaaehtoinen Viinijärven virkistyskäyttäjien toiveesta toteutettu tilaisuus.

5.4 YVA-ohjelmalausunnon huomioiminen

Yhteysviranomainen kokosi YVA-ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antoi niiden perusteella oman lausuntonsa 28.10.2025 (POKELY/918/2024). YVA-ohjelmalausunto on esitetty liitteessä 1 ja lausunnon huomioiminen on esitetty liitteessä 2.

5.5 Arviointityön kuvaus

5.5.1 Arvioitavat vaikutukset

Tässä hankkeessa ympäristövaikutuksilla tarkoitetaan hankkeen aiheuttamia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia ympäristöön. Arvioinnissa tarkastellaan sekä rakentamisen että käytön aikaisia vaikutuksia. YVA-lain 2 §:n mukaisesti arvioinnissa tarkastellaan hankkeen aiheuttamia ympäristövaikutuksia:

- väestöön sekä ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen,
- maahan, maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen sekä eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen,
- yhdyskuntarakenteeseen, aineelliseen omaisuuteen, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön,
- luonnonvarojen hyödyntämiseen sekä
- näiden tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

YVA-ohjelmavaiheessa, ennen vaikutusarviointien laadintaa, merkittäviksi ympäristövaikutuksiksi arvioitiin pinta- ja pohjavesi-, maaperä-, pöly- ja meluvaikutukset sekä maisema- ja yhteisvaikutukset. YVA-selostusvaiheessa, vaikutusarviointien valmistuttua merkittävimmiksi toiminnan aikaisiksi vaikutuksiksi todettiin vaikutukset:

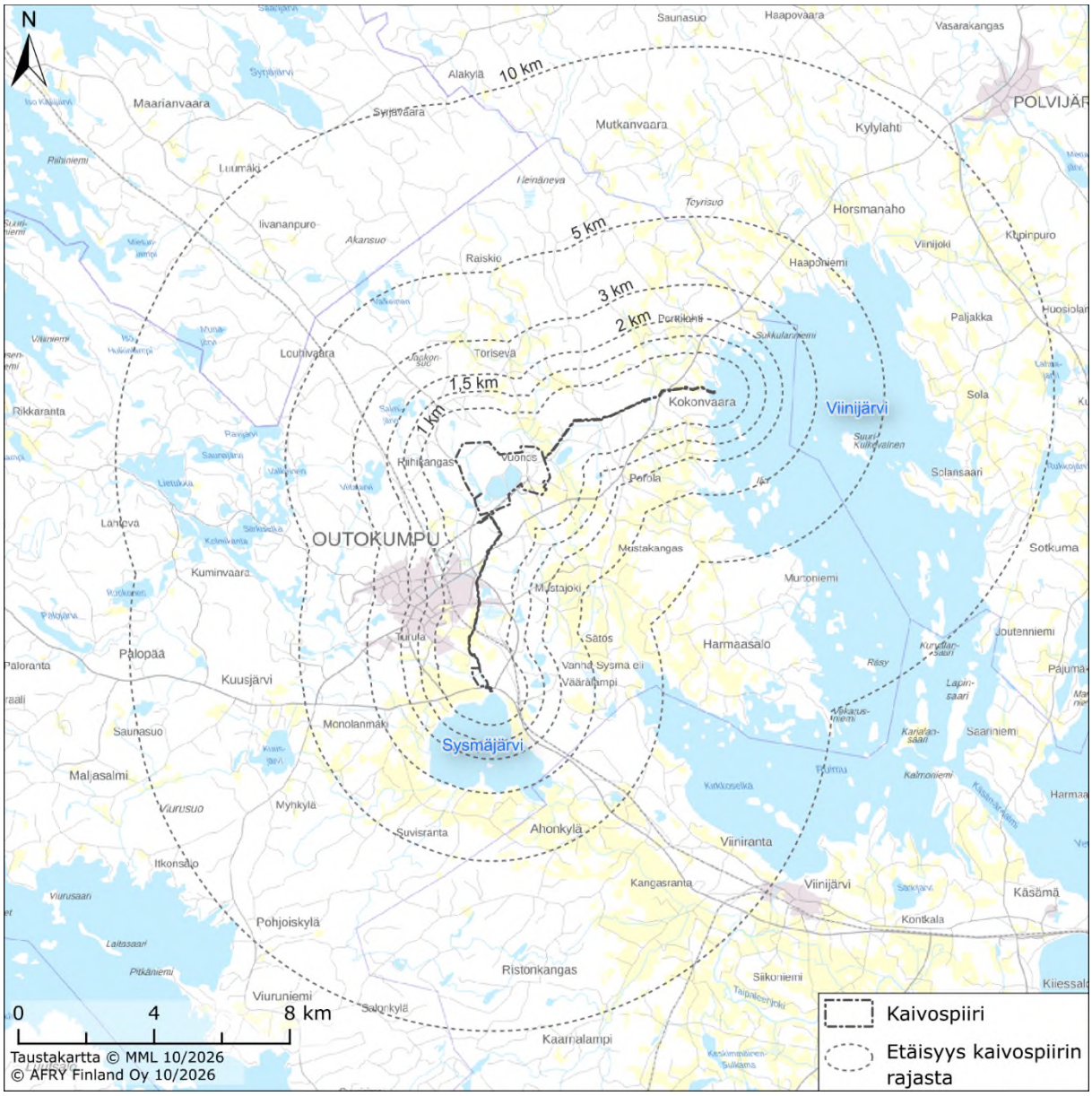
- pohjaveteen
- sekä vaihtoehdossa PVE2c lintuihin.

Copyright © AFRY Finland Oy

5.5.2 Tarkastelu- ja vaikutusalueiden rajaukset

Tarkastelualueella tarkoitetaan kullekin vaikutustyypille määriteltyä aluetta, jolla kyseistä ympäristövaikutusta selvitetään ja arvioidaan. Tarkastelualueen laajuus riippuu tarkasteltavasta vaikutustyypistä. Alueet on pyritty määrittelemään niin suuriksi, ettei merkityksellisiä ympäristövaikutuksia voida olettaa ilmenevän alueiden ulkopuolella. Kuvassa (Kuva 5-3) on havainnollistettu tarkastelualueiden laajuuksia.

Vesistövaikutuksia tarkasteltiin Viinijärvessä, Lahdenjoessa, Vuonosjoessa ja Sysmäjärvessä. Meluvaikutuksia tarkasteltiin noin 1,5 km etäisyydelle hankealueesta. Maankäytöllisiä vaikutuksia noin < 0,5 km, ilmanlaatuvaikutuksia noin 2–3 km ja maisemavaikutuksia noin 2 km etäisyydelle hankealueesta. Pohjavesivaikutuksia tarkasteltiin noin 1,5–3 km etäisyydelle hankealueesta. Vaikutusalueet eivät ulotu tarkastelualueiden ulkopuolelle.



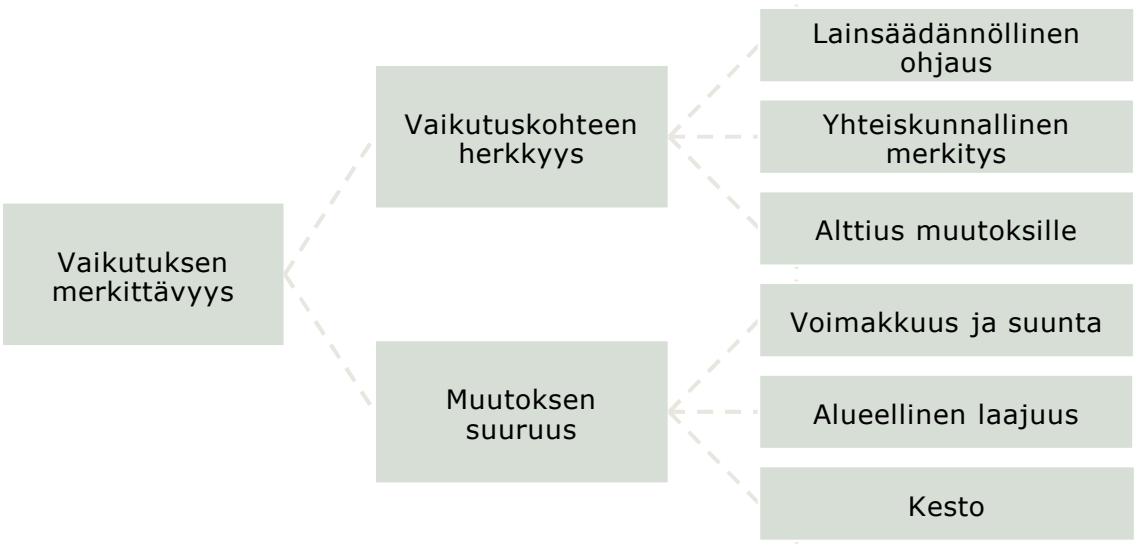
Kuva 5-3. Vaikutusten tarkastelualueet.

Copyright © AFRY Finland Oy

5.5.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

Ympäristövaikutusten merkittävyyttä arvioidaan vertaamalla ympäristön sietokykyä kunkin ympäristörasituksen suhteen ottaen huomioon alueen nykyinen ympäristökuormitus. Vaikutusten arvioinnissa hyödynnetään soveltuvin osin EU:n LIFE+IMPERIA-hankkeessa (Marttunen ym. 2015) kehitettyjä niin sanottuja monitavoitearvioinnin käytäntöjä ja työkaluja vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa.

Vaikutusten merkittävyys koostuu alueen tai kohteen herkkyydestä sekä hankkeen aiheuttaman muutoksen suuruudesta (Kuva 5-4). Vaikutuskohteen herkkyys kuvaa vaikutuskohteen tai -alueen ominaispiirteitä. Sen osatekijöitä ovat vaikutukseen liittyvä lainsäädännöllinen ohjaus (lait, ohjelmat, ohjeistot, kaavoitus), alueen tai asian yhteiskunnallinen merkitys sekä kohteen alttius muutoksille. Yhteiskunnalliseen merkitykseen vaikuttavat muun muassa alueen virkistyskäyttö- ja luontoarvot, vaikutuksen kokijoiden määrä ja ristiriitojen mahdollisuus. Muutosalttiuteen vaikuttavat puolestaan kyky sietää muutoksia ja herkkien kohteiden määrä. Muutoksen suuruus kuvaa hankkeen aiheuttaman muutoksen ominaispiirteitä, jossa muutoksen suunta voi olla joko kielteinen tai myönteinen. Suuruus koostuu muutoksen voimakkuudesta ja suunnasta, alueellisesta laajuudesta ja kestosta.



Kuva 5-4. IMPERIA-hankkeessa käytetty vaikutusten merkittävyyden arvioimistapa (Marttunen ym. 2015).

Hankkeen ympäristövaikutusten kokonaismerkittävyyttä kuvataan yhteenvetotaulukossa kussakin vaikutusarviointiosiossa. Vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa huomioidaan vaikutuksen ajallinen kesto ja laajuus sekä vaikutuskohteen herkkyys. Vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu edellä kuvattujen vaikutuskohteen herkkyyden ja hankkeen aiheuttaman muutoksen suuruuden perusteella soveltaen IMPERIA-hankkeessa kehitettyä arviointikehikkoa (Taulukko 5-2). Taulukossa kuvataan kielteistä vaikutusta punaisen sävyin ja myönteistä vaikutusta vihreän sävyin.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 5-2. Arvioinnissa käytetty, vaikutusten kokonaismerkittävyyttä kuvaava taulukko (IMPERIA-hankkeessa kehitettyä taulukkoa mukaillen).

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen									
	Kohtalainen									
	Suuri									
	Erittäin suuri									

Vaihtoehtoja on vertailtu sekä erittelevää että yhdistelevää menetelmää hyödyntäen. Vaihtoehtojen vaikutuksia on verrattu kvalitatiivisen vertailutaulukon avulla, johon on kirjattu havainnollisella ja yhdenmukaisella tavalla vaihtoehtojen keskeiset, niin myönteiset, kielteiset kuin neutraalitkin ympäristövaikutukset. Samassa yhteydessä on arvioitu vaihtoehtojen ympäristöllinen toteutettavuus ympäristövaikutusten arvioinnin tulosten perusteella. Vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa on käytetty taulukossa (Taulukko 5-3) esitettyjä yhtenäisiä kriteerejä.

Taulukko 5-3. Vaihtoehtojen merkittävyyden arvioinnissa käytettävät kriteerit.

	Erittäin suuri ++++	Hanke aiheuttaa erittäin selvästi havaittavan myönteisen ja pitkäaikaisen muutoksen, joka vaikuttaa alueellisesti ihmisten päivittäiseen elämään ja ympäröivään luontoon.
Vaikutusten merkittävyys	Suuri +++	Hanke aiheuttaa selvästi havaittavan myönteisen ja pitkäaikaisen muutoksen, joka vaikuttaa alueellisesti ihmisten päivittäiseen elämään tai ympäröivään luontoon.
	Kohtalainen ++	Hanke aiheuttaa selvästi havaittavan myönteisen muutoksen, joka vaikuttaa paikallisesti ihmisten päivittäiseen elämään tai ympäröivään luontoon.
	Vähäinen +	Hankkeen aiheuttama myönteinen muutos on havaittavissa, mutta ei juuri aiheuta muutosta ihmisten päivittäisiin toimiin tai ympäröivään luontoon.
	Ei vaikutusta	Muutos on niin pientä, että se ei käytännössä ole havaittavissa eikä se aiheuta lainkaan haittaa tai hyötyä.
	Vähäinen -	Hankkeen aiheuttama kielteinen muutos on havaittavissa, mutta ei juuri aiheuta muutosta ihmisten päivittäisiin toimiin tai ympäröivään luontoon.
	Kohtalainen --	Hanke aiheuttaa selvästi havaittavan kielteisen muutoksen, joka vaikuttaa paikallisesti ihmisten päivittäiseen elämään tai ympäröivään luontoon.
	Suuri ---	Hanke aiheuttaa selvästi havaittavan kielteisen ja pitkäaikaisen muutoksen, joka vaikuttaa alueellisesti ihmisten päivittäiseen elämään tai ympäröivään luontoon.
	Erittäin suuri ----	Hanke aiheuttaa erittäin selvästi havaittavan kielteisen ja pitkäaikaisen muutoksen, joka vaikuttaa alueellisesti ihmisten päivittäiseen elämään tai ympäröivään luontoon.

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankkeen ympäristövaikutukset eri vaikutusosa-alueittain on koottu luvussa 26 vertailua varten taulukkoon, jossa vaikutukset esitetään tiivistetysti ja luokiteltuna myönteisiin, kielteisiin ja neutraaleihin ympäristövaikutuksiin. Hankkeen ympäristövaikutuksia on tarkasteltu vertaamalla hankkeen toteutuksen aiheuttamia muutoksia nykytilanteeseen. Vaihtoehtoja on vertailtu siten, että vaihtoehtojen keskeiset ympäristövaikutukset tulevat huomioiduksi. Samassa yhteydessä on arvioitu hankkeen ja sen vaihtoehtojen ympäristöllinen toteutettavuus ympäristövaikutusten arvioinnin tulosten perusteella.

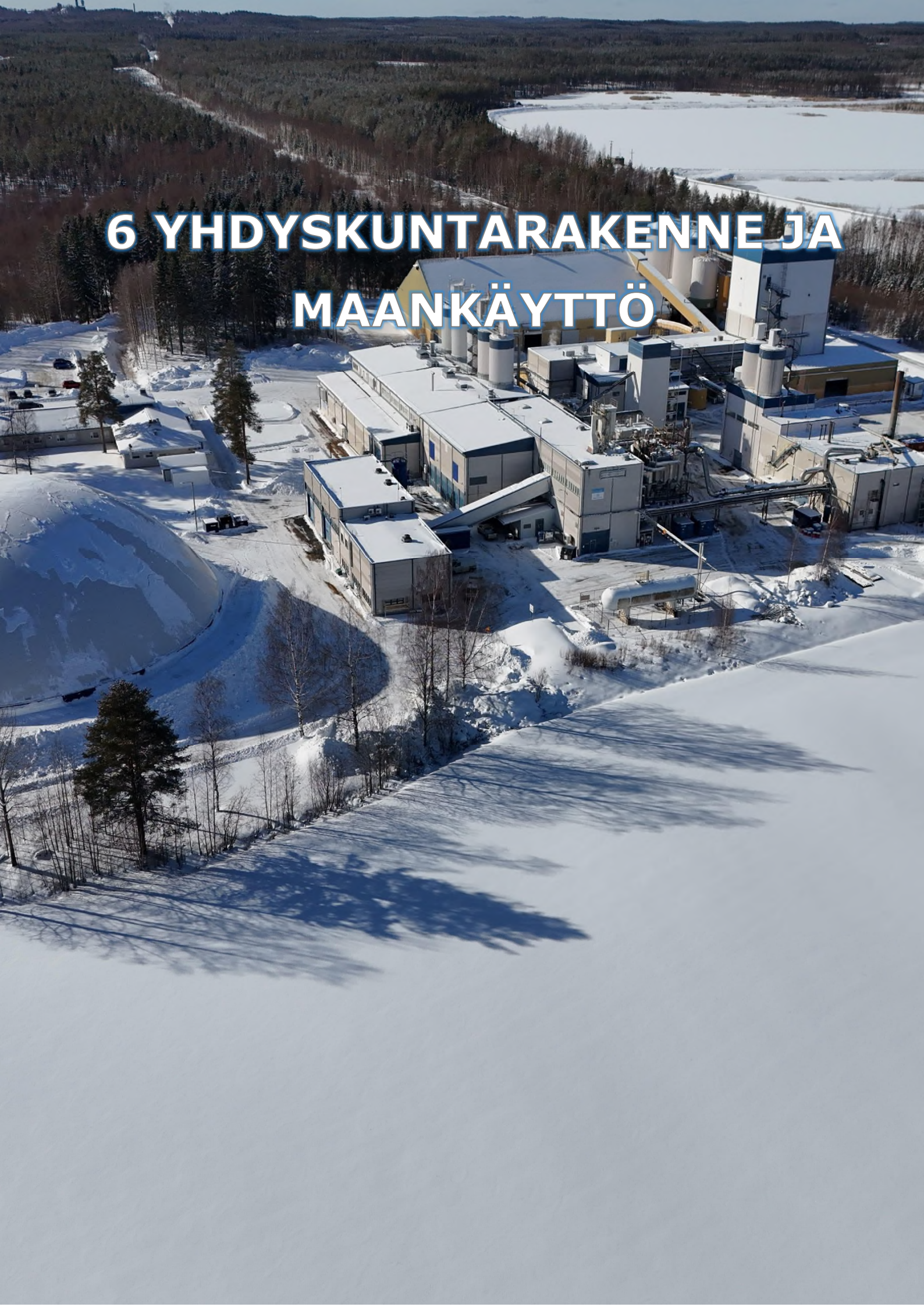
5.5.4 Hankkeessa tehdyt erillisselvitykset

Mondon ympäristövaikutusten arviointityön osana on tehty seuraavat selvitykset tukemaan olemassa olevaa aineistoa:

- Rikastushiekka-alueen eri YVA-vaihtoehtojen vedenlaatujen geokemiallinen mallinnus 2026 (liite 3)
- Vesi- ja kuormatasemalli 2026 (liite 4)
- Pohjavesimallinnus 2026 (liite 5)
- Pintavesimallinnus Sysmäjärvi ja Viinijärvi 2026 (6)
- Arkeologinen inventointi 2025 (liite 11)
- Luontoselvitykset (kasvillisuus ja luontotyypit, pesimälinnusto, saukot, viitasammakot, liito-oravat, korennot) 2025–2026 (liitteet 7 ja 8)
- Sysmäjärven Natura-arvio 2026 (liite 16)
- Maiseman havainnekuvat VE1 2024 (liite 15)
- Viinijärven ja Sysmäjärven kalaston nykytilan selvitys 2026

Edellä mainitut selvitykset on kuvattu tarkemmin seuraavissa luvuissa kunkin vaikutustyypin yhteydessä ja YVA-selostuksen liitteissä.

Copyright © AFRY Finland Oy



6 YHDYSKUNTARAKENNE JA MAANKÄYTTÖ

6 YHDYSKUNTARAKENNE JA MAANKÄYTTÖ

YHTEENVETO

- Hankealueen maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen kohdistuvat muutokset ovat kokonaisuudessa vähäisiä.
- Toiminta-ajan jatkaminen olemassa olevalla tehdasalueella tai sen laajennusalueella sekä siihen liittyvän infrastruktuurin hyödyntäminen myös tulevaisuudessa tukee valtakunnallista alueidenkäyttötavoitetta luonnonvarojen kestävästä hyödyntämisestä.
- Hanke ei ole ristiriidassa voimassa olevien maakunta-, yleis- tai asemakaavojen kanssa eikä estä niiden toteuttamista.
- Tarvittaessa vaihtoehtojen VE2a ja VE3 vaatima maankäyttö voidaan huomioida vireillä olevassa Joensuun seudun yleiskaavassa 2040. Hankkeeseen liittyvästä yleiskaavoitustarpeesta päättää Outokummun kaupunki.
- Mikäli uusi purkuputkireitti (PVE2a, PVE2b tai PVE2c) rakennetaan, tulee se toteuttaa siten, että Joensuun seudun yleiskaavassa 2020 osoitetulle vedenhankinnan kannalta tärkeälle pohjavesialueelle (pv-1) ei aiheudu pilaantumisriskiä.
- Joensuun seudun yleiskaavan 2020 suunnittelumääräyksen mukaisesti purkuputkireitin PVE2a, PVE2b tai PVE2c suunnittelussa tulee varmistaa, että pohjavesien muodostumisalueille ei sijoiteta sellaisia toimintoja, jotka aiheuttavat pohjavesien pilaantumisriskin.
- Purkuputkireittien PVE2a, PVE2b ja PVE2c maankäytöllisen vaikutuksen merkittävyys arvioidaan kohtalaisen kielteiseksi.
- Toteutusvaihtoehtojen VE2a ja VE3 maankäytöllisen vaikutuksen merkittävyys arvioidaan vähäisen kielteiseksi.
- Toteutusvaihtoehdoilla VE1 ja VE2b, purkuputkireitillä PVE1, Viinijärven raakaveden ottoreitillä, vanhan avolouhoksen raakaveden ottoreitillä sekä nollavaihtoehdolla VE0 ei arvioida olevan merkittävää maankäytöllistä vaikutusta.

6.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Laaditun vaikutusten arvioinnin pohjaksi on kuvattu alueen yhdyskuntarakenteen, maankäytön ja rakennetun ympäristön nykytilaa. Hankealueen maankäytön nykytilaa on selvitetty kartta- ja ilmakuvatarkasteluilla sekä hyödyntäen muita avoimia tietolähteitä ja alueelta laadittuja selvitystietoja. Tässä luvussa käsitellään hankkeen ja sen vaikutusalueen voimassa ja vireillä olevat kaavat ja muut tarkoituksenmukaiset maankäytön suunnitelmat.

Kaivoslain 1.6.2023 voimaan tulleen muutoksen myötä kunnan asema ja kaavoituksen merkittävyys kaivosluvan myöntämisen edellytyksenä on tarkentunut. Lakimuutoksen myötä kunta päättää kaivoslain 47 § 4 momentin mukaisesti alueen kaavoittamisesta joko

Copyright © AFRY Finland Oy

asemakaavalla tai oikeusvaikutteisella yleiskaavalla kaivoshanketta varten. Tällöin asemakaavan tai oikeusvaikutteisen osayleiskaavan tulee olla lainvoimainen ennen kaivosluvan myöntämistä. Vaatimus kuntakaavasta kaivosluvan edellytyksenä koskee vain uusia kaivoslupia.

Voimassa oleviin kaivoslupiin edellä mainittu vaatimus vaikuttaa niissä tapauksissa, jossa kaivosaluetta tai kaivoksen apualuetta laajennetaan. Voimassa olevia kaivoslupia koskee siirtymäsäännös, jonka mukaisesti olemassa olevan kaivoksen vähäistä apualuetta tai aluetta, jolla vähäisesti laajennetaan olemassa olevaa kaivosta, koskien sovelletaan vanhaa kaivoslain 47 §:n 4 momenttia. Näissä tapauksissa vanhan kaivoslain mukaisesti kaivostoiminta voi asema- tai yleiskaavan sijaan perustua myös maakuntakaavaan tai riittävään selvitykseen. Siirtymäsäännöstä noudatetaan kaivoslupahakemuksiin, jotka on jätetty viiden vuoden kuluessa lain voimaantulosta.

Hankkeen vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön voivat olla joko välittömiä tai välillisiä. Hanke saattaa aiheuttaa ympäristössä sellaisia muutoksia, jotka vaikuttavat nykyiseen maankäyttöön tai muuttavat tulevan maankäytön suunnitteluun liittyviä lähtökohtia tai reunaehtoja. Välittömät vaikutukset maankäyttöön ilmenevät hankealueen lähiympäristössä nykyisen maankäytön luonteen muuttumisena ja ensi sijassa olemassa olevien toimintojen laajentumisena. Välillisiä vaikutuksia voi syntyä esimerkiksi ympäristön häiriötekijöiden muutoksista, kuten rakentamisvaiheessa maa-alueiden muutoksista sekä alueelle johtavan tiestön lisääntyvästä liikenteestä ja melusta.

Yhdyskuntarakenteen ja maankäytön vaikutusten arvioinnissa kuvataan hankkeen suhde valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin (VAT), voimassa ja vireillä olevaan kaavoitukseen sekä asutukseen. Arviointi on tehty asiantuntija-arviona, jonka ovat laatineet maankäytön asiantuntijat.

6.2 Nykytila

Toteutusvaihtoehdon VE1 eli rikastushiekka-altaan korotuksen vaatima maankäyttö sijoittuu kokonaan kaivospiirin alueelle, kuten myös vaihtoedon VE2b eli kuivatusaltaan vaatima maankäyttö. Vaihtoehdoissa VE2a (kuivaläjitysallas) sekä vaihtoehdossa VE3 (rikastushiekka-allas) hanketoimintoja sijoittuu kaivospiirin lisäksi kaivospiirin alueen pohjoispuolelle.

Purkureitti PVE1 sijoittuu eteläpäätyä lukuun ottamatta koko matkaltaan voimassa olevalle kaivospiirin alueelle Vuonoksen ja Sysmäjärven välillä. Myös purkureitti PVE2a sijoittuu suurimmaksi osaksi kaivospiirin alueelle Vuonoksen ja Viinijärven välillä. Samalle reitille Vuonoksen ja Viinijärven välille sijoittuu myös Viinijärven raakaveden ottoreitti. Raakavettä otetaan myös tunnelia pitkin Outokummun vanhasta avolouhoksesta.

Vuonoksen rikastushiekka- ja tehdasalue sijaitsee noin kuuden kilometrin etäisyydellä Outokummun taajaman koillispuolella. Nykyinen purkuvesireitti (PVE1) leikkaa taajama-alueen Viitajoen kohdalta. Kaivospiirin länsipuolella sijaitsee Kaavintie (573), eteläpuolella Polvijärventie (504), itäpuolella Vuonosjoki sekä pohjoispuolella Luntinsuo. Alueelle johtaa rautatie Outokummun keskustan suunnasta, ja alueen jakaa pohjoiseteläsuuntainen voimajohto.

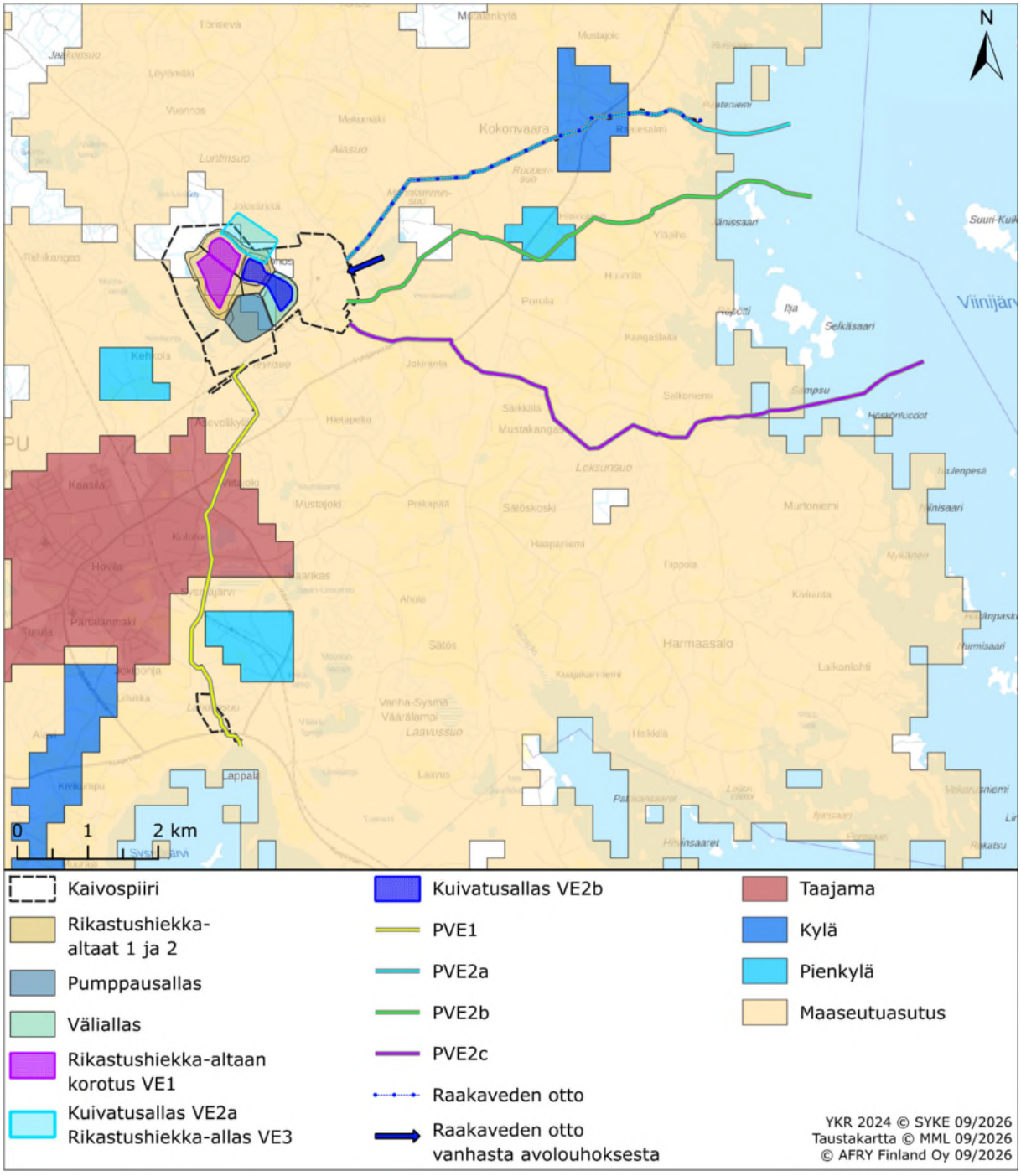
Maankäytöltään Vuonoksen kaivospiirin allasalueiden ympäristössä on havu- ja sekametsää hanketoiminnan tehdas- ja rikastamoalueiden sijoittuessa allasalueiden itäpuolelle. Vuonoksen ja Sysmäjärven välisen purkuputkireitti PVE1:n alueella sijaitsee

Copyright © AFRY Finland Oy

metsää ja paikoin soran ja hiekan ottoa reittiosuuden pohjoisosassa, asuinalueita ja risteämiä tiestön kanssa keskiosuudella sekä pelto- ja metsäalueita reitin eteläisellä osuudella. Vuonoksen ja Viinijärven Raatelahden välillä purkureitillä PVE2a sijaitsee pääasiassa metsätaloutta, mutta Kokonvaaran ympäristössä myös asutusta ja peltoalueita. Purkureitin PVE2b alueella maankäyttö vaihtelee peltoalueiden ja metsäalueiden välillä. Purkureitin PVE2c osalta korostuu peltoalueet sekä eri purkureittivaihtoehdoista pisin vedenalainen osuus Viinijärvellä. Rikastushiekka-altaan mahdollisen laajennuksen alue sijoittuu Loukonpuron päälle kohtaan, jossa sijaitsee sekametsää. Olemassa oleva voimalinja jää kaivosalueen laajennuksen rajauksen itäpuolelle noin 50 metrin etäisyydelle.

Rikastushiekka- ja tehdasalue sijoittuu yhdyskuntarakenteen aluejaon (Kuva 6-2) mukaan pääosin maaseutuasutuksen alueelle, mutta keski- ja luoteisosasta luokittelemattomalle alueelle. Purkureitti PVE1 Vuonoksen ja Sysmäjärven välillä leikkaa Outokummun taajaman itäosan sekä sijoittuu pienkylän länsipuolelle Sysmäjärven kohdalla. Muilta osin purkureitti PVE1 sijoittuu maaseutuasutuksen alueelle. Purkureitti PVE2a Vuonoksen ja Viinijärven Raatelahden välillä (Viinijärven raakaveden ottoreitin rinnalla) sijoittuu suurimmaksi osaksi maaseutuasutuksen alueelle, mutta Kokonvaaran ympäristössä kyläalueelle. Purkureitti PVE2b Vuonoksen ja Viinijärven Lukanlahden välillä sijoittuu pääosin maaseutuasutuksen alueelle, mutta vähäisessä määrin myös pienkylän alueelle Nurkkalan kohdalla. Purkureitti PVE2c sijoittuu mantereella maaseutuasutuksen alueelle. Purkureittien PVE2a, PVE2b ja PVE2c itäpäädyt Viinijärvellä sijaitsevat yhdyskuntarakenteen aluejaon mukaisella luokittelemattomalla alueella. Tehdasalueen laajennuksen alue sijoittuu pääasiassa maaseutuasutuksen alueelle, mutta vähäisessä määrin luokittelemattomalle alueelle.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 6-1. Yhdyskuntarakenteen aluejaot (YKR) hanketoimintojen ympäristössä.

6.2.1 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT)

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa alueidenkäyttölain mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Valtioneuvosto päätti valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista 14.12.2017 ja ne tulivat voimaan 1.4.2018.

Alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on muun muassa auttaa saavuttamaan alueidenkäyttölain ja alueidenkäytön suunnittelun tavoitteet, joista tärkeimmät ovat hyvä elinympäristö ja kestävä kehitys. Alueidenkäyttölain mukaan tavoitteet on otettava

Copyright © AFRY Finland Oy

huomioon ja niiden toteuttamista on edistettävä maakunnan suunnittelussa, kuntien kaavoituksessa ja valtion viranomaisten toiminnassa.

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet jakautuvat viiteen kokonaisuuteen, jotka ovat:

- Toimivat yhdyskunnat ja kestävä liikkuminen
- Tehokas liikennejärjestelmä
- Terveellinen ja turvallinen elinympäristö
- Elinvoimainen luonto- ja kulttuuriympäristö sekä luonnonvarat
- Uusiutumiskykyinen energiahuolto

Tähän hankkeeseen liittyvät muun muassa seuraavat valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet:

- Edistetään koko maan monikeskuksista, verkottuvaa ja hyviin yhteyksiin perustuvaa aluerakennetta, ja tuetaan eri alueiden elinvoimaa ja vahvuuksien hyödyntämistä.
- Luodaan edellytykset vähähiiliselle ja resurssitehokkaalle yhdyskuntakehitykselle, joka tukeutuu ensisijaisesti olemassa olevaan rakenteeseen.
- Edistetään valtakunnallisen liikennejärjestelmän toimivuutta ja taloudellisuutta kehittämällä ensisijaisesti olemassa olevia liikenneyhteyksiä ja verkostoja sekä varmistamalla edellytykset eri liikennemuotojen ja -palvelujen yhteiskäyttöön perustuville matka- ja kuljetusketjuille sekä tavara- ja henkilöliikenteen solmukohtien toimivuudelle.
- Varaudutaan sään ääri-ilmiöihin ja tulviin sekä ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Uusi rakentaminen sijoitetaan tulvavaara-alueiden ulkopuolelle tai tulvariskien hallinta varmistetaan muutoin.
- Ehkäistään melusta, tärinästä ja huonosta ilmanlaadusta aiheutuvia ympäristö- ja terveyshaittoja.
- Haitallisia terveysvaikutuksia tai onnettomuusriskejä aiheuttavien toimintojen ja vaikutuksille herkkien toimintojen välille jätetään riittävän suuri etäisyys, tai riskit hallitaan muulla tavoin.
- Huolehditaan valtakunnallisesti arvokkaiden kulttuuriympäristöjen ja luonnonperinnön arvojen turvaamisesta.
- Edistetään luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaiden alueiden ja ekologisten yhteyksien säilymistä.
- Luodaan edellytykset bio- ja kiertotaloudelle ja edistetään luonnonvarojen kestävää hyödyntämistä.

6.2.2 Voimassa olevat maakuntakaavat

Hankealueella on voimassa kolme maakuntakaavaa: Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040, Pohjois-Karjalan maakuntakaavan 2040 1. vaihe sekä Pohjois-Karjalan maakuntakaavan 2040 2.vaihe. Lisäksi hanketoimintojen eteläpuolella Pohjois-Karjalan maakunnassa Heinäveden kunnan alueella on voimassa Heinäveden osa-aluemaakuntakaava. (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2026a) Lisäksi maakunnan alueella on voimassa 5.3.2014 vahvistettu Pohjois-Karjalan 3. vaihemaakuntakaava, josta on voimassa ainoastaan tuulivoima-alueet, joita ei ole osoitettu hanketoimintojen alueelle tai niiden läheisyyteen (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2026b).

Copyright © AFRY Finland Oy

Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040 on tullut voimaan 23.11.2020 ja saanut lainvoiman 8.7.2021. Kaava on Pohjois-Karjalan kaikki keskeiset maankäytön teemat käsittävä kokonaismaakuntakaava, lukuun ottamatta Heinäveden aluetta, missä on voimassa 4.12.2023 hyväksytty ja 14.2.2024 lainvoiman saanut Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040:n Heinäveden osa-alue. Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040 käsittelee ylimaakunnallisia kehittämisvyöhykkeitä, maakunnan kehittämisen kohdealueita, rakentamisalueiden merkintöjä, yhteysverkkoja, kehittämiskäytäviä, kulttuuriympäristöjä, luonnonvarojen käyttöä, luonnonsuojelua sekä arvokkaita luontoalueita.

Pohjois-Karjalan maakuntavaltuusto on hyväksynyt kokouksessaan 13.6.2022 Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040:n 1. vaiheen, joka täydentää Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040:tä. Kaava kumoaa Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040:n turvetuotannon osalta sekä maakunnallisesti merkittävän rakennetun kulttuuriympäristön osalta. Kaavalla ei kumota aikaisemmin osoitettuja luonnonsuojelualueita, sillä kaavaan osoitettavat soidensuojelualueet täydentävät voimassa olevaa suojelualueverkostoa.

Pohjois-Karjalan maakuntavaltuusto on hyväksynyt Pohjois-Karjalan maakuntakaavan 2040 2. vaiheen (energia ja maisemat) 9.6.2025, jonka jälkeen maakuntahallitus on 29.9.2025 päättänyt kuuluttaa 2. vaiheen tulemaan voimaan valituksista huolimatta alueidenkäyttölain 201 §:n mukaisesti ennen lainvoimaa. Kaava käsittelee muun muassa uusiutuvaa energiaa, sähkönsiirtoverkostoa ja siihen liittyvää energiainfrastruktuuria sekä pohjavesialueita ja maisema-alueita. Kaava käsittää koko Pohjois-Karjalan maakunnan alueen ja sen 13 kuntaa. (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2026c)

Pohjois-Karjalan maakuntakaavasta 2040, Pohjois-Karjalan maakuntakaavan 2040 1. vaiheesta, Heinäveden osa-aluemaakuntakaavasta sekä Pohjois-Karjalan maakuntakaavan 2040 2. vaiheesta on laadittu epävirallinen kaavayhdistelmä (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2025a) (Kuva 6-2), jossa Vuonoksen kaivospiirin pääalueelle on osoitettu kaivosaluetta (EK), kaivospiirin kaakkoisosaan kohdemerkintänä energiahuollonalue (en) sekä kaivospiirin kaakkois- ja itäosiin kaksi t-kem-kohdemerkintää (teollisuus- ja varastoalue, jolla on/jolle saa sijoittaa merkittävän, vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan laitoksen). Energiahuollon alueelta pohjoiseen sekä lounaaseen on osoitettu pääsähkölinjat (110 kV). Kaivospiirin pääalueen länsi- ja luoteisosiin on osoitettu tärkeä vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue (pv) ja ohjeellinen moottorikelkkailureitti sekä alueen lounaisosaan taajamaseudun kehittämisen kohdealuetta (ts). Kaivospiirin länsiosa kuuluu liikenteen kehittämisvyöhykkeeseen, Ysikäytävään. Maakuntakaavayhdistelmässä osoitetaan myös Salmijärven ampumarataan liittyvä melualue (me) kaivospiirin luoteisosaan sekä peltobiotalousaluetta (pb) kaivospiirin kaakkoisosaan ja itäpuolelle. Kaivospiirin länsireunaan rajautuen on osoitettu seututie tai pääkatu (st, seututie 573).

Maakuntakaavayhdistelmässä osoitettu kaivosalue (EK) mukailee kaivospiirin keskeistä aluetta, jolloin kaivosalueen laajennuksen alue sijoittuu osoitetun kaivosalueen pohjoispuolelle sekä osin osoitetulle melualueelle (me).

Kaivospiirin välittömään läheisyyteen eteläpuolelle on osoitettu maa-ainesten ottoaluetta (EO1-p). Outokummun keskustan alueelle osoitettu taajamatoimintojen alue (A) on osoitettu lähimmillään noin puolen kilometrin etäisyydelle kaivospiirin lounaispuolelle. Etäämmälle kaivospiirin luoteispuolelle ja koillispuolelle on osoitettu arvokkaat harjualueet tai muut geologiset muodostumat (ge-1).

Copyright © AFRY Finland Oy

Maakuntakaavayhdistelmässä Vuonoksen ja Sysmäjärven väliselle kaivospiirin alueelle tai välittömään läheisyyteen, jolla sijaitsee myös purkureitti PVE1, on osoitettu kaivosaluetta (EK), liikenteen kehittämiskäytävä (lk), maa-ainesten ottoaluetta (EO 1-p), taajamatoimintojen aluetta (A), ohjeellinen moottorikelkkailureitti, pää-sähkölinja 110 kV (z), tärkeä vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue (pv), seututie tai pääkatu, taajamaseudun kehittämisen kohdealuetta (ts), valtakunnallisesti merkittävä maantie / runkoverkko, päärata ja liikennepaikka, Natura 2000 -verkostoon kuuluvaa aluetta (nat), luonnonsuojelu- ja koskiensuojelualuetta (SL) sekä peltobiotalousaluetta (pb).

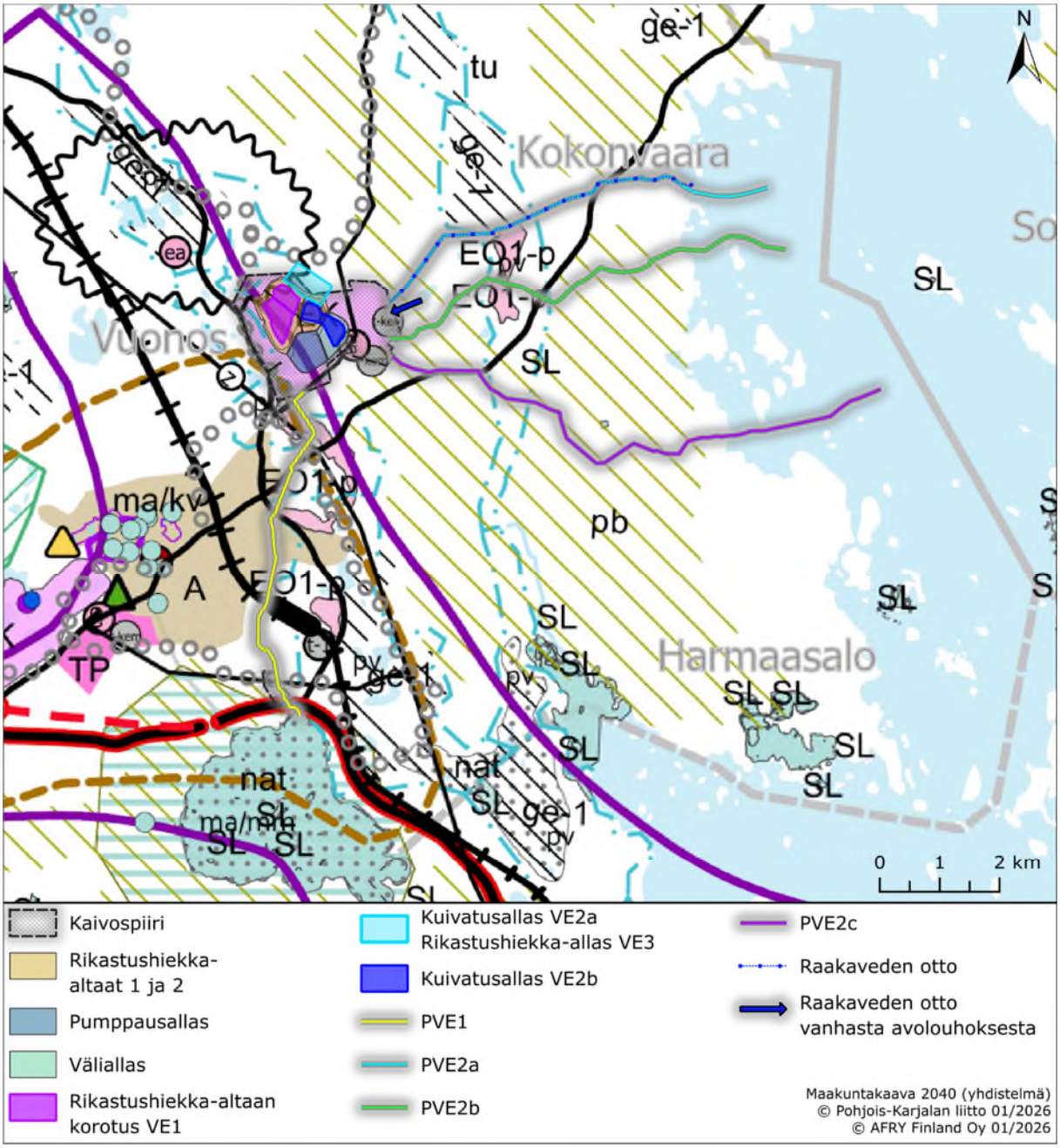
Purkureitin PVE1 eteläpäätyyn Sysmäjärven ympäristöön on osoitettu maakunnallisesti arvokasta maisema-aluetta (ma/mm). Merkintään liittyvän suunnittelumääräyksen mukaan alueen suunnittelussa ja käytössä on otettava huomioon arvokkaan maisema-alueen kokonaisuus, ominaispiirteet ja maisema-arvot sekä turvattava ja edistettävä niiden säilymistä.

Maakuntakaavayhdistelmässä Vuonoksen ja Viinijärven väliselle kaivospiirin alueelle sekä pääosin samaan kohtaan sijoittuvan purkureitin PVE2a sekä Viinijärven raakaveden ottoreitin alueelle tai välittömään läheisyyteen on osoitettu kaivosaluetta (EK), teollisuus- ja varastoaluetta, jolle saa sijoittaa merkittävän, vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan laitoksen (t/kem), peltobiotalousaluetta (pb), tärkeä vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue (pv), seututie tai pääkatu, arvokasta harju- tai moreenialuetta (ge-1) sekä maa-ainesten ottoaluetta (EO 1-p).

Purkureitin PVE2b kohdalle tai lähialueelle on osoitettu vastaavat merkinnät kuin purkureitin PVE2a kohdalle lukuun ottamatta arvokasta harju- tai moreenialuetta (ge-1). Purkureitin PVE2c kohdalle tai lähialueelle on osoitettu vastaavat merkinnät kuin purkureitin PVE2a kohdalle lukuun ottamatta arvokasta harju- tai moreenialuetta (ge-1) ja maa-ainesten ottoaluetta (EO 1-p).

Vanhan avolouhoksen ja Vuonoksen välillä sijaitsevan raakaveden ottoreitin kohdalle tai välittömään läheisyyteen on osoitettu peltobiotalousaluetta (pb), kaivosaluetta (EK) sekä teollisuus- ja varastoaluetta, jolle saa sijoittaa merkittävän, vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan laitoksen (t/kem).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 6-2. Ote voimassa olevien maakuntakaavojen epävirallisesta kaavayhdistelmästä hanketoimintojen ympäristöstä (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2025b).

6.2.3 Vireillä olevat maakuntakaavat

Pohjois-Karjalan maakunnassa on vireillä Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2045, jonka alustavat tavoitteet sekä osallistumis- ja arviointisuunnitelman maakuntahallitus on hyväksynyt 31.8.2026. Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2045 käsittää koko maakunnan alueen ja kaava käsittelee uuden alueidenkäyttölain mukaisesti maakunnallisesti ja valtakunnallisesti merkittävää alueidenkäyttöä. Kaavan keskeisiä teemoja ovat: aluerakenne, liikenne, luonnonsuojelu ja arvokkaat luontoalueet, luonnonvarat, kulttuuriympäristö, virkistys ja matkailu, energia sekä erityistoiminnot. Kaavan tavoiteaikataulun mukaan luonnosvaihe ajoittuu vuodelle 2027, ehdotusvaihe vuosille 2027–2028 ja hyväksymisvaihe vuodelle 2028. (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2026d)

Copyright © AFRY Finland Oy

Pohjois-Karjalan maakuntakaavan 2040 2. vaiheen (energia ja maisemat) hyväksymispäätöksestä valitettu eikä kaava ole lainvoimainen (tilanne syyskuussa 2026). (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2026c)

6.2.4 Yleiskaavat

Hanketoimintojen alueilla on voimassa kolme yleiskaavaa: Joensuun seudun yleiskaava 2020, Outokummun kaupungin keskusta-alueen osayleiskaava sekä Viinijärven osayleiskaava.

Joensuun seudun yleiskaava 2020:ssä (hyv. 2.12.2008) (Joensuun kaupunki 2008) keskeiselle kaivospiirin alueelle osoitetaan teollisuus- ja varastoaluetta (T) (Kuva 6-3). Alueen lounais- ja luoteisosiin on osoitettu seudullisesti merkittävää soran tai hiekan ottoaluetta (EO/so) sekä pohjavesialuetta (pv-2). Alueen eteläosaan ja alueen poikki on osoitettu pohjoiseteläsuuntaisesti olemassa oleva kantaverkkoon kuuluva voimalinja (z110) ja alueen eteläreunaan rautatie ja energiahuollon kohde (en). Lisäksi kaivospiirin alueella tai sen lähellä on osoitettu kuusi mahdollisesti saastunutta maa-aluetta (!), joista yksi merkintä on rikastushiekka-altaiden kohdalla, kaksi rautatien lähettyvillä rikastushiekka-altaiden etelä- ja itäpuolella ja kolme purkureitti PVE2a:n varrella (Kuva 6-3 punaiset ympyrät). Alueen eteläkulmaan sijoittuu osa Outokummun keskustan ympäristöön osoitetusta suunnittelutarvealueesta (suunn).

Keskeisen kaivospiirin länsireunaan on osoitettu seututie (st) sekä siihen liittyvä melualue (me). Aluetta ympäröiville alueille on osoitettu maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M).

Kaivosalueen laajennuksen alueelle on osoitettu pääosin teollisuus- ja varastoaluetta (T), mutta myös vähäisessä määrin maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M). Laajennuksen alue sijoittuu osoitetun olemassa olevan kantaverkkoon kuuluvan voimalinja (z110) länsipuolelle.

Joensuun seudun yleiskaava 2020:ssä kaivospiirin alueelle Vuonoksen ja Viinijärven väliselle alueelle sekä purkureitin PVE2a ja Viinijärven raakaveden ottoreitin alueille on osoitettu maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M), pohjavesialuetta (pv-1), geomorfologisesti arvokasta harjualuetta (geo/har-3), seudullisesti merkittävää soran tai hiekan ottoaluetta (EO/so), kylämäisen asutuksen vyöhykettä (atv), asumakylä (ata), ratojenkäytön solmukohta (rac), seututie (st) sekä melualuetta.

Vanhan avolouhoksen ja Vuonoksen välisen raakaveden ottoreitin kohdalle on osoitettu maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M).

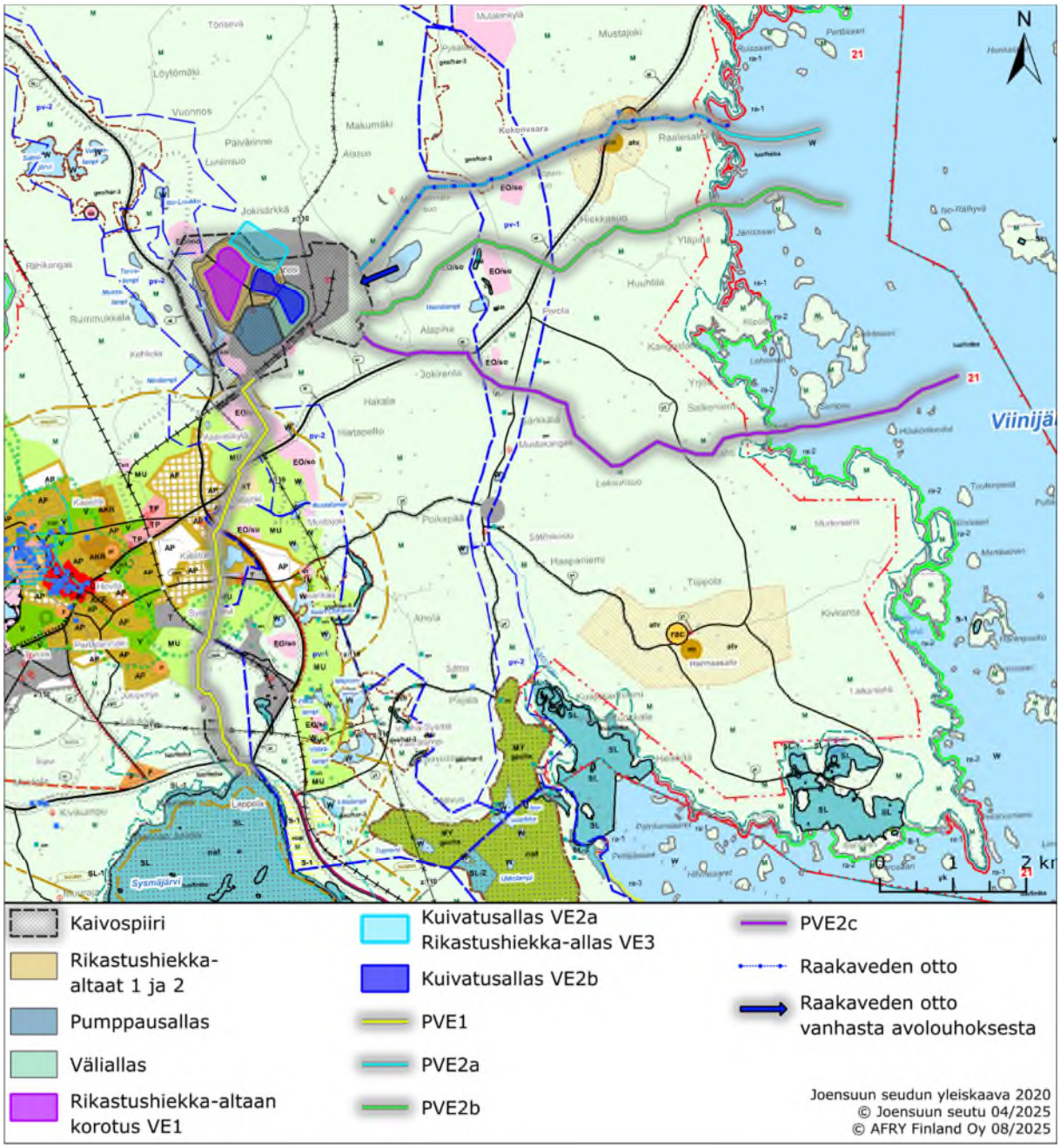
Purkureitin PVE2b alueelle on osoitettu maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M), pohjavesialuetta (pv-1), seudullisesti merkittävää soran tai hiekan ottoaluetta (EO/so), seututie (st) sekä melualuetta.

Purkureitin PVE2c alueelle on osoitettu maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M), pohjavesialuetta (pv-1), seututie (st), melualuetta sekä kaksi yhdystietä (yt).

Vuonoksen ja Sysmäjärven väliselle kaivospiirin alueelle ja purkureitin PVE1 alueelle on osoitettu maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M), pohjavesialuetta (pv-2), seudullisesti merkittävää soran tai hiekan ottoaluetta (EO/so), maa- ja metsätalousvaltaista aluetta, jolla on ulkoilun ohjaustarvetta (MU), kyläaluetta (AT), seututie (st), melualuetta, ulkoilun yhteystarpeita, rautatie, yhdyskuntateknisen huollon kohde (et), kantaverkkoon kuuluva voimalinja (z110), valtatie (vt), kansainvälisesti tärkeäksi inventoitua linnustoaluetta

Copyright © AFRY Finland Oy

(luo/finiba), luonnonsuojelualuetta (SL), Natura 2000 -verkostoon kuuluvaa tai ehdotettua aluetta (nat) sekä suunnittelutarvealuetta (suunn).

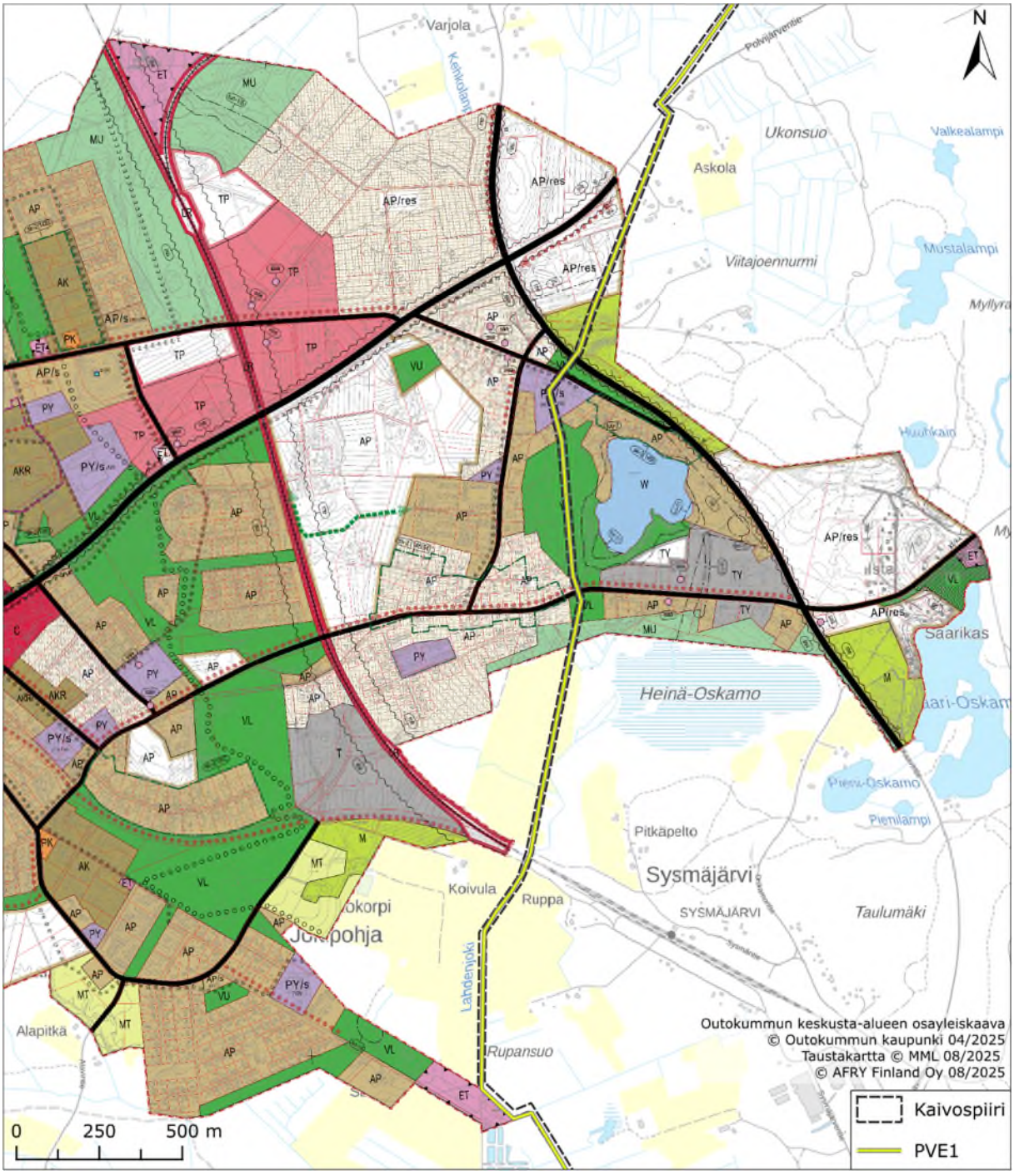


Kuva 6-3. Ote Joensuun seudun yleiskaava 2020:stä hanketoimintojen ympäristöstä (Joensuun kaupunki 2008).

Outokummun kaupungin keskusta-alueen osayleiskaava (Outokummun kaupunki & Ramboll 2014) (hyv. 15.6.2015) on voimassa Vuonoksen ja Sysmäjärven välisen purkureitti PVE1:n alueella Outokummun taajama-alueen ympäristössä (Kuva 6-4). Kaavassa kyseisille alueille on osoitettu reservialuetta asuinpientalovaltaiseksi alueeksi (AP/res), maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M), tärkeää tai vedenhankintaan soveltuvaa pohjavesialuetta (pv), melualuetta (me), lähivirkistysaluetta (VL), julkisten palvelujen ja hallinnon aluetta, jolla on säilytettäviä rakennus- ja kulttuurihistoriallisia arvoja (PY/s), asuinpientalovaltaista asuntoaluetta (AP), ohjeellinen uusi kevyen liikenteen

Copyright © AFRY Finland Oy

reitti, seututie (st) sekä yhdystie/kokoojakatu (yt/kk). Sysmäjärven kohdalla reittiosuus sijoittuu kaavassa osoitetun rautatieliikennealueen itäpuolelle (LR) noin 45 metrin etäisyydelle sekä rajautuu Jokipohjan kohdalla yhdyskuntateknisen huollon alueeseen (ET).



Kuva 6-4. Ote Outokummun kaupungin keskusta-alueen osayleiskaavasta kaivospiirin ja purkureitin PVE1 alueella (Outokummun kaupunki & Ramboll 2014).

Outokummun kaupungin Viinijärven osayleiskaava (Outokummun kaupunki 1999) (hyv. 8.5.2000) on voimassa purkureittien PVE2a, PVE2b ja PVE2c itäpäissä ja Viinijärven raakaveden ottoreitin itäpään alueella (Kuva 6-5). Niille reittien itäpäädyn osa-alueille, jotka sijoittuvat maa-alueelle, on osoitettu kaavassa maa- ja metsätalousaluetta (MT),

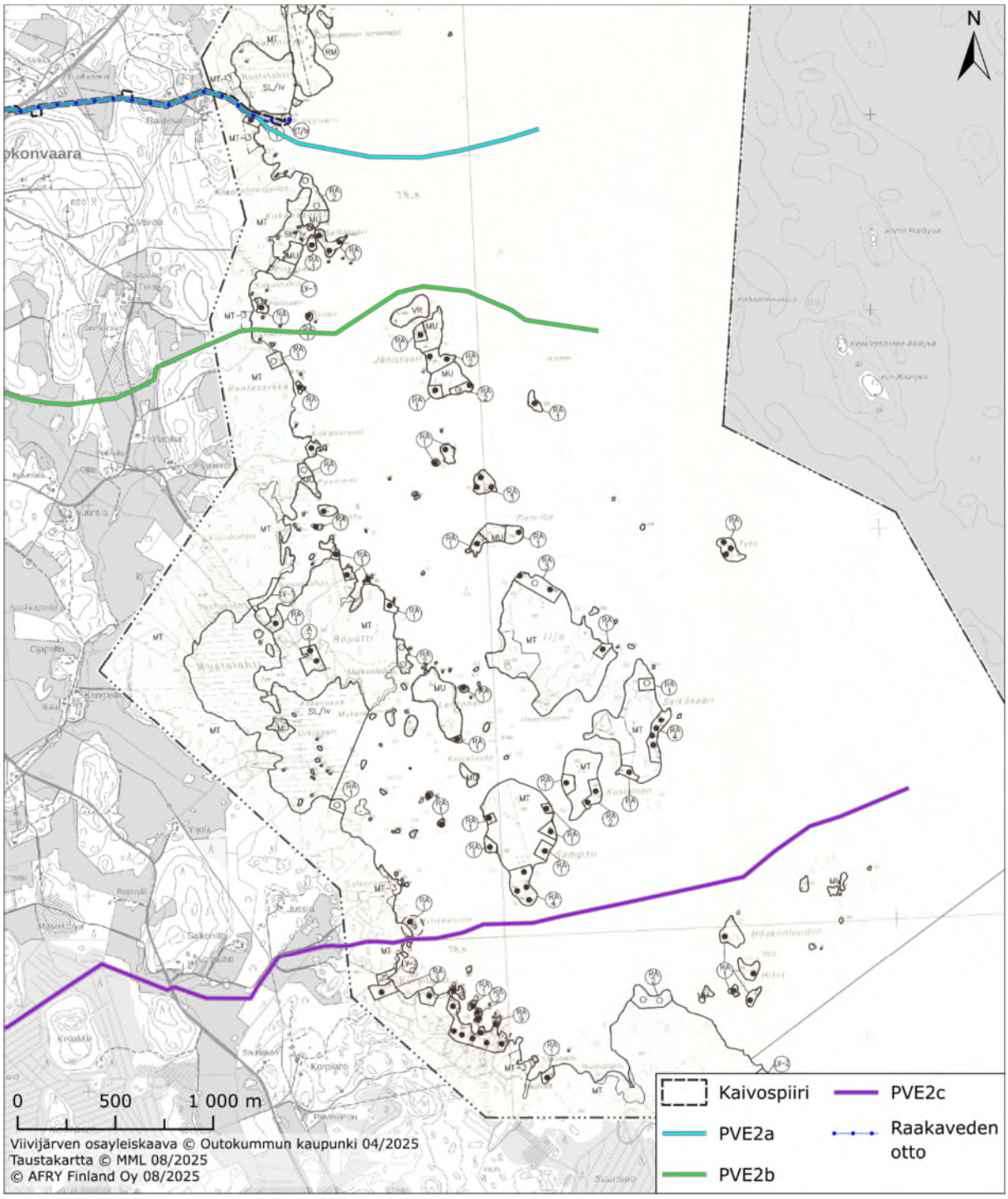
Copyright © AFRY Finland Oy

asuntoaluetta (A), luonnonsuojelualuetta, jonka mukaiset vesialueet ovat myös tärkeitä lintuvesiä (SL/lv) sekä yhdyskuntateknisen huollon aluetta (ET/tv).

Viinijärven osayleiskaavassa purkureitin PVE2b mukaiselle maa-alueelle on osoitettu maa- ja metsätalousaluetta (MT) sekä maa- ja metsätalousaluetta, johon sisältyvälle ranta-alueen osalle voidaan kyseessä olevan tilan tarpeisiin rakentaa enintään 20 neliömetrin suuruinen saunarakennus noudattaen soveltuvin osin lomarakennusalueen kaavamääräyksiä (MT-3). Lisäksi läheisten saarien alueille on osoitettu loma-asuntoaluetta (RA) sekä retkeily- ja ulkoilualuetta (VR).

Viinijärven osayleiskaavassa purkureitin PVE2c mukaiselle maa-alueelle on osoitettu maa- ja metsätalousaluetta (MT) sekä välittömään läheisyyteen pohjoispuolelle loma-asuntoaluetta (RA). Reittiä lähimmille saarille on osoitettu loma-asuntoaluetta (RA) sekä maa- ja metsätalousvaltaista aluetta, jolla on ympäristöarvoja (MU).

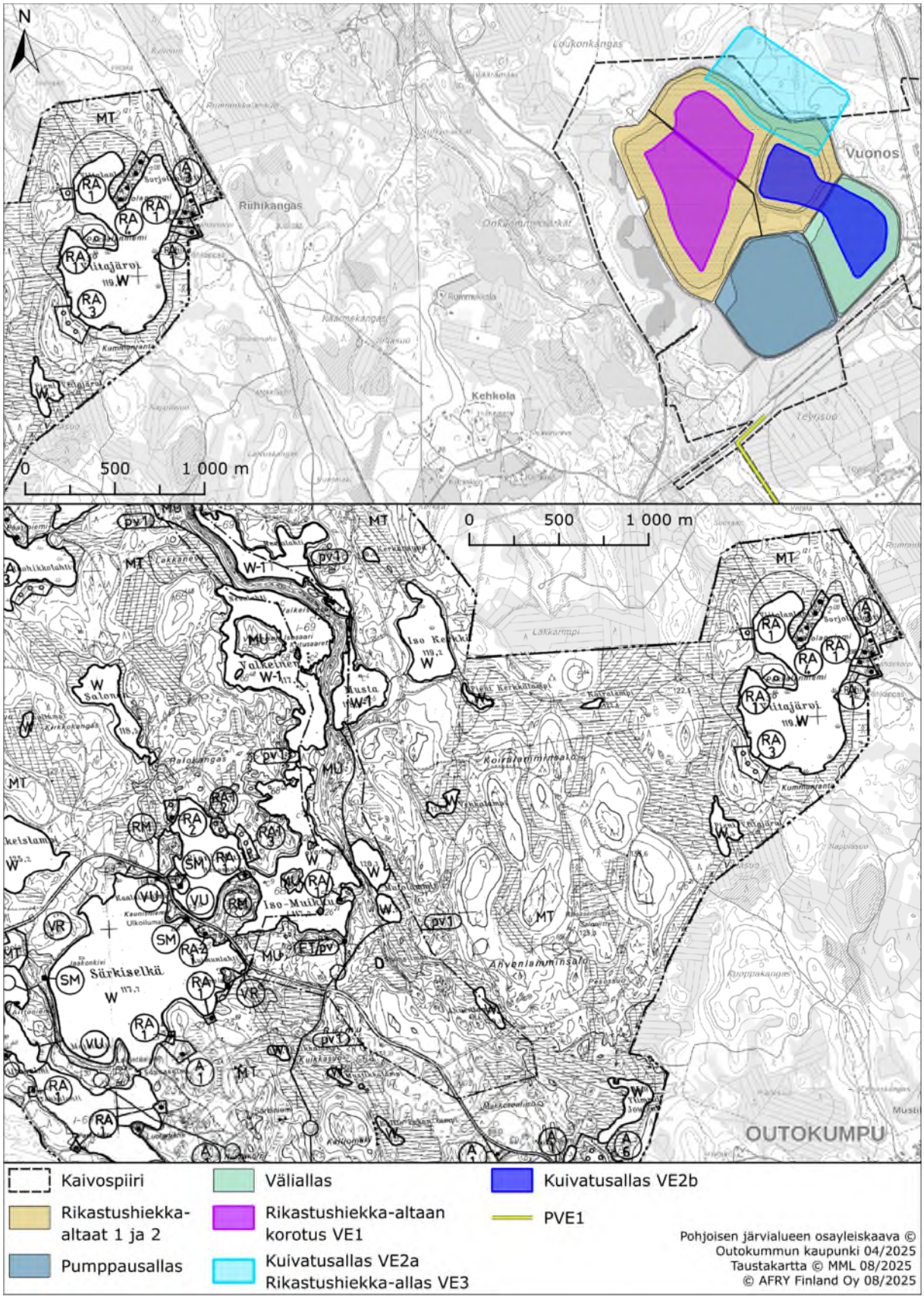
Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 6-5. Ote Viinijärven osayleiskaavasta kaivospiirin, raakaveden ottoreitin sekä purkureittien PVE2a, PVE2b ja PVE2c alueilta (Outokummun kaupunki 1999).

Lisäksi lähimmillään noin 1,8 kilometrin etäisyydellä keskeisen kaivospiirin länsipuolella on voimassa Pohjoisen järvialueen osayleiskaava (Outokummun kaupunki 1995) (vahvistettu 6.6.1997), jossa lähimmäksi hanketoimintoja on osoitettu asuntoaluetta (A), loma-asuntoaluetta (RA), maa- ja metsätalousaluetta (MT) sekä vesialuetta (W) Viitajärven kohdalle (Kuva 6-6).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 6-6. Ote hanketoimintojen länsipuolella voimassa olevasta Pohjoisen järvialueen osayleiskaavasta (Outokummun kaupunki 1995).

Copyright © AFRY Finland Oy

6.2.5 Vireillä olevat yleiskaavat

Hankealueella on vireillä Joensuun seudun yleiskaava 2040, jonka käynnistämisestä osaltaan Outokummun kaupunginvaltuusto on päättänyt 19.6.2023. Kaavan osallistumis- ja arviointisuunnitelma (OAS) on julkaistu tammikuussa 2024 ja OAS-vaiheen yleisötilaisuus järjestettiin 21.2.2024. Kaavan tavoitteena on ohjata laajoja ylikunnallisia maankäyttöön liittyviä kokonaisuuksia, kuten asumisen, liikenteen, työpaikka- ja teollisuus sekä viher- ja virkistysalueiden maankäyttöä tulevaisuudessa. Kaavassa osoitetaan tarpeelliset suojelukohteet ja -alueet sekä rakennetun kulttuuriympäristön ja maiseman arvot. Kaavan mukaisen yhdyskuntarakenteen toteutumisen tavoitevuodeksi on asetettu 2040. Kaavan tavoiteaikataulun mukaan luonnosvaihe ajoittuu vuodelle 2026, ehdotusvaihe vuosille 2027–2028 sekä hyväksymisvaihe vuodelle 2027. (Joensuun kaupunki 2024, Joensuun kaupunki 2026)

6.2.6 Asemakaavat ja ranta-asemakaavat

Outokummun taajama-alueella on voimassa kaksi asemakaavaa, jotka sijoittuvat Vuonoksen ja Sysmäjärven välisen kaivospiirin alueelle sekä purkureitin PVE1 alueelle. Lisäksi yksi asemakaava-alue on voimassa edellä mainittuihin reitteihin rajautuen.

Viitajoen ja Heinä-Oskamon alueella on voimassa Kuusjärven kunnan Outokummun asutustaajaman rakennuskaava, joka on vahvistettu 27.7.1963. Kaavassa hanketoimintojen alueelle osoitetaan maa- ja metsätalousaluetta (M) sekä rautatiealuetta (LR).

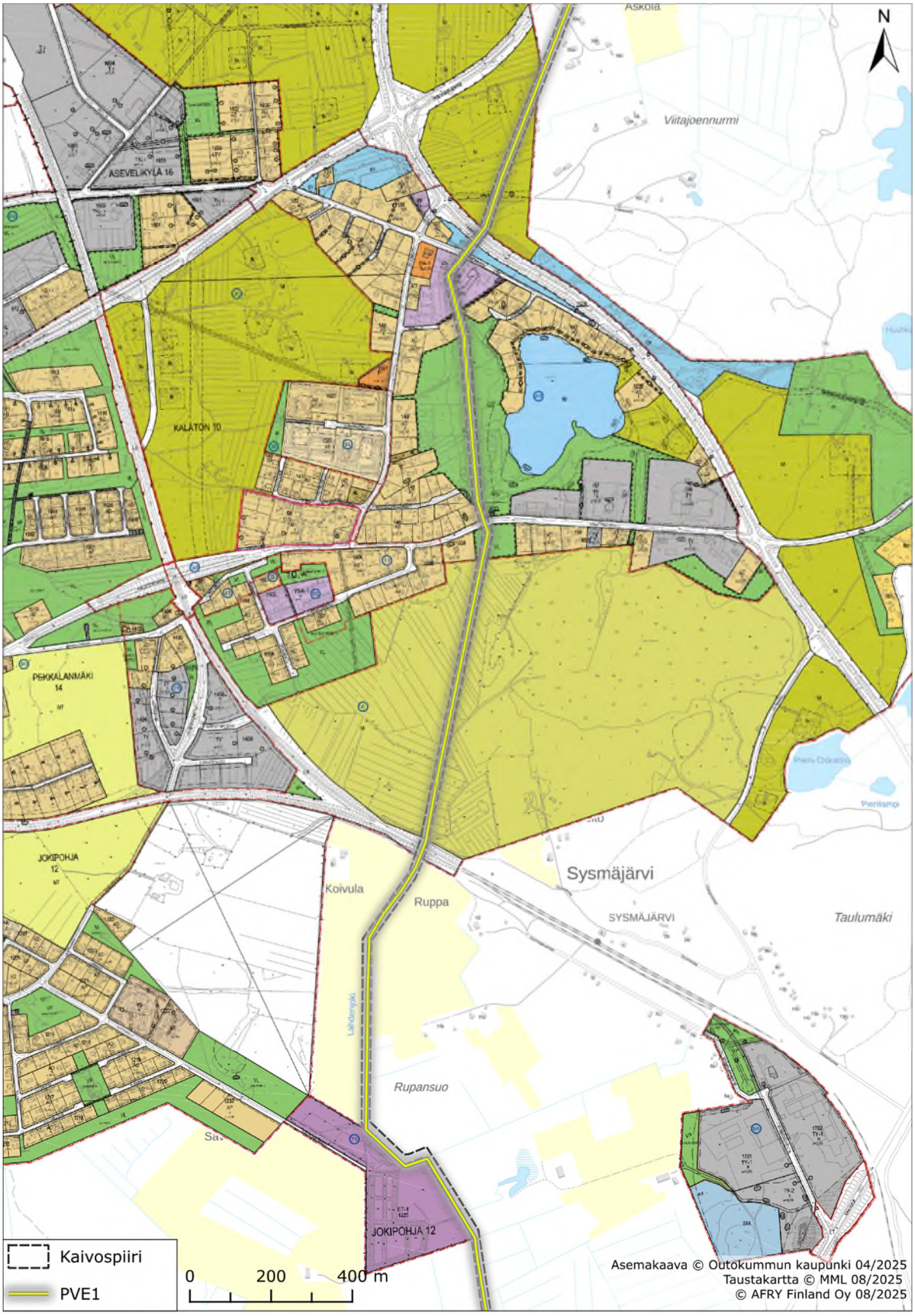
Kalattoman alueen ympäristössä on voimassa Kalattoman itäosan asemakaavan muutos (hyv. 27.11.2017), jossa hanketoimintojen alueelle on osoitettu tärkeää tai vedenhankintaan soveltuvaa pohjavesialuetta (pv-1), maanalaista johtoa varten varattu alueen osa (z), ohjeellinen maanalaista vesi- ja /tai viemärijohtoja varten varattu alueen osa, maantien aluetta (LT), suojaviheraluetta (EV), katu, opetustoimintaa palvelevien rakennusten korttelialuetta (YO), erillispientalojen korttelialuetta (AO), lähivirkistysaluetta (VL) sekä yhdyskuntateknistä huoltoa palvelevien rakennusten ja laitosten aluetta (ET).

Jokipohjan ja Lahdensuon välillä hanketoiminnot sijoittuvat Jokipohjan 12. kaupunginosan korttelin 1225 ja siihen rajoittuvan katualueen asemakaavan sekä Jokipohjankadun osan asemakaavan muutokseen (hyv. 28.8.2000), jossa hanketoimintojen länsireunaan rajautuen on osoitettu yhdyskuntateknistä huoltoa palvelevien rakennusten ja laitosten aluetta (ET-1).

Hanketoimintojen alueella tai välittömässä läheisyydessä ei ole voimassa olevia ranta-asemakaavoja. Lähin ranta-asemakaava on Polvijärven kunnan Niinisaaren rantakaava noin 3,1 kilometrin etäisyydellä purkureitin PVE2c itäpäädyn kaakkoispuolella.

Kaivospiirin ja purkureitin PVE1 alueella voimassa olevat asemakaavat on esitetty kuvassa 6-7.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 6-7. Ote kaivospiirin ja purkureitin PVE1 alueella voimassa olevista asemakaavoista (Outokummun kaupunki 2025).

Copyright © AFRY Finland Oy

6.2.7 Vireillä olevat asemakaavat ja ranta-asemakaavat

Hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole vireillä asemakaavoja tai ranta-asemakaavoja.

6.3 Vaikutusten arviointi

6.3.1 Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön

Toteutusvaihtoehdoilla VE1, VE2a, VE2b ja VE3 ei arvioida olevan merkittäviä yhdyskuntarakennetta muuttavia vaikutuksia, sillä vaihtoehdot mahdollistavat nykyisen kaltaisen toiminnan jatkumisen teknisesti eri toteutustavoilla.

Purkuputkivaihtoehdolla PVE1 ei arvioida olevan yhdyskuntarakennetta muuttavia vaikutuksia, sillä toiminta tapahtuu olemassa olevien rakenteiden (putkireitit) kautta. Vaihtoehdossa PVE2a rakennetaan uusi purkuvesiputki nykyisen raakavesiputken rinnalle kaivospiirin alueelle, millä ei arvioida olevan merkittävää yhdyskuntarakenteeseen kohdistuvaa vaikutusta.

Purkuputkivaihtoehtojen PVE2b ja PVE2c toteuttaminen rajoittaa maankäyttöä paikallisesti erityisesti metsätalouden osalta. Merkittävää yhdyskuntarakenteeseen kohdistuvaa vaikutusta ei arvioida muodostuvan, sillä reittivaihtoehdot sijoittuvat harvaan asutulle alueelle.

Vaihtoehdoilla VE2a sekä VE3 arvioidaan olevan paikallinen vähäinen kielteinen vaikutus maankäyttöön kuivatusaltaan (VE2a) tai rikastushiekka-altaan (VE3) sijoittuessa osin nykyisen kaivospiirin pohjoispuolelle metsäalueelle. Laajennusalue sijoittuu nykyisten kaivostoimintojen oheen, mutta osin kaivospiirin pohjoispuolelle, jolloin vaihtoehdot supistavat metsätalousaluetta paikallisesti.

Vaihtoehtojen VE2a sekä VE3 mukainen laajennusalue sijoittuu Loukonpuron päälle. Vesistövaikutuksia on arvioitu luvussa 10.

Vaihtoehdoilla VE1 ja VE2b ei arvioida olevan merkittäviä maankäyttöä muuttavia vaikutuksia, sillä toiminnot sijoittuvat kaivospiirin alueelle ja nykyisten toimintojen kohdille.

6.3.2 Hankkeen suhde valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin

Olemassa oleviin yhteyksiin ja infrastruktuuriin perustuvan kaivoksen toimintojen kehittäminen sekä vähäinen laajentaminen vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 tukee Outokummun kaupungin ja Pohjois-Karjalan maakunnan aluetaloutta ja elinvoimaa sekä vahvistaa alueelle muodostuneen kaivososaamisen tulevia toimintaedellytyksiä. Hankkeen myötä jo teollisessa toiminnassa olevan kaivosalueen käyttö jatkuu tai laajenee vähäisessä määrin. Hankkeessa hyödynnetään olemassa olevaa teknistä verkostoa ja tukeudutaan jo rakennetussa ympäristössä olemassa olevaan kaivostoiminnoille varattuun rakenteeseen. Hankkeessa hyödynnetään kaivosalueelle olemassa olevia tieyhteyksiä sekä rakentamisaikana että varsinaisena toiminta-aikana. Kuljetusketjut on suunniteltu ja otettu käyttöön toiminnassa olevan tehtaan käytön aikana.

Toteutusvaihtoehdot VE1, VE2a, VE2b ja VE3 mahdollistavat riittävät suojaetäisyydet suunnitellun kaivostoiminnan ja herkkien kohteiden sekä toimintojen välille.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaivostoiminnassa tehdään myös yksityiskohtaista riskienhallintaa toiminnan turvaamiseksi ja haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi (luku 24).

Hankealueelle tai sen välittömään läheisyyteen ei sijoitu valtakunnallisesti merkittäviä rakennettuja kulttuuriympäristökohteita (RKY) tai luonnonperinnön kohteita. Maisema- ja kulttuuriympäristöstä kerrotaan luvussa 21 ja suojelualueista luvussa 18.

Toiminta-ajan jatkaminen olemassa olevalla kaivosalueella tai sen laajennusalueella sekä siihen liittyvän infrastruktuurin hyödyntäminen myös tulevaisuudessa tukee tavoitetta luonnonvarojen kestävästä hyödyntämisestä. Käytössä olevan tehdastoiminnan täysimittainen hyödyntäminen ja toiminnan laajentaminen olemassa olevalla tehdasalueella ovat ympäristövaikutuksiltaan kestävämpi ratkaisu kuin uuden tehdastoiminnan perustaminen ympäristöön, jossa teollista toimintaa ei ole aiemmin harjoitettu.

6.3.3 Hankkeen suhde voimassa ja vireillä oleviin kaavoihin

Alueidenkäyttölain 32 § mukaan maakuntakaava on ohjeena laadittaessa ja muutettaessa yleiskaavaa ja asemakaavaa sekä ryhdyttäessä muutoin toimenpiteisiin alueiden käytön järjestämiseksi. Maakuntakaava ei ole voimassa oikeusvaikutteisen yleiskaavan eikä asemakaavan alueella muutoin kuin yleiskaavojen ja asemakaavojen muuttamista koskevan vaikutuksen osalta.

Hankealue on yleiskaavoitettua aluetta, minkä vuoksi maakuntakaavan ohjausvaikutus toteutuu vain tilanteessa, jossa yleiskaavaa muutettaisiin hanketoimintojen mahdollistamiseksi. Hankevaihtoehtojen suhdetta yleiskaavoihin on arvioitu luvussa 6.3.3.2.

Hanketoimintojen alueilla on voimassa kolme yleiskaavaa, Joensuun seudun yleiskaava 2020, Outokummun kaupungin keskusta-alueen osayleiskaava sekä Viinijärven osayleiskaava, joista kaikki ovat oikeusvaikutteisia. Yleiskaava ei ole kuitenkaan voimassa asemakaava-alueella muutoin kuin asemakaavan muuttamista koskevan vaikutuksen osalta (AKL 42 §). Outokummun taajama-alueella on voimassa kaksi asemakaavaa, jotka sijoittuvat Vuonoksen ja Sysmäjärven välisen kaivospiirin alueelle sekä purkureitin PVE1 alueelle. Lisäksi yksi asemakaava-alue on voimassa edellä mainittuihin reitteihin rajautuen. Asemakaavoilla on oikeusvaikutuksia (AKL 58 §).

6.3.3.1 Maakuntakaavat

Voimassa olevissa Pohjois-Karjalan maakuntakaavoissa nykyisen kaivospiirin alueelle (lukuun ottamatta kaivospiirin soiroja osa-alueita Sysmäjärveen ja Viinijärveen) on osoitettu kaivosaluetta (EK). Toteutusvaihtoehdoista VE1 ja VE2b sijoittuvat kokonaisuudessaan osoitetulle kaivosalueelle. Vaihtoehdot VE2a ja VE3 sijoittuvat osin kaivosalueen pohjoispuolelle laajentaen toimintaa kohti tärkeää tai vedenhankintaan soveltuvaa pohjavesialuetta (pv). Maakuntakaavan yleispiirteisyys sekä alueelle osoitetut maankäyttömuodot huomioiden vaihtoehtojen VE2a ja VE3 ei arvioida estävän maakuntakaavassa osoitettujen maankäyttömuotojen toteuttamista.

Kaivosaluemerkinnän kuvauksen mukaisesti kaavamerkinnällä osoitetaan kaivospiirialueita, joilla on kaivostoimintaa tai joilla kaivostoiminnan edellytykset on selvitetty. Merkintään liittyvän suunnittelumääräyksen mukaan *alueiden käytön suunnittelussa tulee erityisesti ottaa huomioon ympäröivä vesi- ja kulttuurimaisema sekä*

Copyright © AFRY Finland Oy

toiminnan aiheuttamat vesistö- ja muut luontovaikutukset sekä tuotannon aikana että sen päätyttyä. Hankkeen vaikutuksia maisemaan ja kulttuuriympäristöön on arvioitu luvussa 21, vaikutuksia vesistöön luvussa 10 ja 12 sekä vaikutuksia luontoon muun muassa luvussa 15. Toiminnan aikaisesta ja toiminnan päättymisen jälkeisestä ympäristövaikutusten huomioimisesta määrätään hankkeen ympäristöluvassa.

Purkuputkireitti PVE1 vastaa nykyisin olemassa olevaa reittiä, jolloin maankäytöllistä muutosta ei aiheudu.

Vaihtoehtojen PVE2a, PVE2b tai PVE2c toteuttaminen vaatii putken kaivamista routarajan alapuolelle, jolloin korostuu alueiden huomiointi, joille maakuntakaavassa on osoitettu tärkeää tai vedenhankintaan soveltuvaa pohjavesialuetta (pv). Kaavamerkintään liittyvän suunnittelumääräyksen mukaan aluetta koskevat toimenpiteet on suunniteltava siten, etteivät ne vaaranna pohjaveden määrää tai laatua.

Lisäksi purkuputkireitti PVE2b sijoittuu maakuntakaavassa osoitetulle soranottoalueelle (EO1-p), jolloin reittivaihtoehto rajoittaa soranottotoimintaa alueella paikallisesti.

Raakaveden oton reittien ei arvioida estävän maakuntakaavassa osoitetun maankäyttömuodon toteuttamista, sillä sekä Viinijärven raakaveden ottoreitti että vanhan avolouhoksen raakaveden ottoreitti ovat olemassa olevia rakenteita.

6.3.3.2 Yleiskaavat

Vuonoksen kaivospiirin keskeisellä alueella on voimassa Joensuun seudun yleiskaava 2020, jossa osoitetaan toteutusvaihtoehtojen VE1 ja VE2b kohdalle teollisuus- ja varastoaluetta (T). Myös toteutusvaihtoehdot VE2a ja VE3 sijoittuvat suurelta osin teollisuus- ja varastoalueelle, mutta myös vähäisessä määrin maa- ja metsätalousvaltaiselle alueelle (M).

Lain kaivoslain muuttamisesta mukaan (505/2023) kaivostoiminnan tulee perustua sellaiseen maankäyttö- ja rakennuslain (1.1.2025 alkaen alueidenkäyttölaki) mukaiseen asemakaavaan tai oikeusvaikutteiseen yleiskaavaan, jossa kaivosalueen ja kaivoksen apualueen sijainti ja suhde muuhun alueiden käyttöön on selvitetty” (47 §). Joensuun seudun yleiskaavassa 2020 hankealueelle ei ole osoitettu kaivosaluetta/ -kohdetta (EK, ek), vaan Vuonoksen talkkitehtaan kaivospiirin alueella aluemerkintänä koko nykyisen kaivospiirin alueella (pois lukien kaivospiirin soirot) on teollisuus- ja varastoaluetta (T). Hankevaihtoehdot VE1, VE2b, VE2a ja VE3 jatkavat ja kehittävät alueen nykyistä maankäyttöä, jolloin maankäytöllinen muutos korostuu pääasiassa vaihtoehtoihin VE2a ja VE3 liittyvän laajenevan alueen kautta. Laajennuksen alue sijoittuu maa- ja metsätalousvaltaiselle alueelle (M). Koska merkinnällä ”M” osoitetaan maa- ja metsätalousalueina kaikki ne maaseutualueet, joille ei ole tarpeen osoittaa muuta käyttötarkoitusta, ei laajennuksen toteuttamisen arvioida aiheuttavan ristiriitaa yleiskaavassa osoitetun maankäytön osalta M-alueen laajuuden vuoksi. Rikastushiekan läjitystoimintaa on ollut alueella jo Joensuun seudun yleiskaavan 2020 valmistelun aikana eikä maankäyttötyyppiin suunnitella hankevaihtoehtojen myötä merkittävää muutosta. Tällöin hankevaihtoehtoehtojen ei arvioida olevan ristiriidassa Joensuun seudun yleiskaavan 2020 kanssa.

Hanketoimija suunnittelee toimintaansa vuorovaikutuksessa kaupungin kanssa ja ottaa kaupungin tavoitteet sekä viranomaisohjauksen huomioon suunnitelmissaan. Mikäli Vuonoksen kaivosalueen tai sen ympäristön maankäyttöä on tarve suunnitella tarkemmin

Copyright © AFRY Finland Oy

tulevaisuutta varten, voidaan selvittää vaihtoehtojen VE2a ja VE3 vaatiman maankäytön huomioimista vireillä olevassa Joensuun seudun yleiskaavassa 2040 tai muussa kuntakaavassa. Hankkeeseen liittyvästä mahdollisesta kuntakaavoitustarpeesta päättää Outokummun kaupunki.

Voimassa olevassa Joensuun seudun yleiskaavassa 2020 osoitetaan mahdollisesti saastunut maa-alue (!) pumppausaltaan kohdalle. Yleiskaavan suunnittelumääräyksen mukaan alueen käyttöä suunniteltaessa on otettava selville alueen käyttöhistoria siinä laajuudessa, että pilaantumisepäilyn todenperäisyys voidaan arvioida.

Purkuputkireitti PVE1 on olemassa oleva, jolloin yleiskaavatilanteeseen verrattavaa maankäytöllistä muutosta ei tapahdu.

Purkuputkireitit PVE2a, PVE2b ja PVE2c ovat suunniteltuja uusia reittejä ja ne risteävät Joensuun seudun yleiskaavassa 2020 osoitetun vedenhankinnan kannalta tärkeän pohjavesialueen (pv-1) kanssa. Merkintään liittyvän suunnittelumääräyksen mukaan *pohjavesien muodostumisalueille ei saa sijoittaa sellaisia toimintoja, jotka aiheuttavat pohjavesien pilaantumisriskin*. Reittivaihtoehdot tulee tällöin toteuttaa siten, että vaihtoehtojen toteuttamisen myötä ei aiheudu pohjaveden pilaantumisriskiä rakentamisvaiheessa eikä toimintavaiheessa. Suunnittelussa tulee huomioida reittien risteäminen seututien ja yhdysteiden kanssa.

Reitin PVE2a ei arvioida olevan ristiriidassa Joensuun seudun yleiskaavassa 2020 Kokonvaaran alueelle osoitettujen kylämäisen asutuksen vyöhykkeen (atv) sekä rantojenkäytön solmukohdan (rac) kanssa huomioiden purkuputken maankäyttöä rajaava vaikutus ja yleiskaavan yleispiirteisyys.

Raakaveden ottoreittien ei arvioida olevan ristiriidassa Joensuun seudun yleiskaavassa 2020 osoitettujen maankäyttömuotojen kanssa, sillä sekä Viinijärven raakaveden ottoreitti että vanhan avolouhoksen raakaveden ottoreitti ovat olemassa olevia rakenteita.

Viinijärven osayleiskaavan alueelle sijoittuvat purkuputkireittien PVE2a, PVE2b ja PVE2c itäosat sekä pidemmän raakaveden ottoreitin osuus (reitin PVE2a kanssa samassa kohdassa). Reittivaihtoehdot sijoittuvat pääasiassa maa- ja metsätalousvaltaiselle alueelle (MT) sekä vesialueelle (W). Vaihtoehto PVE2b sivuaa maa- ja metsätalousalueeseen sisältyvää ranta-alueen osaa (MT-3), jolle voidaan rakentaa enintään 20 neliömetrin suuruinen saunarakennus. Vaihtoehdon PVE2b rakennusvaiheen vaatima 26 metriä leveä alue voi siten rajoittaa saunarakennuksen toteuttamista alueelle, mutta ei estä saunarakennuksen toteuttamista osoitetulle alueelle kokonaan. Vaihtoehto PVE2a sijoittuu osin yhdyskuntateknisen huollon alueelle (ET/tv) sekä asuntoalueelle (A). Reitin PVE2a toteuttaminen rajoittaa asuntoalueelle sallittujen pihapiiriin soveltuvien rakennusten toteuttamista reitin välittömään läheisyyteen, mutta ei estä alueelle osoitetun rakennuspaikan toteutumista. Osoitetun ET/tv-merkinnän mukaan alue on tarkoitettu teollisuuden vesihuoltoon kuuluvaa vedenottamoa varten ja sille saa rakentaa toiminnan vaatimia rakennuksia ja laitteita. Alueelle sijoittuu kaivospiirin mukainen Viinijärven raakaveden ottoreitti. Reitin PVE2a arvioidaan olevan toteutettavissa alueelle. Vaihtoehdon PVE2c ei arvioida estävän Viinijärven osayleiskaavassa osoitettujen maankäyttömuotojen toteuttamista.

Hanketoimintojen ei arvioida estävän Outokummun keskusta-alueen osayleiskaavassa sekä Pohjoisen järvialueen osayleiskaavassa osoitettujen maankäyttömuotojen toteutta-

Copyright © AFRY Finland Oy

mista, sillä maankäytöllistä muutosta ei hanketoimintojen myötä kohdistu osayleiskaavojen alueille.

6.3.3.3 Asemakaavat

Purkuputken tai raakavedenottoputken toteuttaminen ei itsessään vaadi asemakaavoittamista. Purkuputken reittivaihtoehdoista ainoastaan PVE1 sijoittuu asemakaavoitetulle alueelle. Reitin PVE1 ollessa toteutunut, ei vaihtoehdosta arvioida aiheutuvan maankäyttöön kohdistuvaa muutosta eikä tällöin asemakaavan muutostarvetta.

Muut purkuputken reittivaihtoehdot PVE2a, PVE2b ja PVE2c sekä raakaveden oton reitit (Viinijärvestä tai vanhasta avolouhoksesta) eivät aiheuta asemakaavoitustarvetta tai asemakaavojen muutostarvetta niiden sijoittuessa asemakaavoittamattomalle alueelle, jonka alueella maankäyttöä ohjaa voimassa oleva yleiskaava.

Hanketoimintojen alueella ei ole vireillä olevia asemakaavoja tai ranta-asemakaavoja (tilanne syyskuussa 2026).

6.3.4 Hankkeen suhde muihin maankäytön suunnitelmiin

Hankkeen ympäristössä ei ole muita maankäytön suunnitelmia, jotka vaikuttaisivat toistensa toteutettavuuteen.

6.3.5 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päätyttyä hankealueen maankäyttömuoto muuttuu tehdastoiminnasta muuhun käyttöön. Tehtaan sulkemisen jälkeen osia tehdasalueesta voidaan palauttaa virkistyskäyttöön, esimerkiksi metsästysalueiksi. Tehdasalue palautuu hitaasti takaisin metsätalousalueiksi, ellei tehdasalue siirry muuhun teolliseen käyttöön. Tehdastoiminnan jälkeen tarpeettomat rakennukset ja rakenteet voidaan poistaa, ja alueella voidaan suorittaa pilaantuneiden maiden kunnostuksia.

Toiminnan päättymisen jälkeen purkuputki voidaan poistaa, jolloin maankäyttövaikutukset ovat käytännössä vastaavia kuin rakentamisen aikana. Maankäytölle koituva haitta on huomattavasti pienempi, mikäli putki jätetään paikoilleen, ja vain maan pinnalle ulottuvat rakenteet poistetaan. Toiminnan päätyttyä kasvillisuus voi hiljalleen palautua kaikkialle putkikäytävällä, jolloin se ei aiheuta enää rajoituksia metsän kasvullekaan.

6.3.6 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Hankkeen toteuttamatta jättäminen eli vaihtoehto VE0 ei aiheuta muutoksia alueen nykyiseen yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön. Hankkeen toteuttamatta jättäminen ei muuta tehdasalueen nykyistä maankäytön tilannetta ja nykyisten kaivostoimintojen mukainen käyttö alueella jatkuu edelleen. Toiminta jatkuu, kunnes rikastushiekka-allas täyttyy ympäristöluvan mukaiselle läjitystasolle. Olemassa olevan kaivospiirin rakenteet rajaavat jatkossakin alueen maankäyttöä ja estävät tai rajoittavat muuta maankäyttöä hankealueella toiminnan päättymiseen ja rakenteiden purkamiseen saakka. Nykyisen ympäristöluvan mukainen toiminta alueella päättyy noin vuonna 2030–2032.

Mikäli kaivospiirin alue on myöhemmin tarkoitus ottaa kaivostoiminnasta olennaisesti poikkeavien maankäyttömuotojen käyttöön, voi tämä edellyttää maakuntakaavan päivittämistä sekä yleis- ja/tai asemakaavoitusta.

Copyright © AFRY Finland Oy

6.4 Yhteisvaikutukset

Hankealueen läheisyydessä ei ole muita hankkeita, joiden myötä muodostuisi merkittäviä maankäytöllisiä yhteisvaikutuksia.

6.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaihtoehdoilla VE2a sekä VE3 arvioidaan olevan paikallinen vaikutus metsätalousalueeseen kuivaläjitysaltaan (VE2a) tai rikastushiekka-altaan (VE3) vaatiman laajennusalueen myötä. Maankäytöllisen muutoksen suuruus arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi, sillä laajennusalue sijoittuu nykyisten tehdastoimintojen oheen. Lisäksi oikeusvaikutteisessa Joensuun yhteisessä yleiskaavassa 2020 osalle laajennuksen aluetta on osoitettu teollisuus- ja varastoaluetta (T). Merkinnällä ”T” on osoitettu myös nykyinen tehdastoiminta alueella.

Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 maankäytöllinen kohteen herkkyys arvioidaan vähäiseksi, sillä laajennuksen alueen maankäytöllisen muutoksen ei arvioida aiheuttavan merkittävää eroa herkille kohteille.

Vaihtoehtojen VE1 ja VE2b sijoittuessa kokonaisuudessaan nykyisen kaivospiirin alueelle ja nykyisten kaivostoimintojen alueelle, ei merkittävää maankäytöllistä muutosta arvioida tapahtuvan.

Purkuputkireittien PVE2a, PVE2b ja PVE2c sijoittuessa Joensuun seudun yleiskaavassa 2020 osoitetulle vedenhankinnan kannalta tärkeälle pohjavesialueelle (pv-1), arvioidaan kohteen herkkyys suureksi. Purkuputkireittien metsätalousalueelle aiheuttama vaikutukset huomioiden reittivaihtoehtojen PVE2a, PVE2b ja PVE2c aiheuttama maankäytöllisen muutoksen suuruus arvioidaan kohtalaisen kielteiseksi.

Purkuputkireitit PVE2a, PVE2b ja PVE2c risteävät Joensuun seudun yleiskaavassa 2020 osoitetun vedenhankinnan kannalta tärkeän pohjavesialueen (pv-1) kanssa. Merkintään liittyvän suunnittelumääräyksen mukaan *pohjavesien muodostumisalueille ei saa sijoittaa sellaisia toimintoja, jotka aiheuttavat pohjavesien pilaantumisriskin*. Reittivaihtoehdot tulee tällöin toteuttaa siten, että vaihtoehtojen toteuttamisen myötä ei aiheudu pilaantumisriskiä rakentamisvaiheessa eikä toimintavaiheessa. Suunnittelussa tulee huomioida myös reittien risteäminen seututien ja yhdysteiden kanssa.

Purkuputkireitti PVE1 on nykyinen, jolloin maankäytöllistä muutosta ei aiheudu.

Raakaveden ottoreiteillä Viinijärvestä sekä vanhasta avolouhoksesta ei ole maankäyttöä muuttavia vaikutuksia, sillä reitit ovat olemassa olevia.

Yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa on esitetty taulukossa 6-1.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 6-1. Yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys		Kielteinen			Muutoksen suuruus					Myönteinen
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen				VE2a VE3	VE0 VE1 VE2b PVE1 RVE1 RVE2				
	Kohtalainen									
	Suuri			PVE2a PVE2b PVE2c						
	Erittäin suuri									

6.6 Arvioinnin epävarmuudet

Hankkeen aiheuttamat vaikutukset on arvioitu huomioimalla hankkeen luonne ja suhde erityisesti alueen olemassa oleviin toimintoihin sekä lähivaikutusalueeseen mahdollisimman laajasti. Maankäytön kehityksen ennustamiseen liittyy kuitenkin aina epävarmuustekijöitä, jotka kytkeytyvät osittain pitkiin suunnitteluprosesseihin esimerkiksi kaavoituksessa sekä vaikutusalueiden muiden maankäyttöä ja yhdyskuntarakennetta muuttavien hankkeiden etenemiseen. Arvioinnin epävarmuustekijät liittyvät etenkin hankealueen sisällä myöhemmin tapahtuviin tarkempiin toteutussuunnittelun vaiheisiin muun muassa erilaisten teknisten ratkaisujen tarkentuessa.

Arvioinnissa on pyritty käyttämään uusinta kartta- ja paikkatietoaineistoa, mutta on mahdollista, että aineistossa on epätarkkuuksia tai puutteita. Vaikutusten arviointiin ei kuitenkaan arvioida liittyvän merkittäviä epävarmuustekijöitä.

6.7 Vaikutusten lieventäminen

Vaikutusten lieventämisen keinot tarkentuvat hankkeen yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa. Maankäytölle aiheutuvia haitallisia vaikutuksia voidaan edelleen vähentää huolellisella rakentamisen jatkosuunnittelulla ja toteutuksella.

YVA-selostuksesta saadun yhteysviranomaisen perustellun päätelmän jälkeen edetään ympäristölupahakemukseen, jonka yhteydessä ympäristölupaviranomaisen tehtävänä on tarkistaa lupaa myöntäessään, että lupahakemuksessa esitetty toiminta täyttää ympäristöluvan myöntämisen edellytykset.

Copyright © AFRY Finland Oy



7 LIIKENNE

7 LIIKENNE

YHTEENVETO

- Vaikutuksia liikenteeseen aiheutuu pääasiassa työmatkaliikenteestä, malmikuljetuksista Polvijärven kaivoksilta sekä tehtaan tuote-, kemikaali-, jäte- ja huoltokuljetuksista.
- Liikennevaikutukset kohdistuvat pääosin Polvijärventielle (seututie 504) Polvijärven kaivosten ja Vuonoksen tehtaan väliselle kuljetusreitille.
- Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 rakentamisen aikainen liikenne lisääntyy tilapäisesti erityisesti rikastushiekka-alueiden, patojen, vesienhallintarakenteiden ja mahdollisten purkuputkirakenteiden rakentamisen aikana.
- Mikäli tuotantomäärät säilyvät nykyisellä tasolla, liikennemäärien ei arvioida muuttuvan merkittävästi nykytilanteeseen verrattuna. Merkittävin muutos on toiminta-ajan pidentyminen noin 20 vuodella vaihtoehtoon VE0 verrattuna.
- Nykyisellä tuotantomäärällä Vuonoksen tehtaan liikenne on keskimäärin noin 107 ajoneuvoa vuorokaudessa (KVL), josta raskaan liikenteen osuus on noin 41 ajoneuvoa vuorokaudessa (KVLras).
- Enimmäistuotantotilanteessa tehtaan liikenteen määrän arvioidaan kasvavan noin 107 ajoneuvosta 160 ajoneuvoon vuorokaudessa (kasvu nykytilaan verrattuna noin 50 %). Raskaan liikenteen osuus kasvaisi 41 ajoneuvosta noin 86 ajoneuvoon vuorokaudessa (kasvu noin 110 %).
- Liikennemäärien kasvu muodostuisi pääasiassa malmikuljetusten lisääntymisestä Polvijärven kaivosten ja Vuonoksen tehtaan välillä. Junakuljetukset kasvaisivat kahdesta kuljetuksesta viikossa neljään kuljetukseen viikossa.
- Outokummun taajaman, seututien 573 sekä valtatien 9 suunnassa hankkeen aiheuttama lisäliikenne muodostaa vain pienen osan tieosuuksien kokonaisliikennemääristä.
- Kuljetusreitillä tapahtuneista liikenneonnettomuuksista valtaosa on ollut hirvieläinonnettomuuksia. Liikennemäärien kasvu voi lisätä eläinonnettomuusriskiä liikennesuoritteen kasvaessa.
- Liikenneturvallisuusvaikutukset arvioidaan vähäisiksi, koska liikennemäärien muutokset ovat maltillisia eikä tieverkon kapasiteettiin tai liikenteen sujuvuuteen arvioida kohdistuvan merkittäviä haitallisia vaikutuksia.
- Vaihtoehdossa VE0 toiminta päättyy arviolta vuosina 2030–2032, jolloin tehtaan toiminnasta aiheutuva työmatka-, kuljetus- ja junaliikenne poistuvat tie- ja rataverkolta.

7.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Hankkeen liikennevaikutukset kohdistuvat maantie- ja junaliikenteeseen. Maantieliikenne koostuu pääasiassa raskaasta liikenteestä ja työmatkaliikenteestä. Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 liikennemäärät eivät muutu merkittävästi nykyisestä, mikäli tuotantomäärät säilyvät nykyisellä tasolla. Liikennevaikutusten arvioinnissa on kuitenkin varovaisuusperiaatteen mukaisesti tarkasteltu hankkeen mahdollistamaa

Copyright © AFRY Finland Oy

enimmäistuotantotilannetta, jossa toiminnasta aiheutuvat liikennemäärät ovat nykytilannetta suuremmat. Lisäksi hankkeen toteutuessa kaivoksen toiminta-aika pitenee, minkä vuoksi liikenteestä aiheutuvat vaikutukset jatkuvat nykyistä pidempään. Vaihtoehdossa VE0 toiminta päättyy, jolloin liikennemäärät vähenevät.

Hankkeen liikennevaikutuksia on arvioitu tarkastelemalla toiminnasta aiheutuvan liikenteen osuutta eri tieosuuksien kokonaisliikennemääristä. Arvioinnissa on otettu huomioon, että nykyiset liikennemäärät sisältävät jo toiminnasta aiheutuvan liikenteen.

Liikennemäärien lisäksi arvioinnissa on tarkasteltu vaikutuksia liikenneturvallisuuteen, tiestön kuntoon sekä herkkiin kohteisiin, kuten tieverkon vaikutusalueella sijaitsevaan asutukseen. Arviointia varten on kuvattu tieverkon nykyiset liikennemäärät, päällysteet, kunto, onnettomuustiedot sekä tiedossa olevat parannus- ja kehittämishankkeet. Lisäksi liikennemäärien kehitystä on tarkasteltu pidemmällä aikavälillä ja arvioitu hankkeen yhteisvaikutuksia muiden alueella toteutettavien tai suunnitteilla olevien hankkeiden kanssa.

Liikennevaikutusten arvioinnista on vastannut ympäristövaikutusten arvioinnin asiantuntija, jolla on kokemusta liikennevaikutusten arvioinnista.

7.2 Nykytila

Tehtaan nykyinen liikenne

Alueen liikenne jakautuu maantieliikenteeseen, tuotantoalueen sisäiseen liikenteeseen ja junaliikenteeseen. Maantieliikenne koostuu pääasiassa tehdasalueen työntekijöiden työmatkaliikenteestä sekä raskaasta liikenteestä. Polvijärven kaivoksilta tuotava malmi kuljetetaan tehtaalle kasettiautoilla ja toiminnassa tarvittavat kemikaalit, varaosat ja tarvikkeet tuodaan pääasiassa rekka-, jakelu- ja säiliöautoilla. Lisäksi osa lopputuotteiden kuljetuksista hoidetaan rekoilla. Alueen sisäinen liikenne koostuu pääasiassa erilaisista työkoneista, kuten kauhakuormaajat, trukit, traktorit sekä pakettiautot, lava-auto ja maastoauto.

Nykyisellä tuotantomäärällä (125 000 tonnia vuodessa) malmia kuljetettiin Polvijärven kaivoksilta rikastamolle keskimäärin noin 100 kuormaa viikossa. Kun kuljetukset suhteutetaan keskimääräiseksi vuorokausiliikennemääräksi ja mukaan lasketaan paluuliikenne, malmikuljetusten liikennemäärä on noin 29 raskasta ajoneuvoa vuorokaudessa (KVLras).

Tehdasalueelta lähtevät talkkituotteiden kuljetukset hoidetaan sekä juna- että maantiekuljetuksina. Nykyisellä tuotantomäärällä maantiekuljetuksia oli noin 22 kuljetusta viikossa. Suhteutettuna keskimääräiseksi vuorokausiliikennemääräksi ja paluuliikenne huomioiden tämä vastaa noin kuutta raskasta ajoneuvoa vuorokaudessa. Junakuljetuksia Kotkan satamaan oli keskimäärin kaksi viikossa.

Tehtaalle tuotiin nykyisellä tuotantomäärällä rikastus- ja vesienkäsittelykemikaaleja keskimäärin neljä rekka- tai säiliöautollista kuukaudessa sekä nestekaasua kuivatukseen ja lämmitykseen keskimäärin kaksi kuljetusta kuukaudessa. Posti- ja jätekuljetuksia sekä muita kuljetuksia ja tulevia rahteja oli yhteensä keskimäärin noin 19 kuljetusta viikossa. Kemikaali-, nestekaasu-, posti-, jäte- ja muiden kuljetusten yhteenlaskettu keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä on edestakaiset matkat huomioiden noin kuusi raskasta ajoneuvoa vuorokaudessa (KVLras).

Copyright © AFRY Finland Oy

Kuljetukset ajoittuvat pääosin arkipäiville ja päiväaikaan. Yöaikaan ja viikonloppuisin kuljetuksia on vain satunnaisesti. Malmikuljetuksia ajetaan arkipäivisin yhdessä tai kahdessa vuorossa kello 6–22 sekä tarvittaessa lauantaisin kello 8–16.

Vuonoksen tehtaan henkilöstömäärä nykyisellä tuotantomäärällä oli arkipäivisin 40 Mondon työntekijää ja viisi urakoitsijan työntekijää. Viikonloppuisin työntekijöitä oli yhtä aikaa paikalla neljä. Jos oletetaan, että koko henkilöstö kulkee työmatkat omilla henkilöautoillaan, henkilöautoliikenteen keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä on nykytilanteessa noin 67 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Nykyisellä tuotantomäärällä Vuonoksen tehtaan toimintaan liittyvä keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä on yhteensä noin 107 ajoneuvoa vuorokaudessa (KVL), josta raskaan liikenteen osuus on noin 41 ajoneuvoa vuorokaudessa (KVLras). Luvut kuvaavat tehtaan toimintaan liittyvää kokonaisliikennettä Talkkitiellä. Tiekohtaisessa tarkastelussa liikennemäärät kohdistetaan eri tieosuuksille arvioimalla, mitä reittejä eri kuljetukset ja työmatkaliikenne todennäköisimmin käyttävät.

Tiestö ja liikennemäärät

Liikennöinti tehdasalueelle tapahtuu seututieltä 504 (Polvijärventie) Talkkitien kautta. Kuvassa 7-1 on esitetty alueen läheinen tieverkosto, tuoreimmat liikennemäärätiedot sekä kuljetusreitti Polvijärven kaivoksilta Vuonoksen tehtaalle. Kuljetusmatka kaivoksilta Vuonoksen tehtaalle on noin 12 kilometriä. Liikennemäärien yhteydessä on esitetty niiden laskentavuosi.

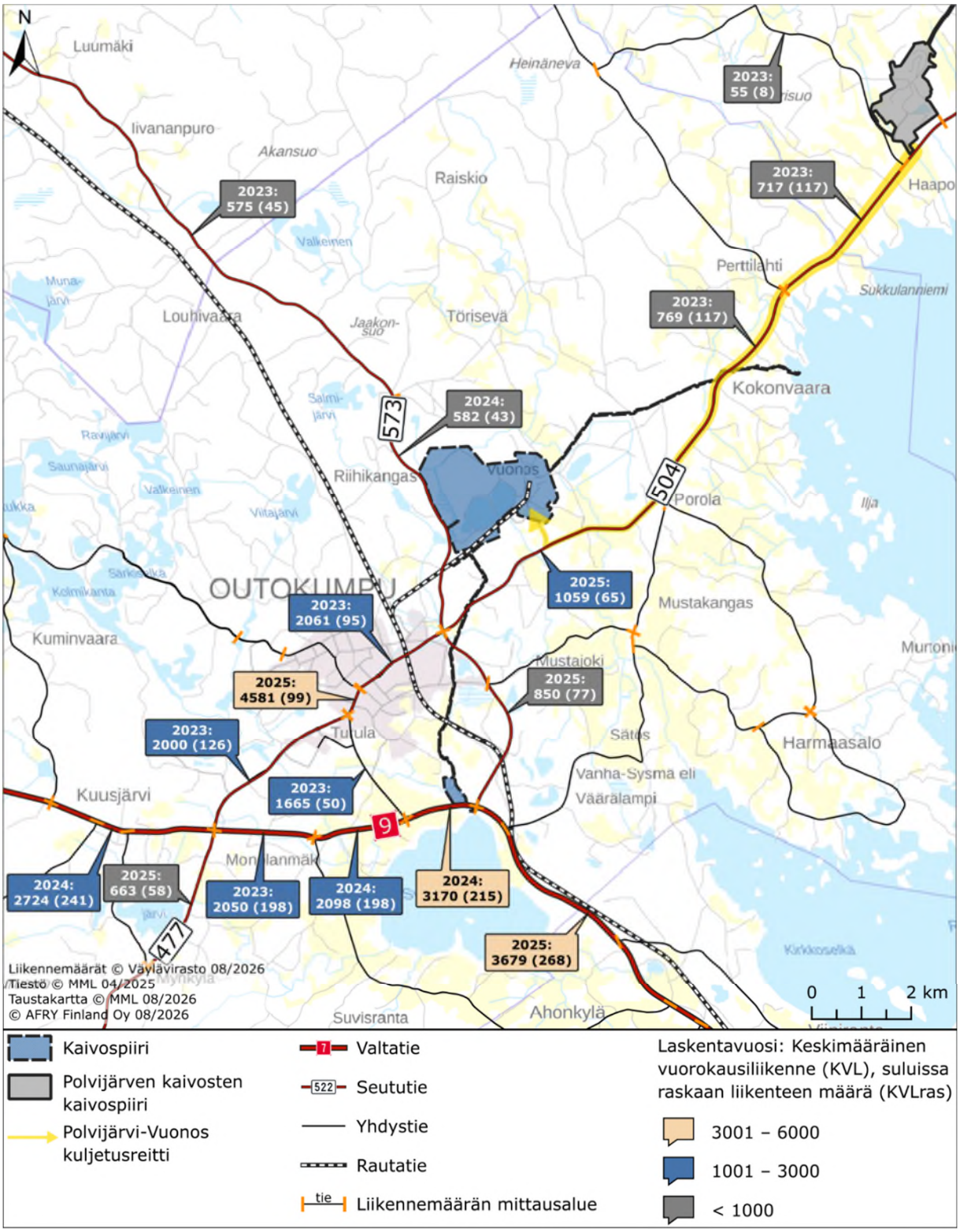
Keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä (KVL) vuonna 2025 Polvijärventiellä Talkkitien liittymän kohdalla oli 1 059 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus (KVLras) oli 65 ajoneuvoa vuorokaudessa (6 %). Käytettävissä olevien tietojen perusteella Vuonoksen tehtaan toiminnasta aiheutuu liikennettä keskimäärin noin 107 ajoneuvoa vuorokaudessa, mikä vastaa noin 10 % tieosuuden kokonaisliikennemäärästä. Tästä raskaan liikenteen osuus on noin 41 ajoneuvoa vuorokaudessa, mikä vastaa noin 60 % tieosuuden raskaasta liikenteestä.

Polvijärventiellä Talkkitien liittymästä koilliseen, kohti Polvijärven kaivoksia, keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä oli vuonna 2023 noin 769 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus oli 117 ajoneuvoa vuorokaudessa (15 %). Vuonna 2023 malmikuljetusten määrä rikastamolle oli keskimäärin noin 36 ajoneuvoa vuorokaudessa, mikä vastaa noin 30 % tieosuuden raskaan liikenteen määrästä.

Talkkitien liittymästä lounaaseen kohti Outokummun keskustaa ja valtatietä 9 keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä oli vuonna 2023 noin 2 061 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus oli 95 ajoneuvoa vuorokaudessa (5 %). Seututiellä 573 valtatie 9 suuntaan keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä vuonna 2025 oli 850 ajoneuvoa, joista raskasta liikennettä oli 77 ajoneuvoa. Näillä tieosuuksilla tehtaan tuotekuljetuksia oli vuonna 2023 keskimäärin noin yhdeksän ajoneuvoa vuorokaudessa. Lisäksi tieosuuksia käyttävät muun muassa kemikaali- ja muut huoltokuljetukset. Tehtaan aiheuttama liikenne muodostaa kuitenkin vain pienen osan tieosuuksien kokonaisliikennemäärästä. Valtatiellä 9 liikennemäärät ovat vielä tätä suurempia. Keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä on lännen suuntaan noin 2 000–3 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus on noin 200–250 ajoneuvoa vuorokaudessa. Idän suuntaan liikennemäärä on noin 3 000–4 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus on noin 200–300 ajoneuvoa

Copyright © AFRY Finland Oy

vuorokaudessa. Vuonoksen tehtaan liikenteen osuus valtatien 9 kokonaisliikennemäärästä on siten vähäinen. (Väylävirasto 2026a)



Kuva 7-1. Tiestö ja keskimääräiset vuorokausiliikennemäärät hankealueen läheisyydessä. Raskaan liikenteen määrä on esitetty sulkeissa. Liikennemäärät on esitetty Väyläviraston uusimman saatavilla olevan laskentavuoden mukaisina. (Väylävirasto 2026a)

Copyright © AFRY Finland Oy

Tiestön tiedot ja kuntoluokitus

Päällystetty tie luokitellaan hyväkuntoiseksi, kun sen päällyste on uraton ja korkeintaan vanhuuttaan väriltään haalistunut. Sillä ei ole suuria painumia tai heittoja, ja halkeamat ovat kapeita tai hyvin paikattuja. Tietä voidaan pitää huonokuntoisena, jos sillä liikkuessa urien tai vaurioiden vuoksi joutuu vaihtamaan ajolinjaa tai tie on niin epätasainen, että se haittaa matkustusmukavuutta. Väyläviraston kuntoluokituksessa tiejaksot luokitellaan viiteen kuntoluokkaan välillä erittäin huono–erittäin hyvä. Tässä tarkastelussa luokat hyvä ja erittäin hyvä on esitetty yhdessä. Kuntoluokan määritys perustuu mittaus- ja inventointitietoihin sekä tien liikennemäärään ja nopeusrajoitukseen. Teillä, joilla liikennemäärät ovat suuria, kuntoluokka määräytyy pitkälti urasyvyyden perusteella. Vähäliikenteisillä teillä inventoidut vauriot ovat puolestaan tärkeässä roolissa. Teiden kuntoluokkien kuvaus on esitetty taulukossa 7-1. (Väylävirasto 2026b)

Taulukko 7-1. Teiden kuntoluokitus (Väylävirasto 2026b).

Kuntoluokka	Kuvaus
5. Erittäin hyvä	Uutta vastaava kunto. Ylläpitotarpeita ei ole.
4. Hyvä	Kunto on hyvä, vaikka normaalia kulumista jo esiintyykin. Ylläpitotarpeita ei ole.
3. Tyydyttävä	Tyydyttävä kunto. Tarvitaan yleensä kunnon tehostettua seurantaa ja yksittäisiä ylläpitotoimia saattaa olla perusteltua tehdä.
2. Huono	Korjausta vaativa kunto. Tämä on kestävän tienpidon kannalta oikea ylläpito- ja peruskorjaustoimenpiteiden toteutushetki.
1. Erittäin huono	Heikko, ei enää hyväksyttävissä oleva kunto. Aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia niin tienpitäjälle kuin tienkäyttäjille.

Polvijärventie (seututie 504) on Vuonoksen tehtaan ja Polvijärven kaivosten välinen kuljetusreitti. Kuljetusreitin pituus on noin 12 kilometriä. Tehdasalueelle liikennöidään noin kilometrin pituisen Talkkitien kautta, joka liittyy Polvijärventiehen tehdasalueen kohdalla. Talkkitie on kaksikaistainen asfalttipäällysteinen tie, jolla nopeusrajoitus on 50 km/h. Kuvassa 7-2 on kartalla esitetty hankkeen läheisen tiestön ja kuljetusreitin kuntotietoja ja muita tarkempia tiestötietoja.

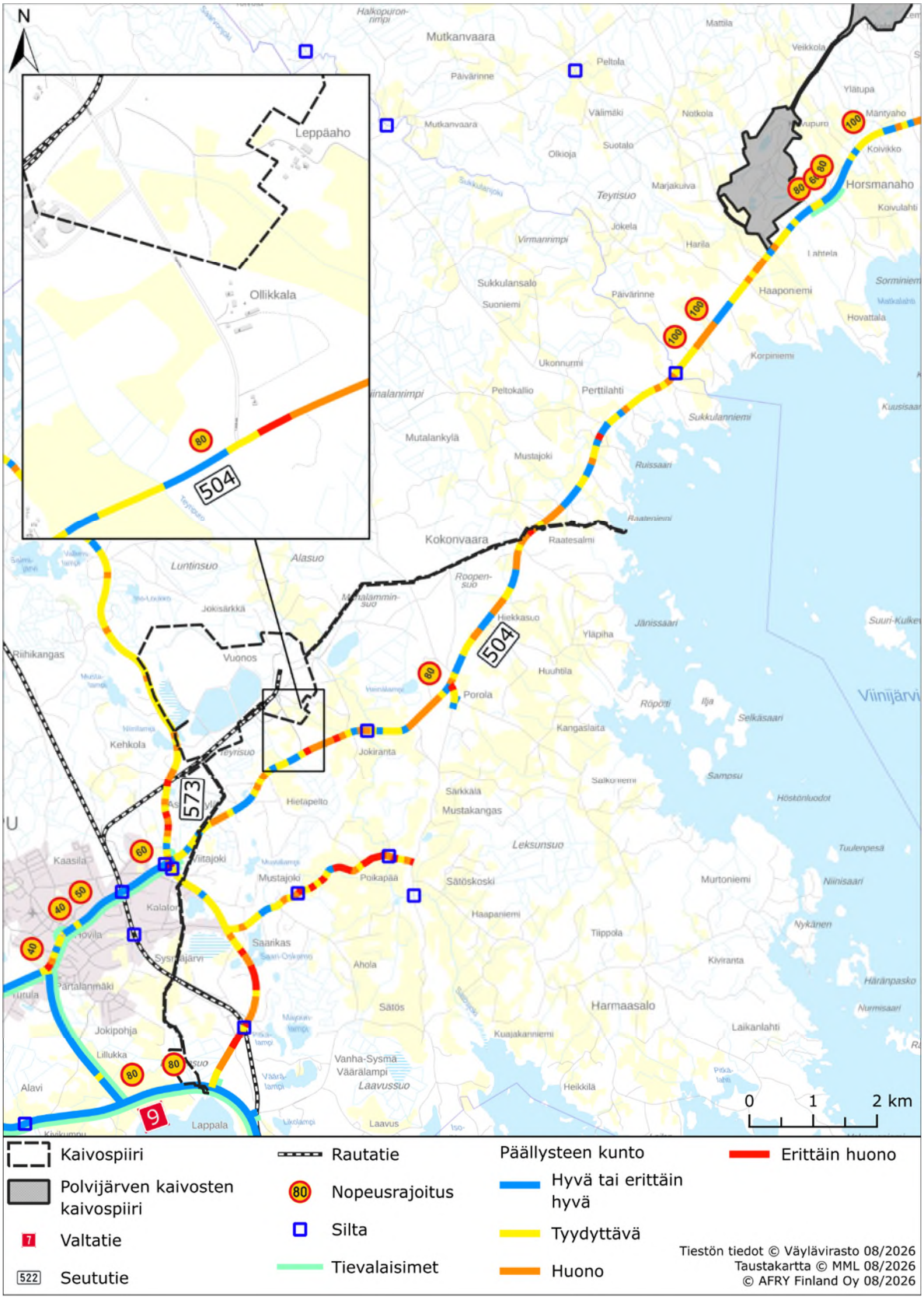
Polvijärventie on tarkasteltavalla välillä kaksikaistainen päällystetty maantie. Talkkitien liittymän kohdalla nopeusrajoitus on 80 km/h, josta se muuttuu Perttilahden (Sukkulansalontien liittymä) jälkeen 100 km/h. Talvikaudella nopeusrajoitus on tällä osuudella 80 km/h. Tieosuudella ei ole tievalaistusta eikä erillistä jalankulku- ja pyöräilyväylää. Porolan alueella sijaitsee noin yhden kilometrin pituinen hirvivaroitusalue. Tarkasteltavalla tieosuudella sijaitsevat Vuonoksen silta ja Sukkulajoen silta. Väyläviraston siltatietojen perusteella sillat ovat käytössä olevia tiesiltoja, eikä niille ole asetettu liikennettä rajoittavia painorajoituksia.

Polvijärventien (seututie 504) kunto välillä Talkkitie–Polvijärven kaivokset on Väyläviraston luokituksen mukaan pääosin *huono* (4,4 km, 39 %) tai *tyydyttävä* (3,8 km, 33 %). Noin 2,8 kilometrin matkalla (25 %) tien kunnon luokitus on *hyvä tai erittäin hyvä*. Tiejaksoja luokassa *erittäin huono* on yhteensä noin 0,4 kilometriä. Väyläviraston päällystevauriokartoituksessa tarkasteltu tieosuus on luokiteltu korjaustarpeiseksi yhteensä noin 4,2 kilometrin matkalta.

Copyright © AFRY Finland Oy

Outokummun taajaman suuntaan Polvijärventie on luokiteltu pääasiassa luokkaan *hyvä tai erittäin hyvä*. Tie jatkuu valtatielle 9 taajaman läpi, jossa nopeusrajoitus vaihtelee 40–60 km/h välillä. Valtatielle 9 pääsee myös seututien 573 kautta, joka on suurimmilta osin Outokummun ja valtatien 9 välillä kunnoltaan *erittäin huono*, *huono* tai *tyydyttävä*. Tieosuudella nopeusrajoitus on 60–80 km/h.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 7-2. Hankealueen lähiseudun tiestön tiedot ja kuntoluokitus. (Väylävirasto 2026a)

Tarkastelualueella ei ole tunnistettu sellaisia tiedossa olevia tie- tai ratahankkeita, jotka olennaisesti muuttaisivat Vuonoksen tehtaan kuljetusreittien liikenteellisiä olosuhteita tai

Copyright © AFRY Finland Oy

liikenteen suuntautumista. Lähialueen tieverkolla toteutetaan tavanomaisia kunnossapito- ja päällystystoimenpiteitä, mutta merkittäviä uusia väylähankkeita ei ole tiedossa.

Tieliikenneonnettomuudet

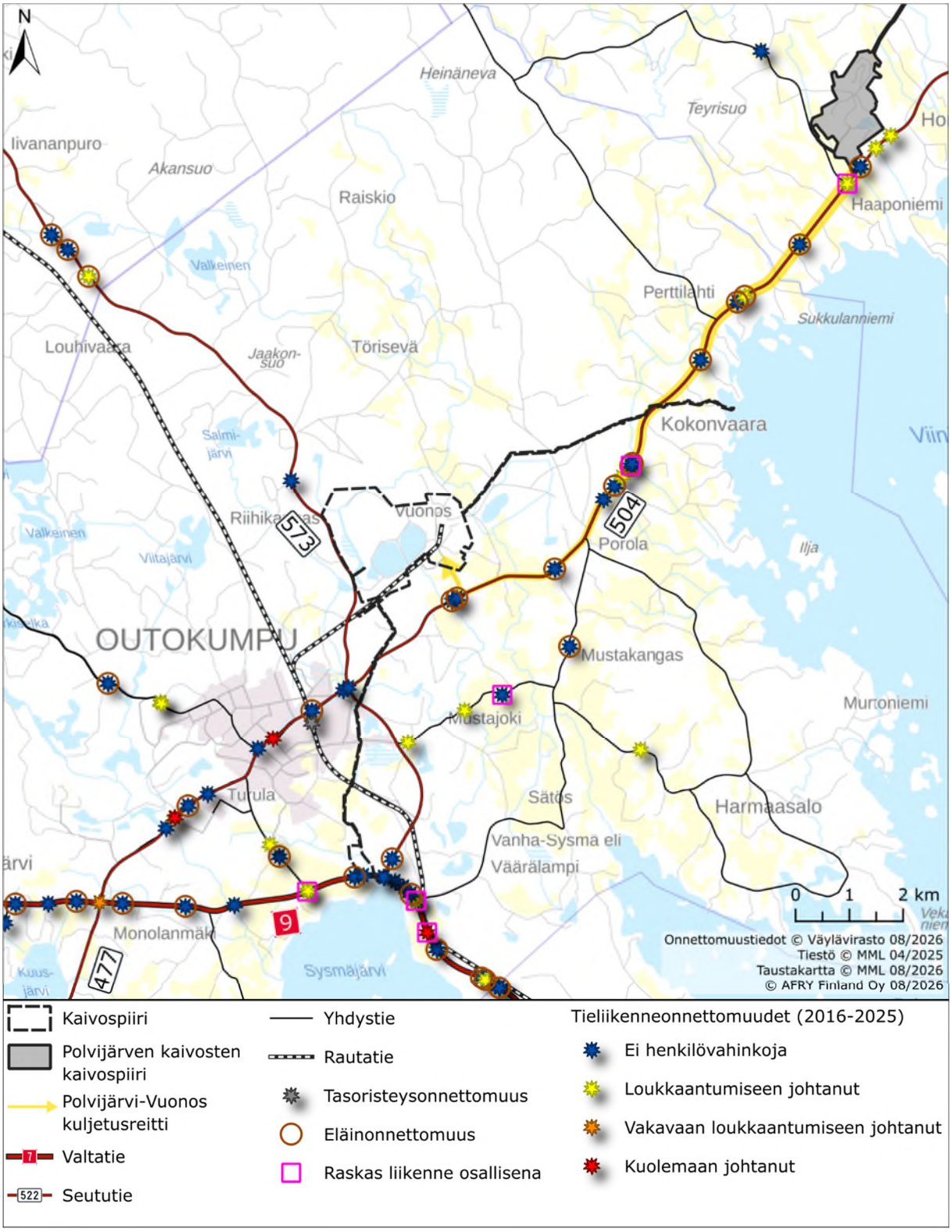
Tilastokeskuksen tilastoimat tieliikenneonnettomuudet on tarkasteltu 10 vuoden jaksolta kuljetusreitiltä Polvijärven kaivoksille, laitosalueelta Outokummun taajaman suuntaan valtatielle 9 asti sekä Outokummun ja valtatie 9 välillä seututieltä 573. Onnettomuudet on esitetty kartalla kuvassa 7-3.

Kuljetusreitillä Polvijärventiellä Polvijärven kaivosten ja Talkkitien välillä sekä liittymäalueiden läheisyydessä tapahtui tarkastelujaksolla 2016–2025 yhteensä 14 onnettomuutta, joista kolme johti loukkaantumiseen. Selvästi suurin osa onnettomuuksista oli eläinonnettomuuksia (11 kpl), joista valtaosa oli hirvionnettomuuksia (10 kpl). Raskas liikenne oli osallisena kahdessa onnettomuudessa: eläinonnettomuudessa ja peräänajo-onnettomuudessa, joista jälkimmäinen johti loukkaantumiseen. Selvästi suurin osa onnettomuuksista tapahtui pimeällä tai hämärän aikaan (10 kpl). Onnettomuuksista vain kolme tapahtui kirkkaassa säässä.

Seututiellä 504 Talkkitien ja valtatien 9 välisellä tieosuudella tapahtui tarkastelujaksolla 2016–2025 yhteensä yhdeksän liikenneonnettomuutta, joista yksi johti loukkaantumiseen ja kaksi kuolemaan. Yleisimmät onnettomuudet olivat yksittäisonnettomuuksia (4 kpl). Lisäksi tieosuudella tapahtui kaksi eläinonnettomuutta, yksi mopo-onnettomuus, yksi jalankulkijaonnettomuus ja yksi kohtaamisonnettomuus. Raskas liikenne ei ollut osallisena tarkastelujakson onnettomuuksissa.

Seututiellä 573 välillä Outokumpu–valtatie 9 tarkastelujaksolla tapahtui kaksi onnettomuutta, joista kumpikaan ei johtanut henkilövahinkoihin. (Väylävirasto 2026a)

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 7-3. Tieliikenneonnettomuudet vuosilta 2016–2025. (Väylävirasto 2026a)

Copyright © AFRY Finland Oy

7.3 Vaikutusten arviointi

7.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 rakentamisen aikaista liikennettä syntyy pääasiassa kaivospiirin sisällä, jolloin alueella liikkuu tavanomaista enemmän työkoneita ja muuta työmaaliikennettä. Alueen ulkopuolisten liikennemäärien tilapäinen kasvu aiheutuu pääasiassa rikastushiekka-alueiden, patojen sekä vesienhallintarakenteiden rakentamisen materiaalikuljetuksista.

Vaihtoehdossa VE1 nykyisiä rikastushiekka-altaita korotetaan, mikä aiheuttaa kuljetuksia ja työmaaliikennettä erityisesti patojen ja muiden rakenteiden rakennustöiden aikana. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b nykyisten rikastushiekka-altaiden käyttöä muutetaan siten, että rikastushiekkaa siirretään nykyisiltä altailta uusille läjitysalueille. Tämä lisää alueen sisäistä liikennettä sekä työkoneiden käyttöä rakentamisvaiheen aikana. Vaihtoehdossa VE3 rakennetaan uusi rikastushiekka-alue nykyisen allasalueen pohjoispuolelle, mikä aiheuttaa rakentamisvaiheessa työmaaliikennettä sekä kuljetuksia rakennettavalle alueelle.

Purkuputkivaihtoehtojen PVE2a, PVE2b ja PVE2c toteuttaminen aiheuttaa lisäksi tilapäistä liikennettä putkilinjan ja siihen liittyvien rakenteiden rakentamisen aikana. Työt keskittyvät pääosin putkilinjan paikalliseen asennukseen. Liikenne voi kuitenkin sisältää jonkin verran esimerkiksi sorakuljetuksia asennusalustan rakentamista varten sekä putkiston ja vesistöasennusten painorakenteiden kuljetuksia työmaalle. Putkilinjavaihtoehdot alittavat seututien 504, mikä voi rakentamisaikaan edellyttää tilapäisiä liikennejärjestelyjä alituskohdassa. Vaikutukset liikenteeseen ovat luonteeltaan väliaikaisia ja rajoittuvat rakentamisen aikaan.

7.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Liikennemäärät

Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 toiminta jatkuu noin 20 vuotta pidempään kuin vaihtoehdossa VE0. Vaihtoehdossa VE0 toiminta päättyy arviolta vuosina 2030–2032, jolloin laitoksen toiminnasta aiheutuva liikenne poistuu tieverkolta. Aikaisempiin toimintavuosiin verrattuna liikennemäärien ei arvioida muuttuvan merkittävästi, mikäli tuotantomäärät säilyvät nykyisellä tasolla. Vuonoksen tehtaan tuotantomäärät ovat kuitenkin vaihdelleet eri vuosina, ja nykyinen tuotantomäärä on ollut pienempi kuin useina aiempina toimintavuosina.

Varovaisuusperiaatteen mukaisessa tarkastelussa on arvioitu enimmäistuotantotilannetta. Tällöin keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä kasvaisi nykyisestä noin 107 ajoneuvosta noin 160 ajoneuvoon vuorokaudessa. Raskaan liikenteen määrä kasvaisi vastaavasti noin 41 ajoneuvosta noin 86 ajoneuvoon vuorokaudessa, joista kuljetukset Polvijärven kaivoksilta olisivat noin 71 ajoneuvoa vuorokaudessa. Junakuljetukset kasvaisivat kahdesta kuljetuksesta viikossa neljään kuljetukseen viikossa. Henkilöautoliikenne ei muutu merkittävästi, ollen keskimäärin noin 74 ajoneuvoa vuorokaudessa. Taulukossa 7-2 on esitetty Vuonoksen tehtaan liikennemääriä ja arvio hankevaihtoehtojen VE1–VE3 liikennemääristä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 7-2. Vuonoksen tehtaan liikennemäärät ja arvio VE1–VE3 liikennemääristä. KVL = keskimääräinen vuorokausiliikenne (ajoneuvoa), KVLras = raskaiden ajoneuvojen keskimääräinen vuorokausiliikenne (ajoneuvoa).

Tarkastelutilanne	KVL	KVLras	Malmikuljetukset (KVLras)	Junakuljetukset
2023	112	45	36	1,3 / vko
2024	104	37	29	1,4 / vko
Nykytilanne	107	41	29	2 / vko
VE1–VE3 (enimmäistuotanto)	160	86	71	4 / vko

Toiminta-ajan pidentymisen ja liikennemäärien mahdollisen kasvun vaikutukset kohdistuisivat ensisijaisesti Polvijärventielle (seututie 504) Polvijärven kaivosten ja Vuonoksen tehtaan väliselle tieosuudelle, jolle kohdistuu noin 80 % tehtaan raskaasta liikenteestä. Outokummun taajaman ja valtatien 9 suuntaan kohdistuu pääasiassa työmatka-, tuote-, kemikaali- ja huoltoliikennettä, mutta hankkeen aiheuttama lisäliikenne muodostaa näillä tieosuuksilla vain pienen osan kokonaisliikenteestä.

Keskimääräinen vuorokausiliikenne ja erityisesti raskaan liikenteen määrä ovat vaihdelleet Polvijärventiellä Talkkitien liittymän kohdalla eri vuosina (Taulukko 7-3). Vuonna 2025 keskimääräinen kokonaisliikennemäärä oli 1 059 ajoneuvoa, kun se oli vuosina 2012–2020 tyypillisesti noin 1 200–1 350 ajoneuvoa vuorokaudessa. Raskaan liikenteen määrä vuonna 2025 oli 65 ajoneuvoa vuorokaudessa, kun vuosina 2012–2020 se oli noin 80–120 ajoneuvoa vuorokaudessa. Muutokset liittyvät osaltaan Vuonoksen tehtaan ja Polvijärven kaivosten tuotantomäärien vaihteluun eri vuosina. Vuosina 2012–2020 käsitellyn malmin määrä oli tyypillisesti noin 400 000–500 000 tonnia vuodessa, kun vuosina 2022–2024 tuotantomäärä laski noin 300 000–360 000 tonniin vuodessa. Hankkeen mahdollistamassa enimmäistuotantotilanteessa Vuonoksen tehtaan toimintaan liittyvän raskaan liikenteen määrän arvioidaan olevan noin 86 ajoneuvoa vuorokaudessa. Laskennallisesti nykytilanteeseen verrattuna keskimääräinen liikennemäärä kasvaisi vuorokaudessa Talkkitien liittymän kohdalla 53 ajoneuvolla 1 059 ajoneuvosta 1 112 ajoneuvoon (noin 5 % kasvu) ja raskas liikenne 45 ajoneuvolla 65 ajoneuvosta 110 ajoneuvoon (noin 69 % kasvu) (KVLras). Määrät ovat nykytilannetta suurempia, mutta vastaavat suuruusluokaltaan aiemmin toteutuneita liikennemääriä eivätkä määrät ylitä tarkasteltavalla tieosuudella aikaisemmin havaittuja liikenteen määriä (Taulukko 7-3).

Polvijärventiellä Polvijärven kaivosten ja Vuonoksen tehtaan välisellä tieosuudella raskaan liikenteen määrä on vaihdellut eri laskentavuosina noin 90–140 ajoneuvoa vuorokaudessa. Vuonna 2023 raskaan liikenteen määrä oli noin 117 ajoneuvoa vuorokaudessa. Samana vuonna malmikuljetusten määrä oli keskimäärin noin 36 ajoneuvoa vuorokaudessa, mikä vastasi noin 30 % tieosuuden raskaasta liikenteestä. Enimmäistuotantotilanteessa malmikuljetusten määrän arvioidaan kasvavan tieosuudella noin 71 raskaaseen ajoneuvoon vuorokaudessa, joka tarkoittaisi kasvua yhteensä 152 raskaaseen ajoneuvoon vuorokaudessa (noin 30 % kasvu), kun laskelmaan otetaan vuoden 2023 mitattu liikennemäärä. Tällöin malmikuljetusten osuus kasvattaisi hieman tieosuuden raskasta liikennettä verrattuna aiempiin vuosiin (Taulukko 7-3). Arvioitu liikennemäärä on kuitenkin samaa suuruusluokkaa kuin tieosuudella aikaisemmin mitatut raskaan liikenteen määrät, ja se ylittää vain hieman tarkastelujaksolla havaittuja suurimpia raskaan liikenteen määriä (enimmillään 142 raskasta ajoneuvoa vuonna 2014).

Copyright © AFRY Finland Oy

Outokummun taajaman ja valtatien 9 suuntaan kohdistuu pääasiassa työmatkaliikennettä sekä tehtaan tuote-, kemikaali-, jäte- ja muita huoltokuljetuksia. Nykytilanteessa tehtaan henkilöautoliikennettä aiheutuu keskimäärin noin 67 ajoneuvoa vuorokaudessa ja enimmäistuotantotilanteessa noin 74 ajoneuvoa vuorokaudessa. Tuote- ja muita kuljetuksia on nykyisin noin 12 raskasta ajoneuvoa vuorokaudessa ja enimmäistuotantotilanteessa noin 15 raskasta ajoneuvoa vuorokaudessa. Polvijärventien liikennemäärät Outokummun suunnassa ovat kuitenkin huomattavasti suurempia kuin Polvijärven kaivosten suunnassa. Vuonna 2023 keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä oli seututien 573 ja Outokummun taajaman välisellä tieosuudella noin 2 061 ajoneuvoa ja raskaan liikenteen määrä noin 95 ajoneuvoa vuorokaudessa. Taajaman ja valtatie 9 välillä (Kuusjärventie) liikennemäärät ovat olleet eri laskentavuosina noin 2 000–3 000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja raskaan liikenteen määrä noin 130–190 ajoneuvoa vuorokaudessa. Seututiellä 573 valtatien 9 suuntaan liikennemäärät olivat laskentavuosina 2012–2025 noin 850–1100 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista raskasta liikennettä oli noin 80–110 ajoneuvoa. Tehtaan liikenne jakautuu näille tieosuuksille ja hankkeen aiheuttama lisäliikenne muodostaa tieosuuksilla vain pienen osan kokonaisliikenteestä. (Väylävirasto 2026a)

Taulukko 7-3. Liikennemäärät Väyläviraston aineistosta saatavilta vuosilta hankkeen läheiseltä tiestöltä ja kuljetusreitiltä. KVL = keskimääräinen vuorokausiliikenne (ajoneuvoa), KVLras = raskaiden ajoneuvojen keskimääräinen vuorokausiliikenne (ajoneuvoa). (Väylävirasto 2026a)

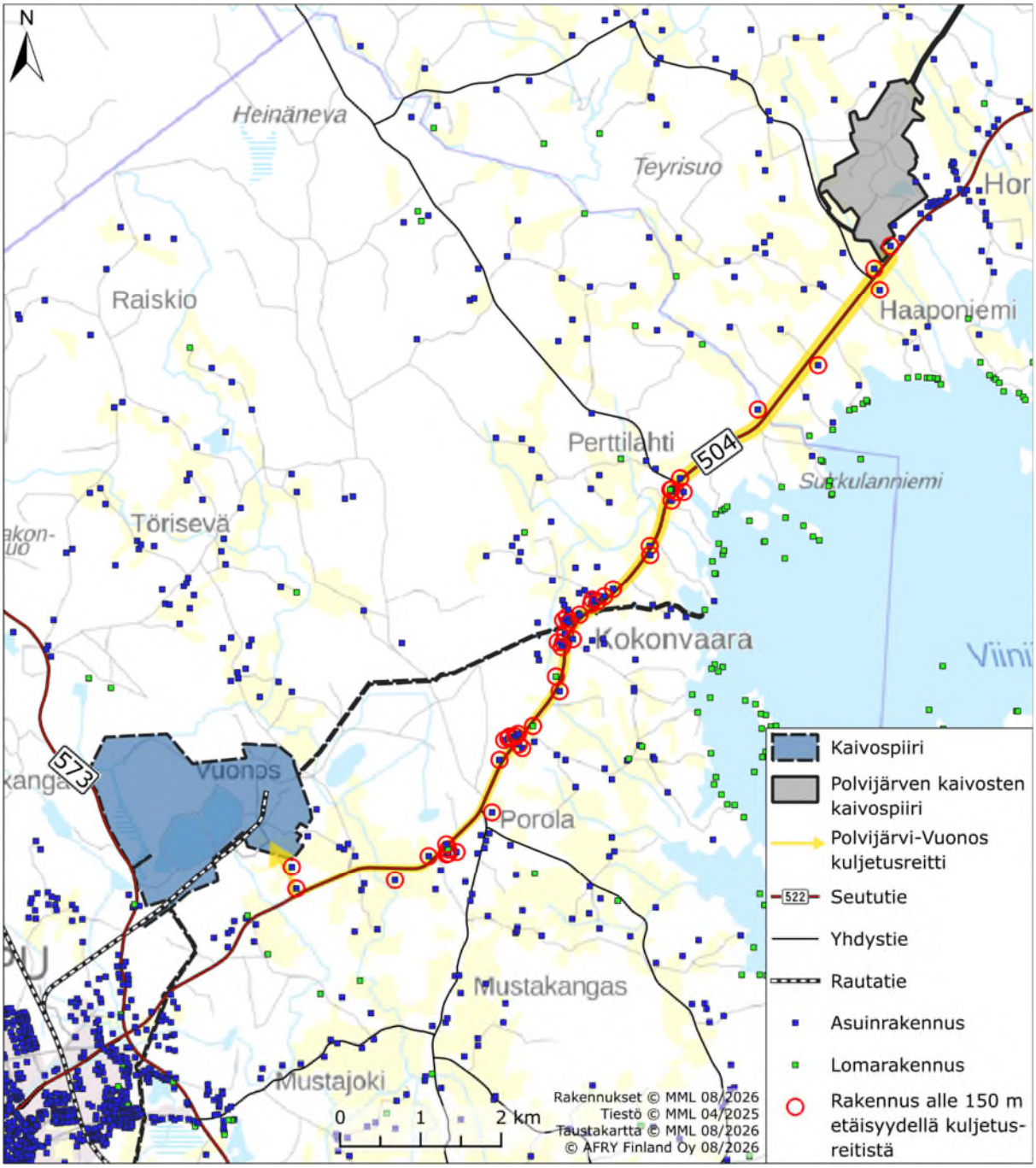
Liikennemäärän mittausvuosi	Polvijärventie, Talkkitien liittymä		Polvijärventie kaivosten suuntaan		Polvijärventie kaivosten kohdalla		Polvijärventie, välillä seututie 573 - Outokummun taajama		Kuusjärventie (seututie 504): Outokummun taajama - valtatie 9		Seututie 573: Outokummun taajama - valtatie 9	
	KVL	KVLras	KVL	KVLras	KVL	KVLras	KVL	KVLras	KVL	KVLras	KVL	KVLras
2025	1 059	65									850	77
2024												
2023			769	117	717	117	2 061	95	2 000	126		
2022												
2021												
2020	1 239	103									1 062	89
2019												
2018			1 017	124	934	126			2 459	160		
2017							2 389	114				
2016	1 348	120									1 022	108
2015												
2014	1 318	98	1 029	136	922	142	2 508	112	2 570	186	1 118	107
2013	1 286	89	986	110	816	102	2 473	107	2 908	145	1 091	97
2012	1 315	81	1 008	100	834	93	2 915	69	2 967	142	1 116	88
Minimi	**1 059**	**65**	**769**	**100**	**717**	**93**	**2 061**	**69**	**2 000**	**126**	**850**	**77**
Maksimi	**1 348**	**120**	**1 029**	**136**	**934**	**142**	**2 915**	**114**	**2 967**	**186**	**1 118**	**108**

Copyright © AFRY Finland Oy

Malminkuljetusreitin välittömässä läheisyydessä ei ole tiheää asutusta, mutta paikoittain on haja-asutusta. Kokonvaaran kylän kohdilla on kuljetusreitin läheisyydessä suurin asustuskeskittymä, mutta muita herkkiä kohteita (kuten kouluja ja päiväkoteja) ei ole reitin välittömässä läheisyydessä. Asuin- ja vapaa-ajan rakennukset hankealueen tiestön läheisyydessä (150 m etäisyydellä tiestä) on esitetty kuvassa 7-4.

Kokonaisuutena arvioiden hankkeen merkittävimmät liikennevaikutukset liittyvät toiminnan jatkumiseen vaihtoehtoa VE0 pidempään sekä raskaan liikenteen mahdolliseen lisääntymiseen Polvijärven kaivosten ja Vuonoksen tehtaan välisellä kuljetusreitillä. Arvioidut liikennemäärät ovat kuitenkin pääosin samaa suuruusluokkaa kuin alueella on aikaisempina toimintavuosina jo toteutunut, joten merkittävämmäksi vaikutukseksi arvioidaan toiminta-ajan pidentyminen. Melu- ja tärinävaikutuksia on tarkasteltu tarkemmin luvussa 8 ja pölyvaikutuksia luvussa 19, ihmisten elinoloja ja viihtyvyyttä on tarkasteltu tarkemmin luvussa 23.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 7-4. Asuin- ja lomarakennukset hankkeen kuljetusreitillä ja tiestön läheisyydessä.

Liikenneturvallisuus

Hankkeen liikenneturvallisuusvaikutukset kohdistuvat ensisijaisesti Polvijärventielle (seututie 504) Polvijärven kaivosten ja Vuonoksen tehtaan väliselle tieosuudelle. Enimmäistuotantotilanteessa raskaan liikenteen määrän kasvu lisää kohtaamis- ja ohitustilanteiden sekä liittymien häiriötilanteiden määrää. Liikennemäärien kasvu on kuitenkin hyvin maltillinen verrattuna tieosuudella aiemmin toteutuneisiin liikennemääriin. Tieosuudella on myös aikaisempina vuosina ollut nykyistä suurempia raskaan liikenteen määriä ilman merkittävää henkilövahinko-onnettomuuksien määrää. Tieosuudella ei ole

Copyright © AFRY Finland Oy

tievalaistusta eikä erillistä jalankulku- ja pyöräilyväylää, jotka heikentävät liikenneturvallisuutta erityisesti pimeän aikaan.

Outokummun taajaman ja valtatien 9 suuntaan vaikutukset liikenneturvallisuuteen arvioidaan vähäisiksi, koska hankkeen aiheuttama lisäliikenne muodostaa vain pienen osan tieosuuksien kokonaisliikennemääristä.

Kokonaisuutena liikenneturvallisuusvaikutukset arvioidaan vähäisiksi. Merkittävimmät vaikutukset liittyvät raskaan liikenteen määrän kasvuun (enimmäistuotantotilanteessa) Polvijärven kaivosten ja Vuonoksen tehtaan välisellä kuljetusreitillä sekä hirvieläinonnettomuuksien riskin mahdolliseen kasvuun.

7.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Sulkemistoimenpiteiden päätyttyä toimintaan liittyvät kuljetukset sekä työntekijöiden työmatkaliikenne päättyvät. Sulkemisen jälkeen alueelle suuntautuu tehtaan osalta ainoastaan jälkitarkkailuun liittyvää liikennettä. Toiminnan päättymisen jälkeen liikenteen kehitys määräytyy muiden alueella toteutettavien hankkeiden sekä yleisen liikenteen kehityksen mukaan.

7.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 toiminta päättyy arviolta vuosina 2030–2032. Tämän seurauksena tehtaan toimintaan liittyvä työmatka-, kuljetus- ja junaliikenne poistuvat tie- ja rataverkolta. Liikennemäärät vähenevät erityisesti Polvijärven kaivosten ja Vuonoksen tehtaan välisellä kuljetusreitillä sekä tehtaan käyttämillä muilla tieosuuksilla.

7.4 Yhteisvaikutukset

Tarkastelualueella ei ole tunnistettu sellaisia tiedossa olevia hankkeita, joista aiheutuisi merkittäviä yhteisvaikutuksia liikenteeseen Vuonoksen tehtaan kuljetusreiteillä. Horsmanahon ja Karnukan kaivosten nykyiset malmikuljetukset ovat mukana liikennemäärissä.

FinnCobalt Oy:n Hautalammen kaivoksella on vireillä lupahakemus, ja kaivostoiminnan käynnistyminen voisi lisätä raskaan liikenteen määrää Outokummun alueella. Mahdollinen lisäliikenne kohdistuisi kuitenkin pääasiassa valtatien 9 sekä Outokummun taajaman tieverkolle, joilla kokonaisliikennemäärät ovat jo nykyisin selvästi suurempia eikä Vuonoksen tehtaan liikenne ole alueella merkittävää. Käytettävissä olevien tietojen perusteella yhteisvaikutusten ei kuitenkaan arvioida muodostuvan merkittäviksi liikenteen sujuvuuden tai tieverkon kapasiteetin kannalta.

7.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaihtoehdossa VE0 toiminta päättyy arviolta vuosina 2030–2032, minkä seurauksena toiminnasta aiheutuva työmatka-, kuljetus- ja junaliikenne poistuvat tie- ja rataverkolta. Sulkemistoimenpiteiden jälkeen alueelle suuntautuu ainoastaan jälkitarkkailuun liittyvää vähäistä liikennettä. Tämän vuoksi vaihtoehdon VE0 muutoksen suuruus arvioidaan vähäiseksi myönteiseksi. Liikennemäärät pienenevät, jolloin onnettomuusriski pienenee ja liikenteen sujuvuus paranee.

Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 toiminta jatkuu noin 20 vuotta pidempään kuin vaihtoehdossa VE0. Mikäli tuotantomäärät säilyvät nykyisellä tasolla, liikennemäärien

Copyright © AFRY Finland Oy

ei arvioida muuttuvan merkittävästi nykytilanteeseen verrattuna, mutta enimmäistuotantotilanteessa liikennemäärien arvioidaan kasvavan hieman erityisesti Polvijärven kaivosten ja Vuonoksen tehtaan välisellä kuljetusreitillä (Polvijärventiellä). Muutos arvioidaan herkkyydeltä vähäiseksi negatiiviseksi lähialueen tiestölle, koska alueen liikenneverkko ja liittymät kestävät nykyisen liikenteen, mutta toiminta-ajan pidennyksellä on vaikutus mm. läheiseen asutukseen. Muutoksen suuruus arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi, koska hankevaihtoehdoissa liikennekuormitus jatkuu 20 vuotta pidempään, mutta muutokset liikennemääriin ovat maltilliset (Taulukko 7-4).

Hankkeella ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta kauempana sijaitsevan tieverkon, kuten valtatien 9, liikenteeseen. Liikennemäärät ovat tieosuuksilla jo nykyisin huomattavasti suurempia kuin hankkeen aiheuttama liikenne.

Taulukko 7-4. Liikenteeseen kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus					Positiivinen
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen				VE1, VE2a, VE2b, VE3		VE0			
	Kohtalainen									
	Suuri									
	Erittäin suuri									

7.6 Arvioinnin epävarmuudet

Arvioinnin epävarmuudet liittyvät arvioituun liikennemäärän muutokseen ja ajalliseen vaihteluun. Liikennemäärän on laskettu jakautuvan tasaisesti vuorokausille, mutta todellisuudessa määrissä saattaa olla ajallista vaihtelua. Väyläviraston aineistossa liikennemäärät ovat keskimääräisiä liikennemääriä vuorokaudessa, jonka vuoksi kaivoksen liikennemäärä on suhteutettu vertailukelpoiseksi. Tulevaisuuden tuotantomääriä ei voida ennustaa tarkasti, ja arviossa on pyritty esittämään maksimituotantomäärät ja sitä kautta enimmät liikennemäärät. Vuonoksen rikastamoalueella on harjoitettu kaivos- ja rikastamotoimintaa jo yli 50 vuoden ajan, eikä vertailua aiempaan tilanteeseen (ilman toimintaa) voida tehdä luotettavasti.

7.7 Vaikutusten lieventäminen

Kuljetusten aiheuttamia vaikutuksia voidaan lieventää ajoittamalla kuljetukset niin, että niistä on mahdollisimman vähän haittaa muulle liikenteelle ja lähialueiden asukkaille.

Vaarallisten aineiden kuljetukset tulee toteuttaa niihin soveltuvilla ajoneuvoilla ja voimassa olevien turvallisuusmääräysten mukaisesti.

Vuosina 2016–2025 kuljetusreitillä Polvijärven kaivoksilta tapahtui yhteensä 14 onnettomuutta, joista 11 oli eläinonnettomuuksia. Liikenneturvallisuutta voidaan parantaa

Copyright © AFRY Finland Oy

noudattamalla liikennesääntöjä ja lisäämällä tarkkaavaisuutta erityisesti alueilla, joilla on hirvivaaramerkkejä. Tarkan ajotavan ja varovaisuuden noudattaminen voi vähentää eläinonnettomuuksien riskiä. Kuljetusurakoitsijoiden ohjeistuksella voidaan tehostaa liikennesääntöjen noudattamista ja siten vähentää onnettomuusriskiä. Myös työmatkaliikenteen riskejä voidaan lieventää muistuttamalla liikennesääntöjen noudattamisesta.

Copyright © AFRY Finland Oy

8 MELU JA TÄRINÄ



8 MELU JA TÄRINÄ

YHTEENVETO

- Nykytilanteessa rikastamon ja talkkitehtaan pääasialliset melulähteet ovat tehtaan ja rikastamon kiinteät melulähteet (mm. erilaiset poistopuhaltimet, tuotesuotimet, malmin murskaus). Lisäksi melua aiheuttaa liikkuvat työkoneet. Tie- ja junaliikenteestä aiheutuu melua liikennereittien lähialueille. Merkittävää tärinää aiheuttavia toimintoja ei ole.
- Rikastamo- ja tehdasalueen melua tarkkaillaan viiden vuoden välein ympäristömeluamittauksin lähimpien asuinrakennusten luona. Viimeksi melua on mitattu vuonna 2025, jolloin mittaukset suoritettiin viiden asuinrakennuksen luona. Mittauskohteet sijoittuvat noin 500–1400 metrin etäisyydelle lähimmistä rikastamon tai tehtaan toiminnoista. Mittaustulokset olivat lähimpien häiriintyvien kohteiden luona 37–49 dB. Mittaustulosten perusteella ympäristömelulle asetettuja raja-arvoja (55 dB päivällä, 50 dB yöllä) ei ylitetä lähimpien häiriintyvien kohteiden luona.
- Rakentamisen aikana rikastamon ja talkkitehtaan toiminnot pysyvät nykytilan kaltaisina eikä toimintojen meluvaikutuksiin tule muutoksia. Rakennusvaiheessa (VE1, VE2a, VE2b ja VE3) nykytilasta erottuvaa melua aiheutuu rikastushiekka-alueiden pohjien ja patojen sekä uusien vesienhallintarakenteiden rakentamisen aikaisista maanrakennustöistä. Rakentamisen meluvaikutukset jäävät selkeästi ohjearvojen alapuolelle. Melu voi silti olla kuultavissa lähimpien häiriintyvien kohteiden luona. Erityisesti koneiden moottoreiden kiihdytykset, kauhojen kolahdukset sekä kippaustapahtumat voivat erottua lähimpien asuinrakennusten luona. Tapahtumat nostavat hetkellisesti melutasoa, mutta vastaavalle toiminnalle tehtyjen selvitysten mukaan melu ei ole häiritsevästi impulssimaista tai kapeakaistaista kauempana häiriintyvien kohteiden etäisyyksillä.
- Myös purkureittivaihtoehtojen PVE2a, PVE2b ja PVE2c kaivutöistä aiheutuu melua, kun purkuputkia kaivetaan maahan. Purkuputkien rakennusvaiheen melua aiheuttavat maanrakennustyöt ovat sijainniltaan jatkuvasti muuttuvia, joten yksittäisen häiriintyvän kohteen kannalta meluvaikutukset ovat tilapäisiä.
- Toimintavaiheessa aiheutuva melu pysyy pääosin nykytilan kaltaisena. Nykytilan mukaisesti rikastamon ja talkkitehtaan pääasialliset melulähteet ovat tehtaan ja rikastamon kiinteät melulähteet (mm. erilaiset poistopuhaltimet, tuotesuotimet, malmin murskaus). Lisäksi melua aiheuttaa liikkuvat työkoneet. Tie- ja junaliikenteestä aiheutuu melua liikennereittien lähialueille.
- Hankkeen mahdollistamassa enimmäistuotannon tilanteessa rikastamon ja tehtaan keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä kasvaisi nykyisestä noin 107 ajoneuvosta noin 160 ajoneuvoon vuorokaudessa. Junakuljetukset kasvaisivat kahdesta kuljetuksesta viikossa neljään kuljetukseen viikossa. Tieliikenteen aiheuttaman melun osalta noin 50 % kasvu liikennemäärässä tarkoittaa noin 1–2 dB lisäystä rikastamon ja tehtaan tieliikenteen aiheuttamaan meluun. Toiminnan aiheuttama tieliikenteen määrä on vähäinen verrattuna Polvijärventien kokonaisliikenteeseen (KVL 1059), joten vaikutus kokonaisliikennemäärään on Talkkitien liittymän kohdalla noin 5 %. Muutoksella ei ole käytännön vaikutusta tieliikenteen aiheuttamaan meluun. Junakuljetusten kaksinkertaistuminen lisää junakuljetusten aiheuttamaa melua noin 3 dB. Liikennemäärä on vähäinen

Copyright © AFRY Finland Oy

viikkotasolla, jolloin junakuljetusten keskiäänitaso jää vähäiseksi. Radan lähettyvillä sijaitsevien asuinrakennusten luona muutos voidaan havaita useampana junaohituksena viikkotasolla tarkasteltuna.

- Uudet hankevaihtoehdot eivät tuo rakentamisen tai toiminnanaikana uusia merkittäviä tärinälähteitä eikä tärinävaikutuksiin tule havaittavaa muutosta.
- Hankealueella tai sen välittömässä lähiympäristössä (< 2 km) ei ole Natura-alueita tai luonnonsuojelualueita, joten toiminnan aiheuttamalla melulla tai tärinällä ei ole vaikututusta näiden alueiden luona.

8.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

8.1.1 Melu

8.1.1.1 Ympäristömelu yleisesti

Melu on subjektiivinen käsite, jolla ymmärretään äänen negatiivisia vaikutuksia, ei-toivottua ääntä, josta on haittaa ja jossa kuulijan tuntemukset ja äänenerotuskyky ratkaisevat. Normaali ympäristömelu sisältää useista kohteista lähtevää yhtäaikaista ääntä, jossa taajuudet ja aallonpituudet muuttuvat jatkuvasti. Taulukossa (Taulukko 8-1) on esitetty eri ääni- tai melulähteiden aiheuttamia tyypillisiä äänenpainetasoja. (Kuuloliitto 2026)

Taulukko 8-1. Tyypillisiä eri ääni- tai melulähteiden aiheuttamia äänenpainetasoja (Kuuloliitto 2026)

Äänenpainetaso [dB]	Ääni
0	Kuulokynnys eli hiljaisin ääni, jonka ihminen tietyllä taajuudella kykenee aistimaan
10–30	Lehtien havina
30–50	Tietokone
50–70	Keskustelu
70–85	Liikenne
80–100	Ravintola
90–100	Konsertti
125–	Kipukynnys
130–135	Suihkukone

8.1.1.2 Melu- ja tärinävaikutusten arviointi

Hankkeen meluvaikutusten arviointi tehdään asiantuntija-arviona ja se perustuu alustaviin suunnittelutietoihin, rakentamiseen ja toimintaan liittyvien laitteiden ja kuljetusten määriin. Arvioinnissa hyödynnetään vastaavien toimintojen ja kirjallisuudesta saatuja tietoja sekä alueella tehtyjä ympäristömelumittauksia. Tulosanalyysissä arvioidaan tuotettuja melutasoja päivä- ja yöajan keskiäänitasojen ohjearvoihin sekä mahdollisiin muutoksiin nykytilasta. Työssä huomioidaan myös melun vaikutukset terveyteen, viihtyvyyteen ja häiritsevyyteen (kapeakaistaisuus, impulssimaisuus).

Tärinävaikutukset arvioidaan asiantuntijatyönä toiminnan laajennusta koskevien suunnitelmien, liikenteestä sekä muista vastaavista kohteista saatujen tietojen perusteella.

Copyright © AFRY Finland Oy

Tärinän vaikutuksia arvioidaan hyödyntämällä olemassa olevaa tutkimustietoa tärinän leviämiseen ja haitallisuuteen liittyen. Arvioinnissa käytetään tärinän voimakkuudesta olemassa olevia viitearvoja.

8.1.2 Nykytila

Rikastamon ja talkkitehtaan pääasialliset melulähteet ovat tehtaan ja rikastamon kiinteät melulähteet (mm. erilaiset poistopuhaltimet, tuotesuotimet, malmin murskaus). Lisäksi melua aiheuttaa liikkuvat työkoneet. Tie- ja junaliikenteestä aiheutuu melua liikennereittien lähialueille.

Rikastamo- ja tehdasalueen melua tarkkaillaan viiden vuoden välein ympäristömeluamittauksin lähimpien asuinrakennusten luona. Viimeksi melua on mitattu vuonna 2025 (Envineer 2025b), jolloin mittaukset suoritettiin viiden asuinrakennuksen luona. Mittauskohteet sijoittuvat noin 500–1400 metrin etäisyydelle lähimmistä rikastamon tai tehtaan toiminnoista. Mittaustulokset rikastamon ja tehtaan aiheuttamalle melulle ovat esitetty taulukossa (Taulukko 8-2).

Taulukko 8-2. Yhteenveto vuosien 2015, 2020 ja 2025 ympäristömelumittausten tuloksista.

Mittauspiste	Sijainti	Keskiäänitaso [LAeq]		
		2015	2020	2025
Asuinrak. MP1	itäp. 500 m	58/37*	55/41*	62/49*
Asuinrak. MP3	eteläp. 750 m	33**	-	47
Asuinrak. MP4	itäp. 500 m	39	64/39*	43
Asuinrak. MP5	pohjoisp. 1000 m	36	-	37
Asuinrak. MP7	lounasp. 1400 m	-	-	39

* Mittauksesta poistettu häiriöäänet
** Mittauspiste noin 550 m kauempana tehdasalueesta kuin vuoden 2025 mittauksessa

Mittaustulosten perusteella ympäristömelulle asetettuja raja-arvoja (55 dB päivällä, 50 dB yöllä) ei ylitetä lähimpien häiriintyvien kohteiden luona.

Rikastamoalueella toimii myös betoni- ja sementtitehdas, jonka aiheuttamasta ympäristömelusta ei ole tarkempia tietoja. Rikastamon ja talkkitehtaan ympäristömelumittausten tuloksissa ei ole mainittu, että betoni- ja sementtitehtaan aiheuttaisi melua lähimpien asuinrakennusten luona.

Rikastamo ja tehdas eivät sisällä merkittäviä tärinää aiheuttavia koneita tai toimintoja. Nykytilassa tärinää voi aiheuttaa junaliikenne liikennereitin lähialueille. Maaperä on pääosin karkearakeista, joten tärinä vaimenee lyhyemmällä matkalla kuin verrattuna esimerkiksi savimaahan. Toiminta-alueen sisäisen sekä tieliikenteen tärinä vaimentuu havaitsemattomaksi liikennereittien välittömässä läheisyydessä.

Raideliikenteen tärinän vaikutusalue on riippuvainen vallitsevasta maalajista. Soramaalla tärinä vaimenee ensimmäisten kymmenien metrien etäisyydellä havaitsemattomaksi, mutta pehmeällä savella tavarajunan (70 km/h) tärinä voi olla haitallista jopa 300 m etäisyydelle. (Talja, A. 2004) Toiminta-alueen lähistöllä rata kulkee pääosin karkearakeisen maalajin alueella. Tavarajunan nopeus on 20 km/h. Lähimmät häiriintyvät kohteet sijoittuvat noin 150 m etäisyydelle raiteesta. Kun huomioidaan maalaji ja

Copyright © AFRY Finland Oy

tavarajunan maltillinen nopeus, tälle etäisyydelle tärinän ei arvioida olevan selkeästi havaittavaa. Maantieliikenne ei aiheuta tasaisilla tieosuuksilla tärinää sekä töyssyjen ja routavaurioiden vaikutukset vaimenevat ensimmäisten kymmenten metrien matkalla havaitsemattomaksi (Talja, A. 2004). Tehtaan ja kaivoksen kuljetusreitit ovat asfalttipinnoitettuja osuuksilta, jotka kulkevat läheltä asuin- tai lomarakennuksia, joten maantieliikenteen ei arvioida aiheuttavan tärinävaikutuksia.

8.2 Vaikutusten arviointi

8.2.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisen aikana rikastamon ja talkkitehtaan toiminnot pysyvät nykytilan kaltaisina eikä toimintojen meluvaikutuksiin tule muutoksia. Rakennusvaiheessa (VE1, VE2a, VE2b ja VE3) nykytilasta erottuvaa melua aiheutuu rikastushiekka-alueiden pohjien ja patojen sekä uusien vesienhallintarakenteiden rakentamisen aikaisista maanrakennustöistä. Maanrakennustöissä käytetään pääsääntöisesti kaivinkoneita sekä maansiirtoajoneuvoja. Maansiirtoajoneuvojen toiminnasta aiheutuu myös kuorman kippauksen ääniä. Kyseisten melulähteiden äänipäästö on 108–116 dB (SY 25/2010). Melupäästö on riippuvainen koneiden kokoluokasta sekä käsiteltävästä materiaalista. Vastaavaa pohjatöiden ja patojen rakentamisen aiheuttamaa melua tarkasteltiin melumallinnuksen avulla Mondo Mineralsin Sotkamon kaivoksen ja tehtaan ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (AFRY Finland Oy 2025f). Toimintojen aiheuttama asuinrakennusten päiväajan ohjearvon 55 dB mukainen melualue levisi laajimmillaan noin 120 metrin etäisyydelle toimintapaikasta. Yöajan ohjearvon 50 dB mukainen melualue levisi noin 230 metrin etäisyydelle. Hankevaihtoehtojen suunnitelmien mukaan maanrakennustöiden lähin kohta sijoittuu noin 700–850 metrin etäisyydelle lähimmistä häiriintyvistä kohteista riippuen hankevaihtoehdosta. Lähin sijainti 700 metrin toteutuu hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE3 uuden pohjoisen allasalueen rakentamisesta. Hankevaihtoehdossa VE2b kuivatusaltaan rakenne sijoittuu noin 800 metrin etäisyydelle ja hankevaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-alueen lähin kohta sijoittuu 850 metrin etäisyydelle. Hankevaihtoehtoehdoittain meluvaikutukset ovat suhteellisen samat. Etäisyystarkastelun perusteella rakentamisen aiheuttamat meluvaikutukset jäävät selkeästi ohjearvojen alapuolelle. Melu voi silti olla kuultavissa lähimpien häiriintyvien kohteiden luona. Erityisesti koneiden moottoreiden kiihdytykset, kauhojen kolahdukset sekä kippaustapahtumat voivat erottua lähimpien asuinrakennusten luona. Tapahtumat nostavat hetkellisesti melutasoa, mutta vastaavalle toiminnalle tehtyjen selvitysten (AFRY Finland Oy 2025f) mukaan melu ei ole häiritsevästi impulssimaista tai kapeakaistaista kauempana häiriintyvien kohteiden etäisyyksillä.

Myös purkureittivaihtoehtojen PVE2a, PVE2b ja PVE2c kaivutöistä aiheutuu melua, kun purkuputkia kaivetaan maahan. Purkuputkien rakennusvaiheen melua aiheuttavat maanrakennustyöt ovat sijainniltaan jatkuvasti muuttuvia, joten yksittäisen häiriintyvän kohteen kannalta meluvaikutukset ovat tilapäisiä.

Rakentaminen ei lisää tärinää aiheuttavia toimintoja. Sivukivikasojen ja rikastushiekka-altaan rakennusvaiheen toimintojen tärinävaikutukset vaimenevat kuljetusreittien ja työkoneiden välittömässä läheisyydessä.

8.2.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toimintavaiheessa aiheutuva melu pysyy pääosin nykytilan kaltaisena. Nykytilan mukaisesti rikastamon ja talkkitehtaan pääasialliset melulähteet ovat tehtaan ja

Copyright © AFRY Finland Oy

rikastamon kiinteät melulähteet (mm. erilaiset poistopuhaltimet, tuotesuotimet, malmin murskaus). Lisäksi melua aiheuttaa liikkuvat työkoneet. Tie- ja junaliikenteestä aiheutuu melua liikennereittien lähialueille.

Tilanteessa, jossa rikastamon ja tehtaan tuotantokapasiteetti kasvaisi enimmäistuotannon tasolle keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä kasvaisi nykyisestä noin 107 ajoneuvosta noin 160 ajoneuvoon vuorokaudessa. Junakuljetukset kasvaisivat kahdesta kuljetuksesta viikossa neljään kuljetukseen viikossa. Tieliikenteen aiheuttaman melun osalta noin 50 % kasvu liikennemäärässä tarkoittaa noin 1–2 dB lisäystä rikastamon ja tehtaan tieliikenteen aiheuttamaan meluun. Toiminnan aiheuttama tieliikenteen määrä on vähäinen verrattuna Polvijärventien kokonaisliikenteeseen (KVL 1059), joten hankkeen mahdollistamassa enimmäistuotannon tilanteessa vaikutus kokonaisliikennemäärään on Talkkitien liittymän kohdalla noin 5 %. Muutoksella ei ole käytännön vaikutusta tieliikenteen aiheuttamaan meluun. Junakuljetusten kaksinkertaistuminen lisää junakuljetusten aiheuttamaa melua noin 3 dB. Liikennemäärä on vähäinen viikkotasolla, jolloin junakuljetusten keskiäänitaso jää vähäiseksi. Radan lähettyvillä sijaitsevien asuinrakennusten luona muutos voidaan havaita useampana junaohituksena viikkotasolla tarkasteltuna.

Uudet hankevaihtoehdot eivät tuo uusia merkittäviä tärinälähteitä. Junakuljetukset ja raskaan liikenteen lisääntyminen voivat aiheuttaa tärinää radan ja teiden lähialueille. Nykytilan tärinäarvion mukaisesti (kappale 8.1.2) raide- ja tieliikenne ei aiheuta selkeästi havaittavaa tärinää lähialueen asuin- tai lomarakennusten luona.

Hankealueella tai sen välittömässä lähiympäristössä (< 2 km) ei ole Natura-alueita tai luonnonsuojelualueita, joten toiminnan aiheuttamalla melulla tai tärinällä ei ole vaikututusta näiden alueiden luona.

8.2.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Kaivoksen ja tehtaan toimintojen päättyessä melua ja tärinää aiheuttavat toiminnot ja meluvaikutukset loppuvat.

8.2.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Toteuttamatta jättäminen ei muuta alueen melu- ja tärinätilannetta nykytilanteesta. Vaihtoehdossa VE0 toiminta päättyy arviolta vuosina 2030–2032, jolloin laitoksen toiminnan melu- ja tärinälähteet lopettavat toimintansa. Muissa hankevaihtoehdoissa toiminta jatkuu noin 20 vuotta pidempään kuin vaihtoehdossa VE0.

8.3 Yhteisvaikutukset

Rikastamoalueella toimii Pielisen Betonin betoni- ja sementtitehdas, jonka aiheuttamasta ympäristömelusta ei ole tarkempia tietoja. Polvijärven tieliikenteen melu on havaittavissa rikastamoa ja tehdasta lähimpien häiriintyvien kohteiden luona. Vaikutusten arvioinnin mukaan melutasot jäävät alhaisiksi, eikä hankkeen mukaisella toiminnalla ole selkeää vaikutusta tieliikenteen aiheuttamaan keskiäänitasoon.

8.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Hankealueen herkkyys muutoksille melu- ja tärinävaikutusten osalta arvioidaan *kohtalaiseksi*. Alueella on ollut jo pitkään teollista toimintaa. Toisaalta hankealueen lähialueella on kohtalaisesti vakinaista asutusta. Rakentamisen sekä toiminnan aikainen meluvaikutusten merkittävyys arvioidaan hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 *ei*

Copyright © AFRY Finland Oy

vaikutusta. Myöskään raakavesi- ja purkuvesireittien (RVE1, RVE2, PVE1, PVE2a–c) rakentamisella ja käytönajalla ei ole vaikutusta. Melutasot pysyvät selkeästi asuinrakennusten ohjearvojen alapuolella eikä hankevaihtoehdot tuo selkeää muutosta nykytilanteeseen. Raakavesi- ja purkuvesireittien vaikutukset ovat vähäisiä ja tilapäisiä. Tärinävaikutuksiin hankevaihtoehtojen muutoksilla ei ole vaikutusta.

Vaihtoehdolla VE0 ei arvioida olevan vaikutuksia meluun ja tärinään.

Taulukko 8-3. Meluun kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen									
	Kohtalainen					VE0 VE1 VE2a VE2b VE3 RVE1, RVE2, PVE1, PVE2a–c				
	Suuri									
	Erittäin suuri									

8.5 Arvioinnin epävarmuudet

Vuotuisten säävaihteluiden ja etenkin tuulen suunnan vaikutus alueen todelliseen äänitasoon suurenee etäisyyden kasvaessa melulähteestä. Samalla laskennan epävarmuus kasvaa. Lisäksi epävarmuuteen vaikuttavat arviot melupäästöistä ja -lähteiden sijainneista. Tyypillisesti laskennan epävarmuus on n. ± 3 dB kilometrin etäisyydelle.

Tärinävaikutusten arviointiin sisältyy epävarmuustekijöitä, kuten tärinän leviämiseen vaikuttavat geologiset ominaisuudet. Lisäksi tärinän häiritsevyyden kokemiseen ja vahinkojen mahdolliseen syntymiseen vaikuttavat eri tekijät.

8.6 Vaikutusten lieventäminen

Lähimpien häiriintyvien kohteiden luona voidaan tehdä ympäristömelumittauksia toiminnan laajennuttua. Mittausten perusteella pystytään kartoittamaan meluavimmat laitteet ja voidaan toteuttaa meluntorjuntatoimia, mikäli ne ovat vielä tarpeen. Jos melulähteissä tapahtuu merkittäviä muutoksia, melumallinnusta voidaan tehdä uusien melupäästömittausten tulosten avulla.

Copyright © AFRY Finland Oy

9 MAA- JA KALLIOPERÄ SEKÄ POHJAVEDET



9 MAA- JA KALLIOPERÄ SEKÄ POHJAVEDET

YHTEENVETO

Maa- ja kallioperä

- Vuonoksen rikastushiekka-alue sijoittuu Hyttisuolle kahden luode-kaakkosuuntaisen harjujakson väliin. Rikastushiekka-alueen pohjalla on aiemman Outokumpu Oy:n metallikaivostoiminnan rikastushiekkaa. Rikastushiekka-alue on turve- ja hieta- tai hiesukerrosten päällä, ja niiden alla on kantava moreeni. Läjityksen pohjalla oleva turve on todennäköisesti tiivistynyt huonosti vettä läpäiseväksi.
- Purkureittivaihtoehtojen PVE1 sekä PVE2a–c linjausten kohdalla maaperä on turvetta, savea ja moreenia sekä harjualueilla karkearakeisia maalajeja kuten hiekkaa ja soraa.
- Maakerroksen paksuus rikastushiekka-altaan kohdalla ja sen itäpuolella on noin 10 m, eteläpuolella 13–15 m ja harjumuodostumien kohdalla altaan itä-, länsi- sekä pohjoispuolilla noin 30 m.
- Rikastushiekka-altaan länsireunalla pohjavesiputkien slug-mittaustuloksista laskettu maaperän vedenjohtavuus vaihtelee välillä $1{,}9 \cdot 10^{-6}$ m/s – $9{,}1 \cdot 10^{-5}$ m/s.
- Alueella tavataan mustaliusketta.
- Vaihtoehdoissa VE2a, VE3 ja PVE2a–c vaikutukset maaperään ovat toiminnan luonteen takia väistämättömiä. Vaikutukset sijoittuvat purkuputkien ja rikastushiekka-altaan alueelle.

Pohjavesi

- Rikastushiekka-alueen länsipuolella sijaitsee Onkilamminsärkkien pohjavesialue (0730917, luokka 2E). Pohjoispuolella on Kärrinheiton pohjavesialue (0730918, luokka 2) ja eteläpuolella Saari-Oskamon pohjavesialue (0730901, luokka 1). Noin 2 km rikastushiekka-altaiden itäpuolella on Makumäen pohjavesialue (0730920, luokka 1E). Purkureittivaihtoehtojen PVE2a–c reittilinjaukset kulkevat Makumäen 1-luokan pohjavesialueen läpi, ja purkureitti PVE2a kulkee Makumäen pohjavesialueelle suunnitellun pohjavedenottamon arvioidun, ohjeellisen suojavyöhykkeen halki.
- Vuonoksen alueella on tarkkailtu pohjaveden laatua useiden vuosien ajan. Selvimmät rikastushiekka-altaan suotovesivaikutukset ilmenevät rikastushiekka-alueen itäsivun ja länsireunan putkissa ympäristönlaatunormin ylityksinä (SO4, Co, Ni, Zn, Cu). Onkilammensärkät-pohjavesialueen ja rikastushiekka-altaan välissä on vastapainealtaat, joissa on havaittu kohonneita sulfaatin pitoisuuksia ja sähkönjohtavuuden arvoja.
- Onkilammensärkät- ja Kärrinheitto-pohjavesialueilla on yhteensä 8 Mondon pohjaveden havaintoputkea (9009, PVP1, PVP2, 301, PVP3, PVP4 9008, PP4). Pohjavesialueilla sijaitsevien putkien veden laadussa ei ole ollut muuten

Copyright © AFRY Finland Oy

havaittavissa selviä merkkejä rikastushiekka-alueen suotovesien leviämisestä pohjavesialueiden suuntaan, mutta putkessa 301 on viime vuosina havaittu sähkönjohtokyvyssä ja sulfaatissa nousujohteinen trendi, samoin kuin saman suunnan putkessa 9013, joka kuitenkin rajautuu pohjavesialueen ulkopuolelle.

- Rikastushiekka-alueen pohjavesiolosuhteista on tehty 3D- pohjavesimallinnus. Vaikutukset pohjaveteen kohdistuvat pääosin olemassa olevalle rikastushiekka-alueelle ja sen lähiympäristöön. Pohjaveden yleinen virtaussuunta kaikissa vaihtoehdoissa (VE1, VE2a, VE2b ja VE3) on rikastushiekka-altaalta kohti etelää ja kaakkoa. Vastapainealtaat rajoittavat ainakin jossakin määrin pohjaveden virtausta allas-alueelta kohti Onkilammensärkät-harjualuetta. Allasalueelta ja vastapainealtaista pohjavesiputken 301 kohdalle päätyvä vesi virtaa kohti allasalueen eteläpuolella olevaa Teyrisuota, jolloin allasalueelta ei leviä haitta-aineita harjunsuuntaisesti etelään.
- Vaikka partikkeleiden kulkeutumisreiteissä eri vaihtoehtojen VE1, VE2a, VE2b ja VE3 välillä ei ole suurta eroa, ja tilanne kulkeutumisreittien osalta muistuttaa paljon nykytilannetta, läjityskapasiteetin lisäämisen vaihtoehdoilla on kuitenkin vaikutusta altaalta pois suotautuvan veden määrään ja laatuun.
- Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaalta Onkilammensärkät-harjualueelle päätyvän suotoveden määrä voi lisääntyä verrattuna VE0 tilanteeseen. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b tilanne muistuttaa nykytilannetta, mutta vaihtoehdossa VE2a uudella altaalla on tiivis pohjarakenne, ja suotovedet saadaan uuden altaan alueelta paremmin talteen kuin nykyiseltä altaalta, vaikka altaan kokonaispinta-ala kasvaa. Vaihtoehdossa VE3 altaista ympäristöön suotautuvan veden määrä vähenee VE0 tilanteeseen verrattuna.

9.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Rakentamistoimet aiheuttavat aina muutoksia maan vesitaloudessa sekä maaperän fysikaalisissa, kemiallisissa ja mikrobiologisissa ominaisuuksissa. Maanpinnan käsittely, kasvillisuuden raivaaminen, alueiden peittäminen ja tiivistäminen sekä ojitukset voivat estää tai vähentää sadeveden suotautumista pohjavedeksi. Myös pohjaveden paikalliset virtaussuunnat voivat muuttua rakentamistoimien seurauksena. Rakentamiskohteessa (maarakentaminen) muodostuu ylimääräisiä massoja (maamassat) ja toisaalta rakentaminen vaatii myös uutta maa- ja kiviainesta. Ympäristövaikutusten merkittävyyden kannalta on oleellista muun muassa vaikutusten alueellinen suuruus (laajuus, kesto), vaikutusten kohteen herkkyys muutoksille ja merkittävyys sekä vaikutusten palautuvuus ja pysyvyys. Vaikutukset maaperään ja pohjaveteen ovat vähäisiä esimerkiksi kun:

- kohteen pinta-ala on pieni ja vaikutukset kohdistuvat vain sen välittömään läheisyyteen
- kohteessa ei tehdä merkittäviä kaivuja tai massanvaihtoja, vain pintarakennetta muokataan, ei louhintatarvetta
- rakentamisen aiheuttamat muutokset ovat pääosin palautuvia
- rakentamisen tai toiminnan aikainen pilaantumisriski on vähäinen (esimerkiksi öljy, ei happamia sulfaattimaita)
- vaikutusalueella ei ole arvokkaita geologisia muodostumia

Copyright © AFRY Finland Oy

- vaikutusten kohde ei sijaitse pohjavesialueella eikä vaikutusalueella ole lähteitä tai muita vesilain (587/2011) mukaisia vesiluontotyyppejä, tai talousvesikaivoja
- kohteessa ei aiheudu pohjaveden aseman tai virtaussuuntien muutoksia.

Jos edellä mainitut tekijät eivät täyty ovat vaikutukset kohtalaisia tai suuria riippuen mm. hankkeen laajuudesta ja vaikutuskohteiden herkkyydestä.

Hankkeen vaikutuksia maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin arvioitiin asiantuntijatyönä olemassa olevan ja hankkeen suunnitteluun perustuvan sekä vastaavista toiminnoista kertyneen kokemuksen ja tiedon avulla. Nykytilan tiedot päivitettiin arviointiselostukseen. Keskeisinä aineistoina olivat GTK:n ja Ympäristöhallinnon avoin aineisto, alueelle tehdyt selvitykset ja tarkkailuaineisto sekä työn yhteydessä laadittu pohjavesimalli (AFRY Finland Oy 2026e). Maa- ja kallioperään kohdistuvia vaikutuksia tarkasteltiin hankealueella ja pohjavesiin kohdistuvia vaikutuksia tarkasteltiin noin kahden kilometrin etäisyydellä. Vaikutusarviossa huomioitiin rakentamisen aikaiset, toiminnan aikaiset ja toiminnan jälkeiset vaikutukset. Arvioinnista vastasi maaperään, kallioperään ja pohjaveteen erikoistuneet asiantuntijat (hydrogeologi, geokemiaan erikoistunut geologi ja geokemisti).

9.2 Nykytila

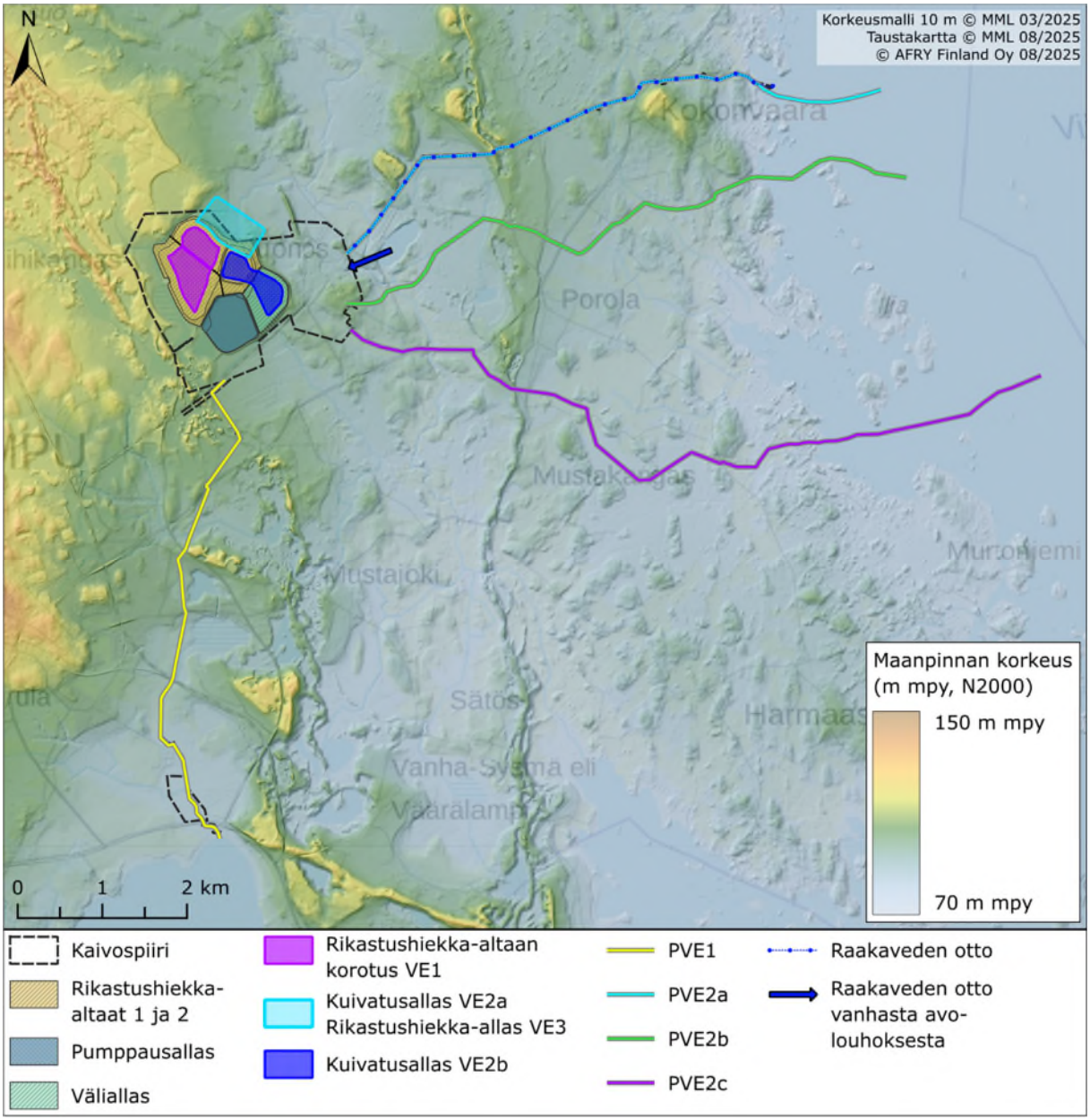
9.2.1 Maa- ja kallioperä

9.2.1.1 Topografia

Vuonoksen rikastushiekka-alue sijoittuu kahden luode-kaakkosuuntaisen harjujakson väliin Vuonosjoki-laaksoon. Rikastushiekka-altaiden alueella maanpinta on noin 100 m mpy tasolla, josta se nousee pohjoisen ja lännen harjualueilla korkeimmillaan tasolle 120–130 m mpy (N2000). Rikastushiekka-altaan itäpuolella maanpinta laskee hitaasti kohti Vuonosjokea tasolle 87–90 m mpy (N2000). Makumäen harjualueella maanpinnan korkeus on noin 100–120 m mpy. Viinijärven vedenpinnan korkeus on 78,8 m mpy ja Sysmäjärven 85,6 m mpy (N2000).

Maanpinnan topografia hankealueen ympäristössä on esitetty kuvassa 9-1.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 9-1. Maanpinnan topografia Vuonoksen alueella.

9.2.1.2 Maaperä

Yleispiirteet

Kuvassa 9-2 on esitetty yleispiirteinen maaperäkartta kaivospiirin ja purkureittivaihtoehtojen alueelta.

Rikastushiekka-alue (120 ha) sijoittuu Hyttisuolle ja on nykyisin talkkituotannon käytössä. Rikastushiekka-alueen pohjalla on aiemman metallikaivostoiminnan rikastushiekkaa (Räisänen & Korhonen 2015).

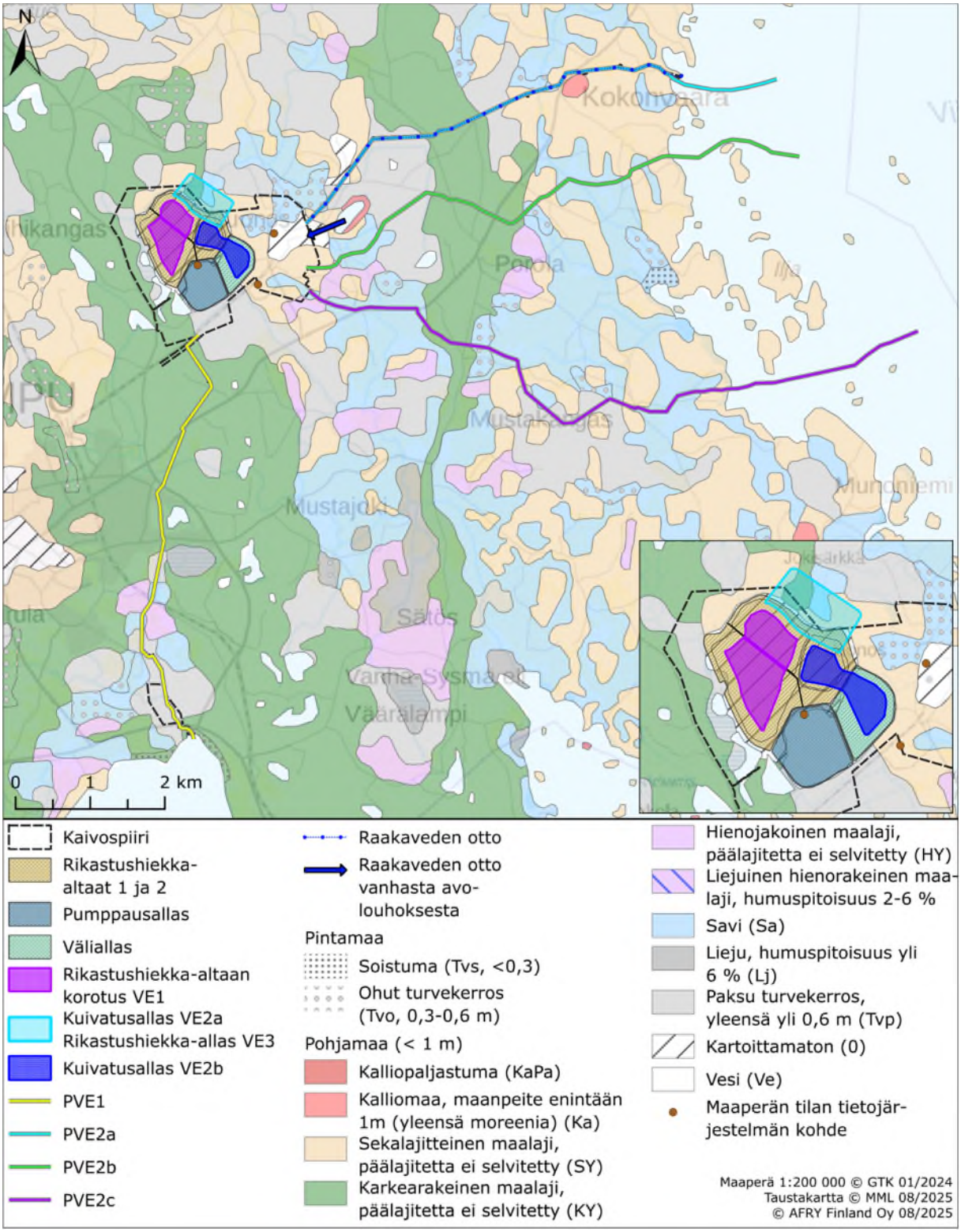
Rikastushiekka-alue on turve- ja hieta- tai hiesukerrosten päällä, ja niiden alla on kantava moreeni. Läjitysalue sijoittuu kahden luode-kaakkosuuntaisen harjujakson väliin Vuonosjokilaaksoon. Harjun karkearakeisen ydinosan lievealueen hieno hiekka-, hieta- ja hiesumuodostumia esiintyy läjitysalueen pohjoispuolella. Läjitysalueen länsireunamalla

Copyright © AFRY Finland Oy

harjun lievealueella maa-aines vaihtelee hienosta hiekasta hiesuun ja maakerrosten peitteenä on turvetta yli 1 metrin paksuudelta. Harjun ulkonema työntyy kahdesta kohtaa läjitysalueen länsireunalla reunapadon tuntumaan. Pohjoisemmassa ulkonemassa harjun karkean aineksen epäillään työntyvän hiesukerrostuman alla padon tuntumaan. Padon kohdalla kumpare on moreenia, jossa voi esiintyä karkearakeisia kerroksia. Eteläisemmän ulokkeen maalaji on hiekkaa ja aivan ulokkeen kärjessä hienoa hiekkaa tai hiesua. Muualla rikastushiekan läjitysalueen ympäristössä maaperä muodostuu moreenikumpareista ja niiden välisiin painanteisiin sedimentoituneista ja huuhtoutuneista savi-, hienohiekka- ja hiesukerroksista. Teyrisuon alueella maakerrosten peitteenä on paksu turvekerros. Moreenikumpareiden maalajit vaihtelevat hiekkamoreenista silttiseen moreeniin. Karkearakeisia moreenimuodostumia esiintyy Teyrisuon kohdalla turpeen alla läjitysalueen välipadon kohdalla ja tehdasalueen luoteispuolella. Muuallakin alueella ainakin moreenin pintaosat voivat olla karkearakeisia. (Pöyry Finland Oy 2011) Purkureittivaihtoehtojen PVE1 sekä PVE2a–c linjausten kohdalla maaperä on turvetta, savea ja moreenia sekä harjualueilla karkearakeisia maalajeja kuten hiekkaa ja soraa.

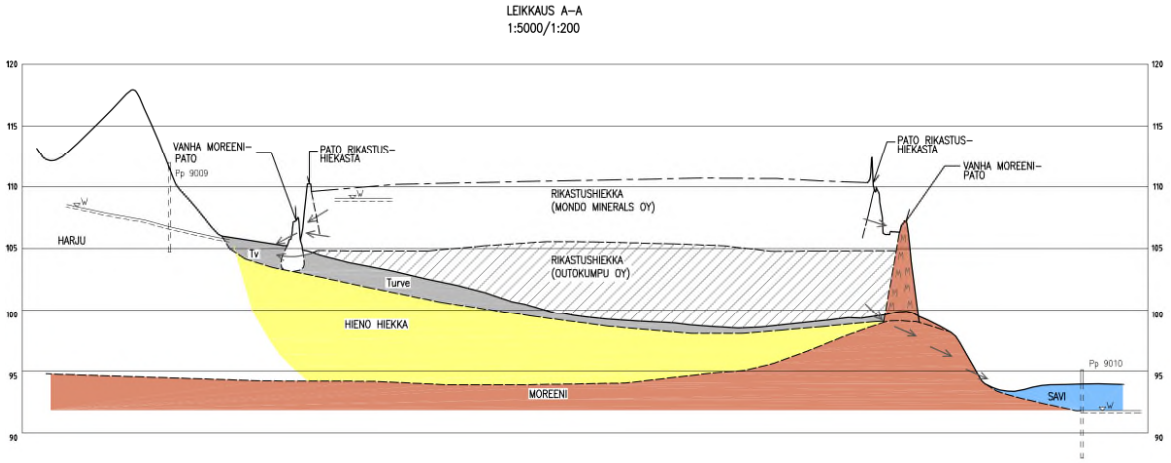
Kuvassa 9-3 on esitetty ote poikkileikkauspiirroksesta rikastushiekka-altaan länsi- ja itäpuolella olevien pohjavesiputkien 9009–9010 kohdalta (Lassila ja Viitanen 2003, putket Kuva 9-13). GTK:n karttapalvelun perusteella (GTK 2026a) maakerroksen paksuus rikastushiekka-altaan kohdalla ja sen itäpuolella on noin 10 m, eteläpuolella 13–15 m ja harjumuodostumien kohdalla altaan itä-, länsi- sekä pohjoispuolilla noin 30 m. (Kuva 9-4).

Copyright © AFRY Finland Oy



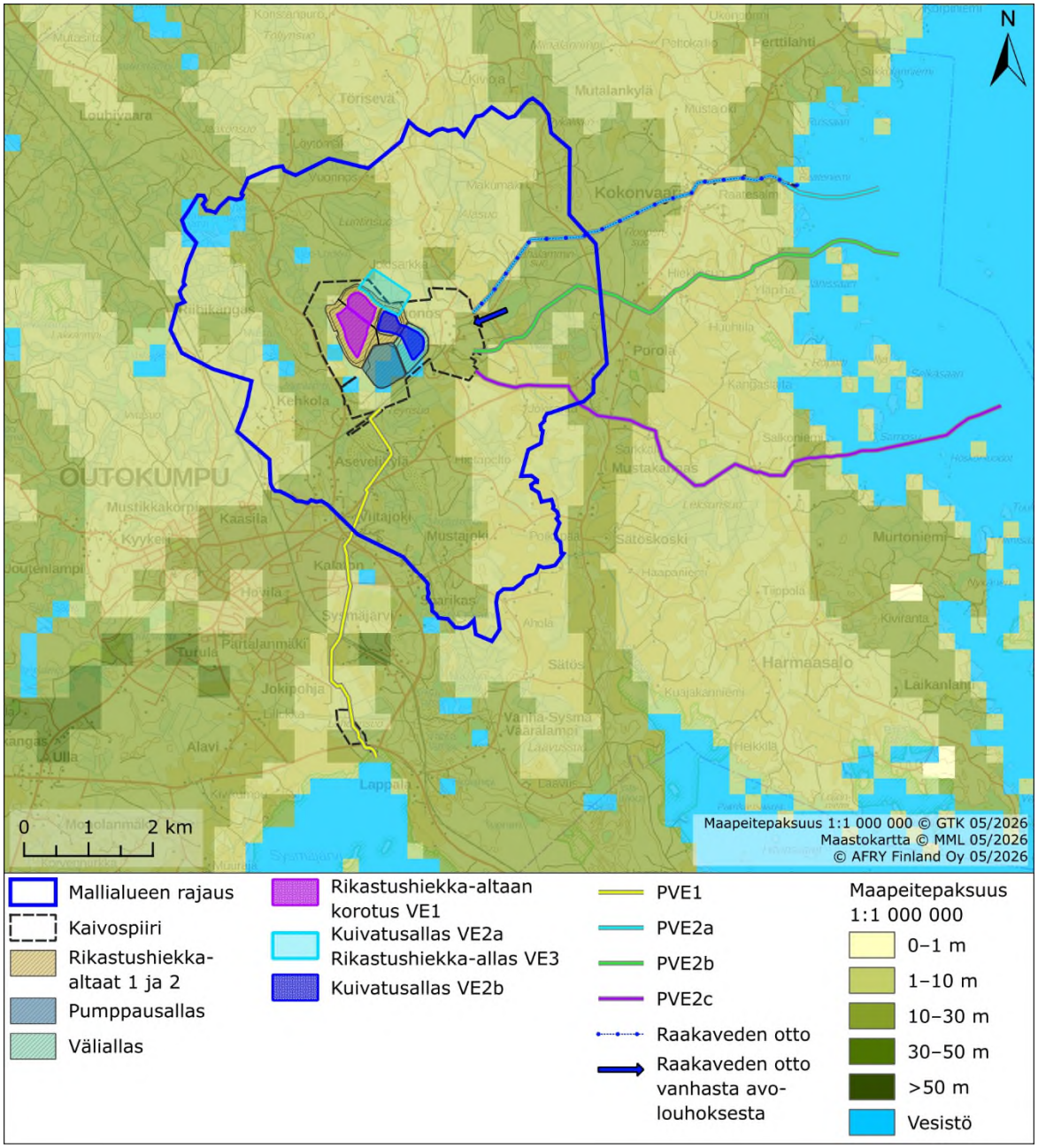
Kuva 9-2. Maaperän yleispiirteet kaivospiirin alueella.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 9-3. Poikkileikkaus (ote) rikastushiekka-altaan alueelta (Lassila ja Viitanen 2003).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 9-4. Maapeitepaksuus (GTK Maankamara 2026). Kuvassa on esitetty myös pohjavesimallin aluerajaus.

Copyright © AFRY Finland Oy

Maaperätutkimukset ja vedenjohtavuus

Vuoden 2025 kevättalvella rikastushiekka-alueen välialtaalta sekä rikastushiekka-altailta 1 ja 2 otettiin rikastushiekkanäytteitä yhteensä seitsemästä pisteestä kairaamalla pinnasta pohjamaahan asti (Kuva 9-5). Näytepisteet 1–3 sijoittuvat rikastushiekka-altaalle 1, näytepisteet 4–6 rikastushiekka-altaalle 2 ja näytepiste 7 välialtaalle. Näytteitä otettiin metrin välein. Näytepisteiden syvyydet vaihtelivat näytepisteissä 9–19 metrin välillä. Näytteenoton tavoitteena oli selvittää rikastushiekka-altaalle eri aikoina läjitettyjen rikastushiekkojen ominaisuuksien nykytilaa.

Pisteessä 1 rikastushiekkakerroksen paksuus oli noin 13,5 m (tasolle 103 m mpy (N2000)) ja sen alla noin 1 metrin paksuinen turvekerros, jonka alla maaperä oli hiekkaa. **Pisteessä 2** rikastushiekkakerroksen paksuus oli noin 14 metriä (tasolle 101,5 m mpy, N2000), alla 1 metrin turvekerros ja sen alla silttistä hiekkaa. **Pisteessä 3** rikastushiekkakerroksen paksuus oli noin 19,5 m (taso 98 m mpy (N2000)), alla 1 metrin turvekerros ja savista/silttistä hiekkaa. **Pisteessä 4** rikastushiekkakerroksen paksuus oli noin 15 m (taso 100 m mpy (N2000)), alla 1 metrin turvekerros ja savista/silttistä hiekkaa. **Pisteessä 5** rikastushiekkakerroksen paksuus oli noin 16,5 m (taso 96 m mpy (N2000)), alla 1 metrin turvekerros ja savea. **Pisteessä 6** rikastushiekkakerroksen paksuus oli noin 16,5 m (taso 96 m mpy (N2000)), alla 1 metrin turvekerros ja savea. **Pisteessä 7** rikastushiekkakerroksen paksuus oli noin 7 m (taso 99 m mpy (N2000)), alla 2 metrin turvekerros ja hiekkaista moreenia ja soraa.

Copyright © AFRY Finland Oy



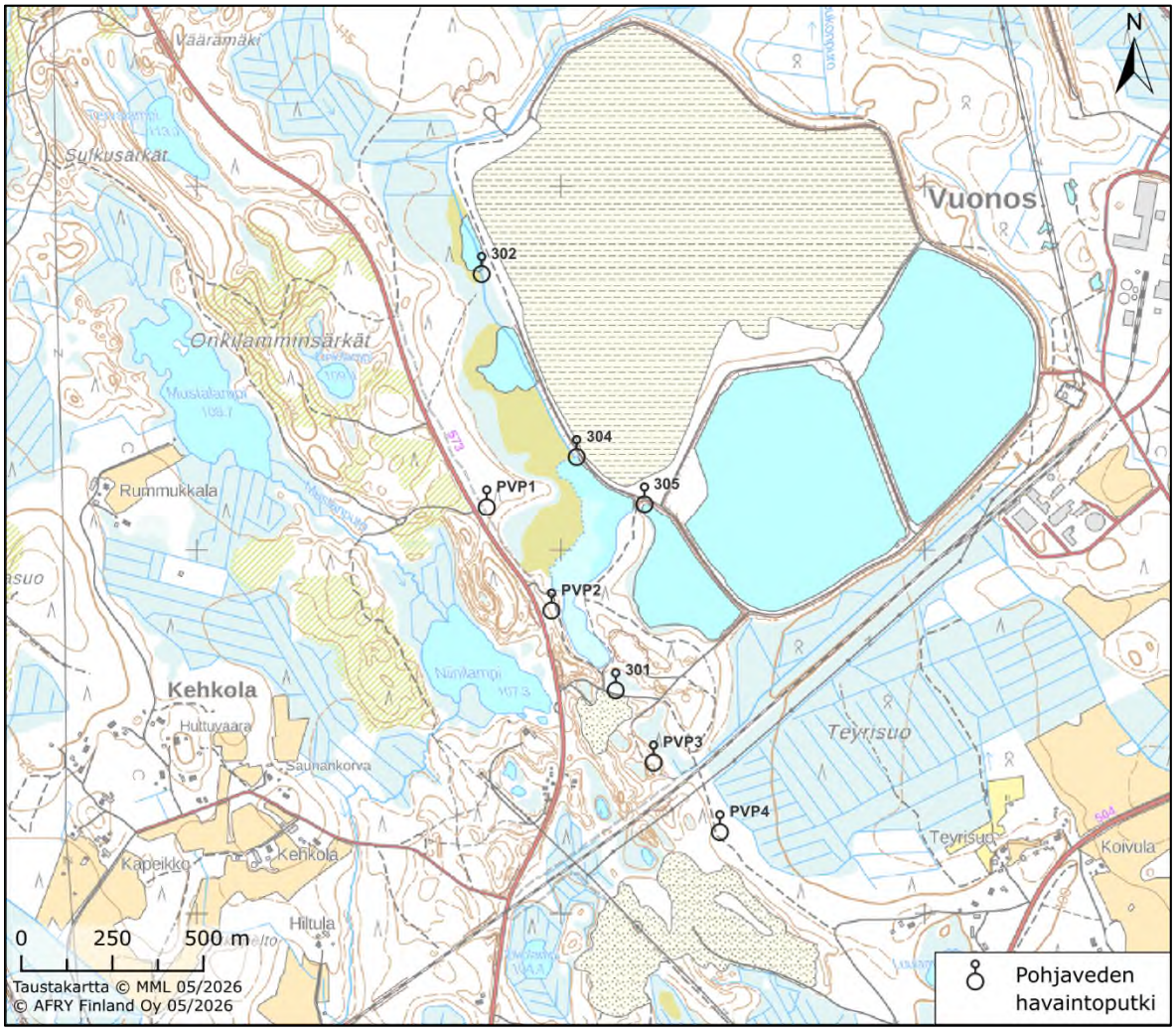
Kuva 9-5. Vuonoksen rikastushiekka-altaan vuoden 2025 tutkimuspisteet.

Vuonoksen rikastushiekka-altaan länsireunalla sijaitsevien pohjavesiputkien 301, 302, 303, 304 ja 305 putkikorttien perusteella alueen maaperä on pintaosassa turvetta ja turpeen alla hiekkaista soraa ja hienoa hiekkaa (Liite 5, Kuva 9-6). Joulukuussa 2025 asennettiin neljä uutta 10–13 metriä syvää pohjavesiputkea rikastushiekka-altaan länsipuolella olevalle harjualueelle. Putkikorttien perusteella maaperä on soraista hiekkaa, hiekkamoreenia ja hiekkaa (liite 5; liite 1, Kuva 9-6).

Pohjavesiputkissa 302, 303, 304 ja 305 tehtiin slug-mittaukset elokuussa 2025 (AFRY Finland Oy 2025c, liite 5; liite 2). Pohjavesiputkien slug-mittaustuloksista laskettu horisontaalinen vedenjohtavuus vaihteli välillä $1{,}9 \cdot 10^{-6}$ m/s – $9{,}1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Edustavimpien mittaustulosten geometrinen keskiarvo oli $1{,}7 \cdot 10^{-5}$ m/s ja mediaani $4{,}3 \cdot$

Copyright © AFRY Finland Oy

10^{-5} m/s. Mittauksissa saadut vedenjohtavuuden arvot vastaavat hienon hiekan, hiekan ja soran sekoitteen vedenjohtavuutta (Taulukko 9-1). Turvealueilla ei ole tehty hydraulisen johtavuuden mittauksia. Myöskään turpeen maatuneisuusaste ei ole tiedossa. Turpeen vedenjohtavuus riippuu turvetyypistä, syvyydestä ja turpeen maatuneisuusasteesta. Rahkaturpeen vedenjohtavuus vaihtelee syvyydestä ja maatuneisuusasteesta riippuen välillä $2{,}3 \cdot 10^{-8}$ – $1{,}9 \cdot 10^{-5}$ m/s (Kesäniemi 2009).



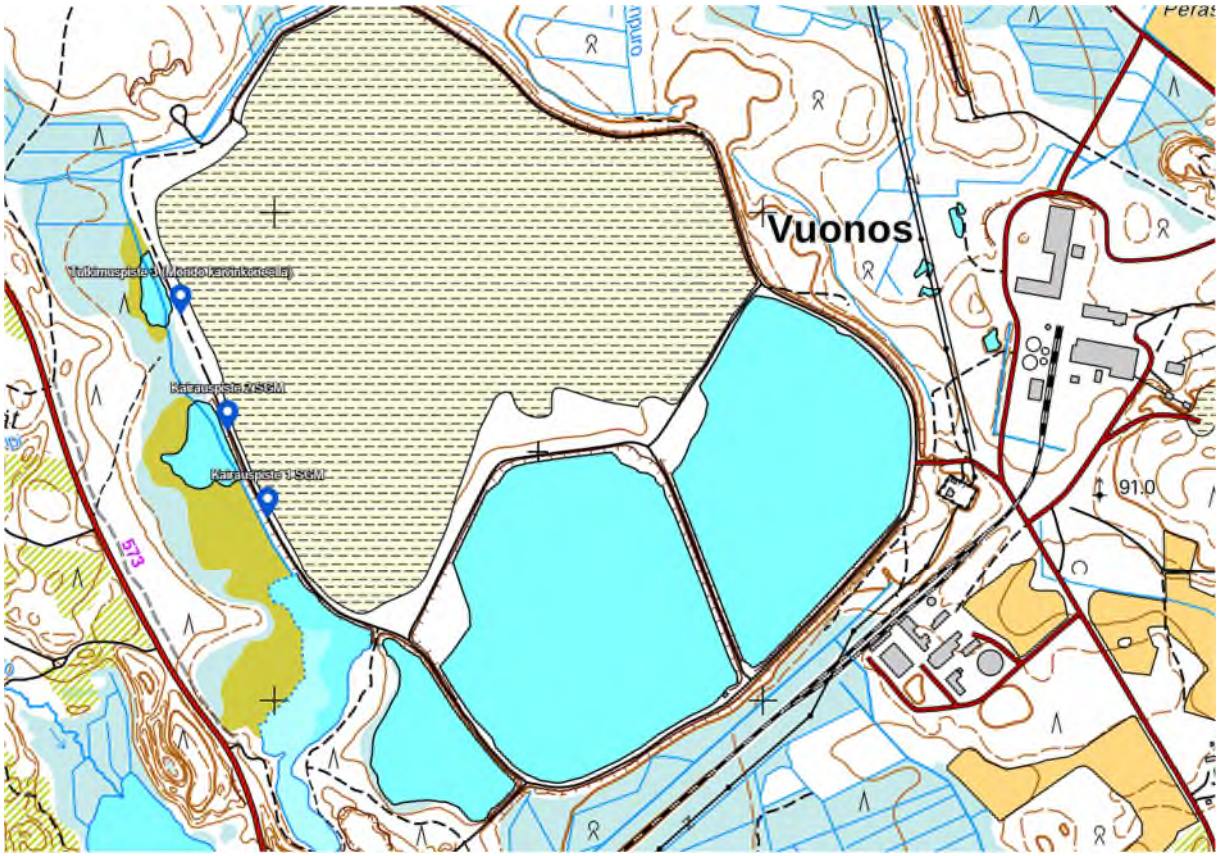
Kuva 9-6. Vuonoksen alueen pohjaveden havaintoputket, joista on putkikortit saatavilla. Slug-mittaukset tehtiin syksyllä 2025 putkiin 301, 302, 304 ja 305. Putket PVP1–4 asennettiin joulukuussa 2025.

Taulukko 9-1. Vuonoksen alueen havaintoputkien slug-mittausten tulokset.

Putken tunnus	Päivämäärä	Maalaji	K-arvo (m/s)
301	25.8.2025	Keskikarkea hiekka	$9{,}10 \cdot 10^{-5}$
302	26.8.2025	Hiekan ja soran sekoite	$7{,}00 \cdot 10^{-6}$
304	26.8.2025	Hieno hiekka	$1{,}90 \cdot 10^{-6}$
305	25.8.2025	Keskikarkea hiekka	$7{,}90 \cdot 10^{-5}$

Copyright © AFRY Finland Oy

Keväällä 2026 Vuonoksen rikastushiekka-altaan länsireunan alkupadolta on otettu maanäytteet kolmelta tutkimuspisteeltä (Kuva 9-7). Kaikille näytteille on määritetty vesipitoisuus ja rakeisuus sekä vedenläpäisevyydet 95 % tiiveysasteessa eli lähellä maksimitiiveyttä. Tutkitut moreeninäytteet vaihtelivat hiekkamoreenista (HkMr) soramoreeniin (SrMr). Laboratoriossa testatut vedenläpäisevyydet vaihtelivat välillä 3,8 · 10^{-7} m/s … 1 · 10^{-6} m/s (Taulukko 9-2). Yksikään määritetty vedenläpäisevyyden tulos ei täytä yleisesti maapatojen osalta käytettyjä vedenläpäisevyysvaatimuksia. Saadut tulokset vastaavat tutkittujen näytteiden ja materiaalin vedenläpäisevyyttä patorakenteessa, jos padon moreeni on tiiveydeltään lähes maksimikuivatilavuuspainon tasolla. Nyt tehtyjen laboratoriokokeiden perusteella ei voida sanoa, missä tiiveydessä moreeni on patorakenteessa. Tehdyt tutkimukset osoittavat patorakenteen materiaalit ja niiden ominaisuudet paikallisesti, mutta selkeiden mahdollisten suotoreittien ja -kohtien arvioimista näiden tutkimusten perusteella ei pysty tekemään. Tutkimuksista on tehty yhteenvetoraportti (AFRY Finland Oy 2026f).



Kuva 9-7. Rikastushiekka-altaan padon tutkimuspisteet, joista piste 1 on eteläisin ja piste 3 pohjoisin.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 9-2. Rikastushiekka-altaan padon tutkimuspisteiden maalajit ja vedenjohtavuudet.

Tutkimuspiste, syvyys (m)	Maalaji	K (m/s)
Piste 1: 1 m	srHkMr	$6.8 \cdot 10^{-7}$
Piste 1: 2 m	SrMr	$7.4 \cdot 10^{-7}$
Piste 1: 3 m	srHkMr	$4.1 \cdot 10^{-7}$
Piste 1: 4 m	srHkMr	$7.3 \cdot 10^{-7}$
Piste 2: 1 m	srHkMr	$1.3 \cdot 10^{-6}$
Piste 2: 2 m	srHkMr	$5.3 \cdot 10^{-7}$
Piste 2: 3 m	HkMr	$6.5 \cdot 10^{-7}$
Piste 2: 4 m	hkSrMr	$3.8 \cdot 10^{-7}$
Piste 3: 1.5 m	HkMr	$1.3 \cdot 10^{-6}$
Piste 3: 2.5 m	srHkMr	$1.2 \cdot 10^{-6}$
Piste 3: 3.5 m	srHkMr	$1.0 \cdot 10^{-6}$

Arvokkaat muodostumat, sulfaattimaat ja metalliprovinssialue

Kaivospiirin alueella tai sen läheisyydessä ei sijaitse arvokkaita kallioalueita, arvokkaita kivikkoja tai arvokkaita moreeni-, tuuli- tai rantakerrostumia.

Kaivospiiri ja purkureittivaihtoehdot (PVE2a–c) sijaitsevat metalliprovinssin alueella. Metalliprovinssit ovat alueita, joilla koboltin, kromin, kuparin, nikkelin, vanadiinin tai sinkin pitoisuudet ovat moreenissa usein suurempia kuin muualla Suomessa. Metalliprovinssit eivät noudata yksittäisen alkuaineen esiintymistä, vaan ne ovat yhteenveto kuuden alkuaineen esiintymisestä. Geologian tutkimuskeskuksen maaperän taustapitoisuudet (TAPIR) -karttapalvelun (http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/) perusteella hankealueen moreenin (Luonnonmaa: moreeni< 2 mm raekoko, laskennan säde 15 km, keskipiste 605793,6959468 Metalliprovinssi_3) alkuaineiden mediaanipitoisuudet olivat alle kynnysarvotasojen (PIMA-asetus VNA 214/2007), mutta maksimipitoisuudet ylittivät kynnysarvotasot koboltin, nikkelin ja kromin osalta. Kynnysarvotaso ilmaisee yleensä haitatonta pitoisuutta. Kynnysarvo on haitallisen aineen pitoisuusarvo, jonka ylittyessä maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on arvioitava (Ympäristöministeriö 2007). Alueilla, joilla taustapitoisuus on kynnysarvoa korkeampi, arviointikynnyksenä pidetään taustapitoisuutta (VNA 214/2007).

Metalliprovinssin alueella myös potentiaalisten happamien sulfaattimaiden esiintyminen on mahdollista. Geologian tutkimuskeskuksen aineiston perusteella hankealuetta lähimmät kallioperän mustaliuskejaksot sijaitsevat hankealueen eteläpuolella (GTK 2025). Mustaliuskelähtöiset happamat sulfaattimaat ovat syntyneet jäätiköitymisen aikana jääkerroksen rapauttaessa kalliota. Alueen jäätiköitymissuunta on ollut lännestä/luoteesta itä-kaakkoon, jolloin lähimmistä mustaliuskeista rapautunut aines on todennäköisimmin kulkeutunut hankealueesta poispäin.

Kaikki purkuputken linjausvaihtoehdot kulkevat GTK:n kallioperäaineiston mukaan mustaliuskejakson poikki. Sulfidiset rapautumistuotteet esiintyvät maaperässä usein linssimäisinä, joten niiden tarkkaa sijainti on mahdotonta arvioida karttatarkastelun

Copyright © AFRY Finland Oy

perusteella. Mikäli myöhemmässä hankevaiheessa päädytään toteuttamaan joku purkuputkivaihtoehdoista, tutkitaan mahdollisten sulfidisten aineisten esiintyminen purkuputkilinjauksella. Mahdollisia lieventämistoimia voidaan suunnitella vasta tarkemman suunnittelun ja maaperätutkimuksien valmistuttua. Näitä ovat esim. kaivusyvyyden tarkentaminen siten, ettei potentiaalisesti happamaan maa-ainekseen kajota ja työaikaisten kuivatusvesien neutralointi.

Kohteen alueella on ollut kaivostoimintaa vuosikymmenten ajan, joten alueella on toteutettu paljon rakentamisia, kaivuja ja läjityksiä. Kaivospiirin alueella on kolme merkintää ympäristöhallinnon maaperän tilan tietojärjestelmässä (MATTI). Tietojärjestelmässä on tietoja alueista, joiden maaperään on voinut päästä haitallisia aineita, tai joiden tilaa on selvitetty tai jotka on jo puhdistettu (Kuva 9-2).

9.2.1.3 Kallioperä

Vuonoksen malmiesiintymä sijaitsee Outokumpu-kivilajijaksossa. Jakson tunnusomaisia kiviä ovat serpentiniitti-ofioliitit (Mg-valtaisia kiviä), joihin liittyy läheisesti alkuaan merellisiä sedimenttikivikerroksia (kiilleliuske, mustaliuske, kvartsiitti, dolomiitti, karsikivi). Kivilajijakson ympäristö koostuu pääasiassa kiillegneissistä (Huhma 1975).

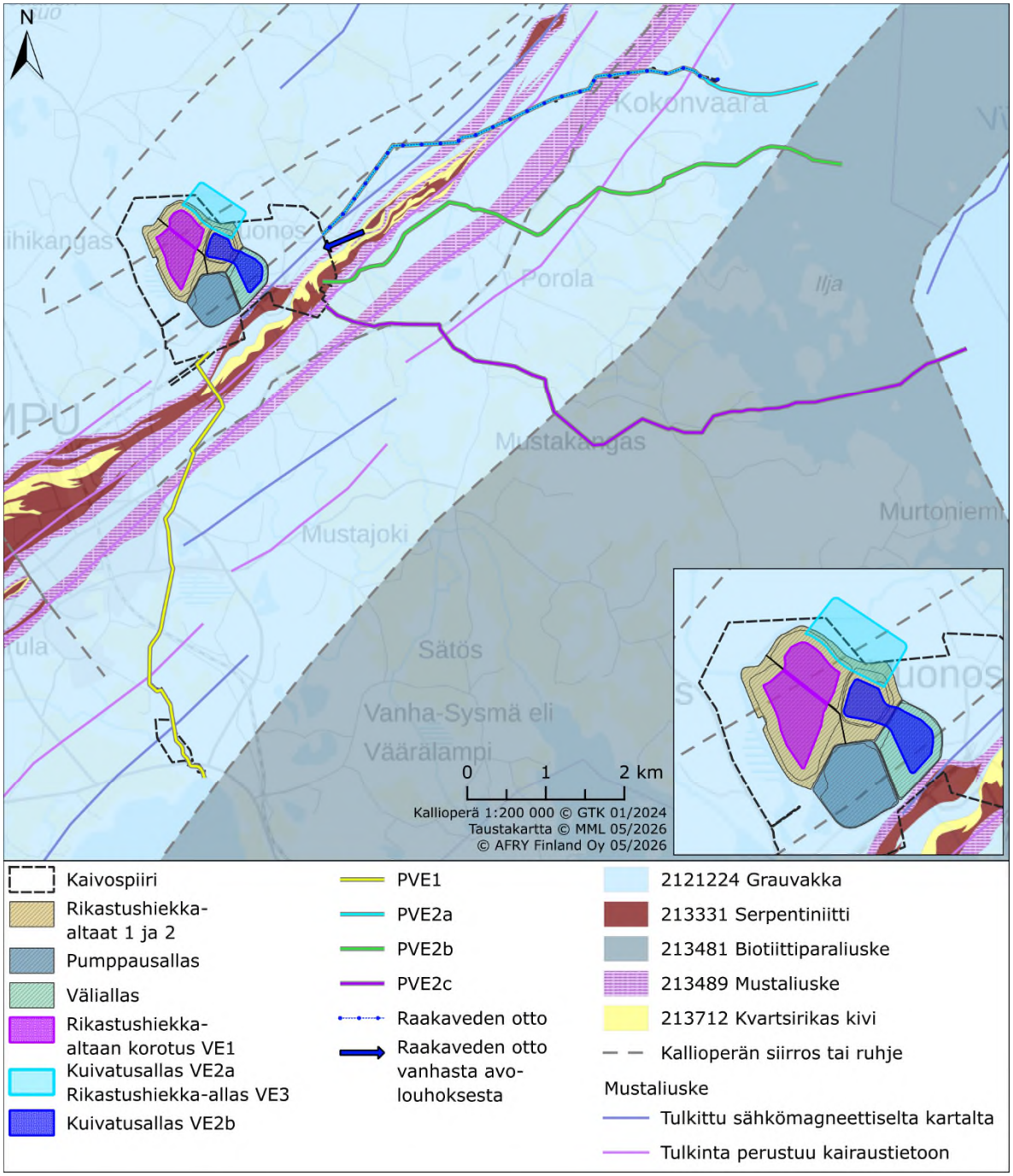
Yleispiirteisen kallioperäkartan mukaan (Kuva 9-8) kaivospiirin alueella kallioperä koostuu grauvakasta ja kaakkoisosiltaan mustaliuskeesta, serpentiniitistä ja kvartsirikkaasta kivestä. Rikastushiekka-altaiden eteläpuolella sijaitseva mustaliuske-esiintymä jatkuu lounas-koillinen suuntaisena purkureittivaihtoehtojen (PVE2a–c) alueelle, ja purkureittivaihtoehtojen alueella sijaitsee kallioperäkartan mukaan myös muita lounas-koillinen suuntaisia mustaliuske-esiintymiä. Grauvakka on matriksia 15–75 % sisältävä hiekkakivi, jonka mineraali- ja kivilajikappaleet eli klastit ovat kulmikkaita, ja jonka aines on kerrostunut nopean rapautumisen ja kuljetuksen tuloksena. Matriksi eli välimassa on sedimentin tai sedimenttikivilajin klastien välitilan täyttävä klasteja pienirakeisempi aines. Serpentiniitti on metamorfinen kivi, joka koostuu serpentiiniryhmän mineraaleista, jotka ovat oliviinin ja pyrokseenien muuttumistuloksia (Lehtinen ym. 1998). Mustaliuske on grafiitti- ja kiisupitoinen kiilleliuske. Se aiheuttaa ongelmia yleensä metallipitoisuuksien ja happaman valuman riskin takia.

Hankealueelle maa-aines on kulkeutunut jäätikön virtaussuunnassa noin länsiluoteen ja pohjoisen väliltä, jossa sijaitsee Geologian tutkimuskeskuksen 1:200 000 mittakaavan kallioperäkartan mukaan mustaliuske-esiintymiä.

Kallioperäaineiston (GTK 2026a) mukaan rikastushiekka-altaan alueella on kaksi siirrosta (thrust fault).

Vuonoksen alueella ei ole tehty kallioperän kairauksia eikä tietoa kallioperän ja ruhjeiden hydraulisesta johtavuudesta ole saatavilla.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 9-8. Kallioperän yleispiirteet sekä ruhjeet kaivospiirin alueella.

9.2.2 Pohjavedet

9.2.2.1 Pohjavesialueet, talousvesikaivot ja lähteet

Lupa- ja valvontavirasto (LVV) luokittelee pohjavesialueet sen mukaan, kuinka hyvin ne soveltuvat vedenhankintaan, sekä mahdollisen suojelutarpeen mukaan. Luokkia on kolme: 1-luokkaan kuuluvat vedenhankintaa varten tärkeät pohjavesialueet, joiden vettä käytetään tai on tarkoitus käyttää yhdyskunnan vedenhankintaan taikka talousvetenä enemmän kuin keskimäärin 10 kuutiometriä vuorokaudessa tai yli viidenkymmenen ihmisen tarpeisiin. 2-luokkaan kuuluvat muut vedenhankintakäyttöön soveltuvat

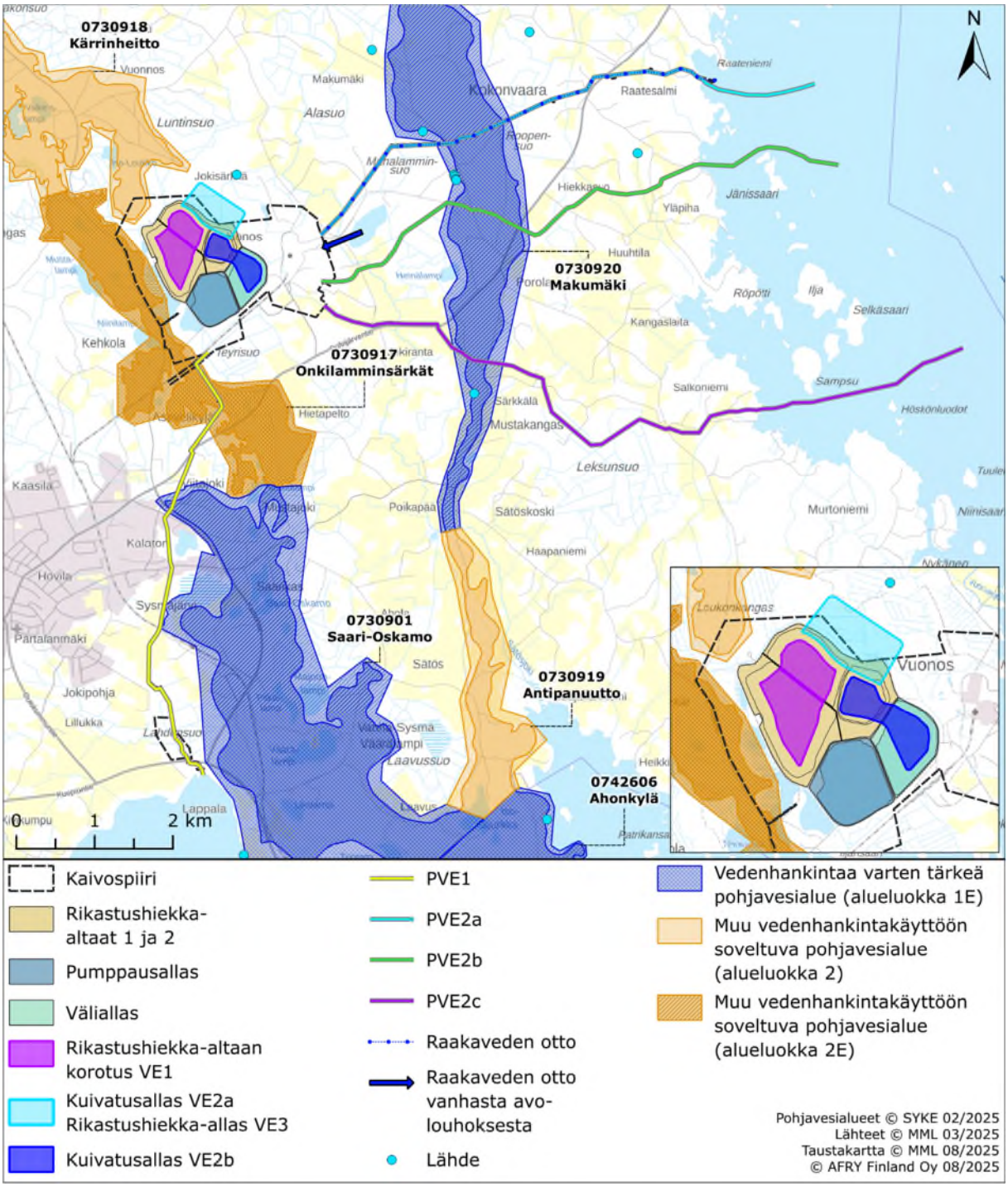
Copyright © AFRY Finland Oy

pohjavesialueet, jotka pohjaveden antoisuuden ja muiden ominaisuuksien perusteella soveltuvat 1 kohdassa tarkoitettuun käyttöön. E-luokkaan kuuluvat pohjavesialueet, joiden pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen.

Vuonoksen rikastushiekka-alueen länsipuolella sijaitsee Onkilamminsärkkien vedenhankintaan soveltuva luokiteltu pohjavesialue (0730917, luokka 2E). Alue luokitellaan E-luokkaan, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen, Kehkolanpuronvarren laajojen tihkupinta-alueiden vuoksi. Ympäristöhallinnon pohjavesialuekuvauksen (SYKE 2024a) mukaan Onkilammensärkät liittyy Outokummun keskustaajaman itäpuolelle erkanevaan läntisempään harjujaksoon. Särkillä on erotettavissa selkeä pääselänne ja siihen liittyviä harjulaajentumia etenkin eteläosalla. Onkilamminsärkät rajoittuu kauttaaltaan soihin, joille myös muodostuvat pohjavedet purkautuvat. Aluetta reunustavat useat lammet, ja myös muutama suppalampi on alueella. Pohjoisessa pääasiallinen pohjaveden virtaussuunta on pohjoisesta etelään. Alueella ei ole vedenottamoa, ja maa-ainesten otto on pinta-alaan nähden vähäistä ja keskittynyt eteläosiin. Vuonna 1992 suoritetuissa kerrosantoisuuspumppauksissa antoisuus oli yhdessä tutkimuspisteessä suurimmillaan 430 m^3/d. Pohjaveden happipitoisuus oli kuitenkin alhainen sekä rauta- ja mangaanipitoisuudet olivat koholla. Maa-ainesten oton, liikenteen aiheuttamien päästöjen, vaarallisten aineiden kuljetusten sekä kaivosten jätevesipäästöjen (rikastushiekan läjitysalue) riskit pohjavesialueella on arvioitu kohtalaisiksi. Koboltin pitoisuus ylitti pohjaveden ympäristönlaatunormin yhdessä havaintoputkessa vuosina 2013–2018, mutta vuonna 2019 pitoisuus alitti ympäristönlaatunormin. Pohjavesialueella ei ole laadittu suojelusuunnitelmaa.

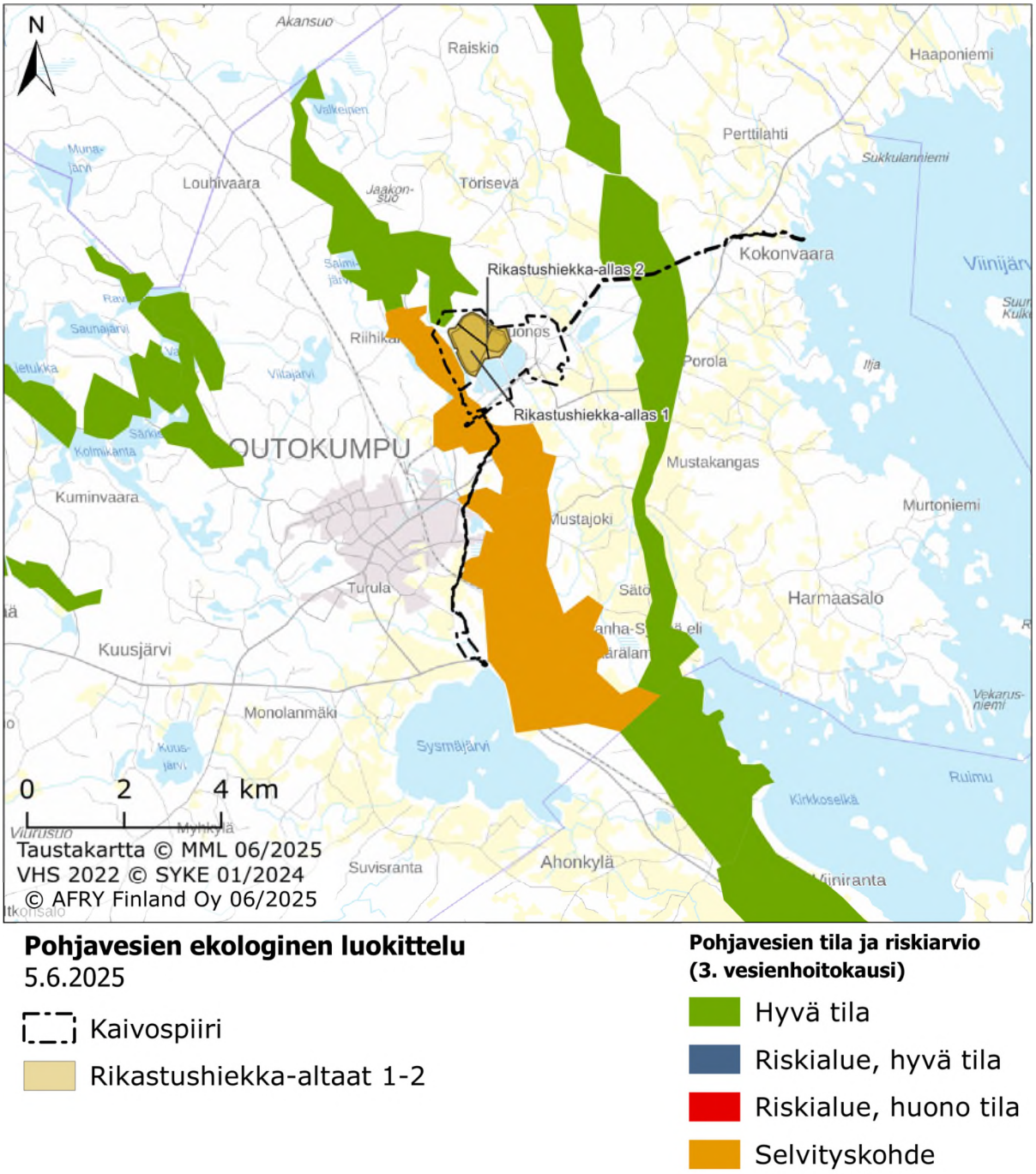
Onkilamminsärkkien ja rikastushiekka-alueen pohjoispuolella on Kärrinheiton vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue (0730918, luokka 2) ja Onkilamminsärkkien pohjavesialueen eteläpuolella Saari-Oskamon vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue (0730901, luokka 1). Saari-Oskamon pohjavesialueella on vedenottamo, josta otetaan vettä noin 270 m^3/d (Pohjois-Karjalan ELY-keskus 2022). Ottamolla on lupa pumpata vettä 1100 m^3/d. Noin 2 km rikastushiekka-altaiden itäpuolella on Makumäen pohjavesialue (0730920, luokka 1E). Pohjavesialueet on esitetty kuvassa 9-9. Lähialueen pohjavesien tila ja riskiarvio (3. vesienhoitokausi) on esitetty kuvassa 9-10.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 9-9. Pohjavesialueet ja lähteet.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 9-10. Pohjavesien tila ja riskiarvio (3. vesienhoitokausi) (Suomen ympäristökeskus ja ELY-keskukset 2024–25a).

Vuonoksen kaivospiirin alueella ei ole lähteitä. Lähin lähde sijaitsee noin 600 metrin etäisyydellä allasalueen koillispuolella. Useita lähteitä esiintyy Makumäen pohjavesialueen reuna-alueilla (Kuva 9-9). Tarkkailussa olevat kaivospiirin lähialueella olevat kaivot on esitetty kuvassa 9-13.

9.2.2.2 Pohjaveden pinnankorkeudet ja virtaussuunnat

Pohjaveden virtaus riippuu maa- ja kallioperän vedenjohtavuudesta ja hydraulisesta gradientista. Maaperän vedenjohtavuus riippuu maalajista, raekokojakaumasta ja lajittuneisuudesta, ja kallioperässä vedenjohtavuuteen vaikuttaa rakoilun tiheys, avauma

Copyright © AFRY Finland Oy

ja jatkuvuus. Maaperän maalaji, vedenjohtavuus ja korkeusasema vaikuttavat pohjaveden muodostumiseen ja pohjavesipinnan korkeuteen. Tyypilliset maaperän vedenjohtavuudet ovat moreenissa 10^{-8}…10^{-6} m/s ja merkittävästi korkeammat lajittuneissa hiekan ja soran kerroksissa, esimerkiksi harjuissa ja reunamuodostumissa (yli 10^{-5} m/s). Savikerrokset ja maatuneet turvekerrokset voivat olla vettä pidättäviä, ja niiden vedenjohtavuus on 10^{-10}…10^{-9} m/s (Airaksinen 1978). Kallioperän vedenjohtavuus on ehyessä kalliossa hyvin pieni, mutta kallion pintaosissa ja rikkonaisuusvyöhykkeissä vedenjohtavuus voi olla jopa korkeampaa kuin maaperässä (10^{-7}…10^{-4} m/s). Vuonoksen alueella on tehty vedenjohtavuusmittauksia maaperäkerroksessa rikastushiekka-altaan länsireunalla (Taulukko 9-1, Liite 5). Kallioperän vedenjohtavuuden mittauksia ei ole saatavilla. GTK:n kallioperäkarttaan (Kuva 9-8) on merkitty kaksi lounas-koillinen suuntaista siirrosta Onkilamminsärkät pohjavesialueen ja rikastushiekka-alueen ali. Pohjaveden virtauksesta siirroksissa tai siirroksien vaikutuksesta Onkilamminsärkät pohjavesialueen pohjaveden laatuun ei ole tietoa.

Pohjaveden korkeusasema seuraa karkeasti maaston topografiaa. Alavilla maastonkohdilla pohjavesi on lähellä maanpintaa ja korkeammilla maastonkohdilla syvemmällä. Vuonoksen alueella on tarkkailtu pohjaveden pinnankorkeutta ja laatua tarkkailuohjelman mukaisesti useiden vuosien ajan. Keväällä 2026 mitattiin myös Onkilammensärkät-harjualueella olevien pienten lampien vedenpinnan korkeuksia. Pohjaveden pinnankorkeuden seurannan tulokset, pohjaveden tarkkailupisteet, mitatut pohjavedenpinnan korkeustasot ja yleispiirteinen virtauskuva Vuonoksen alueella on esitetty kuvissa 9-11 ja 9-13. Rikastushiekka-altaan pohjoispuolella pohjaveden pinnankorkeus on noin 112–113 m mpy, ja se laskee harjumuodostumassa etelään päin tasolle 109 m mpy (Onkilampi), 106 m mpy (PVP1) ja 107 m mpy (Niinilampi). Allasalueen eteläpuolella pohjaveden pinnankorkeus on harjumuodostumassa tasolla 100 m mpy (9008 ja Luulampi). Harjumuodostuman itäpuolella pohjavesipinta laskee tasolle 94 m mpy (PP2) ja allasalueen itäpuolella tasolle 94 m mpy (9003) ja 86 m mpy (9005) m mpy. Harjualueella olevissa putkissa 9009 ja PP4 pohjaveden pinnankorkeudet ovat selvästi korkeammalla kuin läjitysalueen reuna-alueilla (esim. putket 302, 304 ja 305). Mutta harjualueen putkessa 301 pohjavesipinta on kuitenkin vain vähän korkeammalla kuin eteläisimmässä alemmassa vastapainealtaassa ja matalammalla kuin pohjoisemmassa ylemmässä vastapainealtaassa. Vastapainealtaissa eteläisimmässä alemmassa vesipinta on noin 104 m mpy ja pohjoisemmassa ylemmässä noin 105,8 m mpy. Vastapainealtaiden vedenpinnan ja pohjaveden pinnankorkeuden seurannan tuloksia rikastushiekka-altaan länsi-reunalla olevissa putkissa 301, 304, 305 ja 9013 vuosilta 2019–2025 (N60) on esitetty tarkemmin kuvassa 9-12.

Vuonoksessa rikastushiekka on läjitetty Hyttisuolle, ja pohjamaana on turve, joka on todennäköisesti tiivistynyt vettä huonosti läpäiseväksi. Allasalueen länsipuolinen harju (Onkilamminsärkät) on geologiselta luonteeltaan ympäristöön vettä purkava eli antikliininen. Luontaisesti harju on purkanut pohjavesiä allasalueen alle jääneelle Hyttisuolle ja sieltä edelleen itäkaakkoon kohti nykyistä Teyripuroa. Rikastushiekka-altaiden rakentamisen jälkeen harjusta purkautuvien vesien virtaussuunta on kääntynyt enemmän etelään reunapadon suuntaan, ja Outokumpu Oy:n aikoinaan tekemät padotustoimet ovat nostaneet pohjavesipintojen korkeutta läntisen reunapadon tuntumassa. Havaintojen perusteella näyttää siltä, että rikastushiekka-alueen länsireunalla tapahtuu suotaantumista vanhojen patojen lävitse ja alitse, mutta virtaus pysähtyy patojen vierialueelle ja suuntautuu etelään pitkin altaan sivustaa. Suotaantumisen merkit ovat selvästi nähtävissä länsireunan allaspadon viereen asennettujen havaintoputkien 302

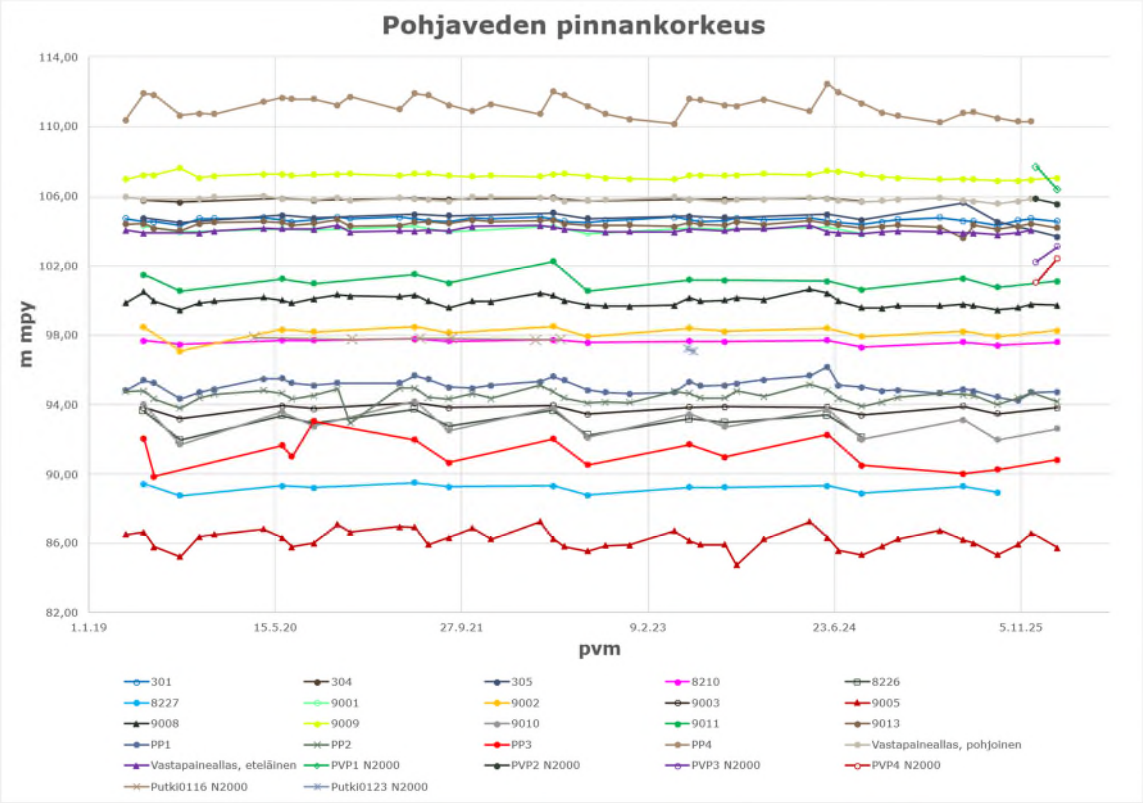
Copyright © AFRY Finland Oy

ja 304 vesianalyysituloksissa (luku 9.2.2.4). Rikastushiekka-altaan lounaiskulmalta ei näyttäisi olevan hydraulista yhteyttä harjun ydinosaan (Lassila ja Viitanen 2003), ja pohjaveden virtaus todennäköisesti kääntyy altailta eteläsuuntaan. Harjun itäreunaan sijoitetussa putkessa 301 pohjavesipinta on kuitenkin vain hieman korkeammalla kuin eteläisimmässä alemmassa vastapainealtaassa ja matalammalla kuin pohjoisemmassa ylemmässä vastapainealtaassa.

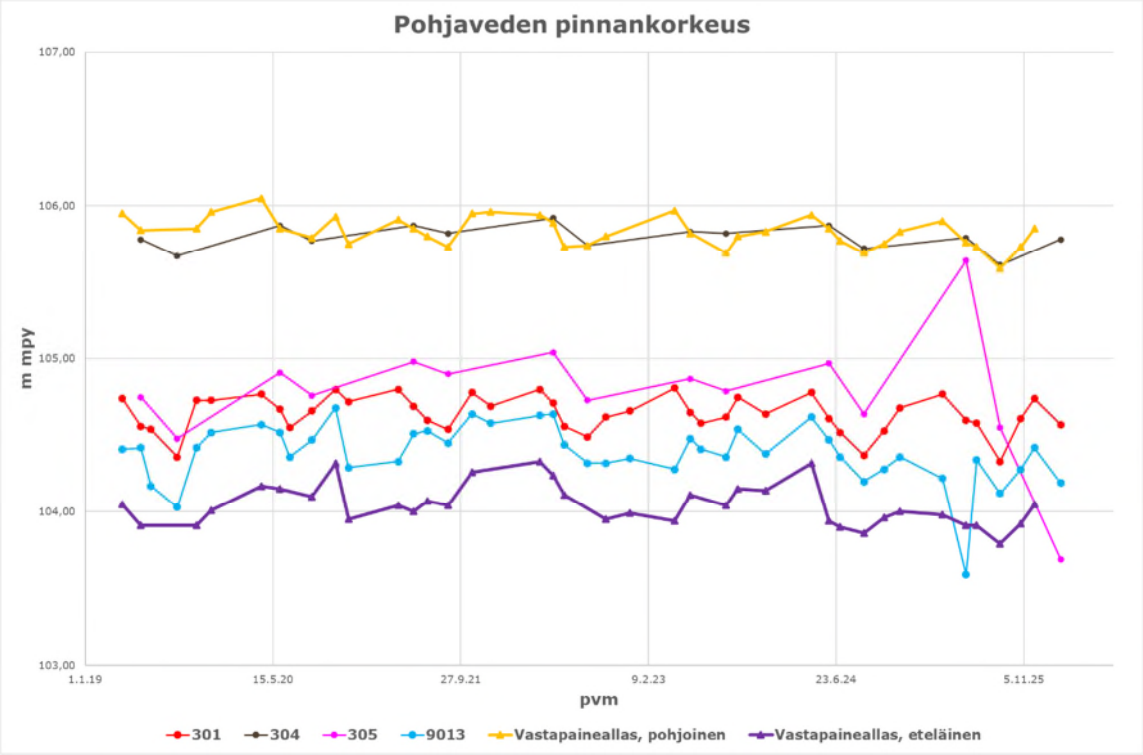
Harjumuodostumassa pohjaveden virtaussuunta on pohjoisesta etelään, ja pohjavettä purkautuu ympäröiville suoalueille. Rikastushiekka-altaan alueelta pohjavesi virtaa pääosin koillisen–idän suuntaan ja eteläosalla myös kaakkoon. Pohjaveden virtausta ei lähtökohtaisesti tapahdu länsipuolella sijaitsevan Onkilamminsärkät pohjavesialueen suuntaan, mutta allasalue sijaitsee aivan pohjavesialueen rajan tuntumassa. Allasalueen ympärillä on suotovesiojat, joissa on pumppaamot (3 kpl, Kuva 9-13). Suoto-ojista vedet palautetaan takaisin altaisiin. Allasalueen länsipuolella Onkilamminsärkät-pohjavesialueen rajalla olevissa luontaisissa vastapainealtaissa vesipinta pidetään korkeammalla kuin pumppausaltaassa ja suotovesiojassa siten, että alemman vastapainealtaan vesipinta (noin 104 m mpy) on ylempänä kuin pumppausaltaan vesipinta (noin 102,5 m mpy) ja ylemmän vastapainealtaan vesipinta (noin 105,8 m mpy) on ylempänä kuin rikastushiekka-altaan 1 suotovesiojan vesipinta. Vastapainealtaissa veden virtaussuunta on pohjoisesta etelään. Rikastushiekka-altaiden vesipinta on korkeammalla kuin vastapainealtaiden.

Vuonoksen tehtaalle otetaan raakavettä Viinijärvestä ja Outokummun vanhasta avolouhoksesta. Avolouhoksesta vesi tulee tehdasalueelle vesitunnelia pitkin ja sitä otetaan käyttöön kaivosta pumppaamalla. Vedenotto Outokummun vanhasta avolouhoksesta alentaa avolouhoksen vedenpinnan korkeutta ja samalla pohjaveden pinnankorkeutta avolouhoksen ympärillä niin, ettei louhoksesta suotaudu tai purkaudu vettä pohjavetenä tai pintavetenä ympäristöön. Vedenoton seurauksena avolouhoksen vedenpinta on korkeustasolla 85,9 m mpy eli noin 1–1,5 metriä ylivuotokohtaa matalammalla. Noin 280 metriä avolouhoksen länsipuolella on Vuonoksen kaivospiirin alueeseen kuuluva vesikuoppa, joka on yhteydessä avolouhokseen, ja sen vedenpinnan korkeus on sama kuin avolouhoksessa. Avolouhoksen pinnankorkeutta seurataan automaatiojärjestelmän kautta, ja vastapainealtaiden pintojen korkeudet mitataan kuukausittain.

Copyright © AFRY Finland Oy

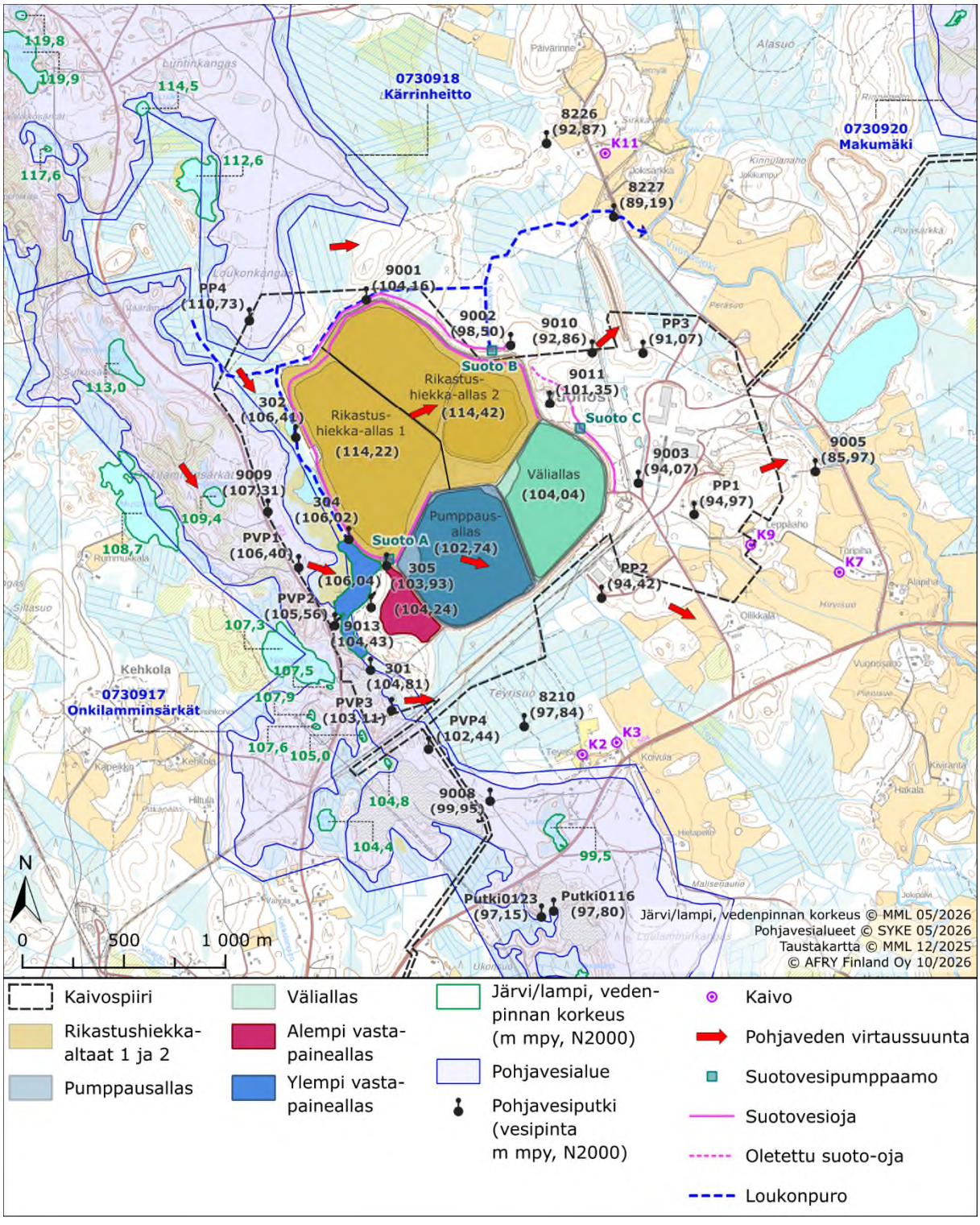


Kuva 9-11. Pohjaveden pinnankorkeuden seuranta vuosina 2019–2025 (N60), PVP1–4, Putki0123 ja Putki0116 (N2000).



Kuva 9-12. Pohjaveden pinnankorkeuden seuranta vuosina 2019–2025 (N60), rikastushiekka-altaan länsireunalla olevissa putkissa 301, 304, 305 ja 9013 sekä vedenpinnan korkeudet vastapainealtaissa.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 9-13. Pohjaveden tarkkailupisteet, suotovesipumppaamot, pohjaveden pinnankorkeus (N2000) ja yleispiirteinen virtauskuva kohdealueella. Pumppausaltaassa vesipinta on noin 102,7 m mpy (N2000). Eteläisessä alemmassa vastapainealtaassa vesipinta on noin 104 m mpy ja pohjoisessa ylemmässä vastapainealtaassa noin 106 m mpy (N2000). Rikastushiekan varastoaltaissa vesipinta oli 2/2025 115,22 m mpy (allas 1) ja 114,42 m mpy (allas 2) (N2000). Putket Putki0116 ja Putki0123 ovat Savon kuljetus Oy:n putkia, eivätkä ole mukana Mondon omassa tarkkailussa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 9-3. Vuonoksen pohjavesiputket, putkien koordinaatit ja mitatut pohjaveden pinnankorkeudet. Putket Putki0116 ja Putki0123 ovat Savon kuljetus Oy:n putkia, eivätkä ole mukana Mondon omassa tarkkailussa.

Putki	X (TM35FIN)	Y (TM35FIN)	Pohjaveden pinnankorkeuden keskiarvo 2019–2025 m (N60)	Pohjaveden pinnankorkeuden keskiarvo 2019–2025 m (N2000)	Pohjaveden pinnan-korkeus 2/2026 m (N2000)	Pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelu 2019–2025 m
301	605150	6959614	104,64	104,88	104,81	0,48
302	604782	6960759	106,03	106,27	106,41	0,45
304	605043	6960257	105,79	106,03	106,02	0,31
305	605229	6960127	104,78	105,02	103,93	1,95
8110	605907	6959337	97,62	97,86	97,84	0,47
8226	606017	6962211	92,92	93,16	92,87	1,78
8227	606348	6961850	89,18	89,42	89,19 (8/2025)	0,76
9001	605129	6961441	104,08	104,32	104,16 (8/2025)	0,47
9002	605840	6961216	98,17	98,41	98,5	1,43
9003	606469	6960534	93,75	93,99	94,07	0,90
9005	607341	6960591	86,19	86,43	85,97	2,51
9008	605739	6958970	99,94	100,18	99,95	1,22
9009	604644	6960393	107,18	107,42	107,31	0,72
9010	606242	6961180	92,95	93,19	92,86	2,50
9011	606033	6960928	101,12	101,36	101,35	1,72
9013	605153	6959922	104,38	104,62	104,43	1,09
PP1	606744	6960380	95,07	95,31	94,97	1,95
PP2	606288	6959969	94,47	94,71	94,42	2,23
PP3	606492	6961178	91,21	91,45	91,07	3,19
PP4	604553	6961338	111,16	111,40	110,73 (8/2025)	2,30
PVP1	604796.21	6960119.15		107,05	106,4	1,30
PVP2	604974.22	6959832.60		105,71	105,56	0,30
PVP3	605254.28	6959415.80		102,68	103,11	0,87
PVP4	605435.80	6959225.25		101,74	102,44	1,41
Putki 0116	606052	6958427	97,56	97.80		0,14
Putki 0123	605992	6958398	96,91	97.15		0,16

Copyright © AFRY Finland Oy

9.2.2.3 Pohjavesimallinnus

Vuonoksen tuotantolaitoksen alueen hydrogeologian ymmärtämisen tueksi on laadittu numeerinen 3D-pohjavesimalli, joka perustuu hydrogeologiseen konseptuaaliseen malliin (Kuva 9-14, AFRY Finland Oy 2026e, Liite 5). Pohjavesimalli tehtiin FEFLOW-ohjelmalla (v 8.1), joka perustuu finite-element laskentaan. Mallin alue rajattiin niin, että sen voidaan olettaa olevan selkeästi rikastushiekka-alueen vaikutusaluetta laajempi. Mallinnusalue on rajattu pintavesien, valuma-alueiden sekä lännessä Sätösjoen ja idässä Viitajoen mukaisesti. Vuonoksen pohjavesimallissa käytettiin kerroksiin perustuvaa malligeometriaa. Mallin pinta noudattaa maanpinnan topografiaa, joka perustuu Maanmittauslaitoksen aineistoon (MML 2026). Maaperäosuus on kuvattu mallissa seitsemällä kerroksella ja kalliotilavuus kahdeksalla kerroksella. Kalliopinnan topografia (maaperäkerroksen syvyys) perustuu Geologian tutkimuskeskuksen aineistoihin (GTK 2026a).

Laskennassa mallinnettava tilavuus jaetaan tiheästi pieniin osatilavuuksiin (elementteihin). Elementeille asetetaan ominaisuudet kuten vedenjohtavuus. Mallinnettavat muuttujat paine ja virtaus lasketaan elementtien yhdistymiskohdissa (reunoilla) sijaitsevissa solmupisteissä (noodi), joihin asetetaan tarvittaessa myös laskentaa ohjaavat reunaehdot. Mallinnus on tehty nykytilanteelle (vuosi 2026) sekä rikastushiekan läjityskapasiteetin kasvattamisen eri vaihtoehdoille VE0, VE1, VE2a, VE2b ja VE3. Nykytilanteen malli on kalibroitu mitattujen pohjaveden pinnankorkeuksien perusteella. Tavoitteena oli syventää ymmärrystä Vuonoksen alueen hydrogeologiasta ja simuloida mallinnuksen avulla haitta-aineiden mahdollisia kulkeutumisreittejä rikastushiekka-altaan laajentamisen eri vaihtoehdoissa.

Mallissa maaperän ja kallioperän hydrauliset johtavuudet (Taulukko 9-4 ja Taulukko 9-5) perustuvat maaperän osalta Vuonoksen alueella tehtyihin vedenjohtavuuden mittauksiin (Taulukko 9-1) ja kallioperän osalta Mondon Horsmanahon, Karnukan ja Vasarakankaan pohjavesimalleissa käytettyjen kallion vedenjohtavuuden arvoihin, ja ne on mallissa yhdessä maalajista riippuvan pohjaveden muodostumisen reunaehdon kanssa asetettu kalibroinnin yhteydessä niin, että mallin tuottama laskettu pohjaveden pinnankorkeus vastaa riittävän hyvin alueella tehtyjä pohjavedenpinnan tason mittaustuloksia (Taulukko 9-3 ja Kuva 9-15). Kallion ruhjevyöhykkeiden paksuudeksi asetettiin mallissa 10 metriä ja niiden hydrauliseksi johtavuudeksi $5 \cdot 10^{-7}$ m/s. Mallin sisään virtaus pinnalla -reunaehto, eli pohjaveden muodostuminen sadannasta, perustuu eri maalajien tyypillisiin pohjaveden muodostumisen määriin sekä mallin kalibrointiin.

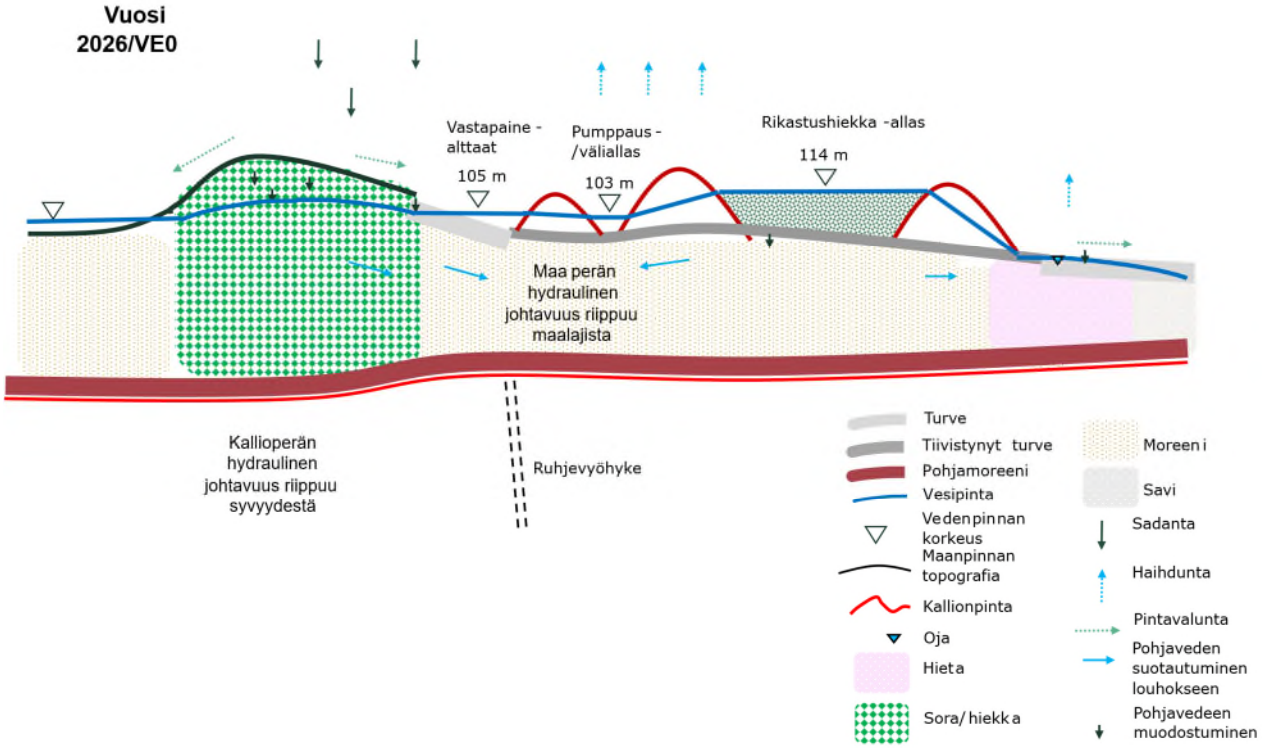
Kuvassa 9-16 on esitetty pohjavesimallin laskema pohjaveden pinnankorkeus vuoden 2026 tilanteessa. Taustatietona on esitetty maastokartta. Pohjaveden virtaussuunta on Onkilammensärkät-harjualueella pohjoisesta etelään ja kohti harjun reuna-alueita. Rikastushiekka-altaan kohdalla pohjaveden virtaussuunta on kohti etelää ja kaakkoa. Lähtökohtaisesti pohjaveden virtaussuunta ei ole rikastushiekka-altaalta kohti länttä ja harjualuetta.

Kuvassa 9-17 on esitetty rikastushiekka-altaasta ja vastapainealtaista pohjaveden virtauksen mukana lähtevien partikkeleiden kulkeutumisreittejä punaisilla viivoilla. Rikastushiekka-altaasta partikkeleita päätyy altaan ympärysojaan ja altaan itäpuolelle. Länsipuolella vastapainealtaat rajoittavat ainakin jossakin määrin partikkeleiden

Copyright © AFRY Finland Oy

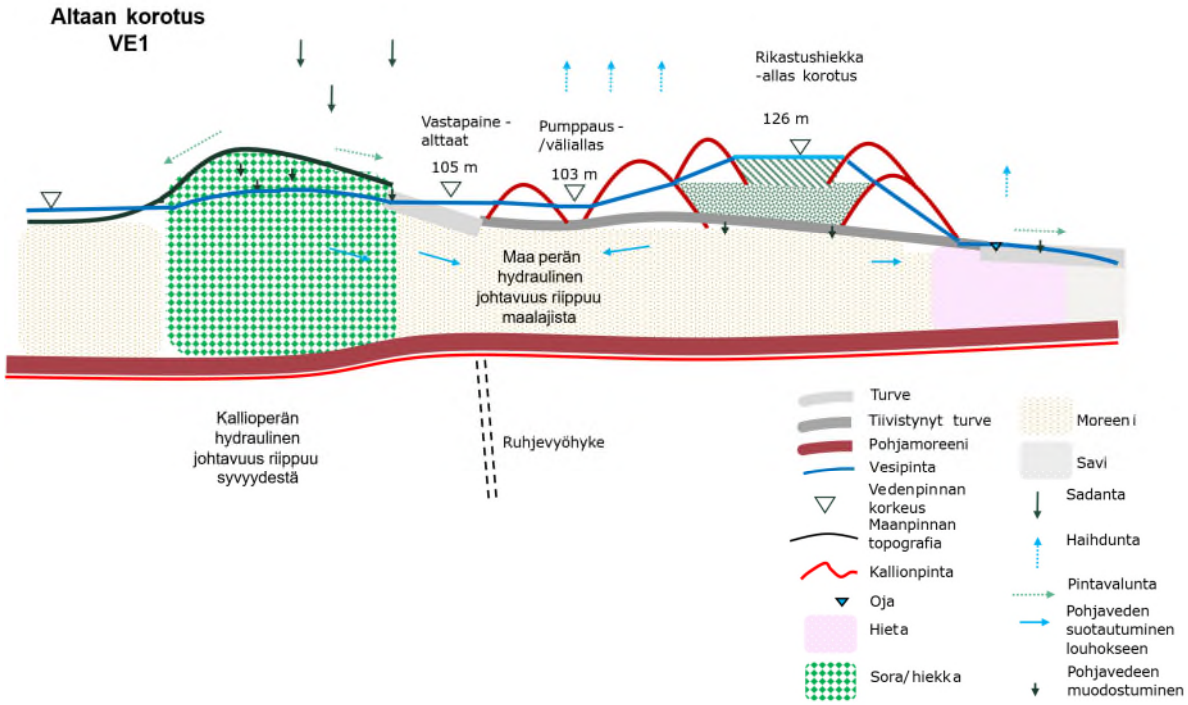
kulkeutumista. Vastapainealtaista partikkeleita voi kuitenkin päätyä myös harjualueelle ja putken 301 kohdalle ja sieltä kohti allasalueen eteläpuolella olevaa Teyrisuota. Pohjavesimallin perusteella partikkelit eivät kulkeudu putken 301 alueelta pohjaveden virtauksen mukana pitkin harjua etelään, vaan virtaussuunta on kaakkoon kohti suoaluetta. Tulos on yhteneväinen pohjavesinäytteistä tehtyjen analyysien kanssa (luku 9.2.2.4). Rikastushiekka-altaan alla kulkevilla ruhjeilla ei mallin mukaan ole vaikutusta partikkelien kulkeutumiseen.

a)



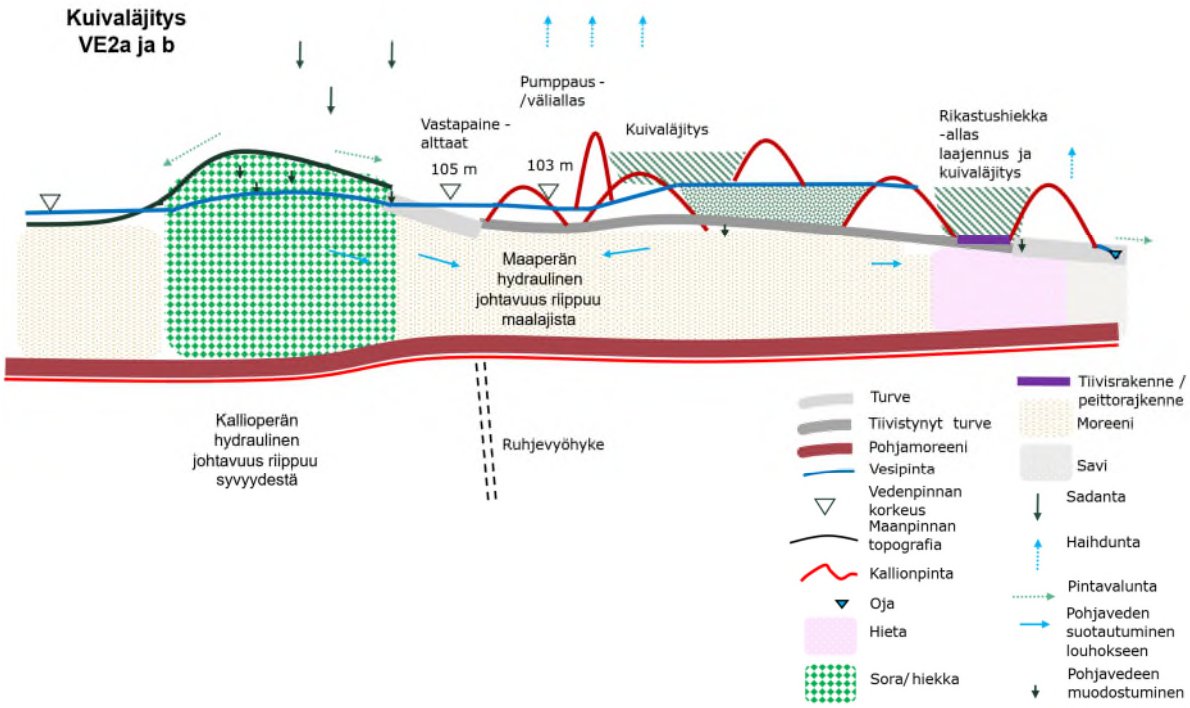
Copyright © AFRY Finland Oy

b)

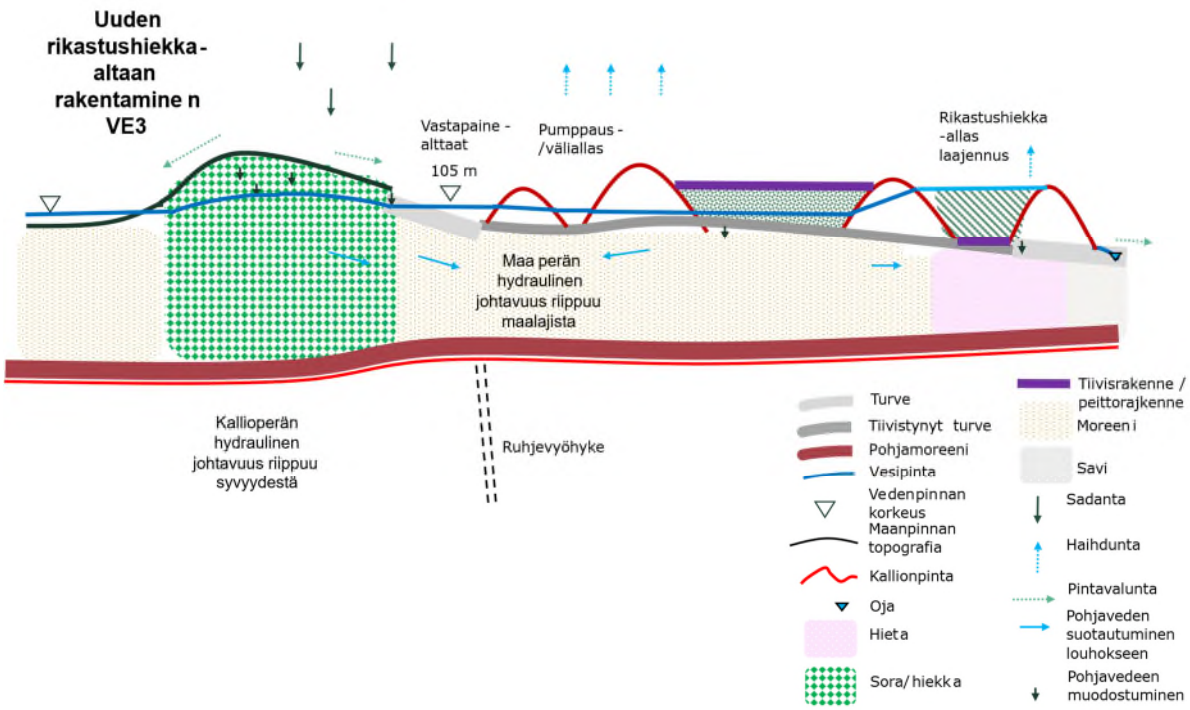


Copyright © AFRY Finland Oy

c)



d)



Kuva 9-14. Hydrogeologinen rikastushiekka-altaan konseptualisointi numeerista mallinnusta varten esitettynä kaavamaisena poikkileikkauksena a) nykytilanteelle, b) rikastushiekka-altaan korotuksen vaihtoehdoille (VE1), c) kuivaläjityksen vaihtoehdolle (VE2a–b) ja d) uuden rikastushiekka-altaan rakentamisen vaihtoehdolle (VE3).

Copyright © AFRY Finland Oy

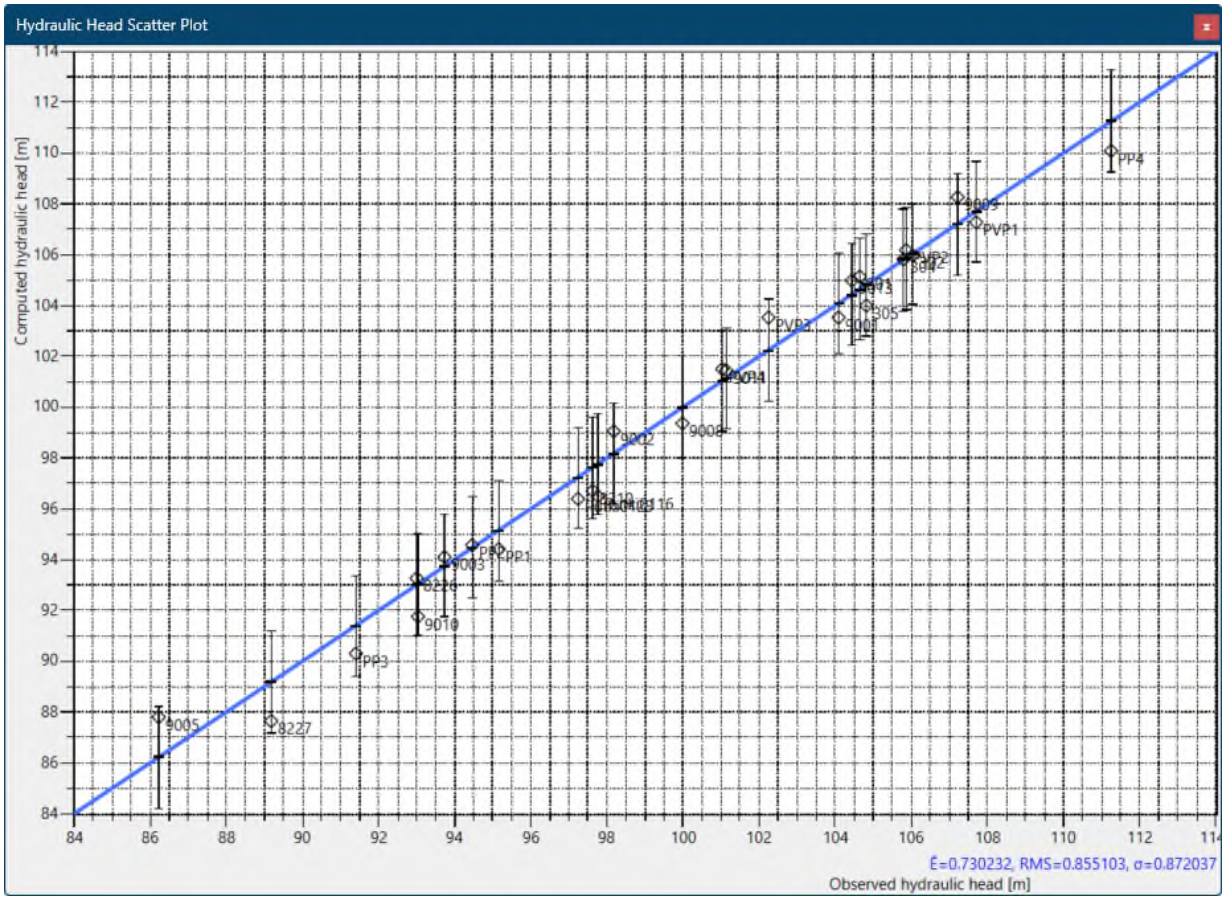
Taulukko 9-4. Mallissa käytetyt maaperäkerrosten 1–7 hydrauliset johtavuudet sekä pohjaveden muodostumisen määrä.

Kerros	Maalaji	K (m/s)	Pohjaveden muodostuminen mm/a (% sadannasta)
Kerros 1	Moreeni	$4{,}0 \cdot 10^{-6}$	120 mm (18 %)
	Turve	$5{,}0 \cdot 10^{-6}$	130 mm (20 %)
	Sora	$1{,}0 \cdot 10^{-4}$	350 mm (50 %)
	Hieta	$7{,}0 \cdot 10^{-6}$	50 mm (10 %)
	Peltoalueet	$4{,}0 \cdot 10^{-6}$	10 mm (2 %)
	rikastushiekka	$2{,}0 \cdot 10^{-6}$	0 mm/a
	RH-pato	$3 \cdot 10^{-7}$	0 mm/a
	tiivistynyt turve	$1{,}0 \cdot 10^{-8}$	
Kerros 2	Moreeni	$4{,}0 \cdot 10^{-6}$	
	Turve	$5{,}0 \cdot 10^{-6}$	
	Sora	$1{,}0 \cdot 10^{-4}$	
	Hieta	$7{,}0 \cdot 10^{-6}$	
	Peltoalueet	$4{,}0 \cdot 10^{-6}$	
Kerros 3	Moreeni	$4{,}0 \cdot 10^{-6}$	
	Sora	$1{,}0 \cdot 10^{-4}$	
	Hieta	$7{,}0 \cdot 10^{-6}$	
	Peltoalueet	$4 \cdot 10^{-6}$	
Kerrokset 4–6	Moreeni	$4{,}0 \cdot 10^{-6}$	
	Sora	$1{,}0 \cdot 10^{-4}$	
	Hieta	$7{,}0 \cdot 10^{-6}$	
	Savi	$5{,}0 \cdot 10^{-7}$	
Kerros 7	Pohjamoreeni	$3{,}0 \cdot 10^{-7}$	

Taulukko 9-5. Pohjavesimallin kalliokerroksissa käytetyt hydraulisen johtavuuden arvot.

Mallikerros	Kallio K_{xyz}, m/s
L8	$5{,}0 \cdot 10^{-7}$
L9	$3{,}0 \cdot 10^{-7}$
L10	$2{,}0 \cdot 10^{-7}$
L11	$1{,}0 \cdot 10^{-7}$
L12	$7{,}0 \cdot 10^{-8}$
L13	$3{,}0 \cdot 10^{-8}$
L14	$5{,}0 \cdot 10^{-9}$
L15	$1{,}0 \cdot 10^{-9}$

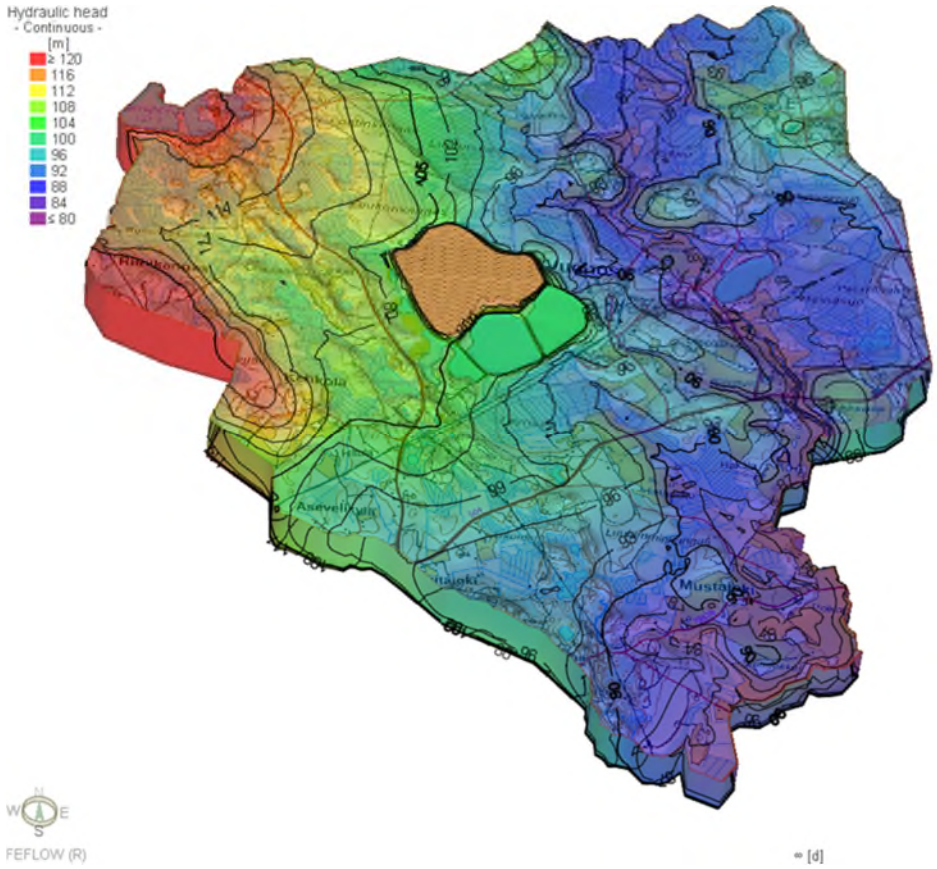
Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 9-15. Mallin laskemat ja mitatut hydraulisen painekorkeuden arvot esitettynä kaaviokuvassa, jossa hydraulinen painekorkeus numeerisessa mallissa (musta vinoneliö) ja pohjaveden pinnankorkeuden mittaustulokset pohjavesiputkista (sininen viiva).

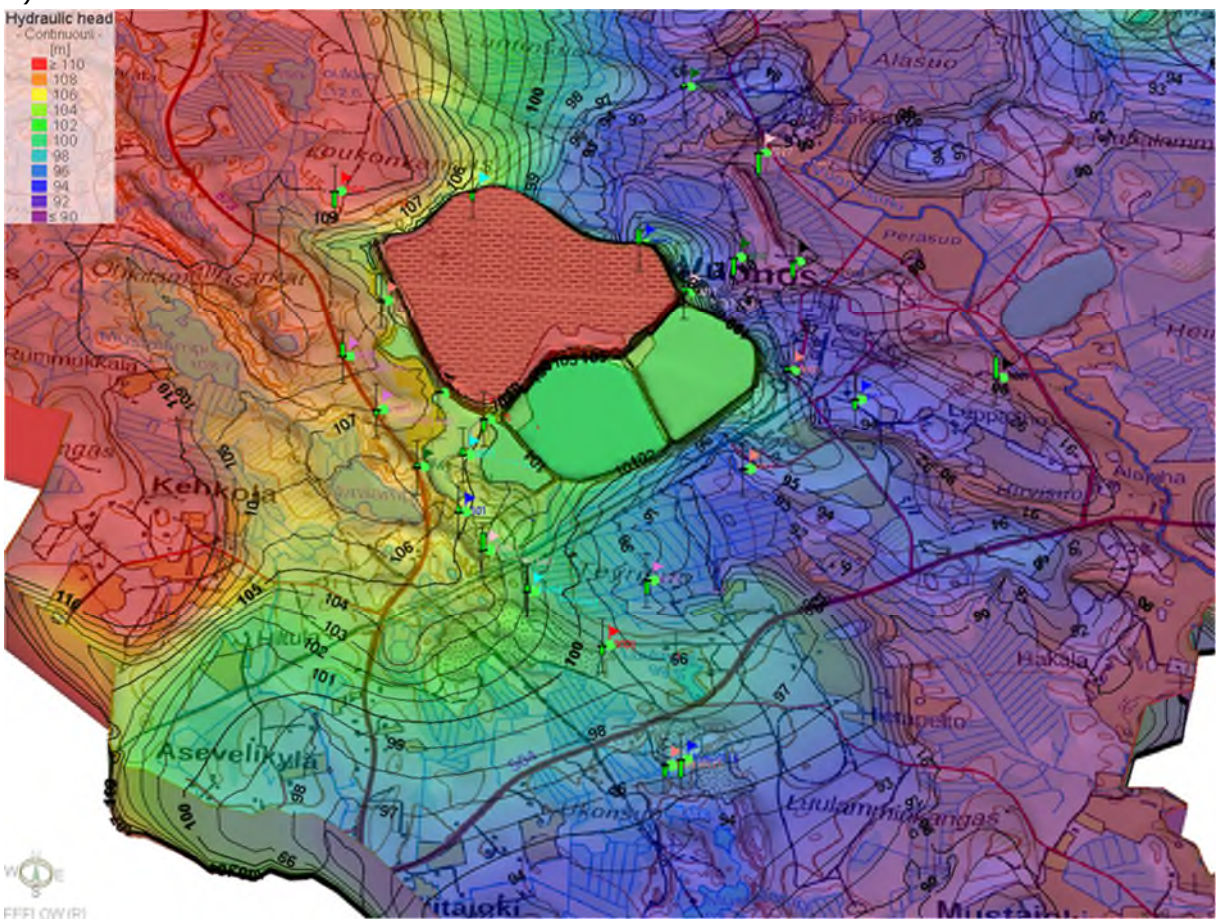
Copyright © AFRY Finland Oy

a)



Copyright © AFRY Finland Oy

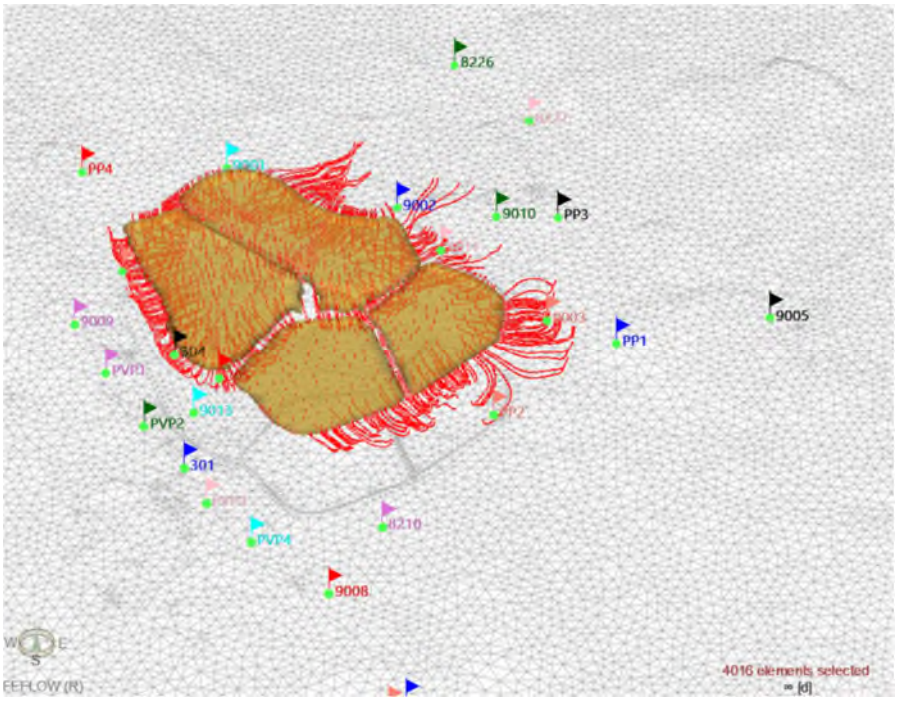
b)



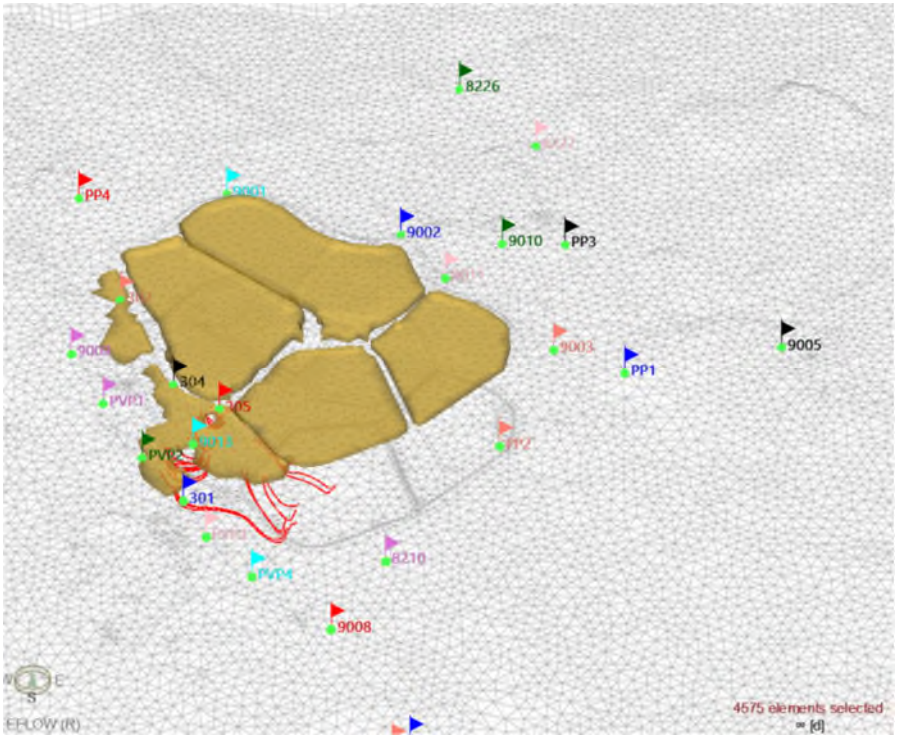
Kuva 9-16. Mallin laskema pohjavedenpinnan korkeus vuoden 2026 tilanteessa a) koko mallinnusalueella ja b) rikastushiekka-altaan lähialueella. Pohjavesiputket on esitetty kuvassa b) janoina, joissa vihreä palkki kuvaa lasketun ja mitatun pohjaveden pinnankorkeuden eroa. Kun palkki on janan keskikohdan yläpuolella, mallin laskema pohjaveden pinnankorkeus on korkeampi kuin mitattu, ja kun palkki on keskipisteen alapuolella, mallin laskema pohjaveden pinnankorkeus on alempi kuin putkesta mitattu. Pohjaveden virtaussuunta on punaisilta alueilta kohti keltaisia, keltaisilta kohti vihreitä, vihreiltä kohti sinisiä ja sinisiltä kohti liiloja alueita.

Copyright © AFRY Finland Oy

a)



b)



Kuva 9-17. Mallin laskemia a) rikastushiekka-altaalta ja b) vastapainealtaista pohjaveden virtauksen mukana lähtevien partikkeleiden kulkeutumisreittejä kuvattuna punaisilla viivoilla. Rikastushiekka-alue on korostettu keltaisella.

Copyright © AFRY Finland Oy

9.2.2.4 Pohjaveden laatu

Vuonoksen alueella on tarkkailtu pohjaveden laatua useiden vuosien ajan. Vuonoksen alueella on tällä hetkellä tarkkailussa yhteensä 20 putkea ja 4 kaivoa. Tarkkailtavia kaivoja oli aikaisemmin viisi, mutta kaivon K3 (Miettinen) tarkkailu loppui elokuussa 2022. Lisäksi joulukuussa 2025 asennettiin 4 uutta pohjavesiputkea Onkilammensärkät-harjualueelle. Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy on ottanut pohjavesinäytteet seuraavasti:

- Putkien laaja veden laadun tarkkailu ja kaivojen veden laadun tarkkailu kahdesti vuodessa
- 8 putken suppea veden laadun tarkkailu neljästi vuodessa

Vuoden 2025 velvoitetarkkailuraportissa on kerrottu ja kuvattu pohjavesitarkkailun pitkänajan historiaa. Velvoitetarkkailuraportti on tämän raportin liitteenä 9. Vuosien 2025–2026 pohjavesinäytteiden analyysitulokset on esitetty taulukossa 9-6.

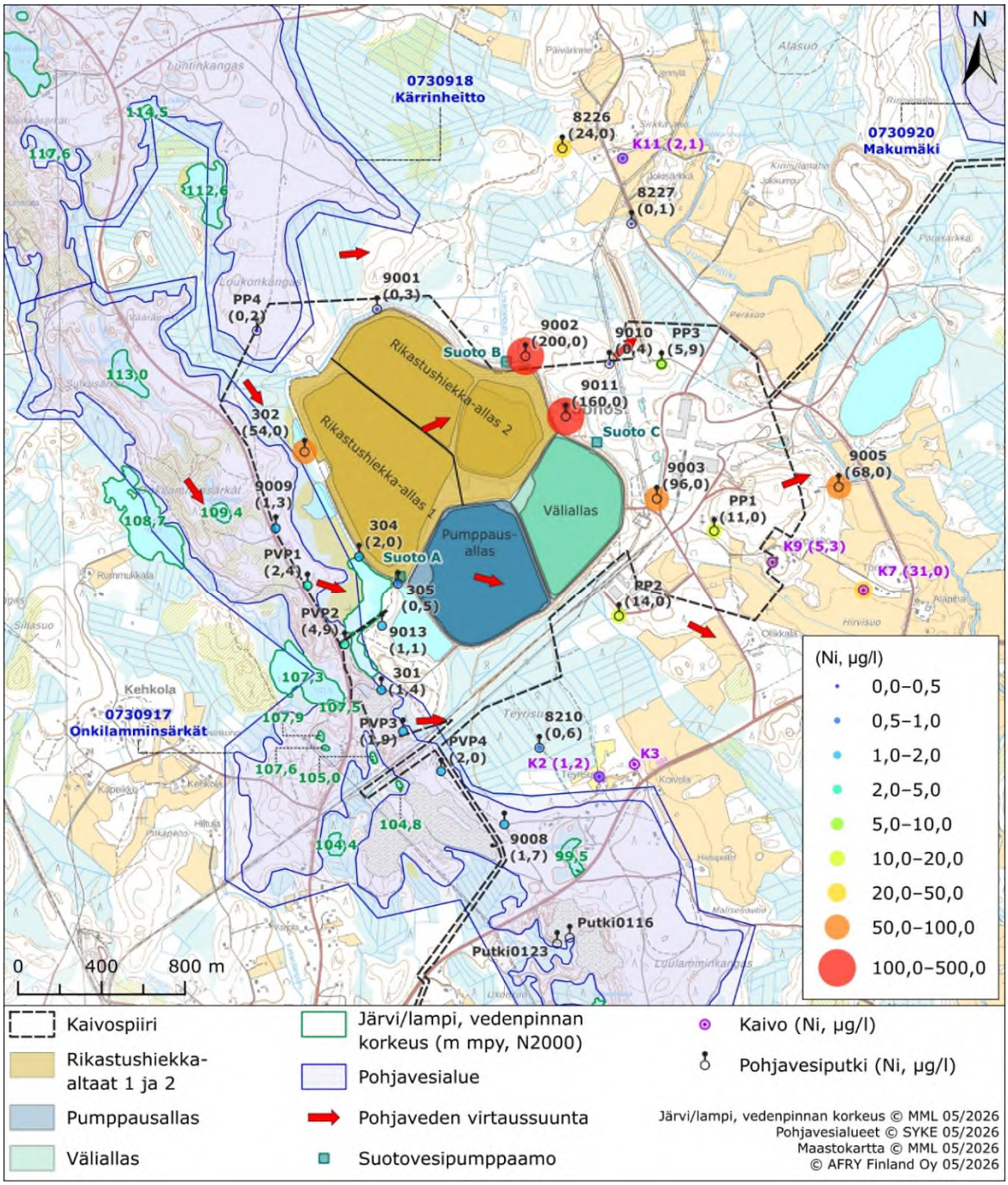
Rikastushiekka-altaan pohjois- ja länsipuolella Kärrinheiton ja Onkilammensärkkien pohjavesialueilla on yhteensä seitsemän pohjavesiputkea PP4, 9008, 9009, 301, PVP1, PVP2, PVP3 ja PVP4. Putket PVP1–4 asennettiin joulukuussa 2025, muut putket ovat olleet seurannassa kauemmin.

Pohjavesialueilla sijaitsevien putkien 9008, 9009 ja 301 (Onkilammensärkät) sekä PP4 (Kärrinheitto) veden laadussa ei ole ollut havaittavissa selviä merkkejä rikastushiekka-alueen suotovesien leviämisestä vastapainealtaiden yli pohjavesialueiden suuntaan. Viime vuosina vastapainealtaissa sekä Onkilammensärkät pohjavesialueella sijaitsevassa pohjavesiputkessa 301 on kuitenkin havaittu kohonneita sulfaatin pitoisuuksia ja sähkönjohtavuuden arvoja. Putken 301 sähkönjohtokyvyssä ja sulfaatissa on havaittu nousujohteinen trendi, ja vastaavaa kehitystä on havaittu myös pohjavesialueen ulkopuolella sijaitsevassa putkessa 9013. Vuosien 2024–2026 aikana putken 301 sähkönjohtavuuden ja sulfaatin arvot ovat hieman laskeneet vuosien 2023 ja 2024 maksimitasosta (Kuva 9-20). Putkessa 301 sulfaatin pitoisuudet eivät ole ylittäneet pohjaveden ympäristölaatunormia (150 mg/l), mutta putkessa 9013 sulfaatin pitoisuudet ovat ajoittain ylittäneet tai olleet pohjaveden ympäristölaatunormin tasolla (Taulukko 9-6). Myös liukoisten raudan ja mangaanin pitoisuudet ovat olleet putkessa 301 noususuuntaisia, mikä todennäköisesti johtuu putken hapettomuudesta (Kuva 9-20). Liukoista alumiinia on todettu ajoittain runsaasti, mutta pitoisuudet ovat olleet kuitenkin laskusuuntaisia. Putkien 301 ja 9013 vedenlaadun muutokset ajoittuvat rikastushiekka-alueen 1 käyttöönottoon, kun altaan 1 käyttöä jatkettiin monen vuoden tauon jälkeen vuonna 2019. Välittömänä korjaavana toimenpiteenä rikastushiekan läjitys siirrettiin rikastushiekka-allas 2:lle kesällä 2025, jotta pohjavesivaikutuksia allas-alueen länsipuolella saadaan vähennettyä.

Muissa Kärrinheiton ja Onkilammensärkkien pohjavesialueilla olevissa putkissa PP4, 9008, 9009, PVP1, PVP2, PVP3 ja PVP4 vastaavaa trendiä tai kohonneita sulfaatin pitoisuuksia ja sähkönjohtavuuden arvoja ei ole havaittu (Kuva 9-20), mikä sopii yhteen pohjavesimallinnuksen tulosten kanssa. Pohjavesimallinnuksen mukaan rikastushiekka-altaalta voi päätyä partikkeleita putken 301 kohdalle, mutta ne eivät kulkeudu pohjaveden virtauksen mukana harjualueella pitemmälle etelään, vaan pohjaveden virtaussuunta putken 301 alueelta on kohti Teyrisuota.

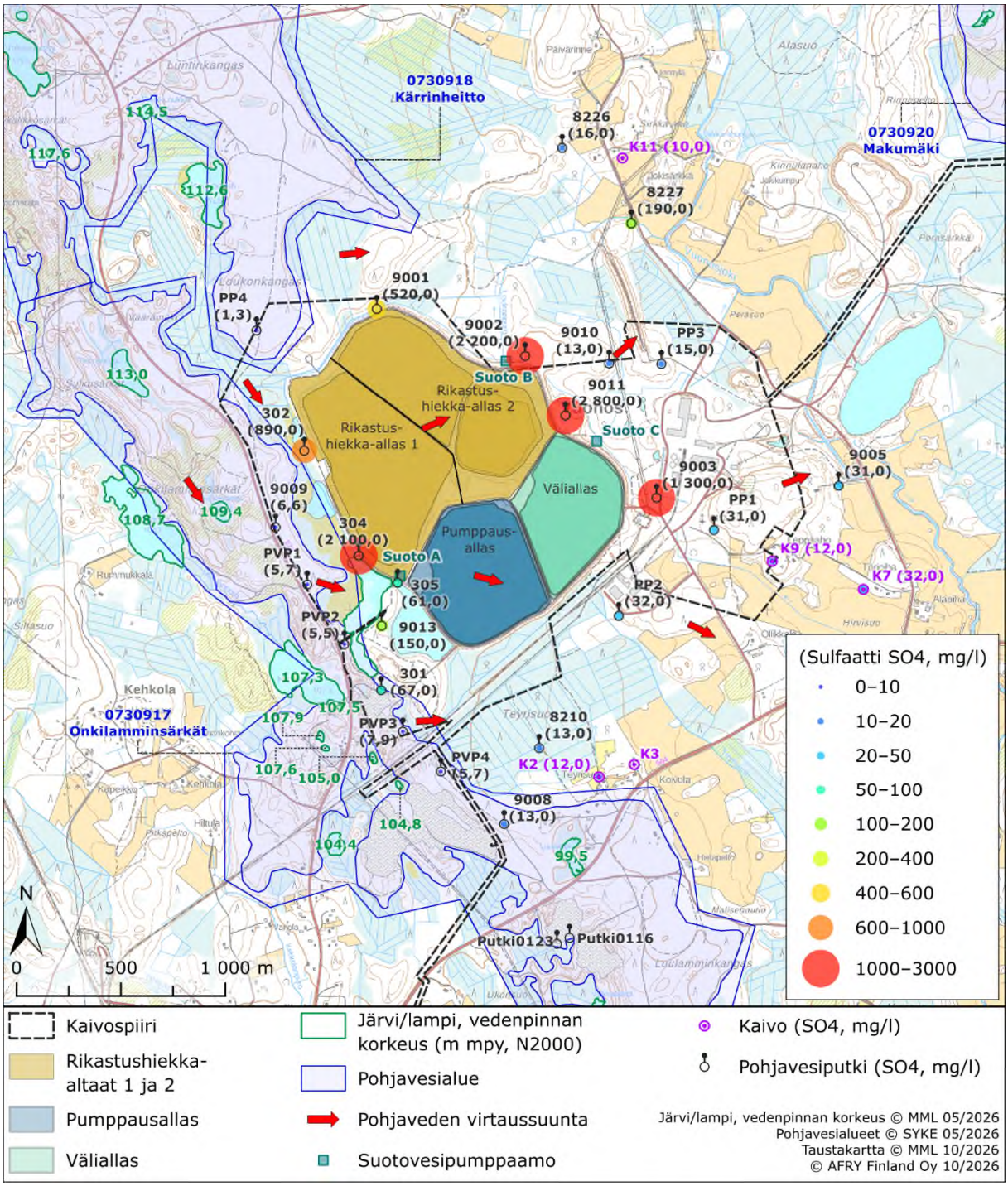
Copyright © AFRY Finland Oy

Pitoisuustasot putkissa 301 ja 9013 ovat selvästi pienemmät kuin rikastushiekka-alueen lähivaikutusalueen putkissa. Selvimmät rikastushiekka-altaan suotovesivaikutukset ilmenivät rikastushiekka-alueen itäsivun putkissa 9011, 9002 ja 9003 sekä länsireunan putkissa 302 ja 304 ympäristönlaatunormin tason ylityksinä (SO_4, Co, Ni, Zn, Cu) (Kuva 9-18 ja Kuva 9-19, Taulukko 9-6, Kuva 9-28). Pitoisuudet ovat kuitenkin pysyneet melko stabiileina, eikä nousutrendiä ole havaittu muuten kuin putkessa 9003, jossa sulfaatin pitoisuudessa ja sähkönjohtavuudessa on havaittavissa nouseva suuntaus. Myös altaan länsireunalla olevan putken 305 ja pohjoisreunalla olevan putken 9001 vedenlaatu heijastaa mm. sulfaatin osalta selvästi alueen teollista luonnetta (Kuva 9-23, Taulukko 9-6).



Copyright © AFRY Finland Oy

Kuva 9-18. Pohjavedentarkkailupisteissä mitatut nikkelipitoisuudet 2025–2026. Pohjaveden liukoisen nikkelin kansallinen ympäristönlaatunormi eli raja-arvo on 10 µg/l.



Kuva 9-19. Pohjaveden tarkkailupisteissä mitatut sulfaattipitoisuudet 2025–2026. Pohjaveden kansallinen ympäristönlaatunormi eli raja-arvo sulfaatille on 150 mg/l.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 9-6. Pohjavesiputkien veden laatu vuosina 2025–2026. Onkilammensärkät pohjavesialuerajauksen sisäpuolella sijaitsevat putket on korostettu vihreällä. Vna 341/2009 mukaisten ympäristön laatunormien ylitykset on merkitty lihavoidulla fontilla.

Putki	NäytePvm	Happi	pH	Sjk	SO_4	Al liuk	As liuk	Co liuk	Fe liuk	Mn liuk	Ni liuk	Zn liuk	Cu liuk
		mg/l		mS/m	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Putki 0301	2.4.2025		6,1	21									
Putki 0301	5.6.2025	<0,2	6,3	21	49	330	0,96	1,5	17000	210	0,56	1,9	1,1
Putki 0301	2.7.2025		6,1	17									
Putki 0301	2.9.2025	<0,2	6,3	24	68	340	1,2	1,8	20000	230	0,6	2,4	2,1
Putki 0301	28.10.2025		6,2	21									
Putki 0301	3.12.2025		6,3	23									
Putki 0301	11.2.2026	<0,2	6,4	24	67	300	0,99	1,6	18000	200	1,4	<5	0,5
Putki 0301	3.9.2026	<0,2	6,3	30	86	270	1,2	1,8	22000	230	0,58	<5	0,44
Putki 0302	5.6.2025	1,4	4,9	150	**770**	690	2,0	**55**	4400	4000	**53**	**140**	3,6
Putki 0302	2.9.2025	3,2	4,9	160	**740**	440	1,3	**51**	5500	3900	**53**	**130**	3,2
Putki 0302	12.2.2026	1,2	4,7	160	**890**	840	1,6	**56**	1400	3700	**54**	**160**	8,3
Putki 0304	5.6.2025	<0,2	6,2	300	**1900**	0,56	0,13	2,0	49000	1200	5,7	9,7	0,34
Putki 0304	2.9.2025	<0,2	6,4	330	**2000**	<0,5	0,12	0,22	51000	1300	2,0	3,0	0,99
Putki 0304	12.2.2026	<0,2	6,5	320	**2100**	<0,5	<0,1	0,39	43000	1200	2,0	2,9	1
Putki 0305	5.6.2025		6,1	37	130	45	0,61	1,0	37000	1300	1,1	1,4	0,35
Putki 0305	2.9.2025	0,4	6,7	64	**230**	86	0,2	0,058	1300	170	0,43	2,2	0,42
Putki 0305	12.2.2026		6,7	23	61	380	0,4	<0,05	440	53	0,54	0,59	0,35
Putki 8210	22.5.2025	3,6	6,6	10	14	0,73	<0,1	0,14	140	53	1,8	3,6	1,1
Putki 8210	26.8.2025	1,7	6,7	9,9	13	<0,5	<0,1	0,098	2900	99	0,56	3,7	0,34
Putki 8210	11.2.2026												
Putki 8226	4.6.2025	2,1	6,1	6,6	16	6,9	<0,1	**3,8**	1100	23	**23**	35	1,7
Putki 8226	3.9.2025	2	6,3	6,5	17	4,9	<0,1	**3,9**	950	22	**23**	42	2
Putki 8226	11.2.2026	1,3	6,1	6,4	16	4,1	<0,1	**3,9**	370	19	**24**	41	1,7
Putki 8227	4.6.2025	<0,2	6,4	130	**730**	1,1	<0,1	<0,05	52000	1400	0,15	0,89	0,21
Putki 8227	3.9.2025	<0,2	6,5	52	**190**	0,53	<0,1	<0,05	18000	470	0,12	2,3	0,31
Putki 8227	11.2.2026												
Putki 9001	5.6.2025	<0,2	6,4	57	**230**	<0,5	<0,1	<0,05	31000	400	0,13	2,1	0,15
Putki 9001	2.9.2025	<0,2	6,3	120	**520**	<0,5	<0,1	0,056	67000	900	0,26	2,0	0,48
Putki 9001	12.2.2026												
Putki 9002	5.6.2025		6,3	340	**2300**	1,1	0,38	**28**	8400	640	**140**	**72**	4,9
Putki 9002	2.9.2025	0,6	6,3	330	**2000**	3,0	0,49	**47**	4200	470	**270**	**130**	6,4
Putki 9002	12.2.2026	<0,2	6,2	330	**2200**	1,7	0,32	**42**	6700	530	**200**	**110**	6
Putki 9003	5.6.2025	2,6	6,3	200	**1100**	13	0,45	**39**	20	1800	**150**	**140**	16
Putki 9003	2.9.2025	0,9	6,4	220	**1100**	7,0	0,43	**37**	28	2000	**110**	**100**	11
Putki 9003	11.2.2026	<0,2	6,3	220	**1300**	8,2	0,44	**31**	15	1900	**96**	**100**	11
Putki 9005	2.4.2025		6,1	12									
Putki 9005	4.6.2025	0,6	7,1	17	30	1,5	0,19	1,6	300	180	**38**	3,0	0,31
Putki 9005	2.7.2025		6,5	15									

Copyright © AFRY Finland Oy

Putki	NäytePvm	Happi	pH	Sjk	SO_4	Al liuk	As liuk	Co liuk	Fe liuk	Mn liuk	Ni liuk	Zn liuk	Cu liuk
		mg/l		mS/m	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Putki 9005	3.9.2025	0,6	7,1	15	31	0,57	0,12	**2,4**	400	85	**66**	6,1	0,53
Putki 9005	28.10.2025		6,1	12									
Putki 9005	3.12.2025		6,3	15									
Putki 9005	11.2.2026	<0,2	7	16	31	<0,5	0,2	**2,7**	670	96	**68**	5,9	0,45
Putki 9008	2.4.2025		6,1	6,5									
Putki 9008	4.6.2025	<0,2	6,3	7,5	12	9,8	0,36	0,56	6400	70	1,7	2	0,61
Putki 9008	2.7.2025		6	6,9									
Putki 9008	26.8.2025	0,5	6,4	6,7	13	5,6	0,23	0,54	5100	68	1,7	3,7	1
Putki 9008	28.10.2025		6,2	7,1									
Putki 9008	3.12.2025		6,2	7,3									
Putki 9008	11.2.2026	<0,2	6,4	7,6	13	11	0,28	0,58	6200	64	1,7	2	0,59
Putki 9009	2.4.2025		6,6	8,3									
Putki 9009	4.6.2025	11,5	6,8	4,3	6,2	0,83	<0,1	<0,05	13	<0,5	0,1	<0,5	1,2
Putki 9009	2.7.2025		6,5	8,6									
Putki 9009	26.8.2025	11,7	6,9	4,9	7,1	1,5	<0,1	<0,05	2,2	<0,5	0,3	3,2	0,54
Putki 9009	28.10.2025		6,5	8,2									
Putki 9009	3.12.2025		6,5	9,2									
Putki 9009	11.2.2026	11,4	6,9	4,3	6,6	0,54	<0,1	0,077	1,2	<0,5	1,3	2,1	0,89
Putki 9010	5.6.2025	10,9	6,0	4,9	12	9,7	<0,1	0,22	1,5	3,2	0,45	2,7	0,91
Putki 9010	2.9.2025	8,0	6,4	4,8	10	7,4	<0,1	0,28	6,5	2,6	0,59	3,6	1,3
Putki 9010	11.2.2026	9,8	5,8	4,8	13	12	<0,1	0,2	0,88	3,8	0,41	1,9	0,62
Putki 9011	5.6.2025	E	5,8	370	**2700**	50	2,4	**110**	8900	1500	**180**	**490**	**28**
Putki 9011	2.9.2025	<0,2	5,9	380	**2500**	6,7	1,5	**41**	9300	1600	**94**	**200**	20
Putki 9011	12.2.2026	<0,2	5,9	390	**2800**	23	2,1	**87**	9700	1600	**160**	**630**	20
Putki 9013	2.4.2025		6,2	41									
Putki 9013	5.6.2025	1,6	6,4	150	**690**	54	0,15	0,11	3100	460	0,66	1,2	0,17
Putki 9013	2.7.2025		6,0	33									
Putki 9013	2.9.2025	<0,2	6,0	40	140	60	0,55	1,1	37000	1400	1,2	2,2	0,51
Putki 9013	28.10.2025		6,2	49									
Putki 9013	3.12.2025		6,2	49									
Putki 9013	12.2.2026	<0,2	6,1	39	150	54	0,62	0,97	38000	1200	1,1	<5	0,11
Putki 9013	3.9.2026	<0,2	6,1	40	150	58	0,54	1,1	35000	1100	1,1	<5	0,05
Putki PP1	2.4.2025		6,5	7,9									
Putki PP1	22.5.2025	9,3	6,5	8,7	25	1,1	<0,1	**4,2**	3,8	1,9	9,7	7,7	1,2
Putki PP1	2.7.2025		6,2	8,1									
Putki PP1	26.8.2025	9,0	6,6	8,9	27	1,1	<0,1	**4,3**	1,6	8,5	9,3	10	1,8
Putki PP1	28.10.2025		6,5	8,5									
Putki PP1	3.12.2025		6,3	8,3									
Putki PP1	11.2.2026	4,8	6,4	10	31	<0,5	<0,1	**3,5**	290	10	**11**	9,9	0,82
Putki PP2	2.4.2025		6,4	7,7									
Putki PP2	4.6.2025	7,1	6,1	9,5	26	8,4	<0,1	0,92	11	1,8	9,9	11	1,9

Copyright © AFRY Finland Oy

Putki	NäytePvm	Happi	pH	Sjk	SO_4	Al liuk	As liuk	Co liuk	Fe liuk	Mn liuk	Ni liuk	Zn liuk	Cu liuk
		mg/l		mS/m	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Putki PP2	2.7.2025		6,0	9,3									
Putki PP2	3.9.2025	7,8	6,2	9,6	27	6,6	<0,1	1,1	5,3	2,0	**11**	14	2
Putki PP2	28.10.2025		6,1	9,4									
Putki PP2	3.12.2025		6,2	9,3									
Putki PP2	11.2.2026	3,0	6,0	10	32	10	<0,1	1,5	25	5,5	14	19	3,3
Putki PP3	5.6.2025	12,3	6,0	5,4	15	14	<0,1	1,2	1,2	2,3	7,7	9,9	2,8
Putki PP3	2.9.2025	10,2	6,1	5,6	15	17	<0,1	**2,3**	22	6,0	12	15	2,8
Putki PP3	11.2.2026	10,1	6,1	5,3	15	13	<0,1	0,96	0,54	1,9	5,9	6,5	2
Putki PP4	2.4.2025		6,7	2,4									
Putki PP4	4.6.2025	10,9	6,7	2,3	1,3	3,2	<0,1	<0,05	6,5	0,72	0,2	1,2	0,69
Putki PP4	2.7.2025		6,7	1,9									
Putki PP4	3.9.2025	11,2	6,7	2,4	1,3	1,9	<0,1	<0,05	1,6	<0,5	0,21	2,2	0,41
Putki PP4	28.10.2025		6,6	2,3									
Putki PP4	3.12.2025		6,5	2,4									
Putki PP4	11.2.2026												
PVP1	11.2.2026	9,2	6,9	5,0	5,7	4,1	0,21	1,6	6,0	200	2,4	2,1	0,23
PVP1	1.9.2026	11,6	6,7	4,8	5,6	2,0	<0,1	0,38	2,3	18	0,98	5,1	0,22
PVP2	11.2.2026	12,2	6,4	4,4	5,5	1,7	<0,1	1,5	46	150	4,9	46	0,43
PVP2	1.9.2026	11,1	6,4	4,0	6,6	1,2	<0,1	0,32	5,9	40	2,4	38	0,28
PVP3	11.2.2026	3,6	6,0	4,7	7,9	4,2	<0,1	0,38	8,7	12	1,9	1,6	0,78
PVP3	3.9.2026	3,3	6,0	5,0	9,1	4,4	<0,1	0,1	5,4	2,1	1,2	3,4	0,41
PVP4	11.2.2026	6,1	6,1	4,5	5,7	1,0	<0,1	0,52	1,6	15	2,0	34	1,5
PVP4	1.9.2026	5,8	6,1	4,3	6,4	1,6	<0,1	0,15	7,2	4,3	1,6	19	0,49
1)					150		5	2			10	60	20

1) Valtioneuvoston asetus 341, 20.5.2009. Pohjaveden ympäristölaatunormi. Poikkeamat on lihavoitu.

Onkilammensärkät harjualueelta ja putken 301 kohdalta pohjaveden virtaussuunta on kohti Teyrisuota. Teyrisuolla olevassa pohjavesiputkessa 8210 raskasmetallien liukoiset pitoisuudet ovat pieniä tai alle määritysrajan, eikä siinä ole nähtävissä vastaavaa sähkönjohtavuuden ja sulfaatin pitoisuuden nousutrendiä kuin putkessa 301 vuodesta 2019 alkaen havaittiin (Kuva 9-20). Putken happitilanne on kuitenkin heikentynyt, mikä näkyy mm. liukoisen raudan nousuna. Veden pH-arvo osoittaa lievää happamuutta.

Outokumpu Oy:n vanhan sivukivikasan viereisessä putkessa 8227 vesi on hapeton ja sen myötä mm. liukoista rautaa ja mangaania esiintyi putkessa runsaasti. Putken 8227 vedessä esiintyy runsaasti sulfaattia ja se ylittää ympäristönlaatunormin tason (Kuva 9-24, Taulukko 9-6). Putken 8226 liukoiset koboltti- ja nikkelipitoisuudet ylittävät ympäristönlaatunormin tason (Kuva 9-25, Taulukko 9-6).

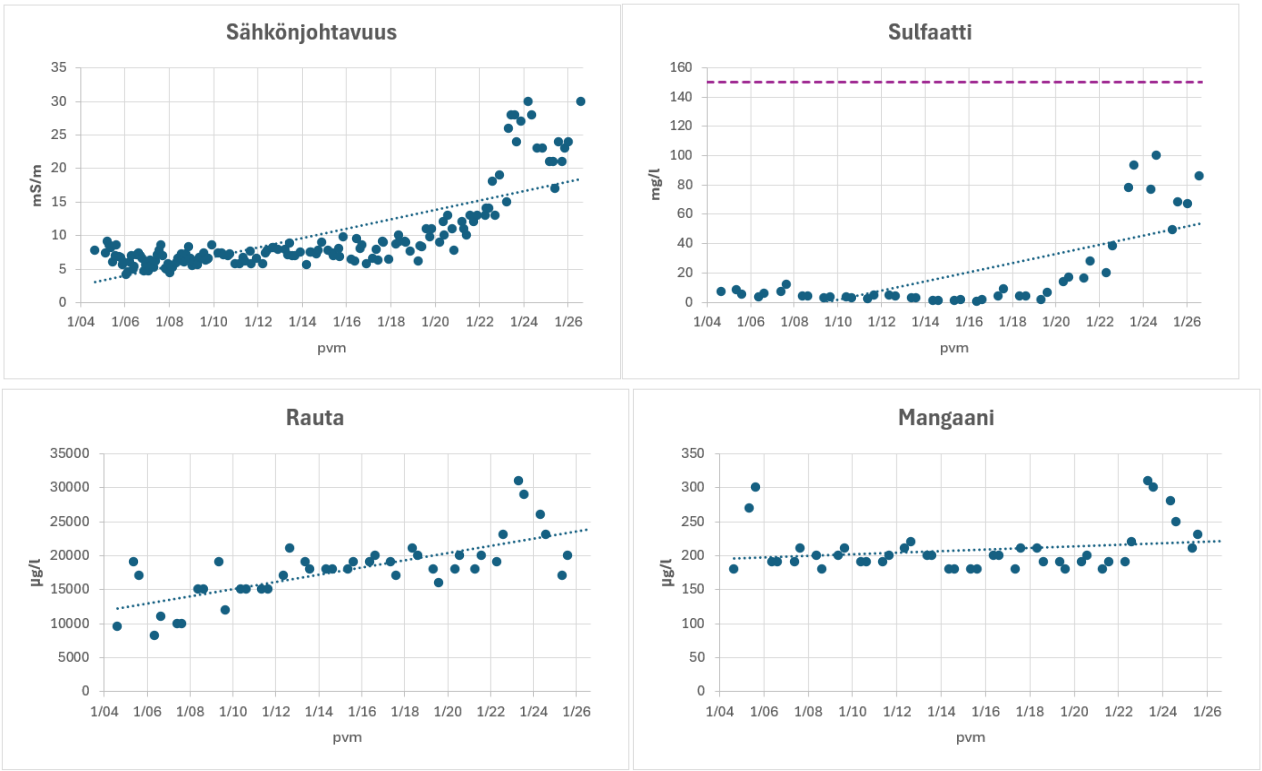
Putkien 9005–9010 veden laatu oli enimmäkseen hyvä. Hapettomuus näkyy putkessa 9008 liukoisen raudan selvänä nousuna. Putkessa 9005 liukoisen nikkelin ja koboltin pitoisuus on koholla ja pitoisuudet ylittävät ympäristönlaatunormien tason (Kuva 9-26, Taulukko 9-6).

Copyright © AFRY Finland Oy

Vuonoksen ympäristön tarkkailukaivojen veden laatu vuosina 2022–2025 on esitetty taulukossa 9-7 ja vuoden 2025 tulokset liitteessä 9. Veden pH-arvot ovat alittaneet talousveden laatuvaatimuksen (STM:n asetus n:o 401) tason kaivoissa K7, K9 ja K11. Kaivon K9 pH ei ole saavuttanut laatuvaatimusta (pH 6,5–9,5) yhdelläkään havaintokerralla vuosien 2022–2025 aikana.

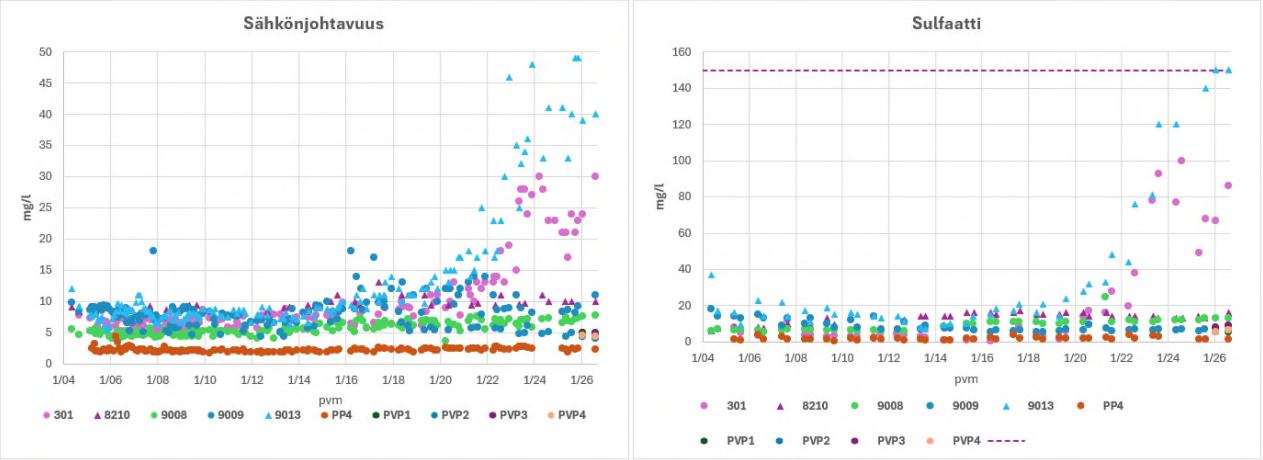
Metallipitoisuuksissa on havaittu yksittäisiä laatuvaatimus ja ympäristönlaatunormien ylityksiä eri vuosina. Elokuussa 2023 kaivon K2 rautapitoisuus 750 µg/l ylitti STM:n laatuvaatimuksen (200 µg/l). Elokuussa 2025 kaivon K7 rautapitoisuus (640 µg/l) ylitti STM:n laatuvaatimuksen, kobolttipitoisuus (2 µg/l) sivuutti ympäristönlaatunormin tasoa (2 µg/l), kuparipitoisuus (18 µg/l) oli lähellä ympäristönlaatunormin tasoa (20 µg/l) ja nikkelipitoisuus (31 µg/l) ylitti sekä STM:n laatuvaatimuksen (20 µg/l) että ympäristönlaatunormin tason (10 µg/l). Elokuussa 2024 nikkelipitoisuus ylitti STM:n laatuvaatimuksen myös kaivossa K9. Muuten kaivojen veden laatu täytti tutkittujen suureiden osalta juomaveden laatuvaatimukset ja -suositukset sekä pohjaveden ympäristönlaatunormitasot. Kaivon K3 (Miettinen) tarkkailu lopetettiin elokuussa 2022, kun kaivo oli täytetty kiviaineksella omistajan toimesta. Kaivo ei ollut talousvesikäytössä, ja sen lopputilanteessa todetun nikkelipitoisuuden ylityksen on arvoitu olleen luontainen.

Tämän raportin liitteenä 9 olevassa velvoitetarkkailun raportissa on lisää kuvaajia eri aineiden pitoisuuksista ja pitoisuuksien kehityksestä sekä yksityiskohtaisempi kuvaus seurannan aikana pohjavedestä otetuissa näytteistä.



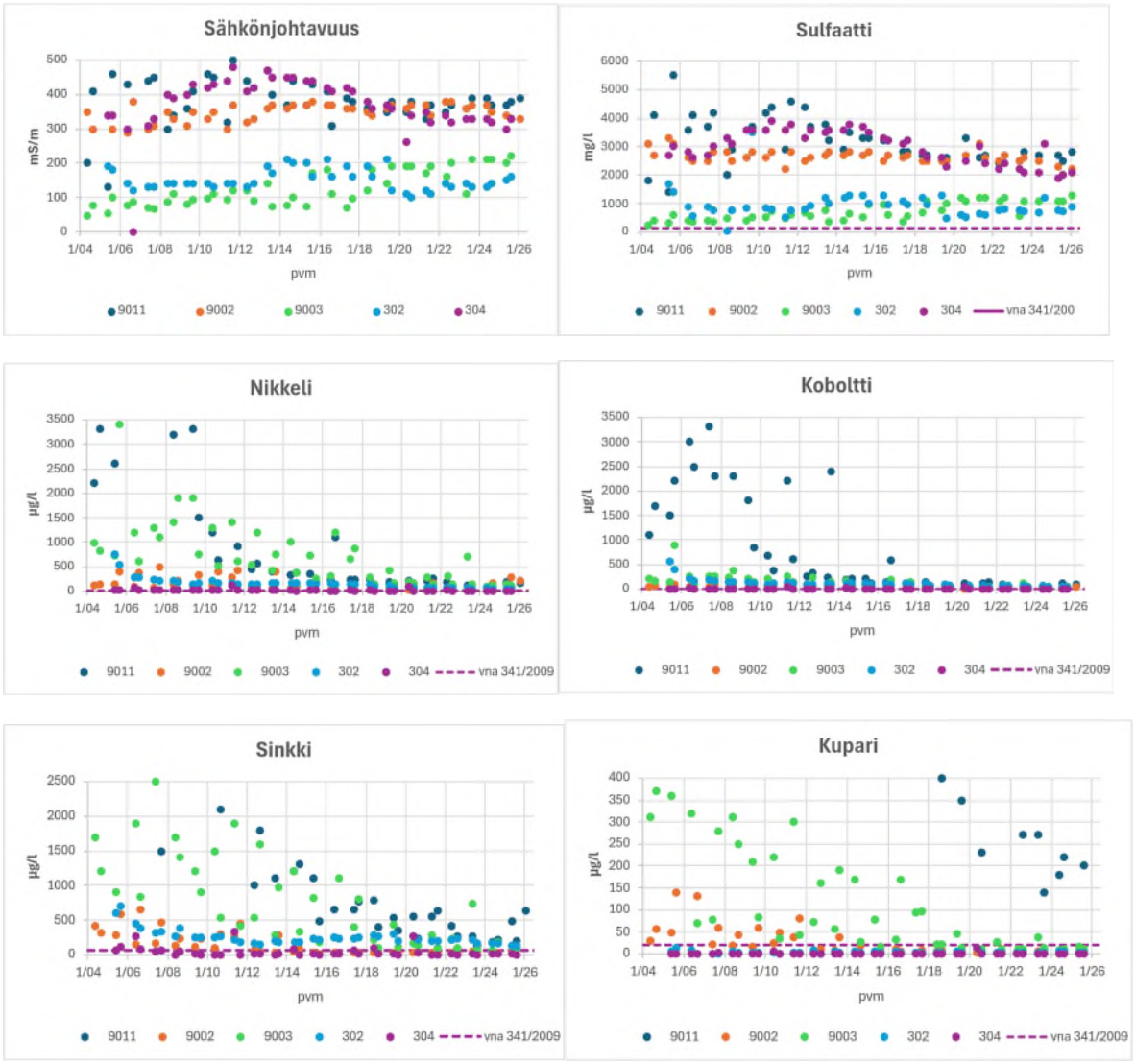
Kuva 9-20. Sähkönjohtavuus, sulfaatti-, rauta ja mangaanipitoisuus putkessa 301. Ympäristönlaatunormin raja-arvo (Vna 341/2009 SO_4 150 mg/l) on esitetty katkoviivalla.

Copyright © AFRY Finland Oy

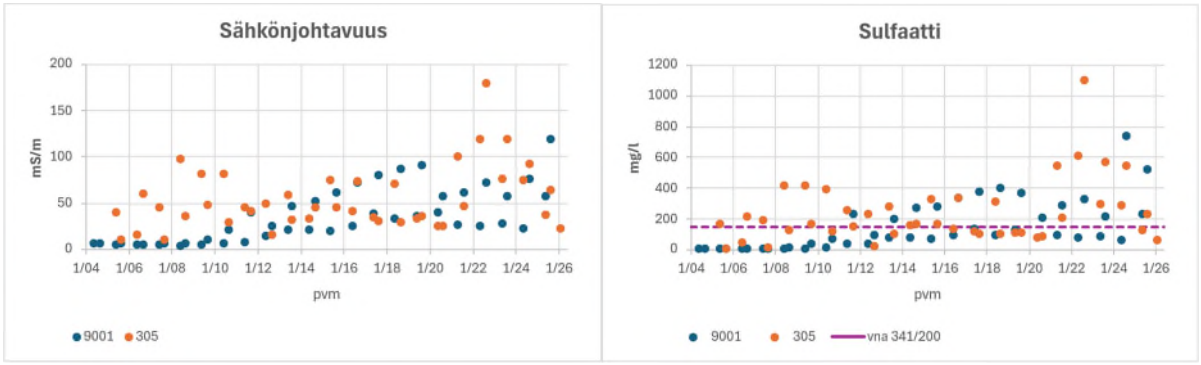


Kuva 9-21. Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus vuosina 2004–2026 Onkilammensärkät-pohjavesialuerajauksen sisäpuolella sijaitsevissa putkissa 301, 9008, 9009, PVP1, PVP2, PVP3 ja PVP4 (merkitty ympyrällä), Kärrinheiton-pohjavesialueen putkessa PVP4 ja Onkilammensärkät-pohjavesialueen ja rikastushiekka-alueen välissä olevassa putkessa 9013 sekä Teyrisuolla olevassa putkessa 8210 (merkitty kolmiolla). 5.6.2025 putkessa 9013 mitatut poikkeuksellisen korkeat arvot (Taulukko 9-6) eivät näy kuvassa. SO_4 ympäristönlaatunormin raja-arvo (vna 341/2009, 150 mg/l) esitetty katkoviivalla.

Copyright © AFRY Finland Oy

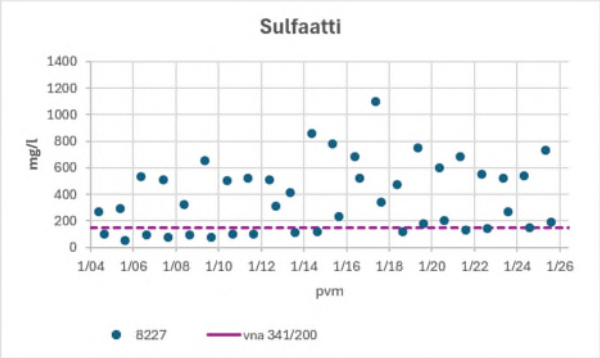


Kuva 9-22. Sähkönjohtavuus, sulfaatti-, nikkeli-, koboltti-, sinkki- ja kuparipitoisuus vuosina 2004–2026 rikastushiekka-alueen lähivaikutusalueen putkissa 9011, 9002, 9003, 302 ja 304.Ympäristönlaatunormin raja-arvot (Vna 341/2009: SO_4 150 mg/l, nikkeli 10 µg/l, koboltti 2 µg/l, sinkki 60 µg/l ja kupari 20 µg/l) on esitetty katkoviivalla.

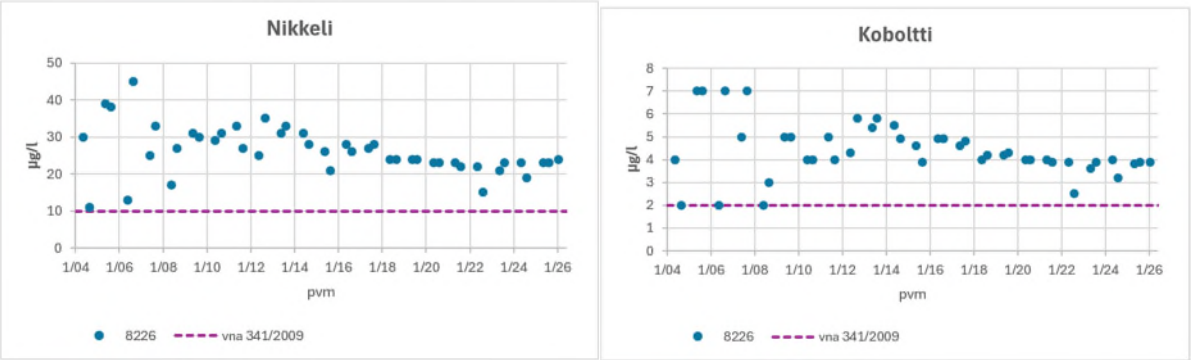


Kuva 9-23. Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus putkissa 9001 ja 305. Ympäristönlaatunormin raja-arvo (Vna 341/2009 SO_4 150 mg/l) on esitetty katkoviivalla.

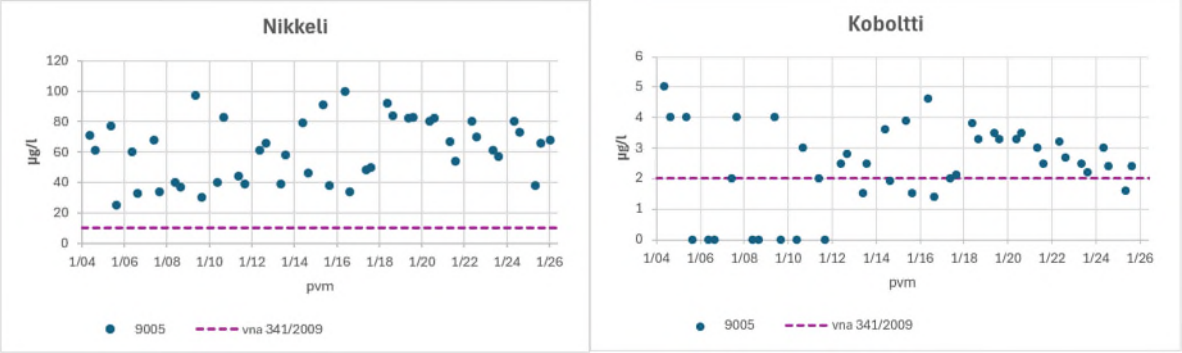
Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 9-24. Sulfaattipitoisuus putkessa 8227. Ympäristönlaatunormin raja-arvo (Vna 341/2009 SO_4 150 mg/l) on esitetty katkoviivalla.



Kuva 9-25. Nikkeli- ja kobolttipitoisuus putkessa 8226. Ympäristönlaatunormin raja-arvot (Vna 341/2009 nikkeli 10 µg/l ja koboltti 2 µg/l) on esitetty katkoviivalla.



Kuva 9-26. Nikkeli- ja kobolttipitoisuus putkessa 9005. Ympäristönlaatunormin raja-arvot (Vna 341/2009 nikkeli 10 µg/l ja koboltti 2 µg/l) on esitetty katkoviivalla.

Taulukko 9-7. Tarkkailukaivojen vedenlaatu vuosina 2022–2025.

Pvm	Kaivo	Happi	Happi%	Alkalinit.	Sähkönj.	Sulfaatti	pH	Rauta	Mangaani	Sinkki	Alumiini	Kupari	Nikkeli	Koboltti	Arseeni
mg/l	Kyll	%	mmol/l	mS/m	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
23.5.2022	K2	39	6,5	1	15	8,8	6,5	14	4,6	17	10	6,4	2,3	<0,05	<0,1
17.8.2022	K2	27	6,7	0,8	13	14	6,7	180	6,2	12	8,8	25	0,9	0,094	<0,1
31.5.2023	K2	7,6	58	0,85	13	8,2	6,8	8,7	1,5	18	6,9	7,1	1,7	<0,05	<0,1
22.8.2023	K2	3,2	28	1	15	13	6,6	**750**	24	14	5,8	4,8	1,1	0,14	<0,1
22.5.2024	K2	4,5	34	0,91	14	12	6,6	65	3	11	3,6	2,9	1,2	<0,05	<0,1
21.8.2024	K2	3,3	28	0,74	12	11	6,5	270	2,8	10	3,5	3,1	0,86	<0,05	<0,1
22.5.2025	K2	6	44	0,87	12	7,9	6,6	270	9,3	24	13	9,8	2	<0,05	<0,1

Copyright © AFRY Finland Oy

Pvm	Kaivo	Happi	Happi%	Alkalinit.	Sähkönj.	Sulfaatti	pH	Rauta	Mangaani	Sinkki	Alumiini	Kupari	Nikkeli	Koboltti	Arseeni
mg/l	Kyll	%	mmol/l	mS/m	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
26.8.2025	K2	3,1	26	1,2	16	12	7	180	54	12	29	7,5	1,2	0,44	<0,1
23.5.2022	K3	66	6,7	0,81	15	26	6,7	4,4	<0,5	12	2,4	0,48	**35**	0,8	<0,1
23.5.2022	K7	61	6,3	0,38	9,1	7,7	**6,3**	11	1,2	28	7,6	2,3	4,5	0,14	0,34
17.8.2022	K7	55	6,5	0,44	7,2	4,9	6,5	26	2,1	25	16	2	3,3	0,17	1,2
31.5.2023	K7	7,4	57	0,4	7,7	7,9	6,5	14	0,72	25	13	1,9	3,4	0,1	0,5
22.8.2023	K7	7,1	59	0,44	6,9	4,7	**6,2**	5,2	0,79	26	5,1	1,8	3,3	0,097	0,6
22.5.2024	K7	8,2	62	0,49	9,6	6,9	**6,4**	9,8	<0,5	26	15	3,1	5	0,11	0,32
21.8.2024	K7	5,1	41	0,54	8	4,8	**6,3**	6,5	2	29	7,9	3,8	3,8	0,21	0,57
22.5.2025	K7	6,2	48	0,45	8,8	7,1	6,6	81	10	21	54	10	3,9	1,1	1,4
26.8.2025	K7	2,4	19	1,4	28	32	6,9	**640**	54	49	67	18	**31**	2	1,2
23.5.2022	K9	94	6,4	0,41	10	15	**6,4**	83	5,3	44	22	1,2	6,7	0,86	<0,1
17.8.2022	K9	86	6	0,24	8,9	14	**6**	15	4,8	7,3	35	0,6	5,4	0,68	<0,1
31.5.2023	K9	12,1	92	0,3	10	15	**6,3**	17	4,3	28	30	1,1	5,4	0,63	<0,1
22.8.2023	K9	10,2	92	0,28	10	15	**6**	34	4,9	16	37	1,4	5,7	0,67	<0,1
22.5.2024	K9	11,5	88	0,42	11	11	**6,3**	23	6,4	42	39	1,8	**11**	1,5	<0,1
21.8.2024	K9	9,9	87	0,21	9	9,3	**5,9**	10	5	9	45	1,3	5,8	0,9	0,1
22.5.2025	K9	10	76	0,25	9,4	13	**6,2**	24	4,8	8,6	38	1,6	4,5	0,69	<0,1
26.8.2025	K9	9,8	85	0,2	9,1	12	**6,3**	4,9	7	3,8	35	2	5,3	0,96	<0,1
23.5.2022	K11	79	6,1	0,36	9,8	6,5	**6,1**	18	1,3	11	34	8,3	1,4	0,22	<0,1
17.8.2022	K11	71	6,2	0,38	9,7	9	**6,2**	9,6	1	4,7	13	1,8	2,2	0,27	<0,1
31.5.2023	K11	10,6	81	0,46	11	5,3	6,5	12	1,3	7,7	22	3,7	2,2	0,27	<0,1
22.8.2023	K11	9,2	79	0,44	8,5	6,8	**6,3**	3,9	0,83	4,1	10	1,6	2,1	0,25	<0,1
22.5.2024	K11	9,4	72	0,4	7,9	4,7	**6,1**	21	1,6	11	44	15	0,98	0,18	<0,1
21.8.2024	K11	8,4	70	0,52	9,5	9,5	**6,3**	14	1,5	4,8	21	6,6	1,8	0,24	<0,1
22.5.2025	K11	9,8	74	0,49	12	6,2	**6,4**	3,6	0,89	7	11	3,8	3,4	0,4	<0,1
26.8.2025	K11	8,7	74	0,42	9,1	10	6,5	5,6	0,71	7,4	7	5,6	2,1	0,22	<0,1
1)					250	250	6,5–9,5	400	100		200	2000	20		10
2)						150				60		20	10	2	5

1) STM:n asetus n:o 401, 17.5.2001 pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista. Poikkeamat on lihavoitu.
2) Valtioneuvoston asetus 341, 20.5.2009. Pohjaveden ympäristönlaatunormi. Poikkeamat on lihavoitu.

9.3 Vaikutusten arviointi

Vuonoksen rikastushiekka-altaan läjityskapasiteetin lisäämisen ja vaihtoehtoisten purkureittien rakentamisen ja toiminnan aikaiset vaikutukset riippuvat suuresti hankevaihtoehdosta. Hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE3 ja purkureittivaihtoehdoissa PVE2a–c rakentamista tulee uusille alueille, ja myös kaivospiiri laajenee. Hankevaihtoehdoissa VE0, VE1, VE2b, purkureittivaihtoehdossa PVE1 sekä raakavesivaihtoehdoissa RVE1 ja RVE2 ei aiheudu vaikutuksia maa- tai kallioperään, koska rakentamista uusille alueille ei tehdä.

Vuonoksen alueen pohjavesiolosuhteista on tehty pohjavesimallinnus (luku 9.2.2.3). Mallilla on simuloitu eri hankevaihtoehtojen VE0, VE1, VE2a, VE2b ja VE3 pohjavesiolosuhteita. Lisäksi rikastushiekka-alueella muodostuvien suotovesien laatua

Copyright © AFRY Finland Oy

toiminnan aikana ja sulkemisen jälkeen on arvioitu erikseen kullekin hankevaihtoehdolle (VE0, VE1, VE2a, VE2b ja VE3). Vedenlaatuarvioinnin tarkoituksena on ollut mahdollistaa hankevaihtoehtojen välinen vertailu suuruusluokkatasolla. Vedenlaatujen arviointi on esitetty liitteessä 3.

9.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Maa- ja kallioperä

Maaperän kaivamista voi tapahtua purkureittivaihtoehtojen (PVE2a–c) alueella ja uuden rikastushiekka-altaan (VE2a/VE3) alueella. Tulevilla uusilla rakentamisalueilla (VE2a, VE3 ja PVE2a–c) poistetaan puusto ja pintamaat tarvittavilta osin. Poistettavat kaivumaat lajitellaan maalajin ja laadun perusteella. Kaikki poistettavat maa-ainekset pyritään hyödyntämään rakenteissa.

Maanpoistomassat koostuvat lähinnä moreenista sekä turpeesta. Moreenia voidaan käyttää erilaisiin maarakennustarkoituksiin, mm. patorakenteisiin. Maanpoistomaan sisältämän kivennäismaan kemiallinen laatu heijastaa alueen luontaista taustapitoisuutta.

Kallioperään kohdistuvia vaikutuksia voi aiheutua, mikäli purkuputken rakentamisen yhteydessä tehdään kallion räjäytystöitä. Arvion mukaan tarvetta kallion louhinnalle ei ole.

Vaihtoehdoissa PVE2a–c purkuputki kaivetaan maahan pääsääntöisesti routarajan alapuolelle, jolloin putkikaivannon syvyys vaihtelee noin 2,8–3,0 m välillä. Putkilinjan korkeusprofiili määritetään toteutussuunnitteluvaiheessa. Putken rakentamiselta vaadittu tila on leveydeltään noin 26 metriä, josta puusto ja kasvillisuus poistetaan. Putkilinjan viereen rakennetaan tarvittavilta osin huoltotie laitekaivoille. Paineputken materiaalina käytetään korkeatiheyksistä polyeteeniputkea (PE 100, SDR 17 järjestelmän, paineluokan PN10 putki). Järveen asennettaessa putki painotetaan järven pohjaan betonipainoin. Tarvittaessa järven pohja ruopataan ja ruoppauspohja täytetään murskeella tai soralla. Näin todennäköisesti joudutaan tekemään, jos ranta on matala. Suunnittelu tehdään niin, ettei putki jää veneilyssä haitaksi (ts. putki ruopataan uoman pohjan alapuolelle matalikoissa). Purkupiste valitaan järvessä riittävän syvään kohtaan ja veden sekoittumista voidaan tehostaa diffuusorilla, jotta vältetään veden kerrostumista. Purkupään sijainnit ja rantautuminen tarkennetaan seuraavissa suunnitteluvaiheissa.

Kun rikastushiekan läjityskapasiteetin kasvattamisen ja purkureitin vaihtoehto on valittu, potentiaalisten happamien sulfaattimaiden esiintyminen kartoitetaan tarkemmin paikoissa, joissa tapahtuu maaperän kaivamista. Mikäli potentiaalisia happamia sulfaattimaita esiintyy, arvioidaan haittavaikutukset ja esitetään toimenpiteet haittavaikutusten ehkäisemiseksi ja vähentämiseksi.

Rakentamisalueen maa-ainesta hyödynnetään kohdealueella, mutta alueella voidaan tarvita myös ulkopuolelta tuotavia maa-aineksia. Ulkopuolelta tuotavien maa-ainesten ominaisuudet saattavat erota hankealueen luontaisten irtomaakerrosten ja hankealueelta louhittavan kallioperän ominaisuuksista. Outokummun ympäristön hienoainespitoisista moreeneista on tehty alustava selvitystyö (GTK 2026b), jossa etsittiin GTK:n aineistoon perustuen sellaisia hienoainespitoisia moreeniesiintymiä, jotka voisivat soveltua Vuonoksen rikastushiekka alueen peitto- ja pengerrysmateriaaliksi. Työssä tarkasteltiin myös moreenien teknisiä ominaisuuksia käsitteleviä ja muita moreeneja koskevia tutkimuksia. Tarkastelualue ulottui 50 km:n säteelle Vuonoksen tuotantoalueesta, ja

Copyright © AFRY Finland Oy

tarkastelun mukaan hienoainespitoisia, heikosti vettä läpäiseviä moreeneja on mahdollisesti löydettävissä useasta kohteesta, joissa tulisi tehdä lisätutkimuksia soveltuvuuden varmistamiseksi.

Pohjavesi

Purkureittivaihtoehdossa PVE2a tapahtuu maaperän kaivamista siten, että kaivanto kulkee Mahalamminsuolta ja Roopensuolta Makumäen pohjavesialueelle ja purkureittivaihtoehdossa PVE2b Heinäsuolta Makumäen pohjavesialueelle. Näissä tapauksissa voi periaatteessa olla mahdollista, että heikkolaatuiset suoalueiden pinta- tai pohjavedet vaikuttavat pohjavesimuodostuman vedenlaatuun pohjavesialueen reuna-alueella, jos kaivanto ulottuu pohjaveden pinnan alapuolelle pohjavesialueen reunalla. Toisaalta kaivannosta voi aiheutua pohjaveden purkautumista pohjavesialueelta, mikä voi vaikuttaa pohjavesimuodostuman pohjaveden määrään ja pinnankorkeuksiin. Makumäen pohjavesialue on geologiselta luonteeltaan ympäristöön vettä purkava eli antikliininen. Se rajoittuu soihin, joille myös alueella muodostuvat pohjavedet purkautuvat. Tämä vähentää suoalueiden pinta- tai pohjavesien pohjavesialueelle kulkeutumisen ja pohjavesimuodostuman vedenlaatuun huonontumisen riskiä.

Rakentamisen aikana maaperään saattaa kohdistua vaikutuksia poikkeuksellisessa tilanteessa esimerkiksi työkoneen vikaantumisen tai onnettomuuden seurauksena. Lähinnä tällöin kysymykseen tulee polttonesteen tai vastaavan nestemäisen aineen päätyminen maaperään ja edelleen pohjaveteen. Kyseessä oleva hanke ei tältä osin kuitenkaan eroa tyypillisestä maarakennushankkeesta, joissa vastaavan poikkeustilanteen mahdollisuus on aina olemassa. Rikastushiekka-altaan alue ei ole poikkeuksellisen herkkiä mahdollisen poikkeustilanteen vaikutuksille. Rikastushiekka-altaan länsipuolella on kuitenkin luokiteltu Onkilammensärkät-pohjavesialue. Lisäksi purkureittivaihtoehtojen PVE2a–c reittilinjaukset kulkevat Makumäen 1-luokan pohjavesialueen läpi, ja purkureitti PVE2a kulkee Makumäen pohjavesialueelle suunnitellun pohjavedenottamon arvioidun, ohjeellisen suojavyöhykkeen halki. Nämä alueet ovat siten herkkiä poikkeustilanteen vaikutuksille. Riskeihin varaudutaan ohjeistamalla toimintatapoja etukäteen sekä varaamalla työmaalle imeytysmateriaaleja ja ensitorjuntavälineitä. Pohjavesialueella purkureittivaihtoehtojen (PVE2a–c) purkuputket suojataan erityisrakentein. Tarkemmat rakenne- ja toteutussuunnitelmat tehdään seuraavissa suunnitteluvaiheissa, mikäli jokin vaihtoehdoista PVE2a–c valitaan toteutettavaksi.

Hankealueen pintamaiden poistamisesta ja kaivutöistä saattaa aiheutua väliaikaista ja paikallista pohjaveden samentumista. Mahdollinen samentuminen on seurausta maakerrosten häiriintymisestä kaivutyön yhteydessä, jolloin irtomaakerrosten sisältämä hienoaines saattaa mobilisoitua. Ennalta arvioiden moreeni- ja savialueilla vaikutukset eivät ulotu hankealueen ulkopuolelle, sillä vedenjohtavuus on pieni.

Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 rakentamisen edetessä pohjaveden muodostuminen uuden rakennettavan altaan kohdalla vähentyy altaalle tulevan tiiviin pohjarakenteen ja suotovesiojien seurauksena.

9.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Tulevat toiminta-alueet ja niiden laajuudet riippuvat vaihtoehdoista. Seuraavassa vaikutuksia on arvioitu toiminta-alueittain.

Copyright © AFRY Finland Oy

9.3.2.1 Rikastushiekka-alue

Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 rakennetaan uusi rikastushiekka-allas nykyisen allasalueen pohjoispuolelle. Molemmissa vaihtoehdoissa uuden rikastushiekka-altaan alle tehdään nykyisten vaatimusten mukaisesti tiivis pohjarakenne ja salaojitus.

Vaikutukset maa- ja kallioperään

Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 uuden rikastushiekka-altaan rakentamisen ja rikastushiekan läjityksen takia maaperän nykyisenkaltainen pintarakenne muuttuu altaan kohdalla. Maaperä on uuden altaan alueella moreenia, savea ja karkearakeisia maalajeja. Alueella ei ole geologisesti arvokkaita kohteita. Kallioperään ei aiheudu vaikutuksia.

Magnesiittipitoista rikastushiekkaa pyritään hyödyntämään mahdollisuuksien mukaan. Hiekkaa on käytetty maanrakentamiseen ja aiemmin pieniä määriä myös metalliteollisuuden raaka-aineena. Tavoitteena on lisätä magnesiittihiekan hyötykäyttöä ja jalostaa siitä myyntikelpoisia tuotteita. Magnesiittihiekan hyödyntämispotentiaalia eri sovelluksiin tutkitaan. Tuotantotoiminnassa varaudutaan erottamaan hyödyntämiskelpoinen magnesiitti loppusijoitettavasta rikastushiekasta rikastusprosessissa tai rikastushiekka-alueella.

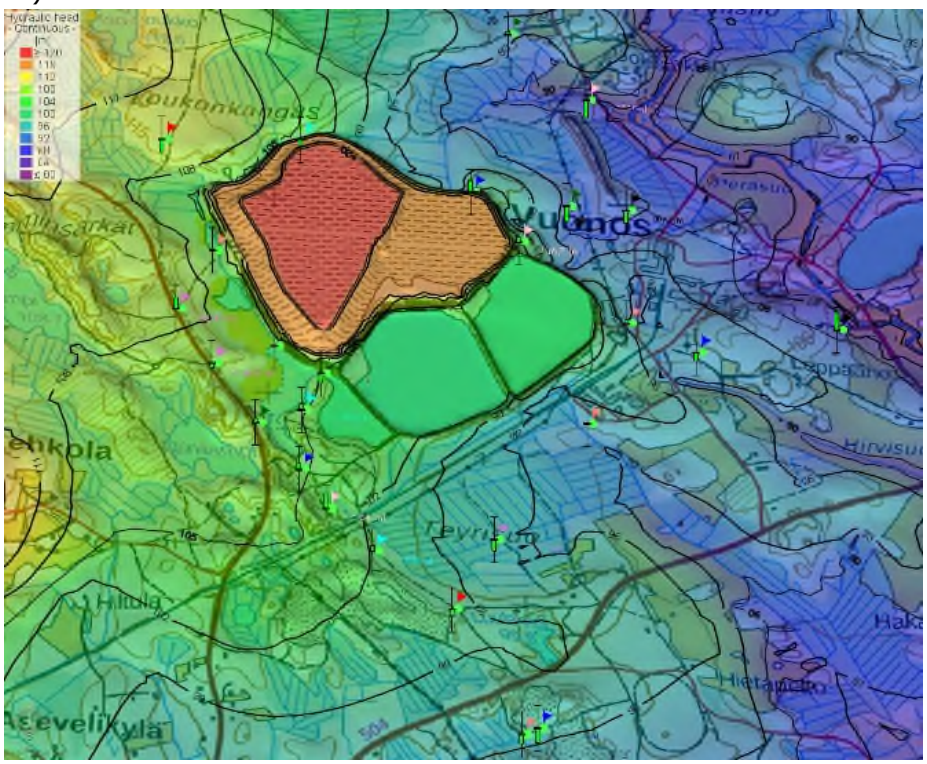
Vaikutukset pohjaveteen: virtausmallinnus

Vuonoksen rikastushiekan läjityskapasiteetin lisäämisen pohjavesivaikutusten arvioimiseksi on Vuonoksen tuotantolaitoksen alueen hydrologisista virtausolosuhteista tehty mallinnus vuonna 2026 (AFRY Finland Oy 2026e, Liite 5). Mallinnus on tehty nykytilanteelle (vuosi 2026, luku 9.2.2.3) sekä rikastushiekan läjityskapasiteetin kasvattamisen eri vaihtoehdoille VE0, VE1, VE2a, VE2b ja VE3.

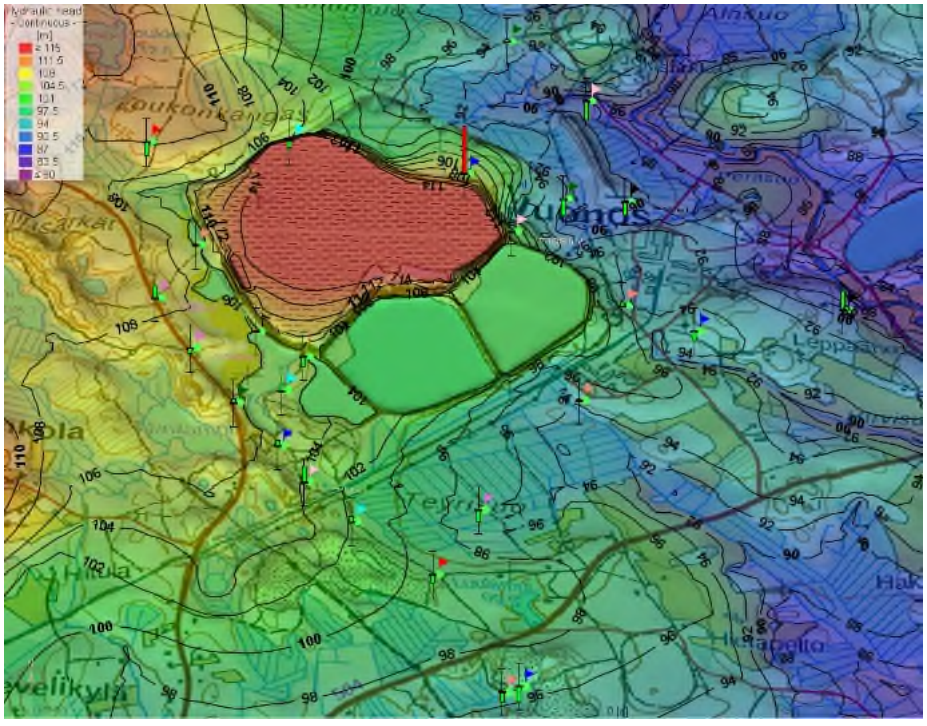
Pohjavesimallinnuksen perusteella pohjaveden virtaussuunta Onkilammensärkät-harjualueella on pohjoisesta etelään ja kohti harjun reuna-alueita, jonne pohjavettä purkautuu. Rikastushiekka-altaan alueelta pohjaveden yleinen virtaussuunta kaikissa vaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 on kohti etelää ja kaakkoa (Kuva 9-27). Lähtökohtaisesti pohjaveden virtaussuunta ei ole rikastushiekka-altaalta kohti länttä ja harjualuetta. Kun simuloidaan rikastushiekka-altaasta ja vastapainealtaista pohjaveden virtauksen mukana lähtevien partikkeleiden kulkeutumisreittejä, partikkeleita päätyy kaikissa vaihtoehdoissa (VE0, VE1, VE2a, VE2b ja VE3) altaan ympärysojaan ja altaan itäpuolelle. Simuloinnin tulos vastaa hyvin pohjaveden tarkkailupisteissä tehtyjä havaintoja esimerkiksi nikkelin ja sulfaatin kulkeutumisesta allasalueelta ympäristöön nykytilanteessa (Kuva 9-18 ja Kuva 9-19). Altaan länsipuolella vastapainealtaat rajoittavat ainakin jossakin määrin partikkeleiden kulkeutumista. Vastapainealtaista partikkeleita voi kuitenkin päätyä pohjaveden mukana myös harjualueen reunalle ja erityisesti pohjavesiputken 301 kohdalle ja sieltä pohjaveden virtaussuunnan mukaisesti kohti allasalueen eteläpuolella olevaa Teyrisuota ja suoalueella myös pintavesiin. Pohjavesimallin perusteella partikkelit eivät kulkeudu putken 301 alueelta pohjaveden virtauksen mukana pitkin harjua etelään, vaan virtaussuunta on kaakkoon kohti suoaluetta. Pohjavesiputkista 9008, 9009 ja PVP1–4 otettujen pohjavesinäytteiden analyysitulokset tukevat tätä tulosta (Kuva 9-21, Taulukko 9-6). Rikastushiekka-altaan alla kulkevilla ruhjeilla ei mallin mukaan ole vaikutusta partikkeleiden kulkeutumiseen. Kuvassa 9-28 on esitetty rikastushiekka-altaalta lähtevien partikkeleiden kulkeutumisreittejä punaisilla viivoilla vaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3.

Copyright © AFRY Finland Oy

a)

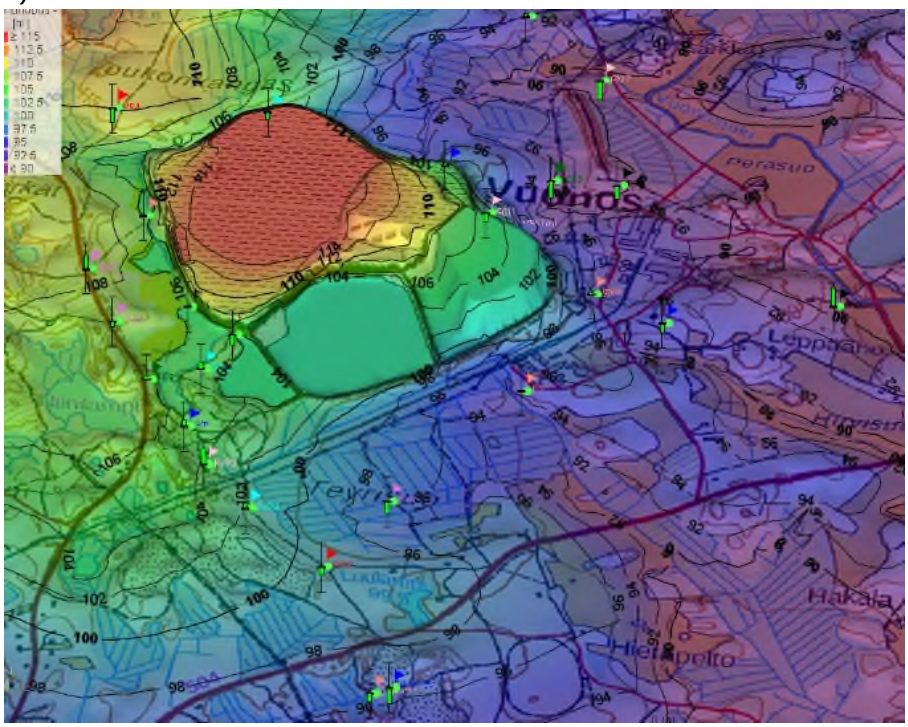


b)

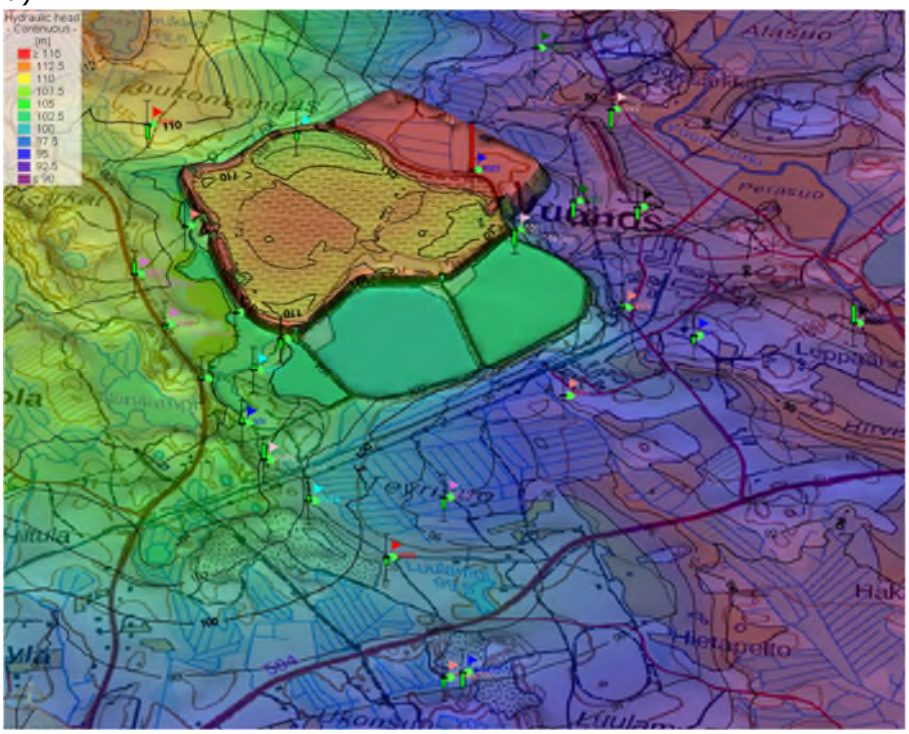


Copyright © AFRY Finland Oy

c)



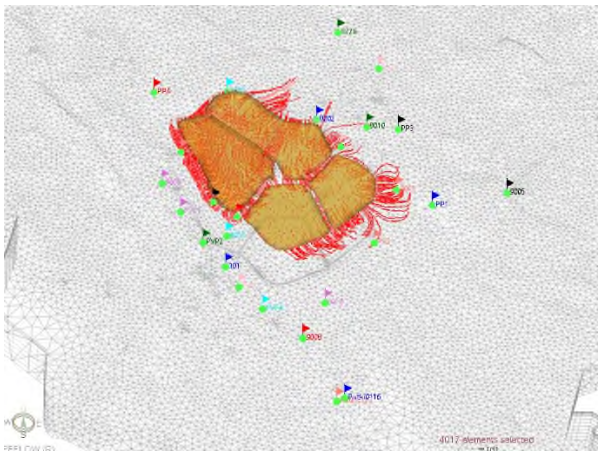
d)



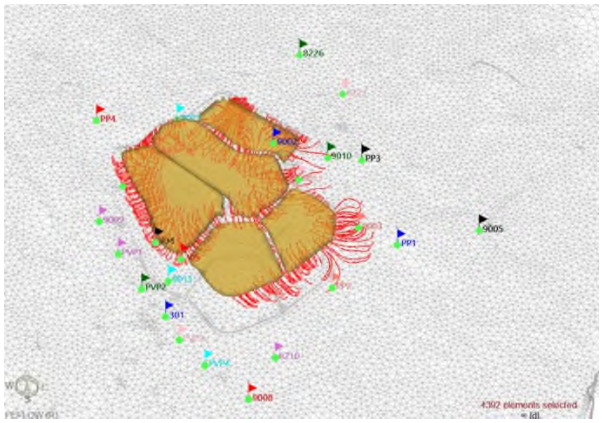
Kuva 9-27. Mallin laskema pohjaveden pinnankorkeus rikastushiekka-altaan lähialueella vaihtoehdoissa a) VE1, b) VE2a, c) VE2b ja d) VE3. Pohjavesiputket on esitetty kuvissa janoina, joissa vihreä palkki kuvaa lasketun ja mitatun pohjaveden pinnankorkeuden eroa. Kun palkki on janan keskikohdan yläpuolella, mallin laskema pohjaveden pinnankorkeus on korkeampi kuin mitattu, ja kun palkki on keskipisteen alapuolella, mallin laskema pohjaveden pinnankorkeus on alempi kuin putkesta mitattu. Pohjaveden virtaussuunta on punaisilta alueilta kohti keltaisia, keltaisilta kohti vihreitä, vihreiltä kohti sinisiä ja sinisiltä kohti liiloja alueita.

Copyright © AFRY Finland Oy

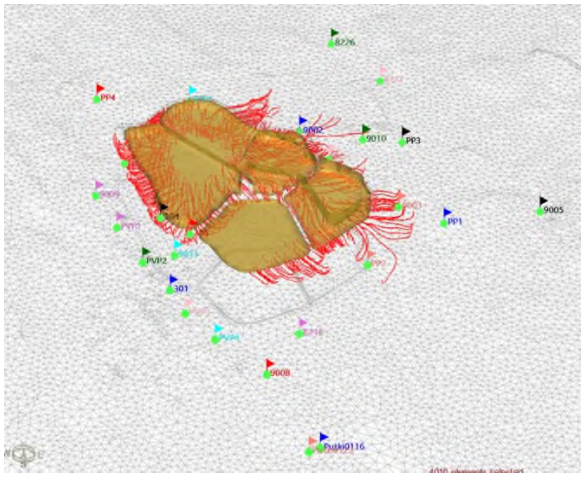
a)



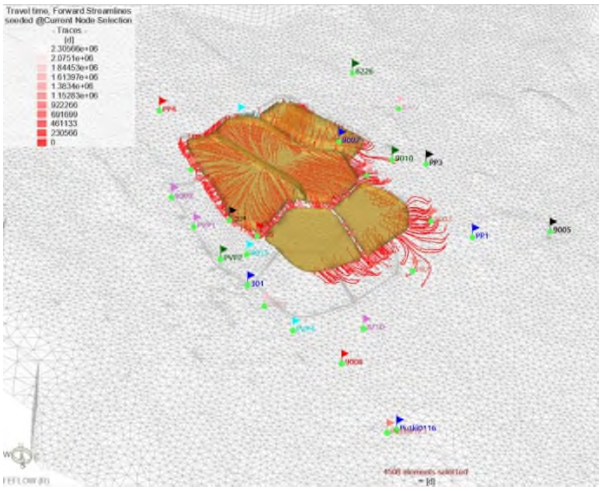
b)



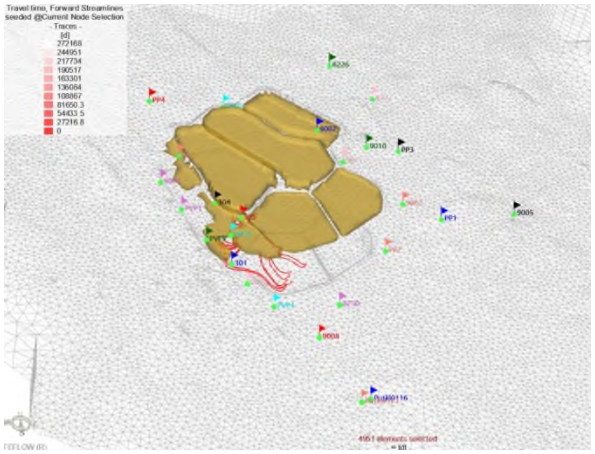
c)



d)



e)



Kuva 9-28. Mallin laskemia rikastushiekka-altaalta a) VE1, b) VE2a, c) VE2b, d) VE3 ja e) vastapainealtailta pohjaveden virtauksen mukana lähtevien partikkeleiden kulkeutumisreittejä kuvattuna punaisilla viivoilla. Rikastushiekka-alue ja vastapainealtaat on korostettu keltaisella.

Vaikka partikkeleiden kulkeutumisreiteissä eri vaihtoehtojen välillä ei ole suurta eroa ja tilanne kulkeutumisreittien osalta kaikissa vaihtoehdoissa muistuttaa paljon nykytilannetta

Copyright © AFRY Finland Oy

(2026/VE0, Kuva 9-17), läjityskapasiteetin lisäämisen vaihtoehdoilla on kuitenkin vaikutusta altaalta pois suotautuvan veden määrään. Vaihtoehdossa **VE0** nykyisen kaltaiset vaikutukset jatkuvat ja saattavat jossain määrin lisääntyä altaan läjityskorkeuden kasvaessa noin vuosiin 2030–2032 asti. Kun vedenpinnan korkeus altaassa nousee ja ero pohjaveden pinnankorkeuteen altaan ympärillä kasvaa, voi veden suotautuminen altaasta ympäristöön lisääntyä, kunnes allas saavuttaa maksimikorkeuden, ja se suljetaan.

Vaihtoehdossa **VE1**, jossa allasta korotetaan, altaan pohjan ja patojen läpi suotautuvan veden määrä voi lisääntyä verrattuna vaihtoehtoon VE0, koska vedenpinnan korkeus altaassa nousee ja ero pohjaveden pinnankorkeuteen altaan ympärillä kasvaa. Tässä vaihtoehdossa **rikastushiekka-altaalta Onkilammensärkät harjualueelle päätyvän suotoveden määrä voi lisääntyä verrattuna VE0 tilanteeseen.**

Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b altaan pohjan ja patojen läpi suotautuvan veden määrä vähenee ei märkäläjityskäytössä olevan altaan kohdalla. Tällöin vaikutus Onkilammensärkät harjualueelle on suurempi silloin, kun rikastushiekka-allas 1 on märkäläjityskäytössä ja pienempi, kun rikastushiekka-allas 2 on märkäläjityskäytössä. Tilanne muistuttaa tältä osin nykytilannetta, jossa altaita täytetään vuorotellen. **Vaihtoehdot VE2a ja VE2b eroavat toisistaan siten, että vaihtoehdossa VE2a uudella altaalla on tiivis pohjarakenne ja suotovedet saadaan uuden altaan alueelta paremmin talteen kuin nykyiseltä altaalta, vaikka alueen kokonaispinta-ala kasvaa.**

Vaihtoehdossa **VE3**, jossa nykyiset rikastushiekka-altaat suljetaan ja uuden altaan pohjalla on tiivisrakenne, **altaista ympäristöön suotautuvan veden määrä vähenee VE0 tilanteeseen verrattuna.**

Vaikutukset pohjaveteen: suotovedenlaadun mallinnus

Vuonoksen rikastushiekan läjityskapasiteetin lisäämisen pohjavesivaikutusten arvioimiseksi on tehty suotovesilaadun geokemiallinen mallinnus (liite 3).

VE0-vaihtoehdossa toiminta päättyy nykyisen ympäristöluvan sallimaan maksimikorkeuteen, eikä sillä ole vaikutusta vedenlaatuun nykytilanteeseen verrattuna. **VE1-vaihtoehdossa** rikastushiekka-aluetta korotetaan, mutta rikastushiekan läjitystapa ja allasolosuhteet säilyvät olennaisesti samoina kuin nykytilanteessa. Kummassakin vaihtoehdossa rikastushiekka-altaan suotoveden laadun voidaan olettaa säilyvän nykyisen kaltaisena.

Hankevaihtoehdot VE2a ja VE2b, joissa magnesiittihiekka läjitetään kuivaläjityksenä, eroavat merkittävästi VE0 ja VE1-vaihtoehdoista sekä läjitysteknisesti että vedenlaadullisesti. Kuivaläjitysvaihtoehdoissa muodostuvan suotoveden pH on mallinnusten perusteella emäksinen sekä toiminnan aikana että sulkemisen jälkeen, ja sulfaatin pitoisuudet ovat selvästi pienempiä kuin nykyisellä rikastushiekka-altaalla. Tämä johtuu pääosin magnesiittihiekan vähäisestä sulfidipitoisuudesta verrattuna nykyiselle rikastushiekka-alueelle läjitettyyn vanhaan Outokumpu Oy:n aikaiseen sulfidirikastushiekkaan sekä siitä, että kuivaläjityksessä prosessiveden osuus huokosvedestä on pienempi kuin märkäläjityksessä. VE2a- ja VE2b-vaihtoehtojen suotovesissä esiintyy mallinnuksen perusteella kuitenkin myös kohonneina pitoisuuksina mm. kadmiumia, kobolttia ja nikkeliä, joskin suotovesien laadun osalta erot näiden kahden vaihtoehdon välillä ovat todennäköisesti vähäisiä. Vedenlaadun mallinnus toteutettiin käyttäen VE2b läjityksen mukaisia tietoja, sillä läjitysalueet ovat dimensioiltaan hyvin

Copyright © AFRY Finland Oy

toistensa kaltaisia. Vedenlaadun sijaan kuormituksen kannalta vaihtoehtojen ero on selkeä: VE2a-vaihtoehdossa tiiviiden pohjarakenteiden ansiosta noin 95 % suotovesistä saadaan talteen, jolloin maaperään ja pohjaveteen kohdistuva kuormitus jää selvästi pienemmäksi kuin VE2b-vaihtoehdossa. VE2b:ssä huomattava osa suotovedestä suotautuu nykyisen rikastushiekka-alueen pohjan kautta ympäristöön, mikä kasvattaa riskiä pohjaveden kuormittumiselle.

Hankevaihtoehdoista VE2a–b kuormitus pohjaveteen on suurempi vaihtoehdossa VE2b, jossa uusi läjitysalue sijoittuu nykyisen pohjarakenteettoman alueen päälle.

Hankevaihtoehdossa VE3 magnesiittihiekka läjitetään uutena märkäläjitysalueena nykyisen rikastushiekka-altaan kylkeen. Toiminnan aikana suotoveden laatuun vaikuttaa merkittävästi prosessivesi, minkä seurauksena erityisesti sulfaatin, typen ja nikkelin pitoisuudet ovat kohonneita. Sulfaattipitoisuudet ovat VE3-vaihtoehdossa toiminnan aikana korkeampia kuin kuivaläjitysvaihtoehdoissa (VE2a–b) ja lähellä nykytilanteen tasoa.

Hankevaihtoehdon VE3 toteutuessa kuormitus pohjaveteen on toiminnan aikana pienempi kuin nykyisen toiminnan kuormitus, mikäli nykyinen rikastushiekka-allas suljetaan samalla kun VE3-allas otetaan käyttöön. VE3-altaalta pohjaveteen kohdistuva kuormitus on tiiviiden pohjarakenteiden takia huomattavasti pienempi kuin nykyisen altaan kuormitus ja näin ollen myös pienempi kuin hankevaihtoehtojen VE2a–b mukaiset kuormitukset. Nykyiseltä rikastushiekka-altaalta pohjaveteen kohdistuvaa kuormitusta ei voida tietää, mutta tietäen altaalla olevan huomattava määrä vanhaa Outokumpu Oy:n aikaista sulfidirikastushiekkaa ja alueen olevan pohjarakenteeton, voidaan käytännössä olla varmoja, että kuormitus on suurempi kuin mitä VE3 vaihtoehdon mukaiselta tiiviin pohjarakenteen läjitysalueelta muodostuu.

9.3.2.2 Purkuvesien johtaminen

Tuotantolaitokselta purettava käsitelty ylimäärävesi pumpataan purkuputkea pitkin Sysmäjärveen (PVE1) tai Viinijärveen (PVE2a–c). Viinijärvessä putkella on kolme vaihtoehtoista purkupistettä (Kuva 9-9). Maaperä on Viinijärveen johtavilla putkilinjauksilla pääosin turvetta, moreenia, savea ja harjualueen ylityskohdassa karkearakeisia maalajeja kuten hiekkaa ja soraa. Putkilinjauksen vaikutusalueella ei ole arvokkaita geologisia kohteita, mutta vaihtoehdoissa PVE2a–c putkilinjaus kulkee Makumäen luokitellun pohjavesialueen läpi, ja purkureitti PVE2a kulkee Makumäen pohjavesialueelle suunnitellun pohjavedenottamon arvioidun, ohjeellisen suojavyöhykkeen halki. Nykyinen Sysmäjärveen johtava purkuputki (PVE1) kulkee luokiteltujen pohjavesialueiden Onkilammensärkät ja Saari-Oskamo läpi.

Putkilinjausten ympärillä olevissa kiinteistöissä (Kuva 23-2) voi olla talousvesikaivoja. Vaikutuksia talousvesikaivojen veden laatuun tai määrään ei arvioida olevan. Purkuputki ei arvion mukaan ulotu pohjavesikerrokseen, ellei pohjavedenpinta ole hyvin lähellä maanpintaa. Putken asentamisen jälkeen kaivanto täytetään. Siten mahdolliset vähäiset rakentamisen aiheuttamat vaikutukset (esim. veden samentuminen) ajoittuvat rakentamisen aikaan. Rakentamisen jälkeen, kun kaivanto on täytetty, palautuvat pohjavesiolosuhteet vähitellen ennalleen. Rakentamisen aikana pohjaveden laadun seurantaa tehostetaan tarpeen mukaan.

Toiminnan aikana maaperään kohdistuvia vaikutuksia voi aiheutua lähinnä putken rikkoontuessa, jolloin maaperään voi päästä vettä. Putkilinjan huolto- ja korjaustöiden

Copyright © AFRY Finland Oy

aikana maaperään kohdistuvat vaikutukset ovat lähinnä kaivutöistä johtuvia ja tilapäisiä. Putkireittilinjauksilla PVE1 ja PVE2a–c pohjavesialueiden läpimenokohdat luokitelluilla pohjavesialueilla Onkilammensärkät, Saari-Oskamo ja Makumäki (Kuva 9-9) ovat herkkiä poikkeustilanteen vaikutuksille. Riskeihin varaudutaan ohjeistamalla toimintatapoja etukäteen sekä varaamalla työmaalle imeytysmateriaaleja ja ensitorjuntavälineitä. Makumäen pohjavesialueella purkureittivaihtoehdoissa (PVE2a–c) purkuputket suojataan erityisrakentein. Tarkemmat rakenne- ja toteutussuunnitelmat tehdään seuraavissa suunnitteluvaiheissa, mikäli jokin vaihtoehdoista PVE2a–c valitaan toteutettavaksi.

9.3.2.3 Raakaveden otto Outokummun avolouhoksesta

Tuotantolaitoksella otetaan nykyään raakavettä Viinijärvestä ja Outokummun vanhasta avolouhoksesta. Vaihtoehdossa RVE1 nykykäytäntöä jatketaan. Vaihtoehdossa RVE2 raakavettä otetaan ainoastaan Viinijärvestä. Jos vedenotto Outokummun vanhasta avolouhoksesta lopetetaan, vedenpinnan korkeus louhoksessa alkaa kohota, ja lopulta vettä purkautuu louhoksesta ylivuotona ympäristöön ja Vuonosjokeen. Vedenpinnan noustessa louhoksesta voi alkaa suotautua vettä myös pohjavetenä ympäristöön. Tähän vaikuttaa maa- ja kallioperän vedenjohtavuus ja pohjaveden luontaiset virtaussuunnat. Avolouhoksen vedenpinnan korkeuden kohoaminen ei aiheuta ylivuotoa Vuonoksen kaivospiirin alueella avolouhoksen länsipuolella olevasta vesikuopasta tai kaivosta, josta vettä pumpataan raakavedeksi.

9.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan jälkeen rikastushiekka-alue jälkihoidetaan (siistiminen, muotoilu/maisemointi/peittokerrokset, kasvitus) lupamääräysten/ohjeistuksen mukaisesti. Vedenotto Viinijärvestä ja Outokummun vanhasta avolouhoksesta lopetetaan.

Toimintahistorian takia alueen topografia on suuresti muuttunut. Rikastushiekka-alueella suotoveden muodostuminen vähenee sen jälkeen, kun läjitys lopetetaan ja alueet on peitetty tai purettu lupaehtojen mukaisesti. Peittämisen jälkeen suotovettä muodostuu pintakerroksen läpi imeytyvästä sadannasta ja määrä riippuu peittokerroksen vedenläpäisevyydestä. Läjitysalueiden vaikutukset pohjaveteen ovat toiminnan jälkeen paikallisia.

Vaikutusten merkittävyyden kannalta on keskeistä, että kohdealueen ja sen välittömän lähiympäristön pohjavesiä ei hyödynnetä. Muutamia talousvesikaivoja on lähialueella. Nykyisen seurannan mukaan niissä ei ole havaittu toiminnasta johtuvia vaikutuksia. Vaikutuksia ei arvioida olevan myöskään tulevaisuudessa. Alueen maaperän vedenjohtavuus on myös harjualueita lukuun ottamatta varsin alhainen, jolloin pohjaveden ja haitta-aineiden kulkeutuminen on hidasta.

Pohjaveden vaikutustarkkailua tullaan jatkamaan viranomaisten hyväksymällä tavalla ja laajuudessa myös jälkihoitovaiheessa. Pohjavesimallia tullaan myös päivittämään tarpeen mukaan.

Kun vedenotto Outokummun vanhasta avolouhoksesta lopetetaan, vedenpinnan korkeus avolouhoksessa nousee, ja vettä purkautuu louhoksesta ylivuotona ympäristöön. Vedenpinnan noustua louhoksesta voi suotautua vettä myös pohjavetenä ympäristöön.

Copyright © AFRY Finland Oy

Suotovedenlaadun mallinnus

Rikastushiekka-alueella muodostuvien suotovesien laatua sulkemisen jälkeen on arvioitu erikseen kullekin hankevaihtoehdolle (VE0, VE1, VE2a, VE2b ja VE3). Vedenlaatujen mallinnusraportti on esitetty liitteessä 3.

Hankevaihtoehtojen VE0 ja VE1 vedenlaatu mallinnettiin kolmelle eri sulkemisen jälkeiselle tilanteelle, joissa prosessiveden osuus huokosvedestä väheni vaiheittain. Heti sulkemisen jälkeen suotovesi on lievästi hapanta (pH 6) ja usean metallin pitoisuus ylittää ympäristönlaatunormin. Ajan kuluessa ja prosessiveden korvautuessa sadevedellä suotoveden pH nousee kohti emäksistä ja metallipitoisuudet pienenevät.

Hankevaihtoehtojen VE2a ja VE2b sulkemisen jälkeisen suotovedenlaatu mallinnettiin vain yhdelle tilanteelle, jossa kuivaläjityksen huokosveden sisältämät prosessivesijäänteet ovat lähes täysin korvautuneet sadevedellä. Mallinnuksessa prosessiveden osuudeksi huokosvedestä arvioitiin 6 %. Tämä on huomattavasti pienempi osuus kuin nykyisen rikastushiekka-altaan ja VE3-mukaisen rikastushiekka-alueen sulkemisen jälkeisen suotoveden laadun mallinnuksessa, sillä kuivaläjityksessä prosessiveden osuus on jo toiminnan aikana hyvin pieni. Suotoveden pitoisuudet ovat VE2a–b tilanteessa pääosin pienempiä kuin hankevaihtoehdossa VE3, sillä kuivaläjityksessä prosessivesi ei pääse dominoimaan suotoveden laatua.

Hankevaihtoehdon VE3 sulkemisen jälkeisen vedenlaadun mallinnuksessa oletettiin, että 20 % prosessivedestä on korvautunut sadevedellä. Mallinnus kuvastaa näin sulkemisen jälkeistä vedenlaatua noin parinkymmenen vuoden jälkeen sulkemisesta. Vertailuksi, nykyisen rikastushiekka-altaan huokosveden prosessiveden osuuden on arvioitu puolittuvan 66 vuodessa. Sulkemisen jälkeen veden laatu paranee hitaasti, koska huokosveden sisältämän prosessiveden korvautuminen sadevedellä tapahtuu pitkällä aikavälillä. Sulkemisen jälkeisessä suotovedessä sulfaatin pitoisuus on selvästi suurempi kuin hankevaihtoehdoissa VE2a–b. Muiden aineiden osalta erot ovat pieniä. Kuormitus pohjaveteen on hankevaihtoehdossa VE3 tiiviin pohjarakenteen takia pienempi kuin hankevaihtoehdossa VE2b, lukuun ottamatta sulfaattia, jonka kuormitus on prosessivesijäämien seurauksena olevan korkean pitoisuuden takia suurempi.

9.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 toiminta jatkuu nykyisellään vuoteen 2030–2032 asti. Vaikutukset maaperään ja pohjaveteen jatkuvat nykyisen kaltaisina tai voivat hieman kasvaa nykyisestä läjitysten myötä. Toiminta päättyy, kun rikastushiekka-allas saavuttaa nykyisen ympäristöluvan maksimikorkeuden (+116 m mpy (N60) rikastushiekan läjityskorkeus, +117 m mpy (N60) patoharjat). Vesienhallinta säilyy ennallaan.

9.4 Yhteisvaikutukset

Hankealueen läheisyyteen ei sijoitu muita hankkeita, joilla olisi merkitystä maa- ja kallioperän tai pohjavesien kannalta.

9.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Toiminnan takia alueen maaperään sekä pohjaveteen kohdistuvat vaikutukset ovat väistämättömiä. Kallioperään ei kohdistu vaikutuksia.

Copyright © AFRY Finland Oy

Rikastushiekka-altaan osalta vaihtoehdot VE2a ja VE3 ovat selvästi erilaisia kuin vaihtoehdot VE0, VE1 ja VE2b, sillä vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 rakentamista tapahtuu nykyisen rikastushiekka-altaan ulkopuolella, kun alueelle rakennetaan uusi rikastushiekka-allas tiiviillä pohjarakenteella. Vaihtoehdoissa VE3 nykyinen rikastushiekka-allas suljetaan sulkemissuunnitelman mukaisella peittorakenteella, mikä pienentää nykyisiä suotovesivaikutuksia merkittävästi. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2b nykyistä rikastushiekka-aluetta korotetaan.

Vaihtoehto PVE1 eroaa merkittävästi vaihtoehdoista PVE2a–b, sillä vaihtoehdossa PVE1 ei tehdä uusia kaivuutöitä.

Maa- ja kallioperä

Kaivospiirin alueelle tai sen lähiympäristöön ei sijoitu arvokkaita kalliomuodostumia, kivikkoja, ranta- tai tuulikerrostumia tai moreenimuodostumia. Koska hankealueella ei ole arvokkaiksi luokiteltuja tai koettuja geologisia kohteita, maa- ja kallioperän osalta herkkyys muutoksille kohdealueella on vähäinen.

Koska alueella ei tehdä louhintaa, kallioperään ei kohdistu vaikutuksia. Vaihtoehdoissa VE0 ja PVE1 ei tehdä uusia rakennustöitä, joten niillä ei ole vaikutusta maaperään. Altaan laajennuksen vaikutukset kohdistuvat nykyisen altaan läheisyyteen tai sen päälle, joten maaperän osalta muutoksen suuruuden arvioida olevan hankevaihtoehdoissa VE1–3 vähäisiä negatiivisia. Hankevaihtoehdoissa PVE2a–c tehdään kaivuutöitä pohjavesialueiksi luokitelluilla harjumuodostumilla, joten niiden osalta muutoksen suuruuden voidaan arvioida olevan kohtalainen kielteinen. **Maa- ja kalloperän osalta hankkeella on siten vähäinen kielteinen vaikutus** (Taulukko 9-8)**.**

Pohjavesi

Välittömästi rikastushiekka-altaan länsipuolella on luokiteltu, vedenhankintakäyttöön soveltuva pohjavesialue, jonka itäreunalla pohjavesialuerajauksen sisäpuolella (putki 301) on havaittu rikastushiekka-altaan vaikutuksia. Kaikki purkureittivaihtoehdot kulkevat luokiteltujen, vedenhankintaa varten tärkeiden tai siihen soveltuvien pohjavesialueiden halki.

Partikkeleiden/haitta-aineiden kulkeutumisreiteissä eri vaihtoehtojen VE0–VE3 välillä ei ole suurta eroa, ja tilanne kulkeutumisreittien osalta muistuttaa paljon nykytilannetta. Vaihtoehdoilla on kuitenkin vaikutusta altaalta pois suotautuvan veden määrään ja vaikutusten ajalliseen kestoon. Pohjavesivaikutusarvion mukaan:

- Vaihtoehdossa VE0 nykyisen kaltaiset vaikutukset jatkuvat tai saattavat jossain määrin lisääntyä altaan läjityskorkeuden kasvaessa noin vuosiin 2030–2032 asti.
- Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaalta Onkilammensärkät-harjualueelle päätyvän suotoveden määrä voi lisääntyä verrattuna VE0 tilanteeseen, koska vedenpinnan korkeus altaassa nousee, mikä lisää veden suotautumista altaasta ympäristöön. Vaikutukset jatkuvat noin vuoteen 2050 asti.
- Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b tilanne muistuttaa nykytilannetta, jossa altaita täytetään vuorotellen. Vaihtoehdot eroavat siten, että uudella VE2a altaalla on tiivis pohjarakenne, ja suotovedet saadaan uuden altaan alueelta paremmin talteen kuin nykyiseltä altaalta, vaikka altaan kokonaispinta-ala kasvaa. Vaikutukset jatkuvat noin vuoteen 2050 asti.

Copyright © AFRY Finland Oy

- Vaihtoehdossa VE3 altaista ympäristöön suotautuvan veden määrä vähenee VE0 tilanteeseen verrattuna, koska nykyiset altaat suljetaan ja uudella altaalla on tiivis pohjarakenne. Vaikutukset Onkilammensärkät-pohjavesialueelle vähenevät. Vaikutukset jatkuvat noin vuoteen 2050 asti.

Purkureittivaihtoehdot PVE1 ja PVE2a–c eroavat selvästi toisistaan, sillä vaihtoehdoissa PVE2a–c tapahtuu rakentamista uusilla reittilinjauksilla. Vaihtoehdoissa PVE2a–c uusi putkilinjaus kulkee Makumäen luokitellun pohjavesialueen läpi, ja purkureitti PVE2a kulkee Makumäen pohjavesialueelle suunnitellun pohjavedenottamon arvioidun, ohjeellisen suojavyöhykkeen halki. Myös nykyinen Sysmäjärveen johtava putkilinja kulkee luokitellun pohjavesialueen reunan poikki. Toiminnan aikana purkuputkista voi aiheutua maaperään ja pohjaveteen kohdistuvia vaikutuksia lähinnä putken rikkoontuessa, jolloin maaperään voi päästä vettä. PVE2a- ja PVE2b- reiteillä on periaatteessa mahdollista, että suoalueiden pinta- tai pohjavedet vaikuttavat Makumäen pohjavesialueella pohjavesimuodostuman vedenlaatuun pohjavesialueen reuna-alueella, jos putkikaivanto ulottuu pohjaveden pinnan alapuolelle pohjavesialueen reunalla. Toisaalta kaivannosta voi aiheutua pohjaveden purkautumista pohjavesi-alueelta, mikä voi vaikuttaa pohjavesimuodostuman pohjaveden määrään ja pinnankorkeuksiin.

Vaihtoehdot RVE1 ja RVE2 eroavat siten, että vaihtoehdossa RVE2 Outokummun vanhan avolouhoksen vedenpinnan korkeus nousee, ja avolouhoksesta alkaa purkautua vettä pinta- ja pohjavetenä ympäristöön. Avolouhoksen ympäristövaikutukset ovat Outokumpu Oy:n eivätkä Mondon vastuulla.

Pohjaveden osalta herkkyys muutoksille hankevaihtoehtojen VE0–3 osalta on suuri, sillä vieressä on vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue. Vaihtoehtojen PVE1 ja PVE2b–c osalta herkkyys on suuri, sillä purkuputket kulkevat vedenhankintaan soveltuvan tai tärkeiden pohjavesialueiden läpi. Vaihtoehdon PVE2a osalta herkkyys on erittäin suuri, sillä putkilinjaus kulkee suunnitellun pohjavedenottamon arvioidun, ohjeellisen suojavyöhykkeen halki.

Muutoksen voimakkuus vaihtoehdoissa VE0, VE3 ja PVE2a–c arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi, vaihtoehdoissa VE2a–b kohtalaiseksi kielteiseksi ja vaihtoehdossa VE1 ja suureksi kielteiseksi nykytilaan verrattuna.

Pohjaveden osalta hankkeella on siten vaihtoehdon mukaan vähäinen, kohtalainen tai suuri kielteinen vaikutus. Vaikutusten merkittävyyden arviointi on esitetty taulukossa 9-9.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 9-8. Maa- ja kallioperään kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen			PVE2 a–c	VE1–3	VE0 PVE1 RVE1 RVE2				
	Kohtalainen									
	Suuri									
	Erittäin suuri									

Taulukko 9-9. Pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen									
	Kohtalainen				RVE2	RVE1				
	Suuri		VE1 VE2b	VE2a	VE0 VE3 PVE2 b–c	PVE1				
	Erittäin suuri				PVE2 a					

9.6 Arvioinnin epävarmuudet

Mallinnuksiin liittyy aina tiettyä epävarmuutta. Numeerisessa pohjavesimallinnuksessa merkittävä epävarmuuden lähde tuloksissa on usein kallio- ja maaperän hydraulinen johtavuus, mikä on vaikea mitata tarkasti ja kattavasti sekä yleistää koko mallinnettavalle maaperä- ja kalliotilavuudelle. Vuonoksen pohjavesimallissa maaperän hydraulisen johtavuuden arvojen merkitys on suurempi kuin kallion hydraulisen johtavuuden arvojen, koska rikastushiekka-allas sijaitsee paksuhkojen maakerrosten päällä eikä alueella ole louhintaa. Vuonoksen pohjavesimallissa kallioperän hydraulinen johtavuus perustuu Mondon Vuonoksen koillispuolella olevien Horsmanahon, Karnukan ja Vasarakankaan kaivosten pohjavesimalleissa käytettyihin kallioperän vedenjohtavuuden arvoihin. Näissä malleissa kallioperän vedenjohtavuus perustuu olemassa olevien avolouhosten kuivatusvesimääriin. Vuonoksen pohjavesimallissa maaperän hydraulisen johtavuuden

Copyright © AFRY Finland Oy

arvot perustuvat slug-testeihin, tyypillisiin eri maalajien vedenjohtavuuden arvoihin sekä mallin kalibrointiin.

Sadannasta pohjavedeksi imeytyvän veden määrää on myös vaikea mitata tai arvioida tarkasti. Pohjavesimallissa käytetty pohjaveden muodostumisen määrä perustuu Ilmatieteenlaitoksen Viuruniemen sääasemalla mitattuun sadannan määrään (Ilmatieteenlaitos 2026) ja eri maalajeille tyypillisiin pohjaveden muodostumisen määriin sekä mallin kalibrointiin.

Mallin luotettavuutta on mahdollista parantaa tekemällä lisää maaperän vedenjohtavuuden mittauksia ja pohjaveden pinnankorkeuden seurannalla. Pohjaveden pinnankorkeuden ja laadun tarkkailua varten on tämän työn yhteydessä asennettu uusia pohjaveden tarkkailuputkia Onkilammensärkät-harjualueelle.

Kaivannaisjätealueilla kaivoksen toiminnan aikana ja sulkemisen jälkeen muodostuvien suotovesien mallinnettuihin vedenlaatuihin liittyy myös epävarmuutta (mm. syötetiedot ja oletukset). Epävarmuudet eivät ole tämän arvioinnin lopputuloksen kannalta merkittäviä. Mallinnuksen epävarmuuksia on käsitelty mallinnusraporteissa (liitteet 3, 12 ja 13).

9.7 Vaikutusten lieventäminen

Maaperään ja kallioperään kohdistuvien vaikutusten lieventämisen mahdollisuudet ovat hankkeen luonteen takia vähäiset.

Rakentamisen ja toiminnan aikana työmaalla varaudutaan etukäteen mahdollisiin polttoainevuotoihin. Riskeihin varaudutaan ohjeistamalla toimintatapoja etukäteen sekä varaamalla työmaalle imeytysmateriaaleja ja ensitorjuntavälineitä. Sähkötoimisten kuljetus- ja muun kaivoskaluston käyttö vähentää myös ympäristöriskejä.

Pohjaveteen kohdistuvien haittojen ehkäisemisessä ja lieventämisessä ovat avainasemassa asiantunteva riskikohteiden tunnistaminen, riittäviin tutkimuksiin perustuva rakentamisen suunnittelu ja rakennusmenetelmien valinta, työn toteutuksen, suunnitelmien ja ohjeiden noudattamisen valvonta sekä vaikutusten seuranta.

Maaperän kaivuussa pohjaveden laadulliseen tilaan kohdistuvia vaikutuksia voidaan lieventää huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella. Pohjavesialueella purkuputket suojataan erityisrakentein. Tarkemmat rakenne- ja toteutussuunnitelmat tehdään seuraavissa suunnitteluvaiheissa, mikäli jokin vaihtoehdoista PVE2a–c valitaan toteutettavaksi.

Hankealueen ulkopuolelta hankealueelle tuotavien maa-ainesten vaikutuksia pohjaveden laadulliseen tilaan voidaan lieventää varmistamalla tuotavien massojen puhtaus.

Poikkeustilanteisiin liittyviä ja pohjaveden laadulliseen tilaan kohdistuvia riskejä voidaan ehkäistä teknisin ja toiminnallisin keinoin. Teknisiä ehkäisykeinoja ovat esimerkiksi peräkkäiset suojarakenteet, kuten useampivaippaiset säiliöt ja näiden suoja-altaat. Toiminnallisia ehkäisykeinoja ovat työntekijöiden kouluttaminen ja opastaminen toimimaan oikeaoppisesti, turvallisesti ja huolellisesti, sekä varautuminen poikkeustilanteisiin.

Copyright © AFRY Finland Oy

Purkuputken rakentaminen suunnitellaan siten, että haitallisia vaikutuksia yksityisten kiinteistöjen kaivoihin ei aiheudu. Muun muassa työkoneiden liikkumista kaivojen lähellä vältetään, millä estetään kaivonrenkaiden siirtymistä.

Nykyinen purkuputki (Kuva 3-15) tarkistetaan kävelemällä putkireitti 1-2 vuoden välein. Viimeisin tarkistuskierros on tehty keväällä 2025. Jos vuotoja havaitaan, ryhdytään korjaaviin toimenpiteisiin, selvitetään vuodon aiheuttaja ja tehdään ennaltaehkäisevät toimenpiteet, jotta vuodot saataisiin estettyä jatkossa.

Suotovesistä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia ehkäistään valituilla läjitysalueiden pohjarakenteilla sekä suotovesien keräilyllä, käsittelyllä ja seurannalla. Rikastushiekka-alueen ja sen patojen rakenteen selvittämiseksi vuonna 2025 tehtiin kairauksia rikastushiekka-alueella ja vuonna 2026 rikastushiekka-altaan länsireunan padolla. Vuonna 2025 selvitettiin alustavasti myös suotovesipumppaamojen toimivuutta ja suoto-ojien syventämisen mahdollisuutta. Suotovesiojista pumppaamoihin kertyvä vesi ohjataan vesienkäsittelyyn. Suotovesiojissa ei ole pohjarakenteita.

Kesällä 2026 suotovesiojien toimintaa on parannettu syventämällä ja muotoilemalla suoto-ojia, jotta veden virtaus suotovesipumppaamoille saadaan varmistettua. Suotovesipumppaamoiden toimintaa on optimoitu ja säädetty kesällä 2026, jotta suotovesiojien pinta saadaan pidettyä mahdollisimman alhaalla. Selvitetään mahdollisuutta tehdä uudet suoto-ojat ja uudet suotovesipumppaamot allasalueen etelä- ja luoteispuolelle.

Pohjavesitarkkailu jatkuu viranomaisen hyväksymällä tavalla.

Copyright © AFRY Finland Oy

10 VESISTÖT JA VEDENLAATU



10 VESISTÖT JA VEDENLAATU

YHTEENVETO

- Hankevaihtoehtojen erot muodostuvat sekä kuormituksen määrästä että kuormituksen johtamispaikasta. Hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 purkuvedet voidaan johtaa nykyiseen tapaan Lahdenjoen kautta Sysmäjärveen (PVE1) tai uuden purkuputken kautta Viinijärveen kolmeen vaihtoehtoiseen kohtaan (PVE2a–c).
- Sysmäjärveen on kohdistunut ihmistoiminnan kuormitusta yli sadan vuoden ajan ja järven vedenlaatu on heikentynyt. Hankevaihtoehdot VE1–VE3 aiheuttavat vähäisiä muutoksia järven vedenlaadussa, sillä Vuonoksesta tuleva kuormitus muodostaa vain osan järveen kohdistuvasta kokonaiskuormituksesta. Hankevaihtoehdoissa VE2a–b nikkelin pitoisuudet nousevat hieman, ja vaihtoehdossa VE3 voidaan havaita nikkelin määrän hienoista laskua. Muiden aineiden osalta järven vedenlaatu säilyy pitkälti nykyisellään kaikissa vaihtoehdoissa. Järven rehevyystaso ei muutu.
- Vuonosjoen-Sätösjoen ainepitoisuudet säilyvät hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 hyvin lähellä nykyistä tasoa.
- Viinijärvessä purkuputken vaikutus näkyy alusvedessä talvikerrostuneisuuskauden lopulla ainepitoisuuksien nousuna putken suun lähimmissä syvänteissä. Jäiden lähdön jälkeen kevättäyskierto sekoittaa vedet, ja pinnan ja pohjan ainepitoisuuksissa ei havaita avovesikaudella merkittäviä eroja. Purkuputken käyttäminen ei johda järven pysyvään kerrostuneisuuteen.
- Pohjoisin purkuputkivaihtoehto PVE2a aiheuttaa suurimmat ainepitoisuuksien nousut alusvedessä talvikauden lopulla. Vaihtoehdossa PVE2b pitoisuusnousut ovat hieman pienempiä, mutta vaikutusalueen koko on suurempi kuin vaihtoehdossa PVE2a. Vähäisimmät vaikutukset on eteläisimmällä purkuputkivaihtoehdolla PVE2c, joka aiheuttaa lievää ainepitoisuuksien nousua talvikaudella.
- Vuonoksen purkuputken vaikutusalueet ja Horsmanahon ja Karnukan louhosalueiden kuormituksen vaikutusalueet säilyvät Viinijärvessä erillisinä, ja toiminnoilla on vähäinen yhteisvaikutus keskenään. Hautalammen kaivoshankkeen ja Vuonoksen hankevaihtoehtojen yhteisvaikutukset ovat lähellä nykyisin havaittua tasoa, mutta typen määrä järvessä nousee hiukan.
- Hankevaihtoehtojen vesistövaikutusten merkittävyyttä on arvioitu IMPERIA-menetelmän mukaisesti, jossa hankkeen muutoksen merkittävyyttä verrataan nykytilaan. Sysmäjärvessä hankevaihtoehdot VE2a–b tuottavat vähäisen negatiivisen muutoksen. Vaihtoehto VE1 ei poikkea nykytilasta ja vaihtoehto VE3 tuottaa vähäisen positiivisen muutoksen. Viinijärvessä purkuputkivaihtoehdot PVE2a–b johtavat kohtalaiseen negatiiviseen muutokseen. Vaihtoehto PVE2c tuottaa vähäisen negatiivisen muutoksen.

Copyright © AFRY Finland Oy

10.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Vaikutusarvio on laadittu asiantuntijatyönä, ja sen lähtöaineistona ovat toimineet hankkeeseen liittyvä suunnitteluaineisto, arvioitavaan kohteeseen liittyvä taustatieto muun muassa vesistön ja eliöstön nykytilasta, tieto nykyisen kuormituksen aiheuttamista vaikutuksista sekä kokemus aiempien vastaavien hankkeiden vaikutusarvioinnista ja niissä ilmenneistä ympäristövaikutuksista. Sysmäjärven ja Viinijärven osalta lähtöaineistona toimivat vesistömallinnukset ja virtavesien osalta pitoisuusnousu- ja sekoittumislaskelmat. Arvioinnissa on lisäksi hyödynnetty tarkoitukseen soveltuvien tutkimusartikkeleiden ja selvitysten tietoja erilaisen kuormituksen aiheuttamista vesistö- ja eliöstövaikutuksista.

Vesistövaikutusarvion suurimmat epävarmuustekijät liittyvät mallinnusten ja pitoisuuslaskelmien perustana oleviin kuormitus- ja vesimäärätietoihin. Kokonaisuutena vesistövaikutusarvio perustuu konservatiivisiin lähtötietoihin, ja keskimääräistä tilannetta kuvaavia arvioita voidaan pitää luotettavampina kuin hetkellisiä ääritilanteita kuvaavia arvioita. Viinijärven vesistömallinnus ei toistanut mitattuja pitoisuuksia järven pohjoisosassa olevassa syvänteessä, mikä on huomioitu vesistövaikutusarviossa ja puutetta on kompensoitu muilla arviointimenetelmillä. Vesistömallinnuksiin liittyvä tarkempi kuvaus, lähtötiedot, epävarmuudet ja kaikki tulostukset on esitetty tarkemmin erillisissä liitteissä (liite 6).

Nykytilassa (VE0) kuormitus johdetaan Lahdenjokeen, josta vedet virtaavat edelleen Sysmäjärveen. Järveen kohdistuu Ruutunjoen kautta Keretin alueen toimintojen pistekuormitusta, Lahdenjoen kautta Outokummun jätevedenpuhdistamon kuormitusta sekä maa- ja metsätalouden, asutuksen ja muun ihmistoiminnan hajakuormitusta. Nykyisen kuormituksen aiheuttamat vesistövaikutukset on kuvattu vesistöjen nykytilaa käsittelevässä luvussa 10.3.

Nykytilassa (VE0) ja hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 purkuvedet johdetaan Sysmäjärveen nykyistä reittiä (PVE1), jolloin hankkeen vaikutusalue kattaa Lahdenjoen ja Sysmäjärven. Sysmäjokeen kohdistuu lievää nikkelikuormitusta hankevaihtoehdossa VE2b. Mikäli vedet johdetaan vaihtoehtojen PVE2a–c mukaisesti Viinijärveen, vaikutusalueeksi muodostuu Viinijärven läntisen altaan pohjois- ja keskiosa. Taipaleenjokeen tai Heposelkään ei kohdistu vaikutuksia.

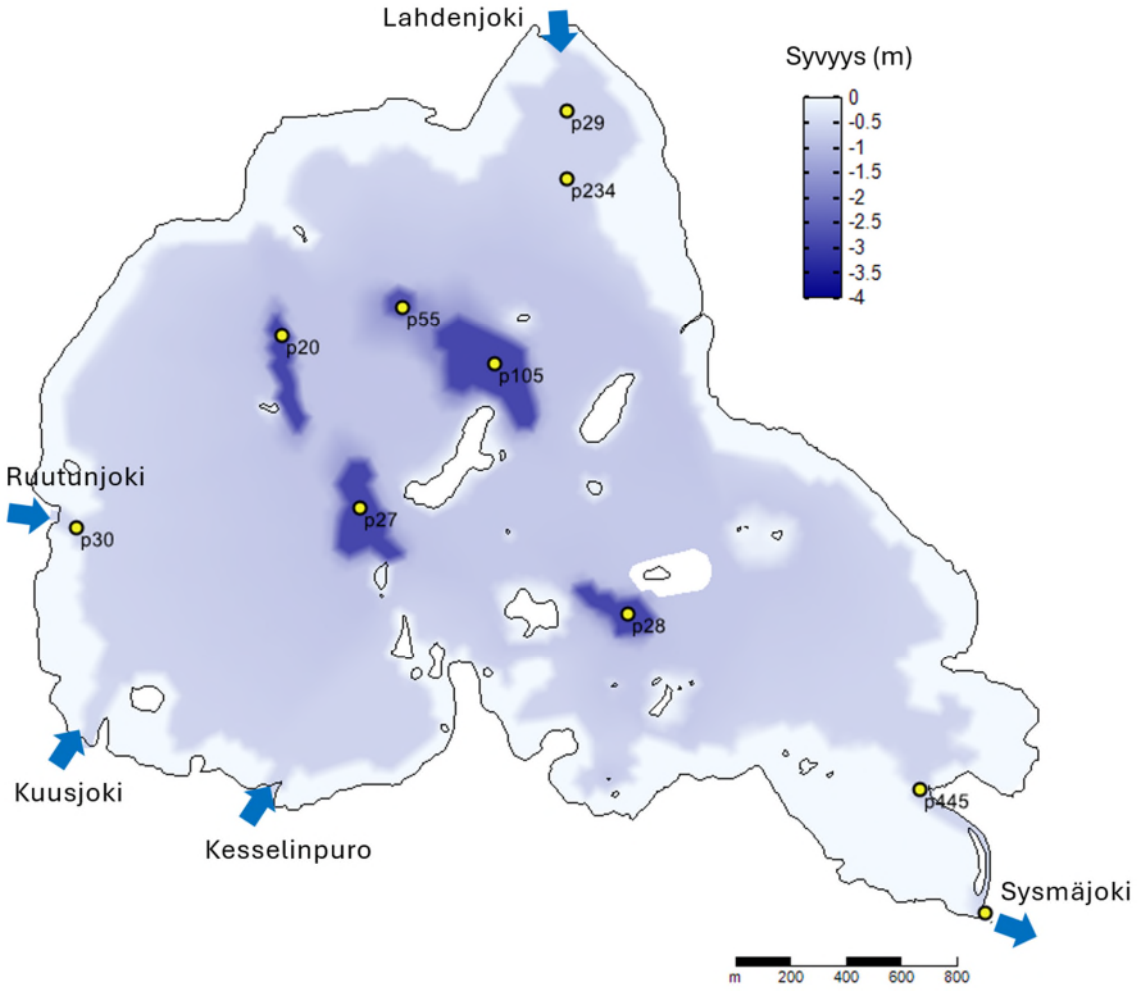
Vesistövaikutusarviossa on pyritty tunnistamaan kuormituksen aiheuttamat olennaiset, suuruusluokaltaan merkittävät kuormitusjakeet, joiden on arvioitu aiheuttavan joko mitattavissa olevia pitoisuusmuutoksia tai muuten havaittavissa olevia muutoksia purkureittien vedenlaadussa tai vesieliöstössä. Purkupaikkavaihtoehtojen tarkastelussa on pyritty tunnistamaan Viinijärven paras purkureittivaihtoehto sekä vertailemaan Viinijärven ja Sysmäjärven purkupaikkavaihtoehtojen etuja ja haittoja.

Sysmäjärvi

Sysmäjärven vaikutusarviointi perustuu Sysmäjärven ainepitoisuuksien mallinnukseen ja sekoittumispitoisuuslaskentaan (liite 6). Vesistömallinnus toteutettiin DelftFM 3d-virtauslaskentamallia soveltaen. Mallinnus huomioi järveen nykytilassa tulevan piste- ja hajakuormituksen, minkä lisäksi malliin tehtiin joitakin muokkauksia, jotta varsin runsas vesikasvusto ja sen vaikutus vesien sekoittumiseen tulisi huomioiduksi. Mallihila koostuu kolmion muotoisista hilasoluista, joiden sivujen mitta on noin 40 metriä. Syvyyssuunnassa hilasolujen paksuus oli metri, ja enimmillään soluja oli neljä kerrosta. Mallinnusalue ja syvyyskäyrät on esitetty kuvassa 10-1. Sulfaatin ja nikkelin mallinnus toteutettiin erikseen

Copyright © AFRY Finland Oy

ns. tracer-muuttujina, jotka käyttäytyivät neutraalisti ja täysin liukoisina aineina, ts. ne eivät muuta veden tiheyttä tai poistu vedestä. Mallinnuksen tuottamat nikkelipitoisuudet vastaavat lähinnä kokonaispitoisuuksia.



Kuva 10-1. Sysmäjärven mallinnusalue, syvyyskäyrät ja mallinnuksen tulostuspisteiden sijainti.

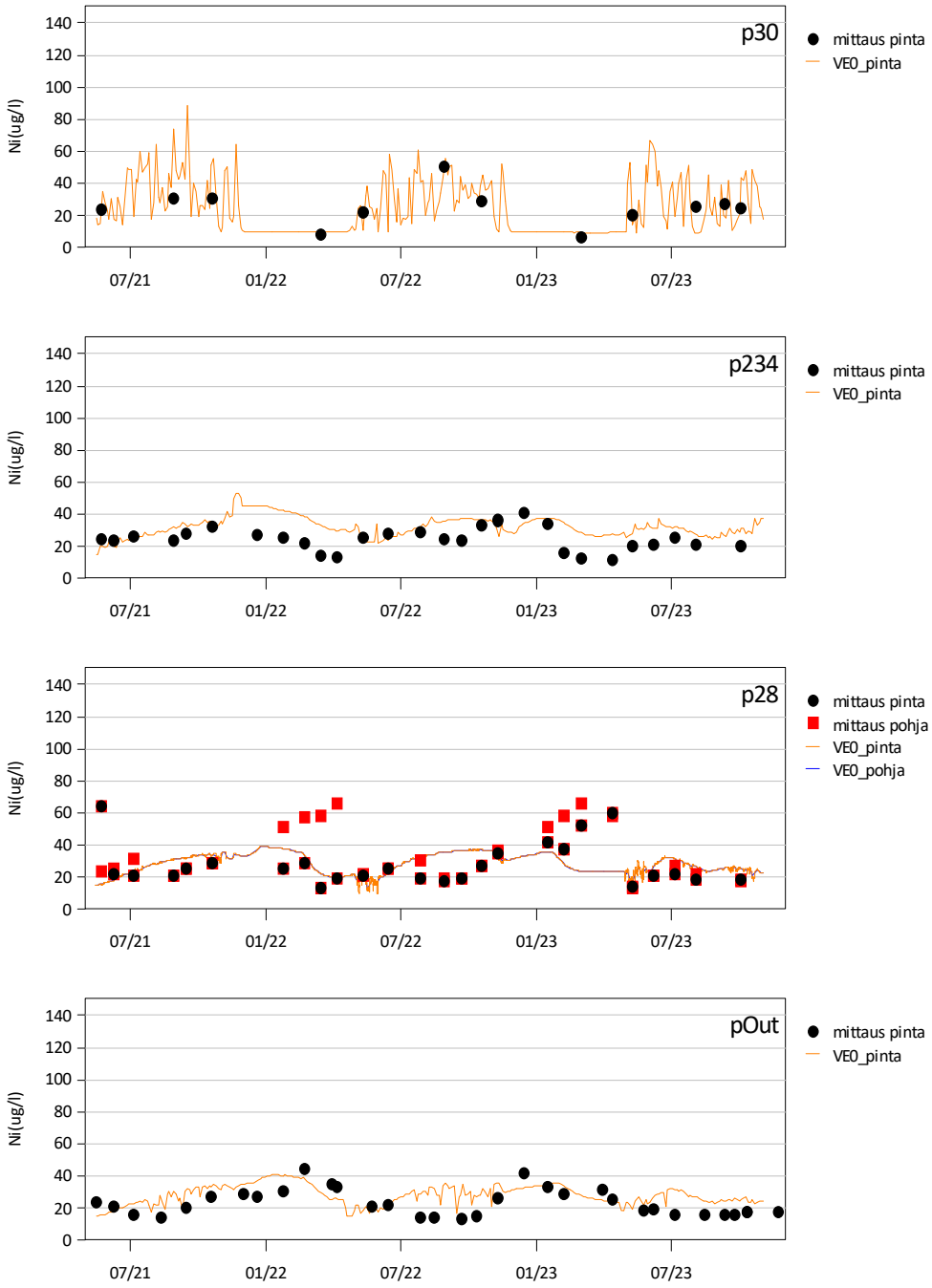
Mallinnuksen lähtötietoina toimivat Vuonoksen toteutuneet (VE0) ja hankevaihtoehdon VE2b mukaiset vesimäärä- ja kuormitustiedot (luku 3.7.4 ja liite 4) sekä järveen laskevien uomien virtaama- ja ainepitoisuustiedot. Hankevaihtoehdoista VE1–VE3 suurin kuormitus on vaihtoehdossa VE2b. Vesistömallinnukseen valittiin vaihtoehdot VE0 ja VE2b. Muiden hankevaihtoehtojen kuormitus asettuu näiden vaihtoehtojen muodostamaan vaihteluväliin tai on nykyisin toteutunutta kuormitusta pienempää. Mallinnuksen toimivuutta testattiin mallintamalla toteutunut kuormitustilanne jaksolle 5/2021–11/2023 ja saatuja tuloksia verrattiin vesistöstä mitattuihin lämpötiloihin sekä sulfaatti- ja nikkelipitoisuuksiin.

Sysmäjärven pintakerroksen mallinnettu lämpötila seurasi mittauksia kohtuullisen hyvällä tarkkuudella kaikissa pisteissä. Tulostuspisteet 105 ja 28 sijaitsevat syvänteissä, eikä mallinnus toistanut mittauksissa pisteellä 28 havaittua kesän lämpötilakerrostumista. Syvänteiden seurantapisteiden kohdalla syvyys on Hertta-tietokannan perusteella 6,1 m (p105) ja 5,4 m (p28). Mallissa syvänteet ovat matalampia, syvyys on 3,6 m (karttatiedoissa syvyys näissä pisteissä on 3,6 m), mikä selittänee osin lämpötilakerrostumisen puuttumista mallista. Pisteen 28 syvänne on satelliittikuvan

Copyright © AFRY Finland Oy

perusteella vesikasvillisuuden ympäröimä, mikä hidastanee järven virtauksia ja siten vähentää syvyyssuuntaista sekoittumista syvänteessä.

Sulfaatin mallinnetut pitoisuustasot vastasivat hyvin sekä Sysmäjärvestä että järvestä lähtevästä vedestä mitattuja pitoisuuksia (Kuva 10-2). Ruutunjoen edustan tulostuspisteessä 30 sulfaattipitoisuus vaihteli mallinnuksessa enemmän kuin mittauksissa. Lahdenjoen suulla (234) talviajan sulfaattipitoisuudet mallintuivat hieman liian suuriksi mittaustietoihin verrattuna. Pisteessä 28 pintakerroksen mallinnetut pitoisuudet vastasivat kohtuullisen hyvin mittauksia, mutta talvella pisteessä on mittauksissa havaittu suolakerrostuneisuutta, jota mallinnus ei toistanut. Kyseessä on todennäköisesti sama ilmiö kuin lämpötilan osalta on kuvattu.



Kuva 10-2. Sulfaatin mitatut ja mallinnetut pitoisuudet jaksolla 2021–2023.

Copyright © AFRY Finland Oy

Mallinnetut nikkelin pitoisuudet olivat suurempia kuin mittauksissa havaitut pitoisuudet. Syynä on mahdollisesti liian suureksi asetettu nikkelikuormitus, todennäköisesti Ruutunjoen osalta. Nikkeliä voi mahdollisesti myös poistua sedimentoitumalla, mitä mallinnus ei huomioi. Mallinnustulokset on vaikutusarviossa esitetty koko vesimassaa kuvaavina pitoisuustietoina, mutta järven eteläosan syvänteen kerrostumiskäyttäytyminen on huomioitu arvioinnissa sekä sulfaatin että nikkelin osalta.

Vuonoksen YVA-vaihtoehdon VE2b kuormituksen aiheuttamia pitoisuusmuutoksia Sysmäjärvessä verrattuna nykytilaan tarkasteltiin ravinteiden, arseenin ja keskeisten metallien osalta yksinkertaisemmalla sekoittumispitoisuuslaskennalla.

Sekoittumispitoisuuden laskenta perustuu järven vuosittaiseen keskimääräiseen poistovirtaukseen (järven vuosittaiseen vesitilavuuteen) ja nykytilan ja VE2b:n väliseen kuormituseroon kiloina. Järven analysoituun nykytilan pitoisuuteen lisättiin kuormituseron aiheuttama pitoisuuden muutos. Sysmäjärven nykytila on tarkemmin kuvattu YVA-selostuksen luvussa 10.3. ja kuormitus luvussa 4.5.1.4. Laskennassa käytetyt lähtötiedot on listattu alla ja koottu tarkemmin lähteineen taulukoihin (Taulukko 10-1).

Taulukko 10-1. Sekoittumispitoisuuden laskennassa käytetyt lähtötiedot.

Lähtötieto	Arvo	Yksikkö	Lähde
Sysmäjärven pinta-ala	6,641	km^2	SYKE 2026a
Sysmäjärven valuma-alue ilman järveä	120,498	km^2	SCALGO Live 2026
Sadanta, Viuruniemen aseman ka. vuosisadanta 1990–2024	644	mm	Suomen Ilmatieteen laitos 2025
Valunta, SYKE WSFS vesistömallijärjestelmällä Viinijärven valuma-alueelle mallinnettu valunta 1990–2024	326	mm	(Suomen ympäristökeskus) SYKE 2026a
Järvihaihdunta, SYKE WSFS vesistömallijärjestelmällä Sysmäjoen valuma-alueelle mallinnettu järvihaihdunta 1990–2024	464	mm	SYKE 2026a
Vuonoksen kaivokselta juoksutettava vesimäärä, VE0 (nykytila)	770 121	m^3/vuosi	Vesi- ja kuormatase, AFRY Finland Oy 2026
Vuonoksen kaivokselta juoksutettava vesimäärä, VE2b	722 336	m^3/vuosi	Vesi- ja kuormatase, AFRY Finland Oy 2026

Sysmäjärvelle laskettiin myös sekoittumispitoisuus yhteisvaikutusarviota varten FinnCoboltin Hautalammen kaivoksen kuormituksen kanssa (Envineer Oy 2025a).

Sysmäjärven vesistömallinnus ja sekoittumispitoisuuslaskenta on laadittu hankevaihtoehdoille VE0 (nykytila) ja VE2b (keskimäärin suurin kuormitus). Hankevaihtoehtojen VE1, VE2a ja VE3 mukaisen kuormituksen vaikutusten arviointi on laadittu em. tietojen sekä kuormitustietojen perusteellisesti sanallisesti.

Copyright © AFRY Finland Oy

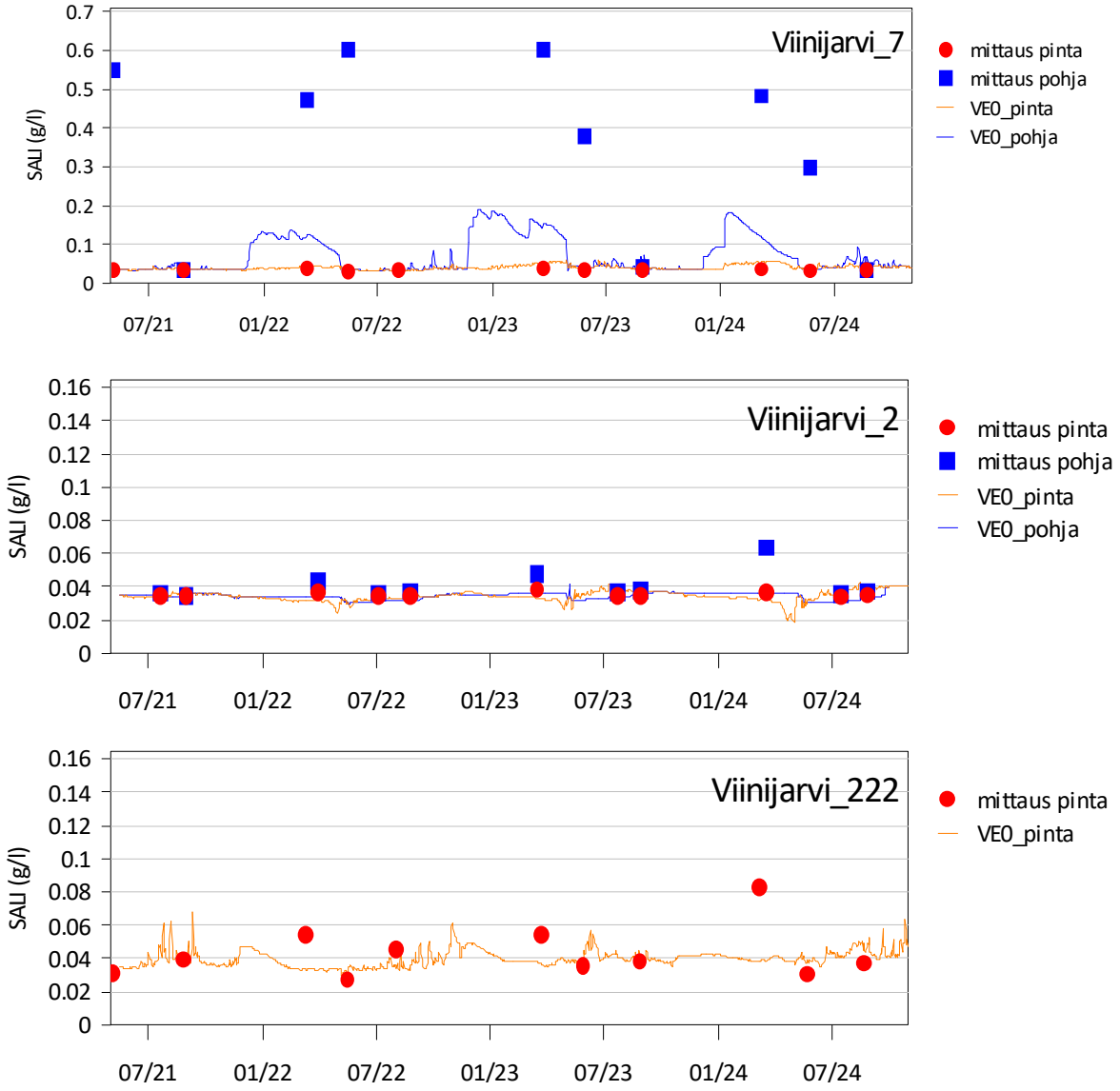
Viinijärvi

Viinijärven vaikutusarviointi perustuu Viinijärven ainepitoisuuksien mallinnukseen ja pitoisuuslisälaskentaan (liite 6). Viinijärven mallihila on rakennettu alun perin Horsmanahon ja Karnukan louhosalueiden vaikutusten mallinnusta varten vuonna 2025 (AFRY Finland Oy 2025d–e), minkä jälkeen mallia on kehitetty edelleen Vuonoksen purkupaikkavaihtoehtojen PVE2a–c mallinnuksen tarpeisiin. Vesistömallinnus toteutettiin DelftFM 3d-virtauslaskentamallia soveltaen. Mallinnus huomioi järveen nykytilassa tulevan piste- ja hajakuormituksen. Mallihila koostuu kolmion muotoisista hilasoluista, joiden sivujen mitta on järven pohjoisosassa noin 100 m ja eteläosassa noin 200 m. Syvyyssuunnassa hilasolujen paksuus oli 0–10 m syvyydellä metri, ja syvemmällä hilakerrosten paksuus kasvoi kertoimella 1,2 (esim. 20 m syvyydessä hilan paksuus 2,5 m). Mallinnusalue ja syvyyskäyrät on esitetty kuvassa 10-51. Mallinnus ei huomioi vesistössä tapahtuvia poistumia vaan käsittelee aineita neutraaleina ja reagoimattomina. Mallinnuksen tuottamat metallipitoisuudet vastaavat lähinnä kokonaispitoisuuksia.

Vuoden 2025 mallinnuksen yhteydessä mallin toimivuutta testattiin mallintamalla jakson 5/2021–11/2023 toteutunut kuormitus ja vertaamalla tuloksia Viinijärvestä mitattuihin lämpötiloihin ja suolapitoisuuksiin (AFRY Finland Oy 2025d). Mittaustulosten perusteella suolapitoisuus pysyi järven pintakerroksessa pääosin lähellä järven keskimääräistä suolapitoisuusarvoa (välillä 0,03–0,04 g/l), joskin pisteessä 222 oli ajoittain keskimääräistä korkeampia pitoisuuksia (Kuva 9 3). Piste sijaitsee Viinijoen suun lähialueella, ja Viinijoesta tulevat suolapitoisuudet vaikuttavat pisteen pitoisuuksiin. Alusvedessä oli enemmän vaihtelua, esim. pisteessä 7 pitoisuus nousee talvella yli 0,5 g/l tason. Myös muiden pisteiden alusvedessä näkyi jonkin verran talviaikaista pitoisuusnousua, joskin huomattavasti vähemmän kuin pisteessä Viinijärvi 7.

Mallissa pintakerroksen pitoisuudet vastasivat pääosin mittauksia, joskin pisteessä 222 malli laski pitoisuudet osin liian pieneksi (Kuva 10-3). Tämä johtunee Viinijoen tulopitoisuuksien epätarkkuuksista. Alusvedessä pisteessä 7 suolapitoisuus nousi talvella kuten mittauksissakin, mutta pitoisuustaso jäi mallissa alle kolmasosaan mitatuista pitoisuuksista. Pisteen 7 alusvedessä mitatut korkeat suolapitoisuudet johtuvat mitä todennäköisimmin Haapaojan kuormituksesta. Mallissa Haapaojan kuormitus näytti sekoittuvan järviveteen todellisuutta enemmän, jolloin syvänteen pohjan pitoisuus jäi mittauksia pienemmäksi. Tässäkin pisteessä mallin laskemat pitoisuudet jäivät mittauksia pienemmiksi.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-3. Viinijärven mallinnettu ja mitattu sähkönjohtavuuden perusteella arvioitu suolapitoisuus pisteissä 7, 2 ja 222 (AFRY Finland Oy 2025a).

Lämpötilojen osalta mallinnus toisti mitatut veden lämpötilat oikeansuuntaisesti. Piste 2 oli esitetyistä pisteistä syvin ja veden lämpötilakerrostuminen oli selkeästi näkyvissä pisteen mittaustuloksissa. Pisteet 7 ja 214 olivat noin 10 m:n syvyisiä, ja lämpötilakerrostumista näissä pisteissä näkyi lähinnä alkukesästä ja talvella. Malli toisti pintakerroksen lämpötilan hyvin, ja alusveden lämpötilat oikeansuuntaisesti, joskin talvella lämpötilakerrostumista näkyi mittauksissa pisteissä 2, 7 ja 214, mutta mallissa vain pisteessä 2 ja siinäkin mittauksia vähemmän. Kokonaisuutena Viinijärven mallinnus toimi vaikutusarvioinnin lähtöaineistona hyvin, ja eri kuormitustilanteiden aiheuttamat eroavaisuudet ainepitoisuuksissa toistuivat tarvittavalla tarkkuudella muualla kuin Viinijärven tarkkailupisteen 7 syvänteessä.

Vuonoksen vesistömallinnuksen lähtötietoina toimivat Vuonoksen toteutuneet (VE0) ja hankevaihtoehdon VE2b mukaiset vesimäärä- ja kuormitustiedot (luku 3.7.4 ja liite 4) sekä järveen laskevien uomien virtaama- ja kuormitustiedot. Mallinnus toistettiin em. kuormitustiedoilla purkuputkivaihtoehdoissa PVE2a–c, minkä lisäksi mallinnuksessa oli

Copyright © AFRY Finland Oy

mukana vertailuvaihtoehto 2d, jossa purkuputki sijaitsee lähempänä rantaa, vaihtoehtoja PVE2a–c matalammassa vesisyvyydessä.

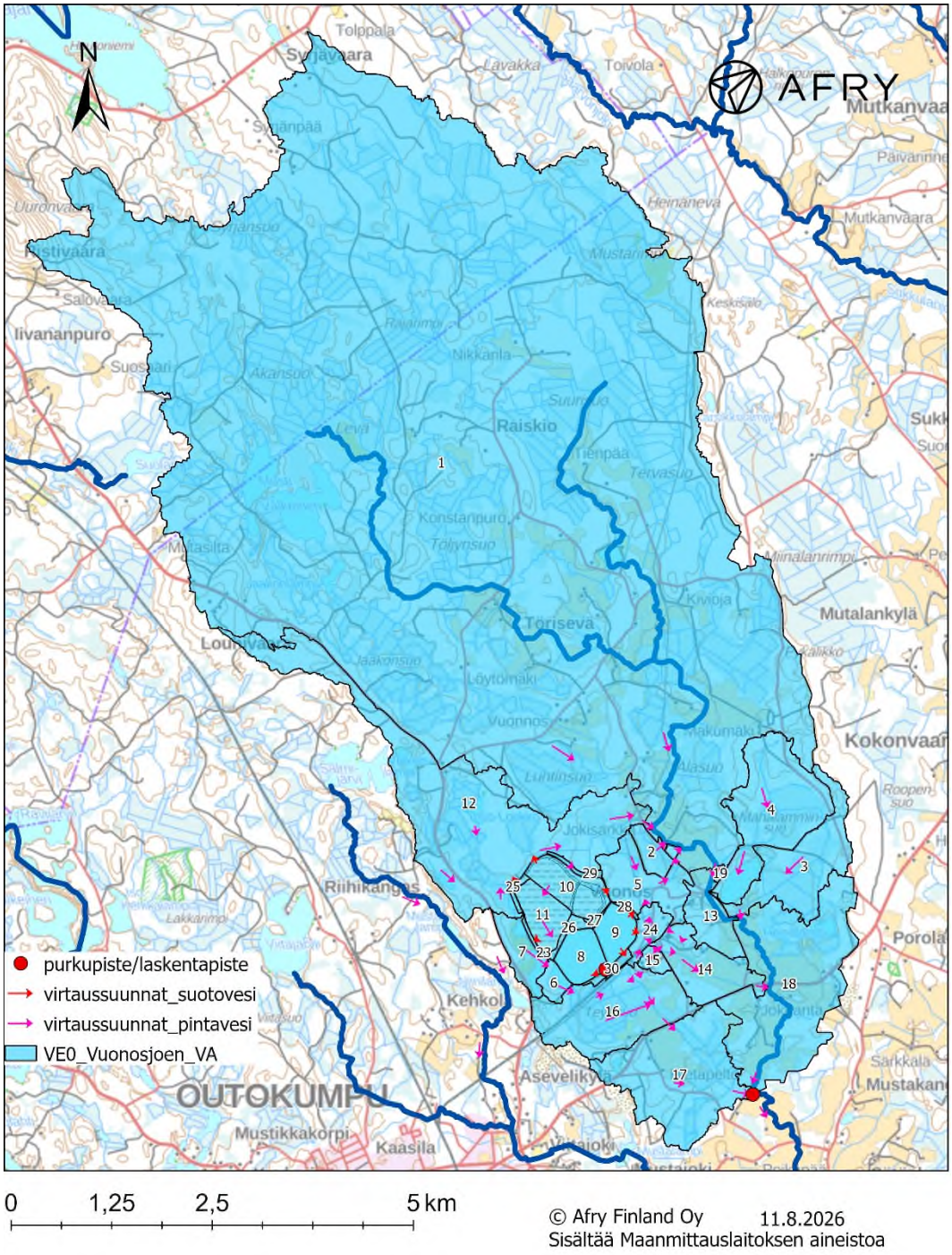
Muiden aineiden vaikutuksia Viinijärvessä on tarkasteltu pitoisuuslisäysten laskennalla. Pitoisuuslisäykset laskettiin siten, että purkuputken purkuveden pitoisuudeksi asetettiin laskennan kohteena olevan aineen vuosikuormituksen mukainen pitoisuus. Mallissa pitoisuus laskettiin neutraalisti käyttäytyvänä, ns. tracer-aineena, ts. aine ainoastaan kulkeutui purkuveden mukana eikä esim. sedimentoinut tai reagoinut muiden aineiden kanssa. Pitoisuuslisälaskenta ei huomioi muuta järveen tulevaa kuormitusta, ja muun kuormituksen ja luonnonhuuhtouman muodostama taustapitoisuus on käsitelty arviointivaiheessa järvestä nykyisin mitattavien ainepitoisuuksien avulla. Sulfaatin ja nikkelin mallinnuksessa kuormitus vaihteli lisäksi kuukausitasolla. Pitoisuuslisälaskennassa purkuveden pitoisuus pysyi vakiona koko laskennan ajan.

Viinijärven vesistömallinnus ja sekoittumispitoisuuslaskenta on laadittu hankevaihtoehdoille VE0 (nykytila) ja VE2b (keskimäärin suurin kuormitus). Hankevaihtoehtojen VE1, VE2a ja VE3 mukaisen kuormituksen vaikutusten arviointi on laadittu em. tietojen sekä kuormitustietojen perusteellisesti sanallisesti.

Sekoittumispitoisuuslaskenta laadittiin Lahdenjoelle ja Vuonosjoelle. Lahdenjoen laskennassa käytettiin laskennallista purkuveden aiheuttamaa kuormituksen muutosta vaihtoehdossa VE2b, kun verrattiin sitä nykytilaan VE0. Lahdenjoesta lähtevänä vesimääränä käytettiin WFSF Vemalan antamaa keskivirtaamaa (MQ) 0,1908 m^3/s, mikä vastaa 6 017 069 m^3 vuodessa (SYKE 2025). Sekoittumispitoisuus laskettiin Lahdenjoen suulle, missä se yhdistyy Sysmäjärveen. Vuosittaisten kuormitusten erotus VE0–VE2b jaettiin koko vuoden vesimäärällä. Vuonoksen kuormituksen aiheuttama muutos vaihtoehdolla VE2b Lahdenjokeen on esitetty kappaleessa 10.4.2.

Vuonoksen suotoveden aiheuttamaa laskennallista kuormituksen muutosta Vuonosjoessa tarkasteltiin vaihtoehdoilla VE1, VE2a, VE2b ja VE3 verrattuna nykytilaan VE0. Vuonosjoen keskimääräinen vuosittainen vesimäärä (22,391 Mm3) laskettiin valuma-alueen (68,68 km^2) ja valunnan avulla (luku 4.5.1.2 ja Liite 4). Vesimäärä laskettiin Jokipolven kohdalle (Kuva 10-4), jotta saatiin myös Teyripuroa pitkin tuleva mahdollinen kuormitus huomioitua. Vuosikuormitusten erotus jaettiin vuosittaisella vesimäärällä. Vuonoksen suotovesikuormituksen aiheuttama pitoisuusmuutos on esitetty luvussa 10.4.2.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-4. Vuonosjoen Jokipolven laskentapiste ja sen valuma-alue (Scalgo 2026).

10.2 Vedenlaatua säätelevät asetukset ja ohjearvot

10.2.1 Vedenlaadulle asetettuja raja-arvoja

Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006) sekä sen muutosasetukset (868/2010 ja 1308/2015) on asetettu suojelemaan pintavesiä sekä parantamaan niiden laatua ehkäisemällä vaarallisista ja haitallisista aineista aiheutuvaa pilaantumista. Asetuksessa annetut ympäristönlaatunormit määrittelevät vesistössä tavattavan aineen suurimman sallitun pitoisuustason (MAC-EQS) sekä aineen pitoisuuden suurimman sallitun vuosikeskiarvon (AA-EQS) (Taulukko 10-2). Kadmiumin ja

Copyright © AFRY Finland Oy

elohopean osalta tarkastelussa käytetään metallien liukoisia pitoisuuksia. Nikkelin ja lyijyn osalta tarkastellaan metallien biosaatavaa pitoisuutta. Metallin biosaatava osuus voidaan määritellä BioMet-mallin (www.bio-met.net) avulla, kun tunnetaan metallin liukoinen pitoisuus, vesistön kalsiumpitoisuus, liukoisen orgaanisen aineksen määrä (DOC) ja veden pH.

Taulukko 10-2. Valtioneuvoston asetuksessa 1308/2015 annetut vesistövesien ympäristönlaatunormit. Lisäksi on esitetty ehdotetut ympäristönlaatunormit kuparille, sinkille ja sulfaatille (Mehtonen ym. 2023, 2026) ja direktiivin 2026/805 mukaiset laatunormit, joita ei ole vielä sisällytetty Suomen lainsäädäntöön. AA-EQS=vuosikeskiarvo, MAC-EQS= sallittu enimmäispitoisuus.

Alkuaine/ yhdiste		VN 1308/2015		Ehdotus (Mehtonen ym. 2023, 2026)	Direktiivi 2026/805 (20.4.2026)		
		AA-EQS	MAC-EQS	AA-EQS	MAC-EQS	AA-EQS	MAC-EQS
Ag	µg/l					0,01	0,022
Cd (liuk.)	µg/l	≤0,08–0,25 *	≤0,45–1,5 *				
Cu	µg/l			1,1 **			
Hg (liuk.)	µg/l		0,07				
Ni (liuk).	µg/l	4 **	34			2**	8,2
Pb (liuk.)	µg/l	1,2 **	14				
SO_4^{2-}	mg/l			42–47*	279		
Zn	µg/l			14,4 **			

** Raja-arvo riippuu veden kovuudesta, ** Biosaatava pitoisuus*

Metallien luontaiset taustapitoisuudet vaihtelevat suuresti riippuen mm. kallio- ja maaperän sekä valuma-alueen ominaisuuksista. Asetuksen 1022/2006 ja sen muutossäädösten mukaisesti kohteissa, joissa pitoisuudet ovat geologisista syistä korkeita, voidaan asiantuntija-arviolla poiketa taustapitoisuuden arvoista. Arvioitaessa vesinäytteiden seurantatuloksia voidaan asetuksen mukaiseen ympäristölaatunormiin (AA-EQS) lisätä arvio luontaisesta taustapitoisuudesta valtioneuvoston asetuksen 1308/2015 mukaisesti (Taulukko 10-2).

Liukoisen kadmiumin ympäristönlaatunormi riippuu veden kovuudesta ja on kovuusluokissa 1 ja 2 0,02+0,08=0,1 µg/l. Suurin sallittu pitoisuus (MAC-EQS) on kovuusluokissa 1 ja 2 liukoiselle kadmiumille 0,45 µg/l. Biosaatavan lyijyn ympäristönlaatunormi on humuksen määrän mukaan jokivesissä 1,5–1,7 µg/l ja järvissä 1,3–1,9 µg/l. Suurin sallittu enimmäispitoisuus (MAC-EQS) on liukoiselle lyijylle 14 µg/l (Taulukko 10-2). Biosaatavan nikkelin ympäristölaatunormi on 1+4=5 µg/l, josta 4 µg/l on havaintojen vuosikeskiarvo (AA-EQS) ja 1 µg/l on liukoisen nikkelin asetuksessa annettu ohjeellinen taustapitoisuus. Sallittu enimmäispitoisuus (MAC-EQS) liukoiselle nikkelille on 34 µg/l Taulukko 10-2).

Valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 ja sen muutosasetusten mukaan vesiympäristön elohopeapitoisuuksia mitataan ahvenen tai silakan lihasta. Laatunormeissa on huomioitu vesistön humuksisuus, ja elohopean ympäristönlaatunormi kaloille vaihtelee välillä 200–250 µg/kg (Taulukko 10-3).

Copyright © AFRY Finland Oy

Sulfaatti on ehdotettu lisättäväksi vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun Valtioneuvoston asetuksen (1022/2006) liitteeseen 1D. Ehdotus AA-EQS-arvoksi sisävesille (pehmeä vesi, alkaliniteetti <0,8 mmol/l) on 42 mg/l liukoisena pitoisuutena ja MAC-EQS-arvoksi sisävesille 279 mg/l liukoisena pitoisuutena. Koville sisävesille (alkaliniteetti 0,8–1,2 mmol/l) AA-EQS-ehdotus on 47 mg/l. Myös sinkille ja kuparille on ehdotettu ympäristönlaatunormit (biosaatava AA-EQS 1,1 µg Cu/l ja 14,4 µg Zn/l). (Mehtonen ym. 2023, 2026).

Taulukko 10-3. VNA 1308/2015 mukaiset ympäristönlaatunormit (tausta + AA EQS) kadmiumille, nikkelille, lyijylle ja elohopealle (kalat) järvi- ja jokiolosuhteissa.

	Kadmium	Nikkeli 2)	Lyijy 2)	Elohopea
	µg/l (vesi) tausta+ AA EQS	µg/l (vesi) tausta+ AA EQS	µg/l (vesi) tausta+ AA EQS	µg/kg (ahven/silakka) tausta + EQS
Järvet				
vähähumuksiset (väriluku Pt mg/l< 30)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1ja 2)	1+4 = 5	0,1+1,2= 1,3	180+20=200
humuksiset (väriluku Pt mg/l30 – 90)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1 ja 2)	1+4 = 5	0,2+1,2= 1,4	200+20=220
runsashumuksiset (väriluku Pt mg/l> 90)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1 ja 2)	1+4 = 5	0,7+1,2= 1,9	230+20=250
Joet				
kangas- ja savimaat (väriluku Pt mg/l <90, valuma-alueen suo-% < 25)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1 ja 2)	1+4 = 5	0,3+1,2= 1,5	180+20=200
turvemaat (väriluku Pt mg/l >90, valuma-alueen suo-% > 25)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1 ja 2)	1+4 = 5	0,5+1,2= 1,7	230+20=250

1) Luokka 1 <40 mg/l $CaCO_3$, luokka 2: 40–<50 mg/l $CaCO_3$
2) Biosaatava pitoisuus

Nikkelin laatunormit ovat päivittymässä 20.4.2026 annetun direktiivin (2026/805) mukaisesti. Samassa yhteydessä hopealle asetettiin laatunormi. Kansallisessa lainsäädännössä muutokset on saatettava voimaan vuoden 2027 loppuun mennessä, ja Suomen ympäristökeskus on ehdottanut omien ehdotustensa sisällyttämistä lainsäädäntöön samassa yhteydessä. Uusia tai päivitettyjä laatunormeja aletaan soveltaa asteittain siirtymäajan jälkeen.

Ruotsissa on laadittu vesimuodostuman fysikaalis-kemiallisen tilan arvioimiseen liittyvät ohjearvot (Taulukko 10-4). Arseenin, uraanin ja sinkin osalta tarkastelussa tulee huomioida taustapitoisuus, eli havaitusta pitoisuudesta poistetaan luontainen taustapitoisuus ennen vertaamista raja-arvoon. Aineita tarkastellaan koko vesisyvyyden osalta vuosikeskiarvona, ja lisäksi arseenin ja uraanin osalta on ilmoitettu suurin hyväksyttävä pitoisuustaso yksittäiselle näytteelle.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-4. Ruotsin sisävesien hyvän fysikaalis-kemiallisen tilan raja-arvot alkuaineille sekä alkuaineyhdisteille (HVMFS 2019).

Alkuaine	Vuosikeskiarvo µg/l	Maksimipitoisuus µg/l
As, liukoinen *	0,5	7,9
Cu, liukoinen	0,5 **	
Cr, liukoinen	3,4	
U, liukoinen *	0,17	8,6
Zn, liukoinen *	5,5 **	

** Taustapitoisuus vähennetään havaitusta pitoisuudesta ennen vertailua raja-arvoon, eli laatunormi on annettu pitoisuuslisäykselle*
*** Biosaatava pitoisuus*

Kanadan liittovaltion, Brittiläisen Kolumbian provinssin, Yhdysvaltain liittovaltion ja Iso-Britannian määrittelemiä vesistöjen ympäristönlaatunormeja on esitetty taulukossa 10-5. Joidenkin metallien osalta laatunormi vaihtelee pH-tason tai veden kovuuden mukaan. Näiden metallien osalta taulukossa on esitetty laatunormien vaihteluväli. Kaikki kolme tahoa ovat määritelleet metallipitoisuuksille pitkän ja lyhyen ajan laatunormit. Lyhyen ajan laatunormi määrittelee yksittäisten näytteiden metallipitoisuuksille enimmäistason, jonka ylitys todennäköisesti aiheuttaa haittavaikutuksia vesieliöstölle. Pitkän ajan laatunormi määrittelee suurimman pitoisuustason, joka on todennäköisesti turvallinen kaikille vesieliöille.

Taulukko 10-5. Kanadan liittovaltion, Brittiläisen Kolumbian provinssin, Yhdysvaltain liittovaltion ja Iso-Britannian määrittelemiä vesistöjen ympäristönlaatunormeja (British Columbia Ministry of Environment 2016, Canadian Council of Ministers of the Environment 2016, US Environmental Protection Agency 2016, UK Environment Agency 2018).

Alkuaine/ yhdiste		Brittiläinen Kolumbia		Kanada		USA		Iso-Britannia	
		ka (30 vrk)	max	pitkäai kainen	lyhytai kainen	jatkuva	max	AA-EQS	MAC-EQS
Al	µg/l			5–100		87	750		
Al (liuk.)	µg/l	≤50[1]	≤100[2]						
As	µg/l	5		5		150	340		
B	mg/l	1,2		1,5	29			2	
Cd	µg/l			0,09	1	0,72	1,8		
Cd (liuk.)	µg/l	0,02–0,46*	0,04–2,80*						
Cl^-	mg/l	150	600	120	640	230	860	250	
Co	µg/l	4	110						
Co (liuk.)	µg/l							3	100
Cu	µg/l	2–10*	6,7–25,5*	2–4				1**	
Cu (liuk.)	µg/l	0,2-1,0[+]	0,9-6,8[+]						

Copyright © AFRY Finland Oy

Alkuaine/ yhdiste		Brittiläinen Kolumbia		Kanada		USA		Iso-Britannia	
		ka (30 vrk)	max	pitkäai kainen	lyhytai kainen	jatkuva	max	AA-EQS	MAC-EQS
Fe	µg/l		1000	300		1000			
Fe (liuk.)	µg/l		350					1000	
F^-	mg/l		0,4–1,9*	0,12				1/5*	3/15*
Mn	µg/l	768–2585*	816–3394*					123**	
Ni	µg/l			25–150		52	470		
Se	µg/l	2[4]		1					
SO_4^{2-}	mg/l	128–429*						400	
U	µg/l			15	33				
Zn	µg/l	7,5–187*	33–341*	30		120	120	10,9**	

[1]Kun pH ≥ 6,5, raja-arvo on 50 µg/l; kun pH 4,0–6,5, raja-arvo on 5–50 µg/l
[2]Kun pH ≥ 6,5, raja-arvo on 100 µg/l; kun pH 4,0–6,5, raja-arvo on 2–100 µg/l
[3]Raja-arvo riippuu veden kovuudesta ja metyylielohopean esiintymisestä
[4]Hälytysraja on 1 µg/l
** Raja-arvo riippuu veden kovuudesta*
*** Biosaatava pitoisuus*

10.2.2 Haitta-aineiden vaikutusten määrittely

Metallien haitallisuutta eliöstölle tutkitaan kokeilla, joissa eliö altistetaan metallille laboratorio-olosuhteissa. Kokeiden tuloksena saadaan selville pitoisuustaso, joka vaurioittaa eliötä. EC50-taso on pitoisuus, jossa puolella koe-eliöistä ilmenee koeaikana jokin erikseen määriteltävä vaikutus (esim. kasvun hidastuminen tai lisääntymiskyvyn heikkeneminen). LC50-tasolla puolet tutkittavista koe-eliöistä kuolee tietyssä ajassa. LOEC-taso (Lowest Observed Effect Concentration) viittaa pienimpään ainepitoisuuteen, jossa haitallisia vaikutuksia havaitaan.

Laboratorio-olosuhteissa tehtävien kokeiden rajoituksiin kuuluu, että ne koskevat yleensä vain tiettyä eliötä, eivätkä tulokset siten ole yleistettävissä käsittämään suurempia eliöyhteisöjä. Laboratorio-olosuhteissa koeolosuhteet ovat usein yksinkertaisia verrattuna luonnonvesissä havaittuihin fysikaalis-kemiallisiin olosuhteisiin, mikä vaikuttaa tuloksiin. Monet metallit eivät myöskään esiinny vesistöissä alkuainemuodossa, ja kokeissa käytetään erilaisia yhdisteitä. Tällöin toksisuusvaikutus voi johtua myös esimerkiksi metallin suolan kationiosasta (esim. $NaSO_4$, $CuSO_4$).

PNEC-taso (Predicted No Effect Concentration) tarkoittaa pitoisuustasoa, jonka alapuolella ei havaita haitallisia vaikutuksia koe-eliöissä. PNEC-arvo voidaan laskea joko käyttämällä arviointikertoimia (AF, Assessment factor) tai lajiherkkyysjakaumaa (SSD, Species Sensitive Distribution). Arviointikertoimia 10–1000 käytetään, mikäli tutkimustietoa on saatavilla vähän. Jos tutkimustietoa on saatavilla runsaasti, aineistoon voidaan soveltaa tilastollista arviointimenetelmää ja pienempää arviointikerrointa. Arviointikertoimet toimivat turvakertoimena ja kuvaavat aineiston luotettavuuden rajallisuutta. PNEC lasketaan jakamalla vähintään kolmesta ravintoketjun tasosta saatu pienin LC50-, EC50-

Copyright © AFRY Finland Oy

tai NOEC-arvo sopivalla arviointikertoimella (Taulukko 10-6). (European Commission 2003, OpasNet Suomi 2014)

Taulukko 10-6. Toksisuuden arviointi.

Toksisuusaineiston saatavuus	Arviointikerroin
Vähintään yksi akuutti LC50/EC50-arvo jokaisesta kolmesta ravintoketjun tasosta (esim. levät, äyriäiset, kalat)	1000
Krooninen NOEC-arvo yhdestä ravintoketjun tasosta (kalat tai äyriäiset)	100
Krooninen NOEC-arvo lajeista, jotka edustavat kahta ravintoketjun tasoa (kalat ja/tai äyriäiset ja/tai levät)	50
Krooninen NOEC-arvo vähintään kolmesta ravintoketjun tasosta	10

Taulukossa 10-7 on esitetty toksisuustestien avulla määriteltyjä raja-arvoja eri eliöryhmille. Tiedot ovat peräisin Euroopan kemikaaliviraston tietokannasta (ECHA 02/2024) ellei toisin mainita.

Taulukko 10-7. Toksisuustestien perusteella määriteltyjä pitoisuusraja-arvoja eri alkuaineille (ECHA 02/2024). LC = Lethal Concentration, LC50-tasolla puolet tutkittavista koe-eliöistä kuolee tietyssä ajassa, NOEC =No Observed Effect Concentration, suurin pitoisuus, jolla ei havaita haitallisia vaikutuksia, PNEC = Predicted No Effect Concentration, arvo, jonka alapuolella ei havaita vaikutuksia.

Alkuaine/ yhdiste	LC50 Kalat µg/l	NOEC Kalat µg/l	LC50 Selkärangattomat µg/l	NOEC Selkärangattomat µg/l	NOEC Levät µg/l	PNEC Sisävesi µg/l
Ag	1,2		0,22	5–19	0,003–1390	0,04
Al	22–218600	5–580	5,7–99600	5–4280	0,004–0,600	
As	10300–126500	2130–16140	1500–1740	20-1420	18,7	5,6
B	74000–79700	6400–44500	64000–544000	6600–103000	17500–27900	2900
Cd	34–6470	0,9–12	5–1820	50–320	0,85–63	0,19
Co	1512–85300	210–100000	2240–429000	6,83–3730	1,8	1,06
Cr						6,5
Cr (III) oksidi	1–10000000	1–10000000	3711	14,4–3400	0,7–4,01	
Cu	2,8–9150	9,5–66	0,5–302	8,3–19,1	10,2–50,1	6,3
F						900
Hg	26–1210	0,5–10		0,25–50		0,0574
Mn	170–15610	3600		1700	2500	22–34
Mo	609100–681400	27700–1070000	1006000–2729000	26000–1653000	27000–938000	11900
Ni	15300	40–431000	13–276	40–713	10–5476,8	7,1

Copyright © AFRY Finland Oy

Alkuaine/ yhdiste	LC50 Kalat µg/l	NOEC Kalat µg/l	LC50 Selkärangattomat µg/l	NOEC Selkärangattomat µg/l	NOEC Levät µg/l	PNEC Sisävesi µg/l
Pb	40,8–40540	13,3–176,3	26–27850	5,9–757,2	22,7–192,3	2,4
Sb	6900–20800	1130–4500	1770–4770	1740–3130	2110	113
Se						
Sn	12,4	12,4	3200		19,2	
V	693–44000	41–1500	1520–13300	560–15600	16,8–4130	17,8
Zn	102–35980	78–575	41–4500	33,3–382	1071–1110	14,4

Jyväskylän yliopiston suorittaman, 175 päivää kestäneen, pitkäkestoisen natriumsulfaattialtistuksen vaikutuksia Kokemäenjoen vaellussiialle tutkineen tutkimuksen (Karjalainen ym. 2021) tulosten perusteella mätimunien hedelmöitys- ja alkionkehityksen varhaisvaiheet ovat Kokemäenjoen vaellussiian herkimmät kehitysvaiheet, mutta haitallisia vaikutuksia havaittiin vasta korkeimmissa tutkituissa natriumsulfaattipitoisuuksissa (2000 mg/l). Sulfaatin LC50-arvo on alkionkehityksen varhaisvaiheessa 1413 mg/l ja alkionkehityksen myöhemmässä vaiheessa sekä poikasvaiheessa 1161 mg/l. NOEC-arvot vastaavissa vaiheissa ovat 1207 mg/l. Alkionkehityksen myöhäisvaiheessa kuolleisuus oli matala ja kaikki kuoriutuneet poikaset alkoivat syödä normaalisti eikä sulfaattipitoisuudella ollut vaikutusta syömiseen tai kuoriutuneiden poikasten kasvuun. Vaellussiian varhaisvaiheiden sietokyky sulfaatin myrkyllisyydelle todettiin vastaavan muita lohikaloja sekä aiemmin tehtyjä tutkimuksia (Karjalainen ym. 2021).

10.2.3 Haitta-aineiden ominaisuuksia

Arseeni

Maa- ja vesiympäristöissä olevan arseenin esiintymismuoto riippuu ympäristön pH:sta ja hapetus-pelkistyspotentiaalista, erilaisista adsorptio-, desorptio- ja ioninvaihtoreaktioista sekä saostumis- ja pelkistymistapahtumista. Lisäksi arseenin olomuotoon ja kulkeutumiseen vaikuttavat myös kompleksoituminen epäorgaanisten ja orgaanisten ligandien kanssa ja ympäristön bakteeritoiminta. Vesiympäristössä kulkeutuva arseeni on yleensä sitoutunut savimineraaleihin tai esimerkiksi rautaoksidihiukkasiin ja lisäksi arseeni sitoutuu tehokkaasti pohjasedimenttiin (Lahermo ym. 1996). Arseeni on toksinen vesieliöstölle, mutta arseenin pitoisuuksien lisäksi toksisuuteen vaikuttaa voimakkaasti myös arseenin esiintymismuoto. (Lahermo ym. 1996)

Elohopea

Elohopeaa esiintyy kallioperässä eniten mustaliuskeissa. Metallinen elohopea ja elohopeasulfidit ovat vaikealiukoisia, mutta pieniä määriä elohopeaioneja ja metallista elohopeaa kulkeutuu vesiin. Happamuudeltaan tavanomaisissa ja vähän klorideja sisältävissä vesissä elohopea esiintyy useimmiten muodossa $Hg(OH)_2$. Elohopea sitoutuu useimmista muista raskasmetalleista poiketen sitä tiukemmin maaperään, mitä happamampaa maa on. Elohopea sitoutuu orgaaniseen ainekseen ja humukseen, joten

Copyright © AFRY Finland Oy

niiden hajotessa elohopeaa vapautuu maahan ja veteen (Lahermo ym. 1996, Canadian Council of Ministers of the Environment 2003).

Elohopea voi biologisten prosessien (mikrobitoiminta) kautta muuntua metyylielohopeaksi (MeHg). Se on hyvin toksista eliöstölle ja kertyy vesieliöihin. Noin 10 % vesistöjen kokonaiselohopeasta on metyylielohopeaa, mutta häiriintyneissä ympäristöissä kuten uusissa tekoaltaissa osuus voi olla yli 30 %. Metyylielohopean tuotantoa vesistöissä säätelevät mm. elohopean (Hg^{2+}) pitoisuus ja saatavuus ympäristössä, mikrobiyhteisön koostumus, ravinteiden ja mineraalien määrä, pH, lämpötila, redox-potentiaali, liuenneen orgaanisen materiaalin ja partikkelimaisen orgaanisen materiaalin määrä, suolapitoisuus, raudan määrä sekä sulfaatin määrä. Metylaatio on suurinta pintasedimentissä, joissa on tuoretta orgaanista materiaalia ja sedimentin lämpötila on tarpeeksi korkea (Canadian Council of Ministers of the Environment 2003).

Kadmium

Alkuainemuotoinen kadmium ei liukene veteen, mutta kadmium-ioni (Cd^{2+}) muodostaa suoloja, joista monet ovat vesiliukoisia. Kadmium on vesiympäristössä suhteellisen liikkuva verrattuna useimpiin muihin raskasmetalleihin. Luonnonvesissä kadmiumpitoisuudet ovat yleensä hyvin pieniä lukuun ottamatta alueita, joiden kallioperässä kadmiumia esiintyy tavallista enemmän. Kadmiumin kulkeutumiseen, olomuotoon ja toksisuuteen vesiympäristössä vaikuttavat pH-taso, veden kovuus, alkaliniteetti ja orgaanisen aineksen määrä. Kadmiumin tiedetään olevan välttämätön hivenaine yhdelle merelliselle piilevälajille, mutta muuten kadmium on vesieliöstölle toksinen. Kadmiumia kertyy kaloihin ja selkärangattomiin eliöihin, ja se voi rikastua ravintoketjussa. (Lahermo ym. 1996, Canadian Council of Ministers of the Environment 2014).

Kupari

Kupari ei ole erityisen liikkuva metalli vesistöissä, sillä se muodostaa helposti niukkaliukoisia yhdisteitä. Erityisen happamissa olosuhteissa (pH < 3,5) kupari voi kuitenkin liueta veteen. Kuparin olomuotoon vesistössä vaikuttavat fysikaalis-kemialliset olosuhteet, kuten vesistön pH-taso, veden kovuus, alkaliniteetti sekä karbonaattien ja veteen liuenneiden partikkelien määrä. Suuri osa pintavesien kuparista on sitoutuneena orgaanisiin komplekseihin. Kupari on eliöille välttämätön hivenaine. Sen toksisuus riippuu pitoisuuksien lisäksi myös olomuodosta. Kuparin rikastumisesta ravintoketjussa ei ole viitteitä (Singleton 1987, Lahermo ym. 1996, Eisler 1998).

Lyijy

Lyijyä esiintyy pieninä määrinä kaikkialla ympäristössä, ja sen määrä luonnossa on lisääntynyt ihmisen toiminnan vaikutuksesta suhteellisesti enemmän kuin minkään muun metallin määrä. Lyijyn liukeneminen on voimakkaasti riippuvainen ympäristön pH-tasosta. Vedessä lyijy on liukoisimmillaan ja sen biosaatavuus on suurimmillaan, kun pH-taso on hyvin alhainen (<3,5) sekä orgaanista ainesta, suoloja ja kiintoainesta on vedessä vähän. Lyijy ei ole helposti liikkuva metalli, ja se kulkeutuu ionimuodossa lähinnä happamissa vesissä. Pintavesissä lyijy kulkeutuu lähinnä humukseen ja savipartikkeleihin sitoutuneena. Lyijy on haitallinen vesieliöstölle, ja yleisesti ottaen orgaaniset lyijy-yhdisteet ovat toksisempia kuin epäorgaaniset yhdisteet. Lyijy kerääntyy eliöiden kudoksiin, mutta sen ei tiedetä rikastuvan ravintoketjussa merkittävissä määrin (Eisler 1988, Lahermo ym. 1996).

Copyright © AFRY Finland Oy

Nikkeli

Nikkeli esiintyy kallioperässä pääosin ultramafisiin ja mafisiin silikaattimineraaleihin ja sulfideihin rikastuneena. Vesiympäristössä nikkeli esiintyy yleisimmin Ni^{2+}-muodossa yhdisteenä $(Ni(H_2O)_6)^{2+}$. Vedessä oleva nikkeli kompleksoituu humus- ja fulvahappoligandin kanssa. Nikkeli on melko liikkuva happamassa ympäristössä (pH < 6,5), ja ympäristön happamoituessa nikkeliä liukenee usein maaperästä vesistöihin. Nikkelin liikkuvuus ja pitoisuudet maaperässä tai vesistössä riippuvat sorptio- ja desorptioreaktioista, osallistumisesta saostumisreaktioihin sekä sitoutumisesta orgaanisten tai epäorgaanisten ligandien kanssa. Pintavedessä suuri osa nikkelistä kulkeutuu hienojakoiseen savi- tai humusainekseen tai rauta-mangaanisaostumahiukkasiin sitoutuneena. Nikkeli on tärkeä hivenaine monille eläin- ja kasvilajeille sekä mikro-organismeille, mutta kohonneet pitoisuudet ovat haitallisia. (Lahermo ym. 1996, Eisler 1998).

Rauta

Vesistöihin päätyvä rauta on suurelta osin peräisin maakerrosten ja sedimenttien rautasaostumista, joiden rauta on alun perin lähtöisin rapautuvista mineraaleista. Raudan liukeneminen veteen on riippuvainen vesistön fysikaalis-kemiallisista ominaisuuksista. Raudan kulkeutumiseen vedessä vaikuttaa erityisesti kompleksoituminen humuksen kanssa, ja humuspitoisten vesien rautapitoisuudet ovat siten tavanomaista suurempia. Raudan kiertoon vaikuttavat myös rautayhdisteitä hapettavat ja pelkistävät bakteerit. Rauta on välttämätön aine useimmille eliöille, mutta suuret rautapitoisuudet voivat olla myös toksisia eliöstölle (Lahermo ym. 1996, Phippen ym. 2008).

Sulfaatti

Sulfaatti on rikkihapon suola ja hyvin liikkuva yhdiste. Liukoinen sulfaatti voi pelkistyä sulfidiksi, haihtua ilmaan vetysulfidiksi, saostua liukenemattomiksi suoloiksi tai siirtyä eläviin organismeihin. Rikki on eräs fotosynteesin ja kemosynteesin tärkeimmistä komponenteista ja sitä on entsyymeissä, aminohapoissa ja valkuaisaineissa. Rikki on kasveille välttämätön aine, ja sitä on kasveissa 0,2–1 %. Sulfaatti ei ole sellaisenaan toksinen yhdiste, mutta se voi aiheuttaa vesistöjen suolaantumista ja lisätä järvien kerrostumista. Kerrostuminen ja täyskierron estyminen heikentävät alusveden happitilannetta ja voivat johtaa happikatoon. Sulfaatti voi hapettomissa olosuhteissa pelkistyä mikrobiologisesti sulfideiksi (H_2S ja HS^-). Rikkivety on myrkyllinen eliöille jo erittäin pieninä pitoisuuksina. Se myös kertyy pohjan lähellä oleviin vesikerroksiin. (Lahermo ym. 1996, Singleton 2000)

Sulfaatin pelkistyminen sulfidiksi johtaa hapettomissa olosuhteissa myös niukkaliukoisten metallisulfidien (esim. FeS) muodostumiseen. Tämä voi johtaa pohjasedimentin raudan kierron tyrehtymiseen, koska ferrosulfidien muodostuminen vähentää ferriraudasta (Fe^{3+}) pelkistävissä olosuhteissa muodostuvan liukoisen ferroraudan (Fe^{2+}) määrää. Ferroraudan määrä on ravinnekuormituksen kannalta oleellista, koska se sitoo liukoisen fosfaattifosforin niukkaliukoisempaan muotoon ja ferroraudan määrän väheneminen voi siten johtaa fosforin sisäisen kuormituksen kasvuun. Sulfaattipitoisuuden kasvu ei tosin suoraan johda sisäisen fosforikuormituksen kasvuun, vaan se on riippuvainen myös pohjasedimentteihin sitoutuneista muista metalleista. (Lahermo ym. 1996, Singleton 2000)

Kerrostuneiden järvien alusveden happitilanteen paraneminen ja hapetus-pelkistysolosuhteiden muuttuminen pelkistävistä hapettaviin voi myös aiheuttaa alusveden

Copyright © AFRY Finland Oy

pH:n laskua ferrosulfidin ja ferroraudan reaktioiden myötä. Sedimenttiin sitoutuneen ferrosulfidin hapettuminen rikin oksidien kautta rikkihapoksi voi johtaa alusveden pH:n alenemiseen. Vastaavasti ferrorauta hapettuu ferriraudaksi, joka veden kanssa hydrolysoituessaan happamoittaa myös alusvettä. Hapan vesi liuottaa myös muita metalleja sedimentistä lisäten niiden pitoisuuksia alusvedessä. (Lahermo ym. 1996, Singleton 2000)

Sulfaatilla on todettu olevan vaikutusta elohopean metyloitumiseen, joka on yleinen luonnossa tapahtuva mikrobivälitteinen reaktio. Sulfaatin pelkistäjäbakteerit metyloivat elohopeaa 'sivutuotteena' pelkistäessään sulfaattia sulfidiksi, ja tällöin sulfaattipitoisuuden kasvaminen tehostaa metyylielohopean muodostumista sopivissa ympäristöolosuhteissa (ks. elohopea).

Sinkki

Sinkki on raudan ja mangaanin ohella yleinen raskasmetalli hydrologisessa kierrossa. Sinkki esiintyy luonnossa sulfideina, oksideina ja karbonaatteina ja vesiympäristössä sen liikkuvuus on riippuvainen pH:sta, komplekseja muodostavien ligandien määrästä, raudan ja mangaanin esiintymisestä sekä sedimenttiaineksen laadusta ja määrästä sekä sinkin kokonaismäärästä ympäristössä. Makeissa vesissä sinkki on liukoisimmillaan alhaisen pH:n ja alkaliniteetin vallitessa. Vesiympäristössä suurin osa sinkistä sorboituu vesipitoisiin rauta- ja mangaanioksideihin, savimineraalihiukkasiin ja orgaaniseen aineeseen. Sinkki on monille eliöille välttämätön hivenaine, mutta korkeat sinkkipitoisuudet ovat myrkyllisiä. Liukoiset sinkin yhdisteet ovat vesieliöstölle kaikkien myrkyllisimpiä ja myös helpoiten eliöstön käytettävissä. (Eisler 1993, Lahermo ym. 1996).

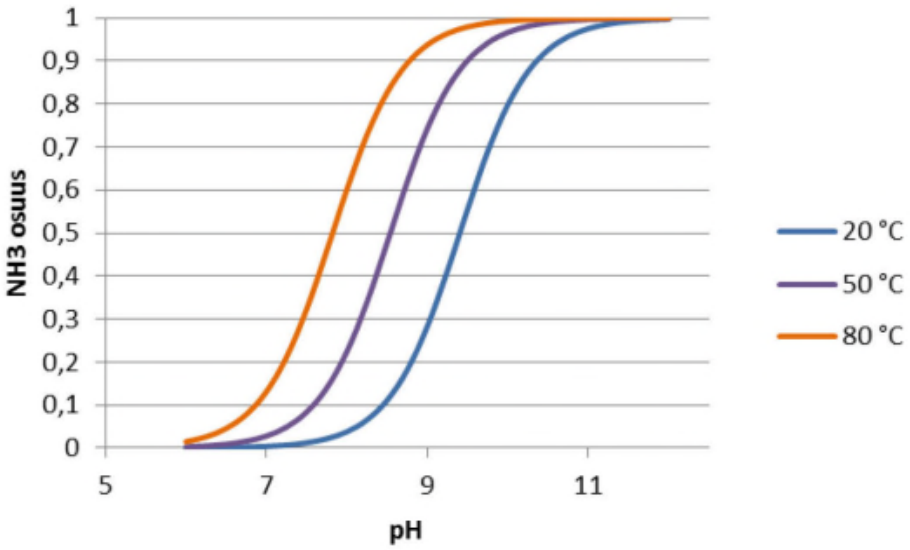
10.2.4 Ravinnekuormitus

Ravinnekuormitus aiheuttaa rehevöitymistä etenkin, jos ravinteet ovat epäorgaanisessa, perustuottajille suoraan käyttökelpoisessa muodossa. Ravinteet esiintyvät joko liukoisena epäorgaanisessa muodossa, partikkeleihin sitoutuneena tai biomassaan sitoutuneena. Perustuotannon määrään vaikuttavat ravinnepitoisuuksien lisäksi merkittävästi myös muut tekijät kuten lämpötila, valon määrä ja pohjan laatu. Virtavesissä ravinnekuormituksen vaikutuksen voimakkuuteen vaikuttavat virtausolosuhteet ja järvissä veden viipymä. Rehevöityminen ilmenee pohjan limoittumisena sekä kasviplanktonin ja vesikasvillisuuden runsastumisena. Rehevöityminen vaikuttaa myös pohjaeläimistön määrään ja koostumukseen sekä kalastoon. Selvimmin rehevöittävät vaikutukset näkyvät yleensä keski- ja loppukesällä, jolloin vedet ovat lämpimimmillään ja perustuotanto voimakkaimmillaan. (Bothwell 1989, Dodds ym. 2002, Dodds & Smith 2016)

Sekä orgaanisen aineksen että jätevesien sisältämän ammoniumtypen hajoaminen kuluttaa vesistöstä happea. Luonnonvesissä ammoniumtyppeä on yleensä vain vähän (<30 µg/l), mutta esimerkiksi turvetuotantoalueiden alapuolella pitoisuudet saattavat olla koholla (tasoa 100–300 µg/l) (Oravainen 1999). Oravaisen (1999) havaintojen mukaan suomalaisissa vesissä vaikutus happipitoisuuteen on kuitenkin vähäinen, mikäli ammoniumtypen pitoisuudet jäävät tason 100 µg/l alapuolelle. Mikäli vesistön pH-taso nousee tason 7–8 yläpuolelle, ammoniumin rinnalle alkaa muodostua ammoniakkia. Ammoniakki on kaloille myrkyllistä ja aiheuttaa kalakuolemia tilanteessa, jossa ammoniumtyppeä on runsaasti ja veden happamuuden taso (pH) ylittää 8,5. Tappava vaikutus perustuu kidusten tuhoutumiseen. Tasapaino ammoniummuodon ja

Copyright © AFRY Finland Oy

ammoniakkimuodon välillä on mm. lämpötila- ja pH-riippuvainen (Kuva 10-5). (Mason 1997, Wetzel 2001)



Kuva 10-5. Ammoniakin osuus ammoniumtypestä eri pH- ja lämpötilaolosuhteissa (Ervasti ym. 2018).

Jätevesikuormitukseen usein liittyvä kiintoainekuormitus voi aiheuttaa pohjan elinympäristöjen muutoksia. Ravinnekuormituksen nousu ja happipitoisuuden lasku karsivat eliöstöstä näille muutoksille herkkiä lajeja ja lajisto voi muuttua hyvin yksipuoliseksi. Kuormituksesta johtuva hapenpuute voi etenkin järvissä johtaa myös sisäiseen kuormitukseen, jossa pohjasedimenttiin varastoituneet aineet alkavat vapautua vesipatsaaseen. (Mason 1997, Wetzel 2001).

10.3 Nykytila

10.3.1 Yleiskuvaus

Vuonoksen tehdastoiminnot, nykyinen rikastushiekka-alue altaineen sekä niiden läheiset pintavesistöt kuuluvat Vuoksen vesistön Oriveden–Pyhäselän alueen Viinijärven 2. jakovaiheen valuma-alueeseen (1990 jako, 04.35, pinta-ala 790 km^{2,} Kuva 10-6). Tehdastoimintojen alue ja rikastushiekka-alue (VE1) sijaitsevat Sätösjoen 3. jakovaiheen valuma-alueella (1990 jako, 04.354, pinta-ala 113 km^2). Myös VE2a-vaihtoehdon uusi rikastushiekka-alue kuuluu samaan valuma-alueeseen kuin nykyinen rikastushiekka-alue. Outokumpu Oy:n vanha avolouhos, josta otetaan vettä Viinijärven lisäksi raakavesivaihtoehdossa RVE1, sijaitsee myös Sätösjoen valuma-alueella (04.354).

Purkureittivaihtoehdossa PVE1 rikastushiekka-alueelta johdetaan nykyisen ympäristöluvan mukaisesti vesiä purkuputken kautta Lahdenjokeen, joka laskee Sysmäjärveen. Lahdenjoki ja Sysmäjärvi sijaitsevat Sysmänjoen 3. jakovaiheen valuma-alueella (1990 jako, 04.353, pinta-ala 187 km^2). Sysmänjoki laskee Sysmäjärvestä ja yhtyy Taipaleenjokeen. Teyripuroon (valuma-alueella 04.354) tulee vesiä tehdas- ja rikastushiekka-alueen etelä- ja länsipuolisilta alueilta, ja puro laskee Vuonosjokeen (valuma-alueella 04.354), joka muuttuu Sätösjoeksi (valuma-alueella 04.354) ennen kuin laskee Viinijärveen (Viinijärven valuma-alueella 04.352, pinta-ala 356 km^2). Rikastushiekka-alueen pohjois- ja

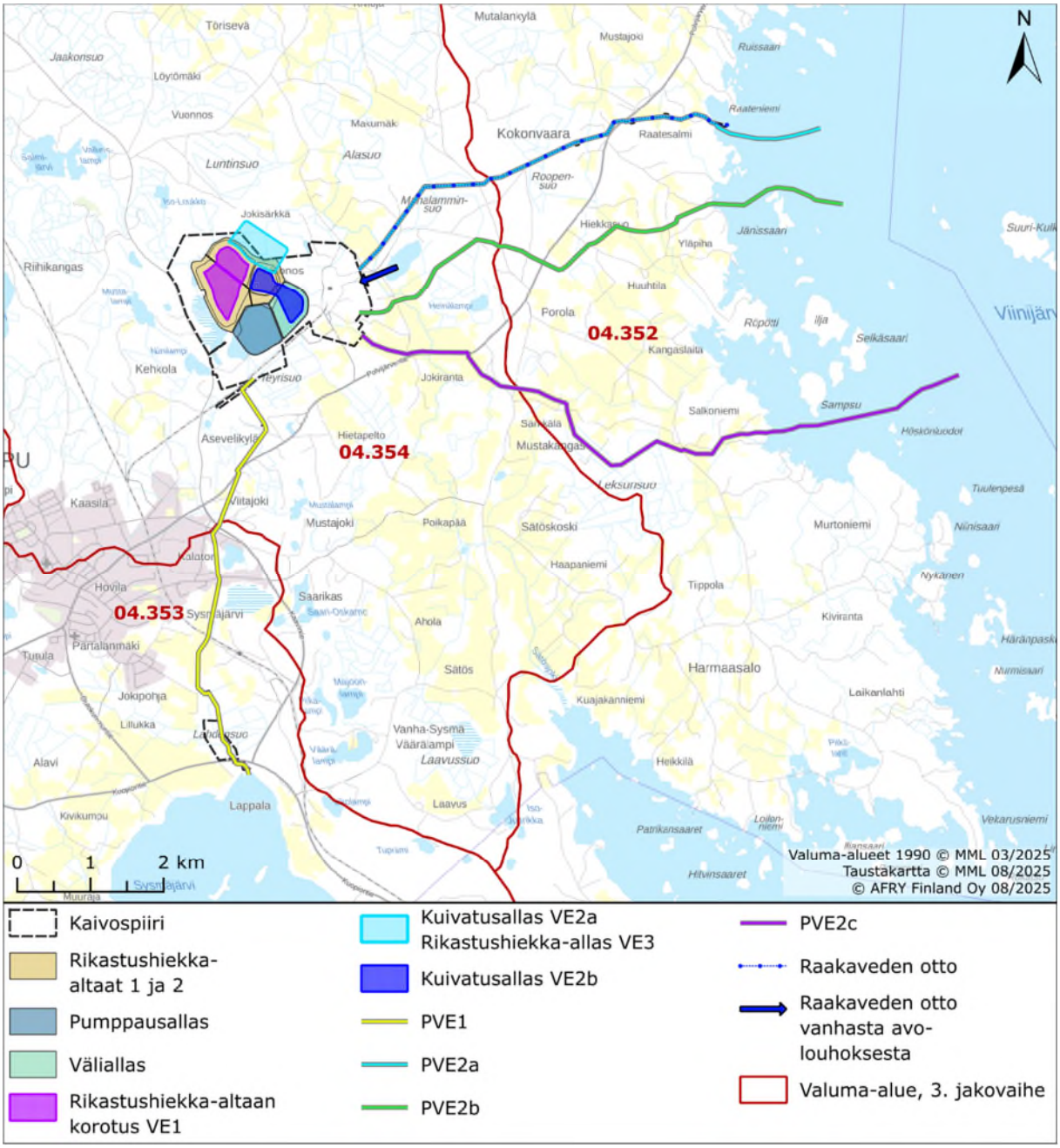
Copyright © AFRY Finland Oy

luoteispuoleisilta alueilta tulee vesiä Loukonpuroon (valuma-alueella 04.354), joka laskee Vuonosjokeen (valuma-alueella 04.354).

Purkureittivaihtoehdossa PVE2 vesiä johdetaan Viinijärveen. Purkuputkelle on kolme reittivaihtoehtoa (PVE2a–c). Reitit (PVE2a–c) kulkevat Sätösjoen (04.354) ja Viinijärven (04.352) 3. jakovaiheen valuma-alueiden kautta Viinijärveen. Reitti PVE2a risteää Vuonosjoen sekä muutaman nimettömän uoman kanssa ja laskee Viinijärveen Kokonvaaran ja Raatesalmen itäpuolella. Reitti PVE2b kulkee reitin PVE2a eteläpuolella ja risteää Vuonosjoen kanssa sekä Nurmelan pohjoispuolella olevan ja Roopensuolta tulevan uoman kanssa. Purkureitti PVE2b laskee Viinijärveen Jänissaarten pohjoispuolelta. Purkuputken suu (PVE2b) on Jänissaarten itäpuolella. Reitti PVE2c kulkee eteläisimpänä. Se risteää Vuonosjoen kanssa sekä uomien kanssa Leksunsuon ja Korpilahden alueilla ennen kuin laskee Viinijärveen Sampsun eteläpuolelta. Purkuputken suu (PVE2c) on Sampsusta ja Selkäsaaresta itään.

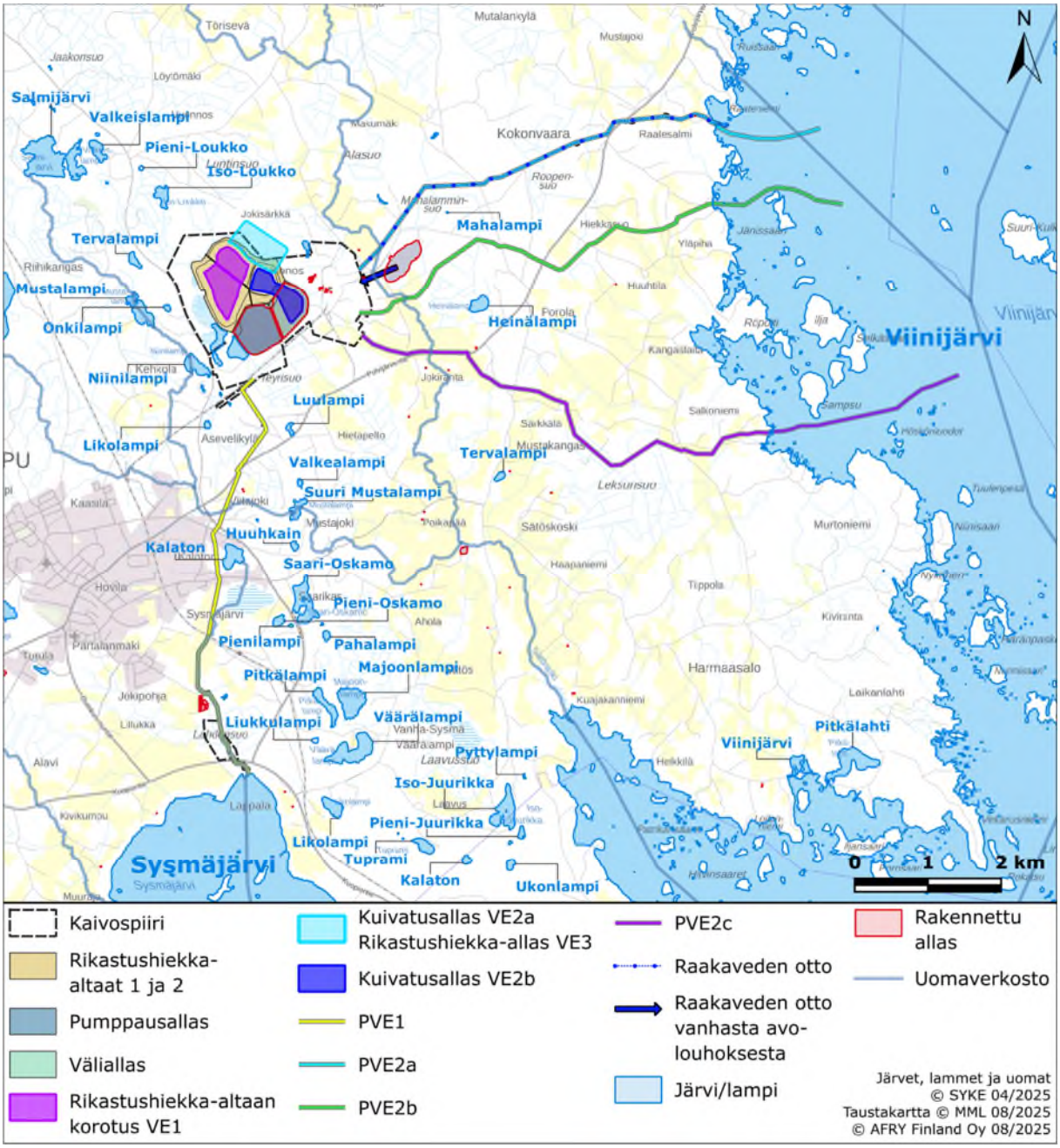
Kaivospiirin lähialueen uomaverkosto, sekä järvet ja lammet on esitetty kuvassa 10-7.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-6. Valuma-aluejako.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-7. Kaivospiirin lähialueen uomaverkosto, sekä järvet ja lammet.

10.3.2 Kuormitus

Sysmäjärvi

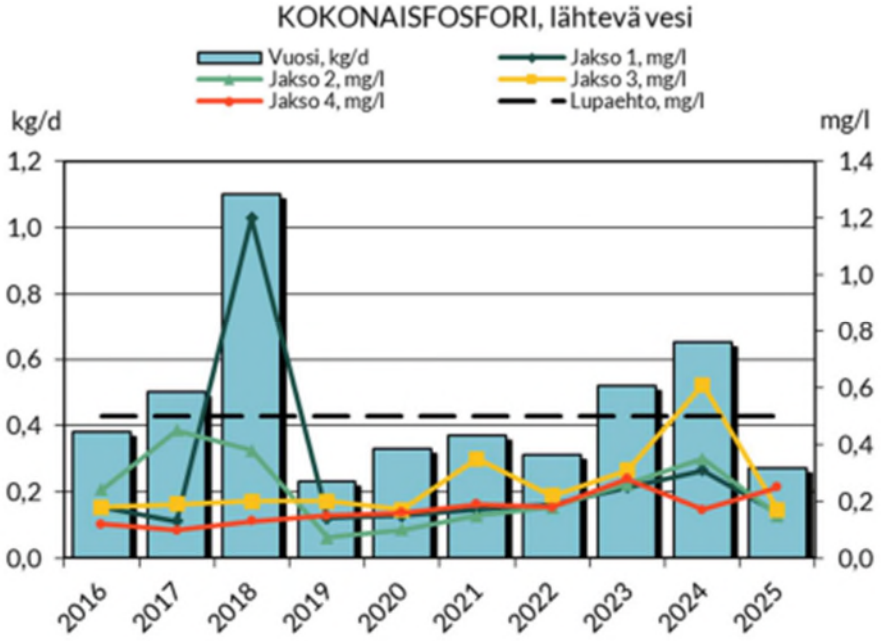
Sysmäjärven aluetta ovat kuormittaneet vuosien saatossa useat vanhat kaivokset, vanhat rikastushiekka-alueet tai -altaat, Jyrinmäen kaatopaikka, jätevedenpuhdistamo, Outokummun taajama sekä maa- ja metsätalous (Ramboll Finland Oy 2024). Kuormittajien sijainnit on esitetty kuvassa 10-11. Vuonoksen tehtaalta Lahdenjokeen tuleva kuormitus on käsitelty luvussa 3.7.4.

Sysmäjärven kuormitus muodostuu useista eri haja- ja pistekuormituslähteistä ja tulovirtaamista. Ravinnekuormitusta (fosfori- ja typpikuormitus kg/a) on tarkasteltu uomakohtaisesti kuvassa 10-12, jonka perusteella voimakkainta hajakuormitus on

Copyright © AFRY Finland Oy

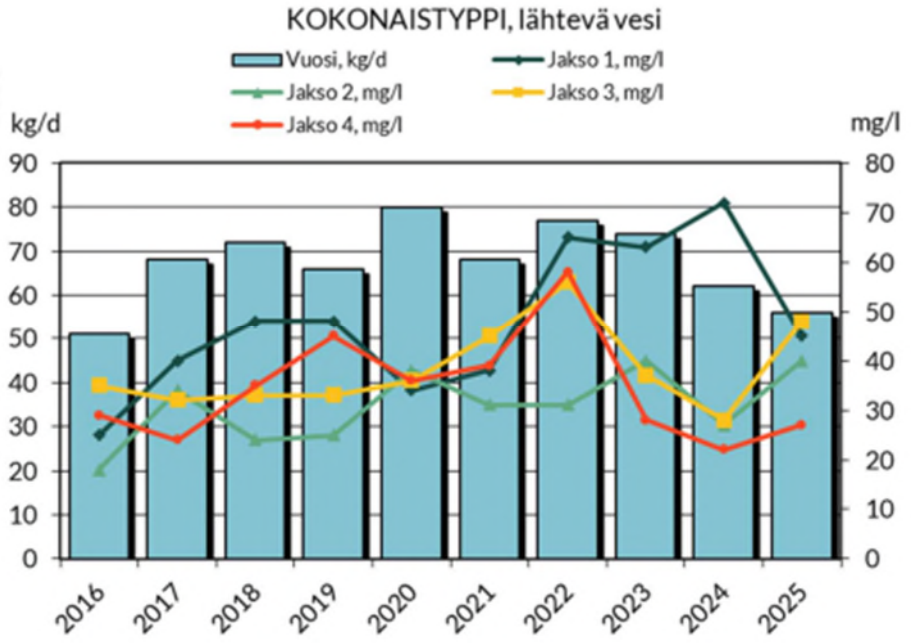
Kuusjoesta. Hajakuormituksen osuus Sysmäjärven kokonaisfosforikuormituksesta on noin 90 %, ja merkittävin pistekuormittaja on Jokipohjan jätevedenpuhdistamo (Kuva 10-13). Typpikuormituksesta puolet tulee hajakuormituksesta ja puolet pistekuormituksena Jokipohjan jätevedenpuhdistamolta (Kuva 10-13). Uomakohtaisesti tarkasteltuna suurin osa fosforin kokonaiskuormituksesta tulee Kuusjoen hajakuormituksena (Kuva 10-12). (Ramboll Finland Oy 2024)

Jokipohjan vedenpuhdistamon kuormitustarkkailun perusteella (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2026a) puhdistamolta vuonna 2025 lähtevä keskimääräinen orgaanisen aineksen ($BOD_{7\text{-}ATU}$) kuormitus vesistöön oli 6,8 kg/d, COD_{Cr} 58 kg/d, kokonaisfosfori 0,27 kg/d, kokonaistyppi 56 kg/d ja kiintoaine 8,6 kg/d (Kuva 10-8, Kuva 10-9 ja Kuva 10-10).

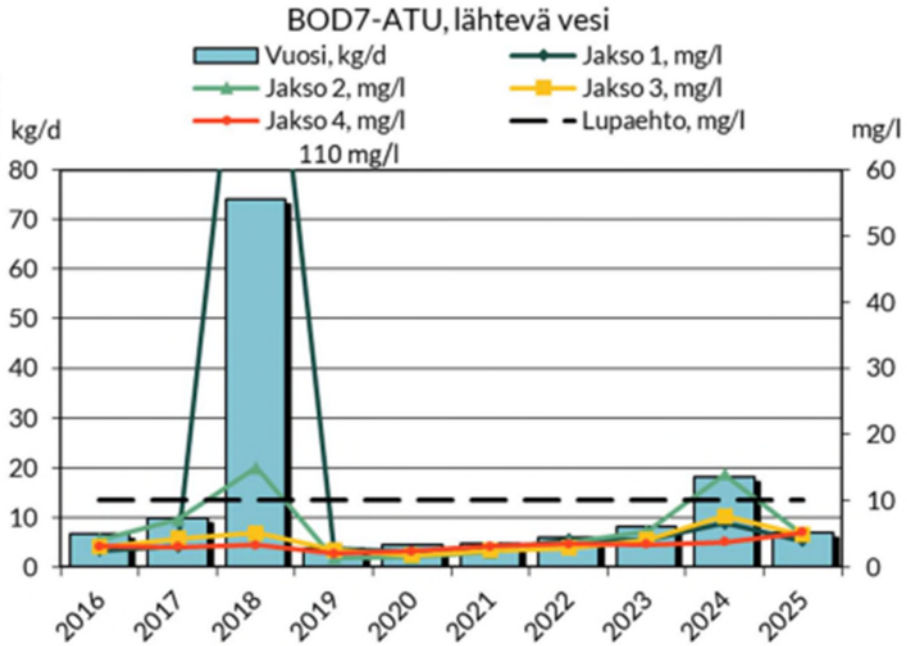


Kuva 10-8. Jokipohjan puhdistamolta lähtevä kokonaisfosforikuormitus vuosikeskiarvona ja -pitoisuus jaksokeskiarvona sekä lupaehto pitoisuudelle vuosina 2016–2025 (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2026a).

Copyright © AFRY Finland Oy

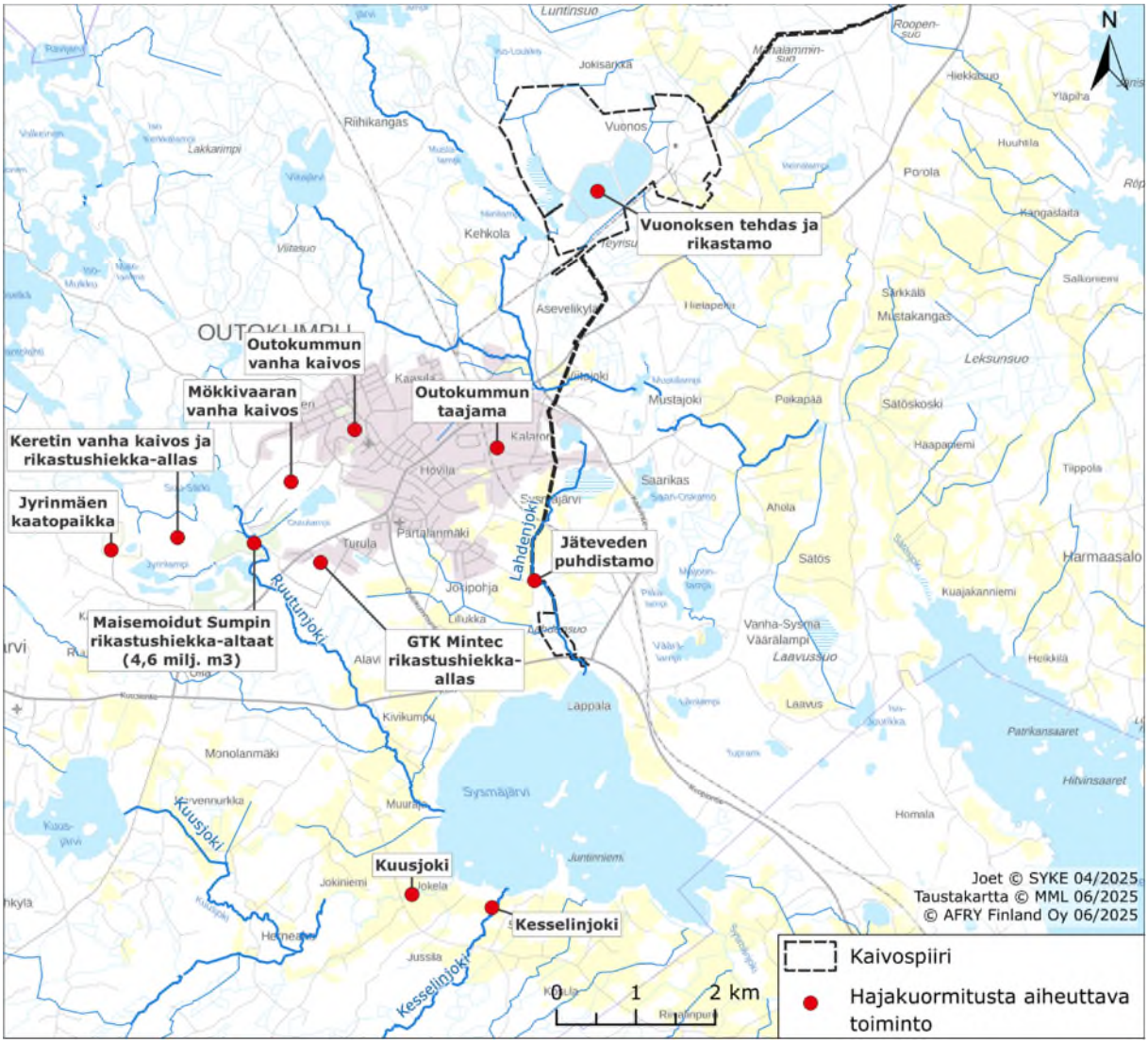


Kuva 10-9. Jokipohjan puhdistamolta lähtevä kokonaistyppikuormitus vuosikeskiarvona ja -pitoisuus jaksokeskiarvona vuosina 2016–2025 (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2026a).

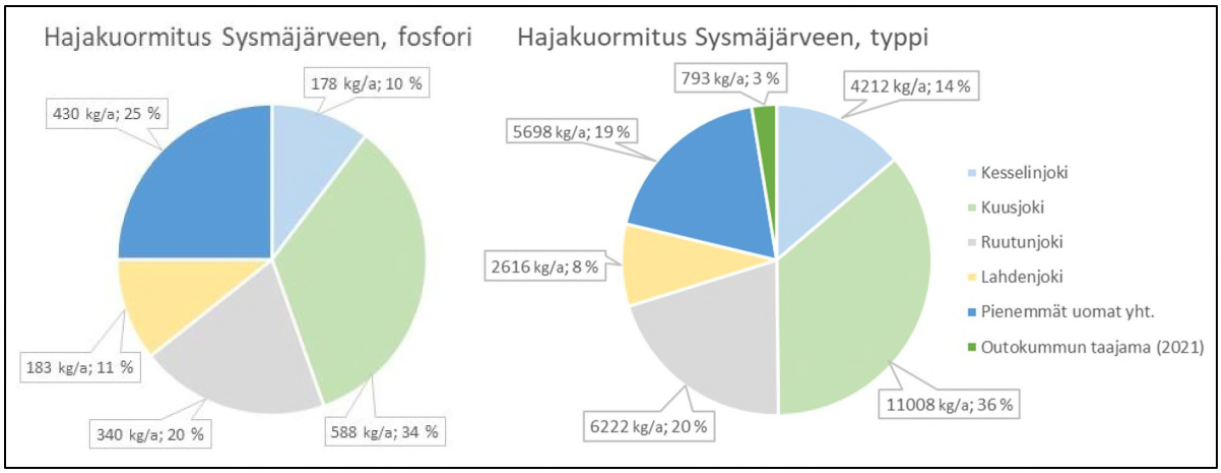


Kuva 10-10. Jokipohjan puhdistamolta lähtevä orgaanisen aineksen kuormitus vuosikeskiarvona ja -pitoisuus jaksokeskiarvona vuosina 2016–2025 (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2026a).

Copyright © AFRY Finland Oy

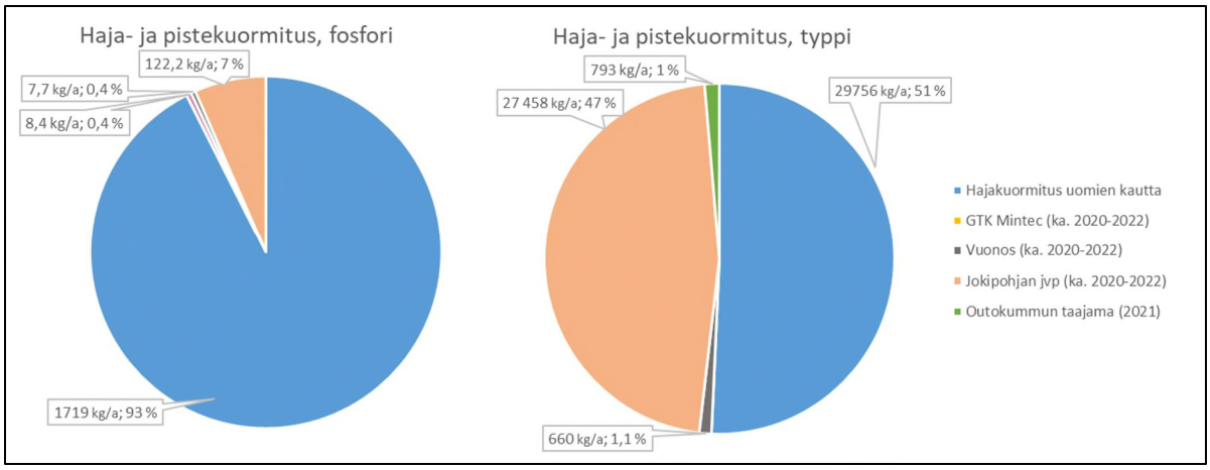


Kuva 10-11. Sysmäjärveä kuormittavien ja kuormittaneiden toimijoiden sijainnit (perustuen Ramboll Finland Oy 2024, uudelleen piirretty).

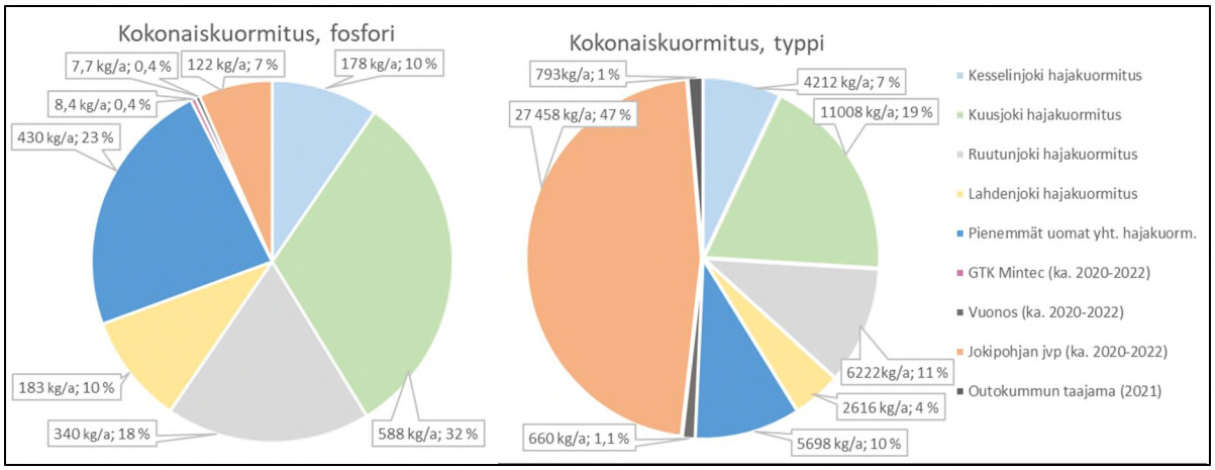


Kuva 10-12. Uomakohtainen ravinteiden hajakuormitus Sysmäjärveen (Ramboll Finland Oy 2024).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-13. Haja- ja pistekuormitus Sysmäjärveen ravinteiden osalta (Ramboll Finland Oy 2024).



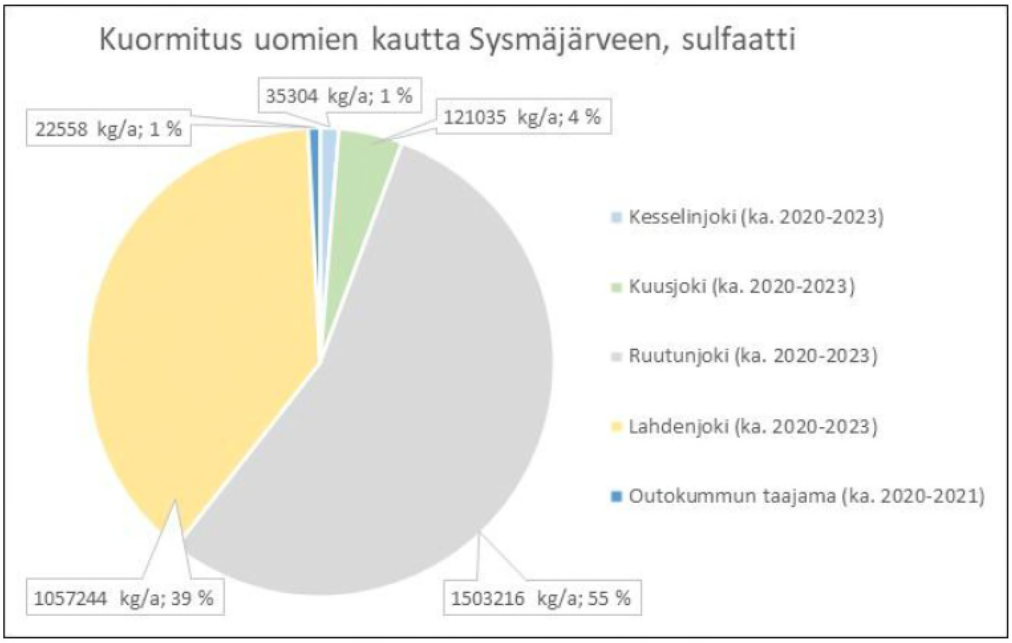
Kuva 10-14. Kokonaiskuormitus Sysmäjärveen (Ramboll Finland Oy 2024).

Uomakohtaista sulfaattikuormitusta Sysmäjärveen on tarkasteltu kuvassa 10-15 (Ramboll Finland Oy 2024). Yli puolet kuormituksesta tulee Ruutunjoesta (Keretti), ja Lahdenjoen osuus on 39 %. Lahdenjoen sulfaattikuormituksessa (Kuva 10-16) on havaittu laskeva trendi lukuun ottamatta vuosia 2016–2017 (Ramboll Finland Oy 2024).

Nikkelikuormituksesta noin 40 prosenttia tulee Vuonoksesta Lahdenjoen kautta (Kuva 10-17). Sekä Ruutunjoessa että Lahdenjoessa on havaittavissa laskutrendiä kuormituksen määrässä (Ramboll Finland Oy 2024). Lahdenjoen nikkelikuormitus Sysmäjärveen on laskenut tasolle 50 kg/a. Mondo selvitti Vuonosjoen hajakuormitusta, ja selvityksen tulokset on esitetty luvussa 3.7.5. Selvityksen perusteella Vuonosjoen nikkelikuormitus vaikuttaa olevan peräisin Outokumpu Oy:n entisiltä sivukiven läjitysalueilta.

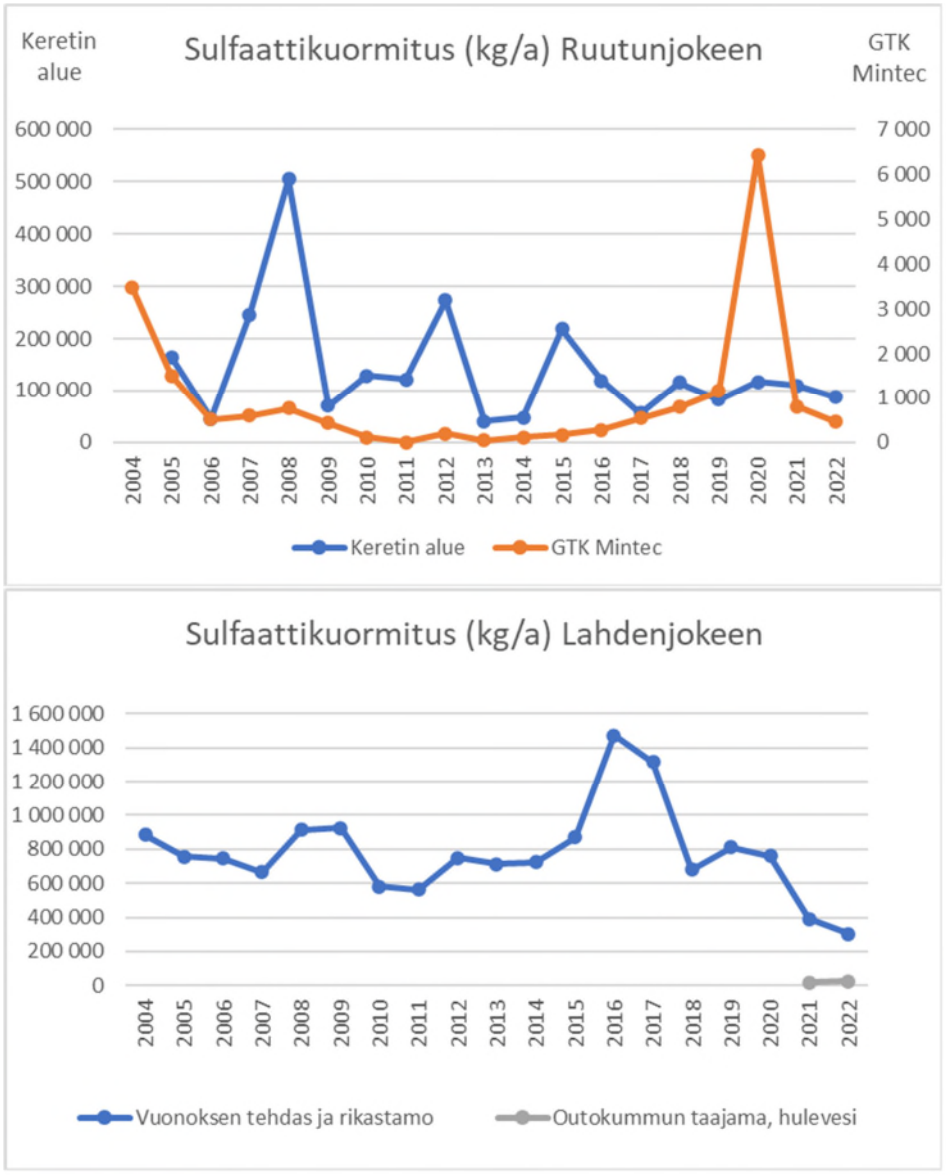
Sinkin, kuparin ja koboltin osalta Sysmäjärven pääkuormittaja on Keretin alue (Ramboll Finland Oy 2024).

Copyright © AFRY Finland Oy



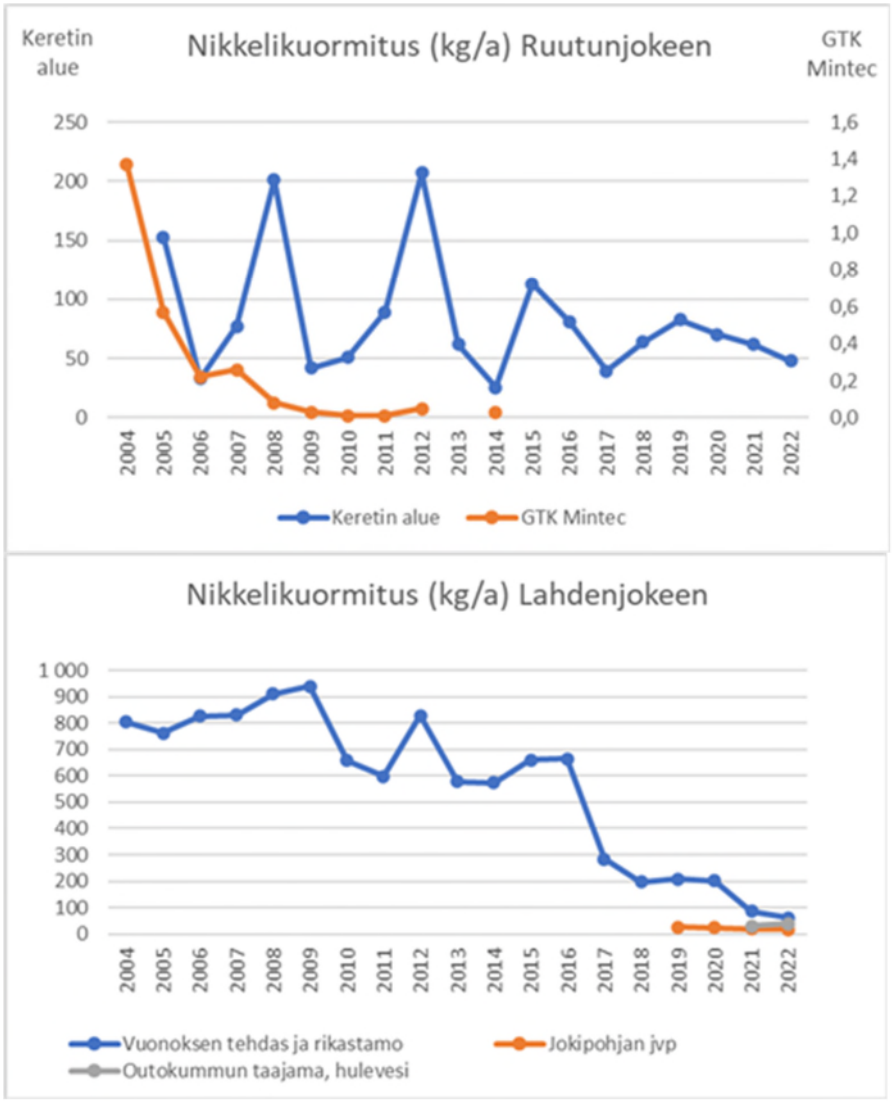
Kuva 10-15. Uomakohtainen sulfaattikuormitus Sysmäjärveen (Ramboll Finland Oy 2024).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-16. Sulfaattikuormitus Ruutunjokeen (yllä) ja Lahdenjokeen (alla) (Ramboll Finland Oy 2024).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-17. Nikkelikuormitus Ruutunjokeen ja Lahdenjokeen vuosina 2004–2022 (Ramboll Finland Oy 2024).

Viinijärvi

Viinijärven länsiosan paineiksi (SYKE 2025d) on tunnistettu kaivosvesistä tuleva pistekuormitus sekä maataloudesta sekä laskeumasta tuleva hajakuormitus. Kemiallista kuormitusta tulee kaivosvesien nikkeli- ja muista päästöistä lähinnä järven pohjoisosassa. Maatalouden kuormituksesta peltoviljelyn osuus fosforikuormituksesta on tunnistettu merkittäväksi luonnonhuuhtoumaan verrattuna, typpikuormitus on silmällä pidettävää. Järven on todettu kärsivän ajoittain syvänteiden alusveden voimakkaasta happivajeesta sekä kohonneista ravinteiden ja raudan pitoisuuksista talvikerrosteisuusaikana. Järvi on rehevöitynyt ja kunnostustoimien tarpeessa.

Viinijärveen pistekuormitusta tulee järven pohjoispuolella sijaitsevilta Horsmanahon ja Karnukan kaivoksilta sekä Neova Oy:n Teyrisuon turvetuotantoalueelta. Näiden lisäksi järveä on kuormittanut Boliden Kylylahti Oy:n Kylylahden kaivos, jossa louhinta päättyi vuonna 2020. Alueen kuormittajien yhteistarkkailua on toteutettu vuodesta 1985 lähtien (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2024c) Pohjois-Viinijärven yhteistarkkailuna.

Copyright © AFRY Finland Oy

Pohjois-Viinijärven yhteistarkkailun mukaiset (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2022a, 2023b, 2024c ja 2025d) vuosikuormitukset vuosina 2021–2025 on esitetty taulukossa 10-8. Ravinteista typpikuormituksen osalta suurimmat pistekuormittajat ovat Horsmanaho ja Karnukka, fosforin osalta kuormitusta tulee eniten Teyrisuolta. Kiintoainekuormituksesta suurin osa on peräisin Horsmanahosta. Metallien osalta rauta- ja nikkelikuormitus on suurinta Horsmanahosta, arseenia tulee eniten Karnukasta.

Taulukko 10-8. Mondo Minerals B.V. Branch Finland Horsmanahon ja Karnukan alueiden, Teyrisuon sekä Kylylahden kaivoksen vuosikuormitus vuonna 2021, 2022 ja 2023 (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2022a, 2023b, 2024c ja 2025d).

	Q m^3/a	COD_{Mn} kg/a	Kok. typpi kg/a	Kok.fosfori kg/a	Kiintoaine kg/a	Rauta kg/a	Arseeni kg/a	Nikkeli kg/a
Horsmanaho								
2021	396179		1044	-	1720	39	0,52	78
2022	380865		828	0,57	1864	25	0,60	60
2023	459515		1217	-	2368	26	1,2	63
2024	582220		2401		1379	14	3,7	81
2025	390443		1515		724	12	2,6	48
Karnukka								
2021	77793		549	-	223	6,9	5,8	11
2022	70856		586	-	194	9,2	1,2	11
2023	90431		852	-	346	12	2,2	13
2024	100392		955		280	4,3	0,7	11,4
2025	93728		955		470	1,4	0,3	8,9
Teyrisuo								
2021	-	5995	104	3,0	110	-	-	-
2022	-	3520	79	2,3	162	-	-	-
2023	-	3230	72	2,6	119	-	-	-
2024		111	23	0,9	49			
2025		6529	149	4,7	229			

Viinijärven eteläosa kuuluu Sysmäjärvi–Heposelän alueen yhteistarkkailuun (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2024d). Vuonoksen alueelta tulee kuormitusta Viinijärven eteläosaan. Vuonoksen tehdas- ja rikastushiekka-alueen etelä- ja länsipuolisilta alueilta tulee vesiä Teyripuroon, joka laskee Vuonosjokeen ja muuttuu Sätösjoeksi ennen kuin laskee Viinijärveen. Myös rikastushiekka-alueen pohjois- ja luoteispuolen alueilta tulee vesiä Loukonpuroon, joka laskee Vuonosjokeen. Vuonoksen alueen purkuputki (PVE1) laskee kuitenkin Lahdenjoen kautta Sysmäjärveen. Vuonoksen alueen lisäksi Sysmäjärvi–Heposelän alueen yhteistarkkailuun kuuluvat FinnCobolt Oy:n Keretin alue, Outokummun kaupungin jätevedenpuhdistamo ja Viinijärven kalalaitos. Näistä Keretin alueen kuormitus kohdistuu Ruutunjoen kautta Sysmäjärveen, jonne myös jätevedenpuhdistamon kuormitusta tulee Lahdenjoen kautta. Viinijärven kalalaitos sijaitsee Viinijärven alapuolisen vesistön Taipaleenjoen varrella, jossa sen kuormitusta tarkkaillaan (ylä- ja alapuolisilla pisteillä 475 ja 157).

10.3.3 Virkistyskäyttö ja vesistöjen muu käyttö

Vesistöjen rannoilla sijaitsee asuin- ja/tai vapaa-ajan kiinteistöjä. Vesistöjen käyttö on tavanomaista virkistyskäyttöä, joka muodostuu uinnista, kalastuksesta, veneilystä, pesu- ja saunaveden otosta sekä vesimaiseman ihailusta ja rannalla oleilusta.

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankealueen vesistöissä harjoitetaan verrattain paljon kalastusta. Viinijärvi on paikallisesti merkittävä virkistyskalastuskohde, jossa kalastus painottuu muun muassa kuhaan, haukeen, ahveneen ja muikkuun, järvellä harjoitetaan myös kaupallista kalastusta. Sysmäjärven kalastus on pääasiassa kotitarve- ja virkistyskalastusta, ja saalis koostuu erityisesti hauesta, ahvenesta ja särkikaloista, mutta järven kalataloudellista arvoa heikentävät rehevyys ja vedenlaatuongelmat. Taipaleenjoen alaosilla sijaitseva Siikakoski on koskikalastuskohde. Tarkemmat tiedot kalastuksesta esitetään kalaston ja kalastuksen nykytilaa kuvaavassa luvussa 13.2.

10.3.4 Virtaamat ja vedenkorkeus

Sysmäjärvi

Sysmäjärvi on matala (maksimisyvyys 6 m ja keskisyvyys 1 m), ja avovesiaikaan tuulet sekoittavat vesimassaa herkästi. Jääpeiteaikaan Sysmäjärven syvännealue kerrostuu voimakkaasti. Sysmäjärven säännöstelystä on luovuttu ja järjestelypato on muutettu kiinteäkynnyksiseksi pohjapadoksi maaliskuussa 2012 (Ramboll Finland Oy 2024).

Uomien virtauksia on arvioitu raportissa Ramboll Finland Oy (2024), ja arviossa on hyödynnetty satunnaisia havaintoja, Kesselin valuntahavaintoja, vesistömallijärjestelmän simuloitua dataa sekä vertailuvesistöjä ja pohjapadon suunnitelmia. Suurimmat tulouomat ja niiden keskivirtaamat sekä Sysmäjärvestä lähtevä keskivirtaama on valuma-aluetietoihin pohjautuen arviolta:

	Valuma-alueen pinta-ala	Keskivirtaama MQ
Kesselinjoki	20 km^2	0,2 m^3/s
Kuusjoki	46 km^2	0,4 m^3/s
Ruutunjoki	27 km^2	0,2 m^3/s
Lahdenjoki	11 km^2	0,1 m^3/s
Sysmänjärvi, luusua	125 km^2	1,2 m^3/s

Vuosina 2012–2018 havaitut Sysmäjärven vedenpinnan korkeudet (N60+) ovat olleet (Kuva 10-18)

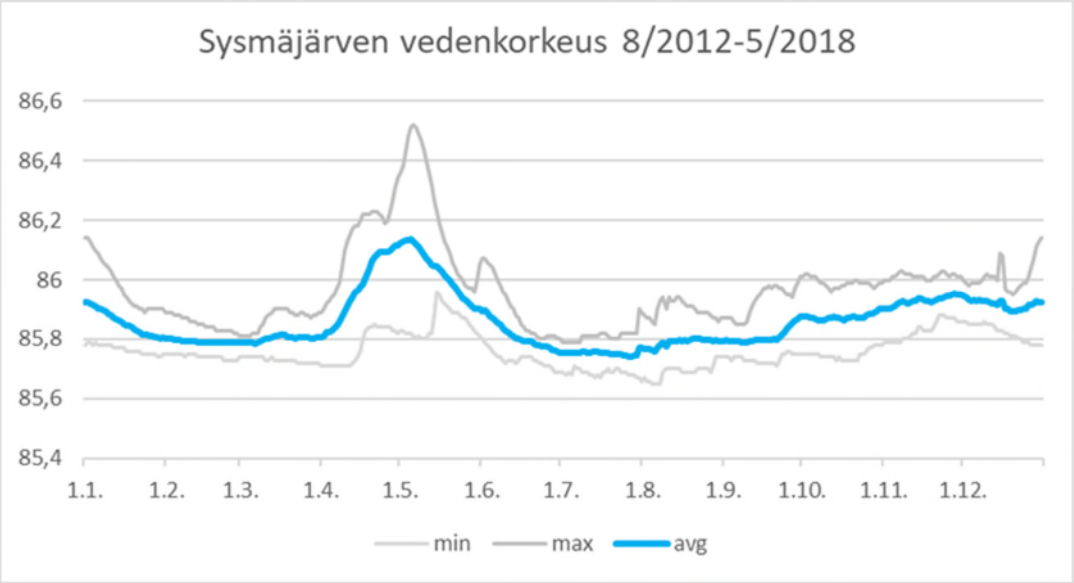
MHW 86,2 m

MW 85,8 m

MNW 85,7 m

Sysmäjärven viipymäksi on arvioitu 1–2 kk (Ramboll Finland Oy 2024). Sysmäjärven tilavuuteen on vaikuttanut järven säännöstely ja mahdollinen sedimentin kertymä. Vanhojen arvioiden suuruusluokka järven tilavuudesta vaihtelee varsin paljon.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-18. Sysmäjärven vedenkorkeudet pohjapadon rakentamisen jälkeen (Ramboll Finland Oy 2024).

Viinijärvi

Viinijärven (04.352.1.001) maksimisyvyys on 58 m ja keskisyvyys 5,8 m (SYKE 2025e). Valuma-alueen pinta-ala on 790 km^2 (Järviwiki 2025). Suurimmat järveen laskevat vesistöt ovat Sukkulanjoki (A=199 km^2), joka laskee järven pohjoisosaan ja Sätösjoki (113 km^2), joka laskee järven eteläosaan. Viinijärven vedet laskevat Taipaleenjokea pitkin Heposelkään.

Viinijärven länsiosan vesimuodostuman alueella ei ole pinnankorkeuden seurantapisteitä, lähimmät seurantapisteet sijaitsevat Viinijärven itäosan alueella (SYKE 2025e). Järviwikin (2026) perusteella Viinijärven Vaiviossa Viinijärven itäosan alueella vedenkorkeuden seurantaa on ollut vuodesta 1974 saakka. Tällä ajanjaksolla

- keskivedenkorkeus (MW) on ollut (N60+) 78,74 m
- keskimääräinen vuotuinen vedenkorkeusvaihtelu on ollut 61 cm
- ylin vedenkorkeus on ollut (N60+) 79,47 m (06/1988)
- alin vedenkorkeus on ollut (N60+) 78,23 m (10/2006)

Vuosina 2021–2025 havaitut Viinijärven vedenpinnankorkeudet (Vaivio, N60+, SYKE 2026d, Kuva 10-19) ovat olleet

MHW 79,4 m

MH 78,7 m

MNW 78,3 m

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-19. Viinijärven vedenkorkeus (m) vuosina 2021–2025. Kuvassa on esitetty myös jaksolle lasketut MHW, MH ja MNW.

10.3.5 Vesistöjen herkkyys

Arvio vesistöjen herkkyydestä on esitetty taulukossa (Taulukko 10-9). Sysmäjärvi, Vuonosjoki-Sätösjoki, Lahdenjoki ja Sysmänjoki ovat selkeästi ihmistoiminnan muokkaamia vesistöjä, ja Outokummun kaivostoiminnan historia ulottuu yli sadan vuoden päähän. Vesistöjen luonnontila on siten huonosti selvillä, mikä vaikeuttaa herkkyyden tarkastelua.

Taulukko 10-9. Lähivesistöjen herkkyys muutoksille.

Vesistö	Herkkyys	Perusteet
Vuonos-Sätösjoki	Vähäinen	Ekologinen tila hyvä vesienhoidon 4. kaudella. Virtaama melko vähäinen, laimennusolosuhteet heikot. Hajakuormituksen lisäksi jokeen tulee kuormitusta Vuonoksen alueen toiminnoista, ml. Outokummun vanhat alueet. Ei Natura 2000 -aluetta eikä muita suojelualueita. Joen kalastosta ei tietoja, mutta todennäköisesti arvokaloja ei esiinny.
Lahdenjoki	Vähäinen	Ekologinen tila välttävä vesienhoidon 4. kaudella. Ei Natura 2000 -aluetta eikä muita suojelualueita. Joen kalastosta ei tietoja, mutta todennäköisesti arvokaloja ei esiinny. Aiemmin ympäristölupapäätöksissä määritelty viemäriksi. Sekoittumisolosuhteet heikohkot, useita pistekuormittajia.
Sysmäjärvi	Kohtalainen	Luokiteltu tyydyttävään ekologiseen tilaan vesienhoidon 4. kaudella. Melko hyvät laimennusolosuhteet. Hajakuormituksen lisäksi järveen on tullut kaivostoiminnan kuormitusta 1900-luvun alusta alkaen, lisäksi pienempiä pistekuormittajia. Vedenlaatu selkeästi luonnontilasta

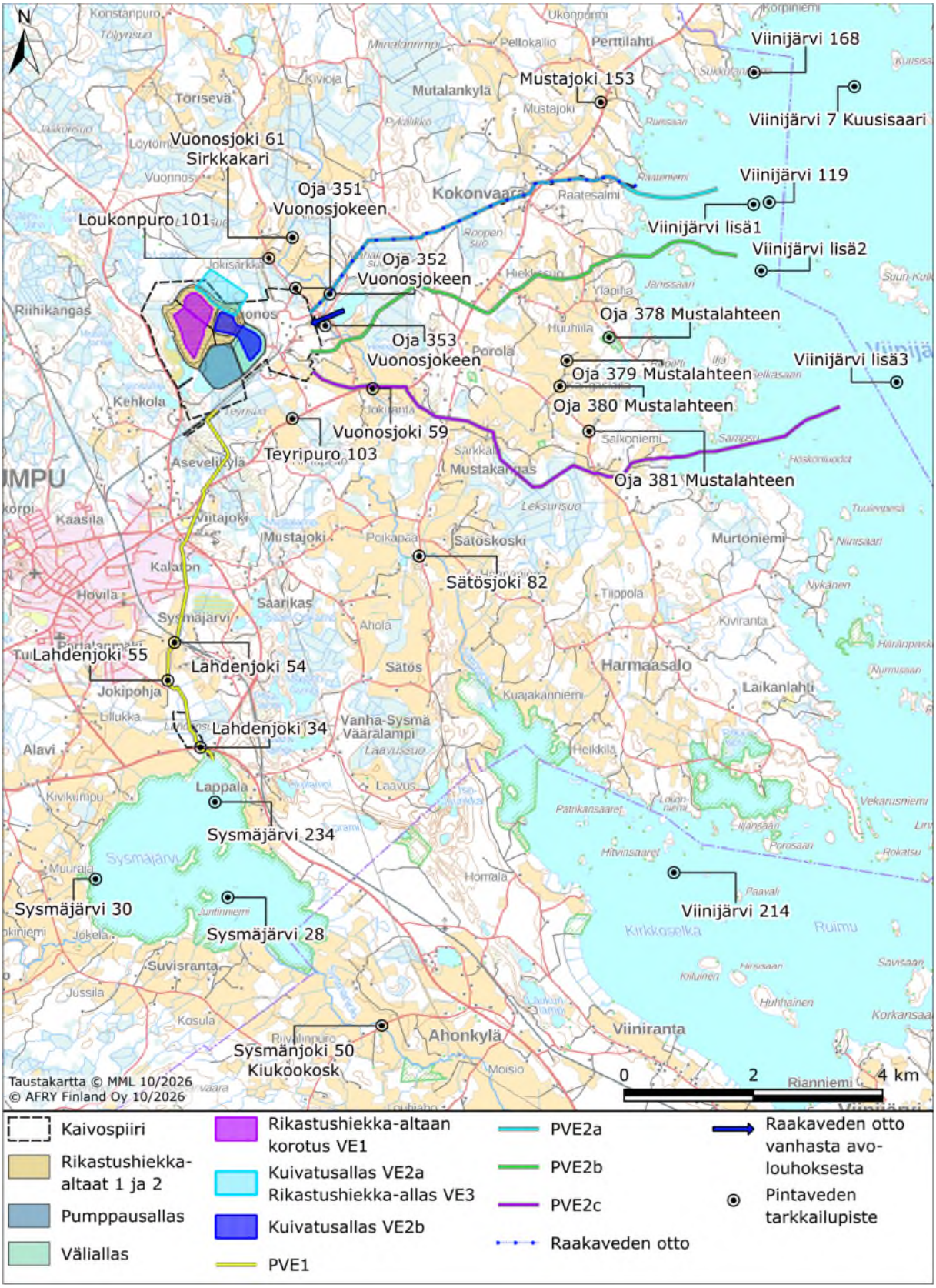
Copyright © AFRY Finland Oy

Vesistö	Herkkyys	Perusteet
		poikkeava. Natura 2000 -aluetta, linnustollisesti arvokas. Harjoitetaan vapaa-ajankalastusta sekä muuta virkistyskäyttöä.
Sysmänjoki	Kohtalainen	Luokiteltu välttävään ekologiseen tilaan vesienhoidon 4. kaudella. Sysmäjärveen kohdistuva kuormitus näkyy osin vedenlaadussa. Ei Natura 2000 -aluetta eikä muita suojelualueita. Joen kalasto pääosin vähäarvoisempaa lajistoa.
Taipaleenjoki	Kohtalainen	Luokiteltu välttävään ekologiseen tilaan 4. kaudella. Joessa esiintyy arvokaloja kuten taimenta ja siellä on mm. erityiskalastuskohde. Ei Natura 2000 -aluetta eikä muita suojelualueita.
Orivesi-Heposelkä	Kohtalainen	Luokiteltu tyydyttävään ekologiseen tilaan 4. kaudella. Alue on saimaannorpan pohjoisimpia elinalueita, mutta ei keskeiseksi alueeksi luokiteltu. Vedenlaatu neljännellä kaudella hyvä–erinomainen. Suuri vesimassa, laimentuminen hyvää. Vapaa-ajankalastuksen ohella paljon muuta vesistön virkistyskäyttöä. Ei Natura 2000 -aluetta eikä muita suojelualueita.
Viinijärvi (länsiosa)	Kohtalainen	Luokiteltu tyydyttävään ekologiseen tilaan 4. kaudella. Fosforin ja typen tila neljännellä kaudella hyvä, pH tyydyttävä. Pistekuormituksen vaikutus näkyvissä Horsmanahon eteläpuolisessa syvänteessä sekä Viinijoen suun läheisyydessä. Nikkelin laatunormiylitys syvänteessä. Suuri vesimassa, kohtuullisen hyvä laimeneminen. Vapaa-ajankalastuksen sekä kaupallisen kalastuksen ohella paljon muuta vesistön virkistyskäyttöä. Viinijärvessä Sätösjoen suulla sijaitsee kansallisesti merkittävä lintualue (FINIBA)

10.3.6 Vedenlaatu

Pintavedenlaadun tarkkailupisteet, joiden tuloksia on käsitelty alla tarkemmin, on esitetty kuvassa 10-20. Uusimmat tarkkailutulokset on esitetty koottuna liitteessä 19.

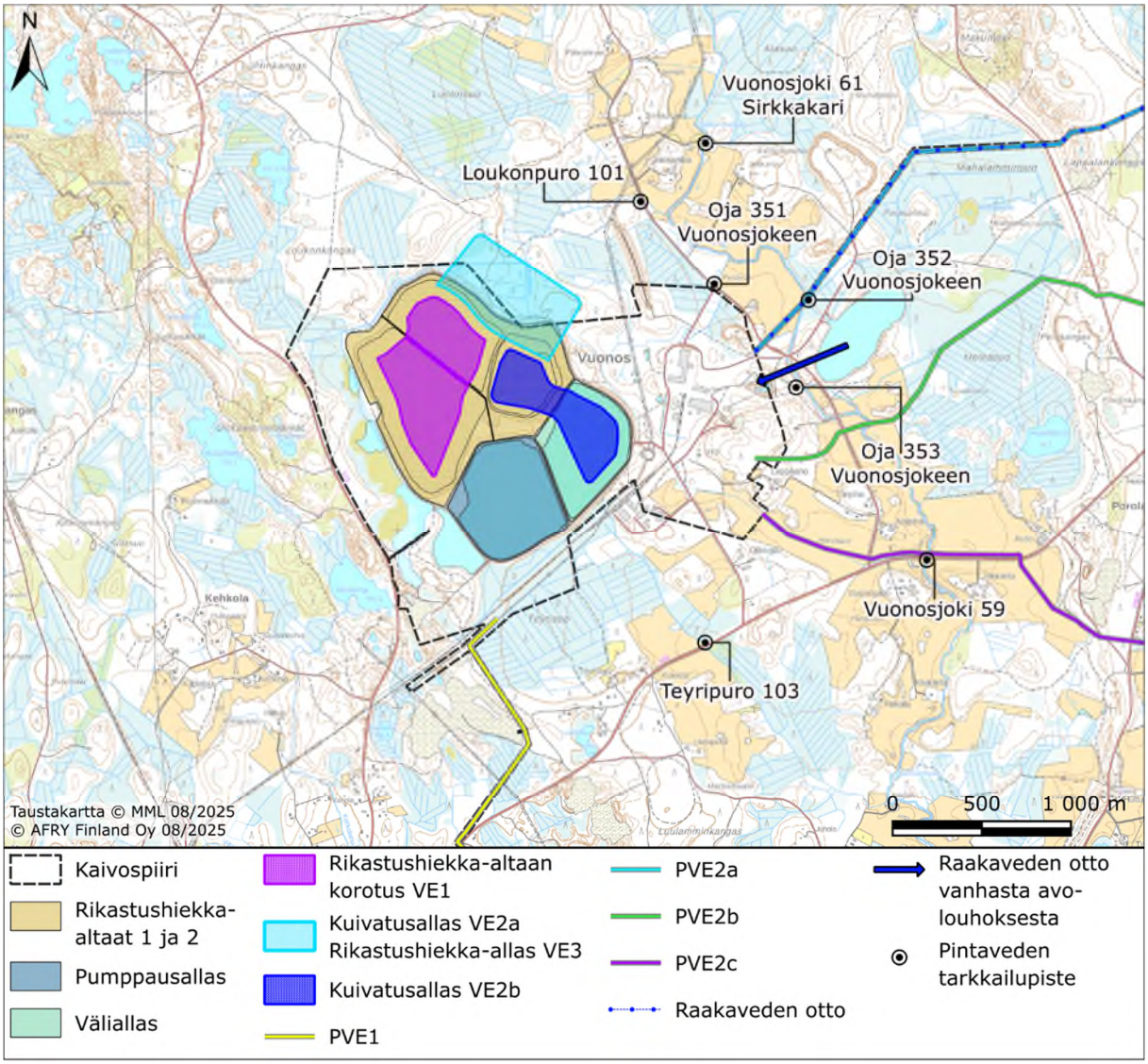
Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-20. Pintaveden laadun tarkkailupisteet.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vuonosjokeen laskevat ojat



Kuva 10-21. Pintaveden laadun tarkkailupisteet. Vuonosjokeen laskevat ojat, Vuonosjoki Loukonpuro ja Teyripuro.

Vuonosjokeen laskevien ojien (351, 352, 353) vedenlaatua tarkkaillaan velvoitetarkkailussa kaksi kertaa vuodessa (Taulukko 10-10, Kuva 10-21). Kaikkien ojien veden sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuudet olivat jaksolla 2021–2025 keskimäärin voimakkaasti luonnontasosta kohonneet. Ojan 351 veden pH oli korkein vaihdellen hapahkosta lievästi emäksiseen. Ojien 352 ja 353 pH-taso oli selvästi matalampi ja se vaihteli välillä 4,7–7,3. Ojavesien metallipitoisuudet olivat erittäin korkeat nikkelin, sinkin ja kuparin osalta. Arseenin, lyijyn, kadmiumin ja elohopean pitoisuustaso oli jaksolla 2021–2025 matala.

Mondo on selvittänyt Vuonosjokeen kohdistuvaa hajakuormitusta myös erillisnäytteenottojen avulla ja selvityksen havainnot on esitetty luvussa 3.7.5.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-10. Vuonosjokeen laskevien ojien vedenlaatu vuosina 2021–2025 (SYKE 2026d).

	pH	Sähk. johta-vuus mS/m	SO_4 mg/l	Al kok µg/l	As kok µg/l	Cd kok µg/l	Co kok µg/l	Cu kok µg/l	Fe kok µg/l	Ni kok µg/l	Pb kok µg/l	Zn kok µg/l
Oja 351												
ka	6,8	122	643	153	0,59	0,37	54	14,8	844	292	0,025	279
min	6,4	67	270	33	0,33	0,37	17	6,2	350	160	0,025	79
max	7,3	160	1100	390	0,94	0,37	200	29,0	1600	770	0,025	1100
n	10	10	10	10	10	1	10	10	10	10	1	10
Oja 352												
ka	5,6	98	505	181	0,36	0,051	40	7,1	1525	811	0,103	235
min	4,7	41	180	19	0,14	0,032	7,3	0,4	840	350	0,025	71
max	7,1	180	1100	460	0,89	0,07	89	19,0	2600	1500	0,18	510
n	11	11	11	11	10	2	11	11	11	11	2	11
Oja 353												
ka	5,5	42	178	633	0,85	0,017	184	271	768	3079	0,025	870
min	4,7	7,5	15	58	0,27	0,017	0,9	4,3	400	13	0,025	9,7
max	7,3	84	430	2400	1,6	0,017	660	820	1400	13000	0,025	2700
n	10	10	10	10	10	1	10	10	10	10	1	10

Loukonpuro ja Teyripuro

Loukonpuron (101) ja Teyripuron (103) vedenlaatua tarkkaillaan kaksi kertaa vuodessa (Kuva 10-21, Taulukko 10-11). Alustavan arvion mukaan Loukonpuro ja Teyripuro eivät ole vesistöjä, eikä niihin näin ollen sovelleta ympäristönlaatunormeja.

Loukonpuron veden sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuudet olivat jaksolla 2021–2025 keskimäärin voimakkaasti luonnontasosta kohonneet. Veden pH oli hapan, ja se vaihteli välillä 4,8–6,3. Metallipitoisuudet olivat korkeat tai kohonneet nikkelin, sinkin ja kuparin osalta. Myös rautapitoisuus oli erittäin korkea. Arseenin, lyijyn, kadmiumin ja elohopean pitoisuustaso oli jaksolla 2021–2025 matala.

Teyripuro (103) kulkee rikastushiekka-alueiden eteläpuolella ja laskee Vuonosjokeen. Teyripurossa ei ole havaittu matalia pH-arvoja kuten Loukonpurossa, ja myös sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus on ollut Loukonpuroa matalampi. Sekä sähkönjohtavuus että sulfaattipitoisuudet ovat silti luonnontasosta kohonneet. Veden pH on ollut keskimäärin neutraalin tuntumassa. Metallipitoisuudet olivat jaksolla 2021–2025 erittäin korkeat nikkelin ja alumiinin osalta. Myös raudan, sinkin, kuparin, koboltin ja arseenin pitoisuustaso oli enimmillään erittäin korkea. Lyijyn, kadmiumin ja elohopean pitoisuustaso oli jaksolla 2021–2025 Teyripurossa matala.

Mondo on selvittänyt Vuonosjokeen kohdistuvaa hajakuormitusta myös erillisnäytteenottojen avulla ja selvityksen havainnot on esitetty luvussa 3.7.5.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-11. Loukonpuron ja Teyripuron vedenlaatu vuosina 2021–2025 (SYKE 2025d).

	pH	Sähk. johta-vuus mS/m	SO_4 mg/l	Al kok µg/l	As kok µg/l	Cd kok µg/l	Co kok µg/l	Cu kok µg/l	Fe kok µg/l	Ni kok µg/l	Pb kok µg/l	Zn kok µg/l
Loukonpuro 101												
ka	5,6	118	645	307	0,56	0,03	18	7,6	13882	43	0,21	21
min	4,8	47	230	81	0,30	0,017	11	2,3	6900	25	0,15	13
max	6,3	190	1200	680	1,7	0,042	33	19,0	23000	74	0,27	31
n	11	11	11	11	11	2	11	11	11	11	2	20
Teyripuro 103												
ka	6,9	26,0	87,5	2186	17	0,011	18	3,0	2230	449	0,039	19
min	6,7	16	44	27	0,32	0,005	0,6	0,3	1400	5,0	0,025	4,2
max	7,3	46	170	23000	170	0,016	180	19,0	3300	4800	0,053	42
n	10	10	11	11	11	2	11	11	10	11	2	10

Vuonosjoki

Vuonosjoen vedenlaatua (59 ja 61 Sirkkakari) tarkkaillaan neljästi vuodessa (Taulukko 10-12, Kuva 10-21). Vuonosjoen veden sähkönjohtavuus (3,1–6,8 mS/m) oli Loukonpuron yläpuolella, havaintopaikalla 61, jaksolla 2021–2025 sisävesien luonnontasoa. Sulfaattipitoisuudet olivat matalat, ja vaihtelivat 3,9–11 mg/l. Vesi oli Vuonosjoen pisteellä 61 keskimäärin erittäin runsashumuksista ja veden pH vaihteli happamasta lähes neutraaliin. Kadmiumin, kuparin, elohopean, nikkelin, lyijyn ja sinkin pitoisuudet olivat matalat. Alumiinin pitoisuudet olivat kohonneet ja vesi oli rautapitoista.

Vuonosjoen vedenlaadussa havaittiin heikkenemistä Loukonpuron, rikastushiekka-alueelta tulevien ojien sekä Outokummun vanhojen sivukivialueiden alapuolella havaintopaikalla 59, ja vaikutukset näkyvät myös Sätösjoen havaintopaikalla 82 (Kuva 10 20, Taulukko 10 13). Sähkönjohtavuus vaihteli 7,2–36 mS/m ja sulfaattipitoisuus 15–140 mg/l. Sulfaatti on ehdotettu lisättäväksi vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun Valtioneuvoston asetuksen (1022/2006) liitteeseen 1D. Ehdotus AA-EQS-arvoksi sisävesille on 42–47 mg/l liukoisena pitoisuutena veden kovuudesta riippuen ja MAC-EQS-arvoksi 279 mg/l liukoisena pitoisuutena (Mehtonen ym. 2026). Keskimääräiset sulfaattipitoisuudet kohosivat jaksolla 2021–2025 useana vuonna sulfaatille ehdotettua vuosikeskiarvon ympäristönlaatunormia (AA-EQS) korkeammaksi. Hetkellisen maksimipitoisuuden ympäristönlaatunormi (MAC-EQS) ei ylittynyt.

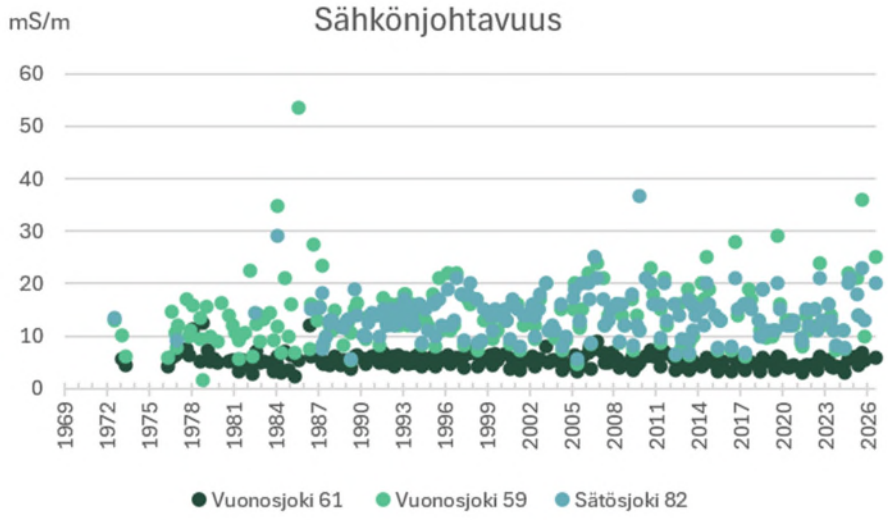
Vuonosjoen vedenlaatu heikkeni havaintopaikalla 59 myös nikkelin osalta. Havaintopaikalla 59 todettiin tarkastelujaksolla useana havaintoajankohtana liukoiselle nikkelille asetetun hetkellisen maksimipitoisuuden (MAC-EQS, 34 µg/l) ylittäviä pitoisuuksia. Myös nikkelin biosaatavalle pitoisuudelle asetettu vuosikeskiarvon ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 5 µg/l) ylittyi yhtenä tarkastelujakson vuotena. Sinkin pitoisuudet kohosivat myös yläpuoliseen havaintopaikkaan nähden, mutta pitoisuustaso jäi melko matalaksi. Sinkin biosaatavalle pitoisuudelle ehdotettu vuosikeskiarvon ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 14,4 µg/l) ei ylittynyt tarkastelujaksolla. Kuparin pitoisuustaso kohosi niin ikään lievästi, mutta biosaatavalle kuparille ehdotettu vuosikeskiarvon ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 1,1 µg/l) ei ylittynyt.

Copyright © AFRY Finland Oy

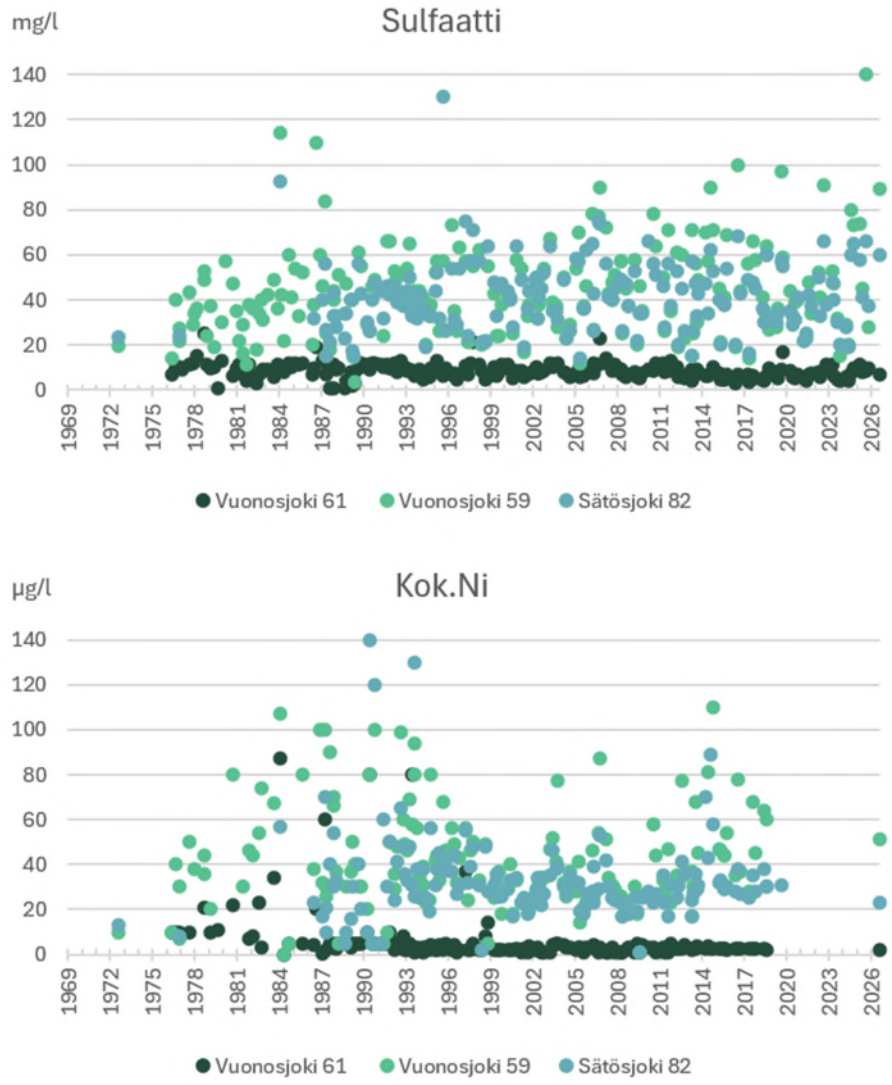
Alumiinipitoisuudessa ei havaittu oleellista muutosta havaintopaikkojen välillä. Kadmiumin, lyijyn ja elohopean pitoisuustaso oli jaksolla 2021–2025 matala, eivätkä näille alkuaineille asetetut ympäristönlaatunormit ylittyneet. Arseenin pitoisuus oli molemmilla havaintopaikoilla matala.

Taulukko 10-12. Vuonosjoen vedenlaatu näytepisteillä 61 Sirkkakari (Loukonpuron yläpuolella) ja 59 (alajuoksun puolella) vuosina 2021–2025 (SYKE 2026c).

	pH	Sähk. johta-vuus mS/m	SO_4 mg/l	Al kok µg/l	As kok µg/l	Cd kok µg/l	Co kok µg/l	Cu kok µg/l	Fe kok µg/l	Ni liuk µg/l	Pb kok µg/l	Zn kok µg/l
Vuonosjoki 61 Sirkkakari												
ka	5,7	4,8	7,4	545	0,34	0,024	0,8	2,2	2230	2,4	0,295	4,2
min	4,8	3,1	3,9	210	0,23	0,011	0,3	1,0	1500	1,5	0,23	1,7
max	6,8	6,8	11	1100	0,59	0,036	1,3	3,8	3900	3,6	0,36	7,2
n	20	20	20	20	20	2	20	20	20	21	2	20
Vuonosjoki 59												
ka	5,8	14,8	49,3	525	0,35	0,03	4,1	4,2	2850	32,8	0,21	21,1
min	5,0	7,2	15	150	0,24	0,017	2,3	1,6	1800	13,0	0,15	13
max	6,7	36	140	1000	0,61	0,042	6,0	9,8	5000	69,0	0,27	31
n	20	20	20	20	19	2	20	20	20	21	2	20

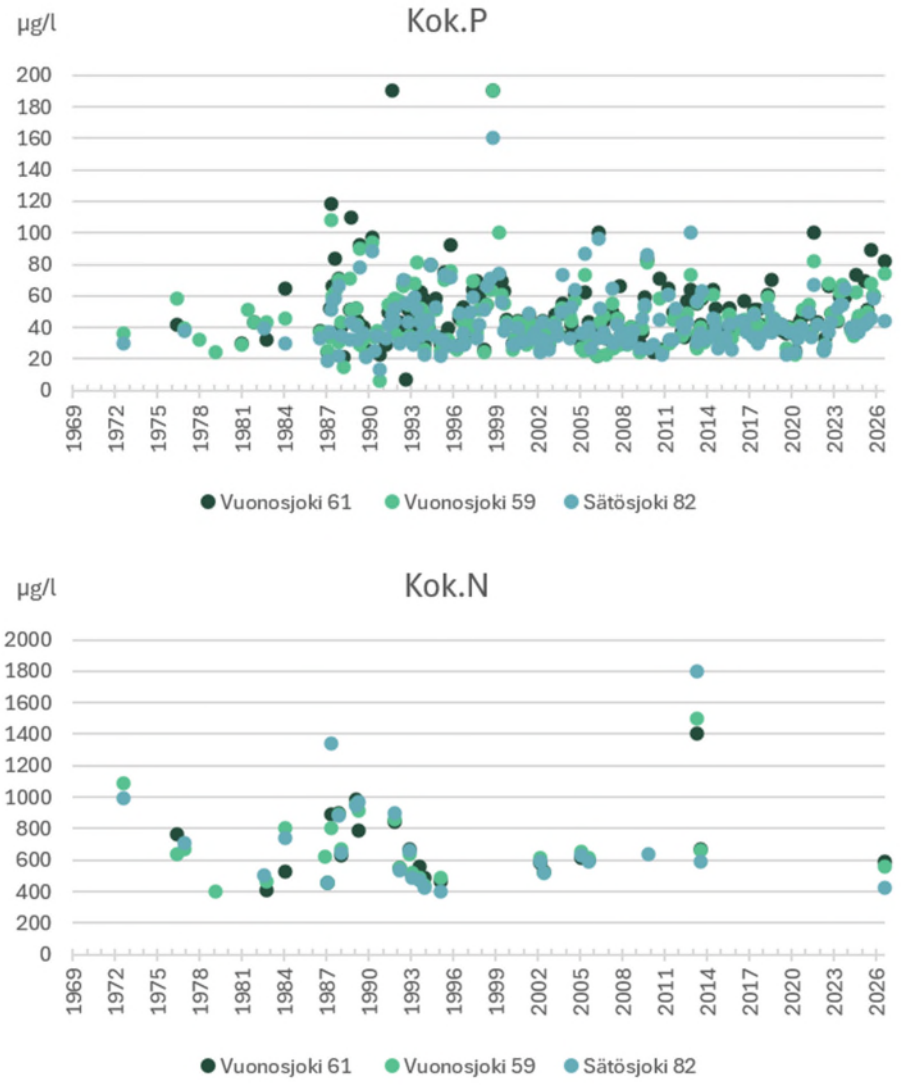


Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-22. Vuonosjoen ja Sätösjoen sähkönjohtavuus sekä sulfaatti- ja nikkelipitoisuus näytepisteillä 59, 61 ja 82 vuosina 1972–2026 (SYKE 2026c).

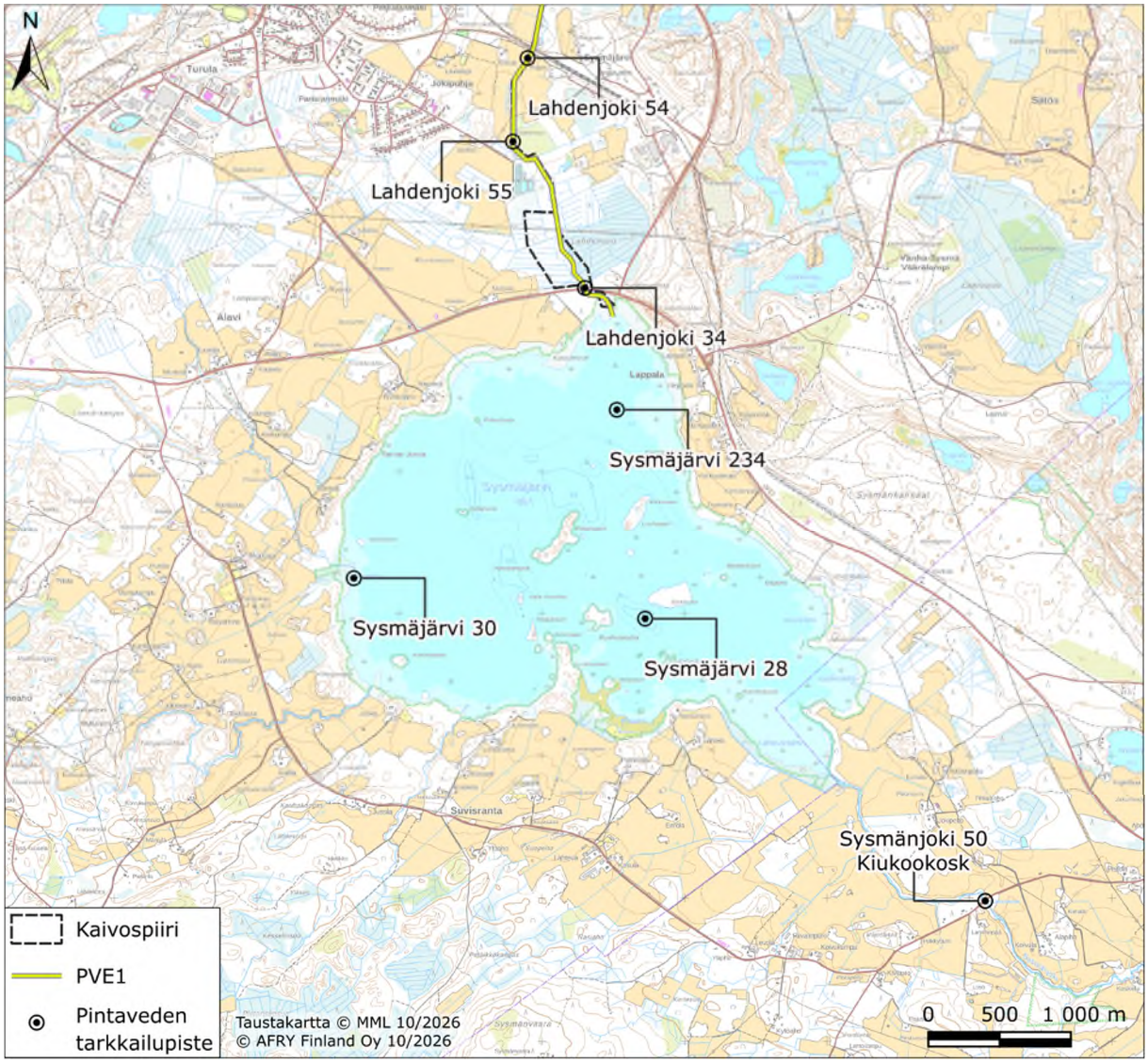
Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-23. Vuonosjoen ja Sätösjoen kokonaisravinteiden (N, P) pitoisuudet näytepisteillä 59, 61 ja 82 vuosina 1972–2026 (SYKE 2026c).

Copyright © AFRY Finland Oy

Lahdenjoki



Kuva 10-24. Pintaveden laadun tarkkailupisteet. Lahdenjoki, Sysmäjärvi ja Sysmäjoki.

Vuonoksen tehtaan ja rikastamon alueilta johdetaan vesiä purkuputkea pitkin Lahdenjokeen. Lahdenjoen alajuoksulle kohdistuu kuormitusta myös Outokummun kaupungin jätevedenpuhdistamolta (keskeiset päästöt fosfori, typpi ja orgaaninen aines) (Ramboll Finland Oy 2024). Lisäksi Ruutunjoen ja Lahdenjoen välisellä alueella sijaitsee pohjaveden purkautumisalue, josta potentiaalisesti voi kulkeutua kuormittuneita vesiä Lahdenjoen alajuoksulle (Envineer 2025a).

Lahdenjoen havaintopaikkojen 54, 55 ja 34 vedenlaatutuloksia jaksolta 2021–2025 on esitetty taulukossa 10-23 ja pisteiden sijainti kuvassa 10-24. Vedenlaatuaineistoa on käytettävissä vain vähän, mikä tuo tarkasteluun epävarmuutta. Mondo on selvittänyt Vuonosjokeen kohdistuvaa hajakuormitusta myös erillisnäytteenottojen avulla ja selvityksen havainnot on esitetty luvussa 3.7.5.

Lahdenjoen ylemmiltä havaintopaikoilta 54 ja 55 on käytettävissä jaksolta 2021–2025 vain vähän vedenlaatuaineistoa. Vesi oli tutkittuina ajankohtina lievästi emäksistä ja vähähumuksista. Ravinnetaso oli fosforin osalta lievästi rehevien ja typen osalta rehevien

Copyright © AFRY Finland Oy

vesien tasoa. Veden sähkönjohtavuus (87–110 mS/m) ja sulfaattipitoisuudet (360–490 mg/l) olivat selvästi luonnontasoa korkeammat. Myös kokonaisnikkelin pitoisuudet olivat korkeat (100–130 µg/l).

Lahdenjoen alajuoksulla havaintopaikalla 34 veden happamuustaso vaihteli happamasta emäksiseen (5,8–7,0). Mondon juoksutusvedet nostavat Lahdenjoen pH-tasoa, sillä ilman juoksutusta joen pH-taso laskee selkeästi, koska muualta valuma-alueelta tulevat vedet ovat happamia (Kuva 10-26). Esimerkiksi juoksutuksen ollessa tauotettuna 11.7.-22.9.2025 Lahdenjoen pH-arvot olivat toimijan oman tarkkailun mukaan tasoa 3,3–6,3. Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus olivat samaa tasoa kuin ylemmillä havaintopaikoilla vuosina 2021–25. Sulfaattipitoisuudet ylittivät kaikkina tutkittuina ajankohtina sulfaatille ehdotetun hetkellisen maksimipitoisuuden ympäristönlaatunormin (MAC-EQS, 279 mg/l). Ravinnepitoisuudet nousivat selvästi alajuoksulla havaintopaikalla 34 (Kuva 10-26), mikä todennäköisesti liittyy Outokummun kaupungin jätevedenpuhdistamolta tulevaan kuormitukseen.

Kadmiumin, kuparin, elohopean ja lyijyn pitoisuudet olivat Lahdenjoen havaintopaikoilla matalat, eivätkä niille esitetyt tai ehdotetut ympäristönlaatunormit ylittyneet. Sinkin biosaatavalle pitoisuudelle ehdotettu vuosikeskiarvon ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 14,4 µg/l) ylittyi alajuoksun havaintopaikalla 34 jaksolla 2021–2025 kahtena vuotena. Vesi oli rautapitoista, ja suurimmat rautapitoisuudet mitattiin alajuoksulla. Myös alumiinipitoisuus oli alajuoksulla hieman kohonnut.

Nikkelin kokonaispitoisuudet olivat kaikilla havaintopaikoilla erittäin korkeat, ja vaihtelivat 76–140 µg/l. Vuoden 2025 tulosten perusteella nikkeli oli pääosin liukoisessa muodossa, joten on todennäköistä, että liukoiselle nikkelille asetettu hetkellinen ympäristönlaatunormin maksimipitoisuus (MAC-EQS, 34 µg/l) ylittyi kaikkina tutkittuina ajankohtina jaksolla 2021–2025. Lahdenjokeen on määritetty sekoittumisvyöhyke (Kuva 10-28, Itä-Suomen aluehallintovirasto 27.2.2014; ISAVI, 2014, Nro 15/2014/1 Dnro ISAVI/43/04.08/), jonka alueelle pisteet 54, 55 ja 34 kuuluvat. Sekoittumisvyöhykkeellä nikkelin pitoisuus saa ylittää luontaisen taustapitoisuuden (5 µg/l) ja ympäristönlaatunormin (AA-EQS) mukaisen enimmäispitoisuuden summan (25 µg/l). Havaintopaikalla 34 korkeimmat nikkelipitoisuudet oli havaittu 1990-luvun alussa (Kuva 10-27).

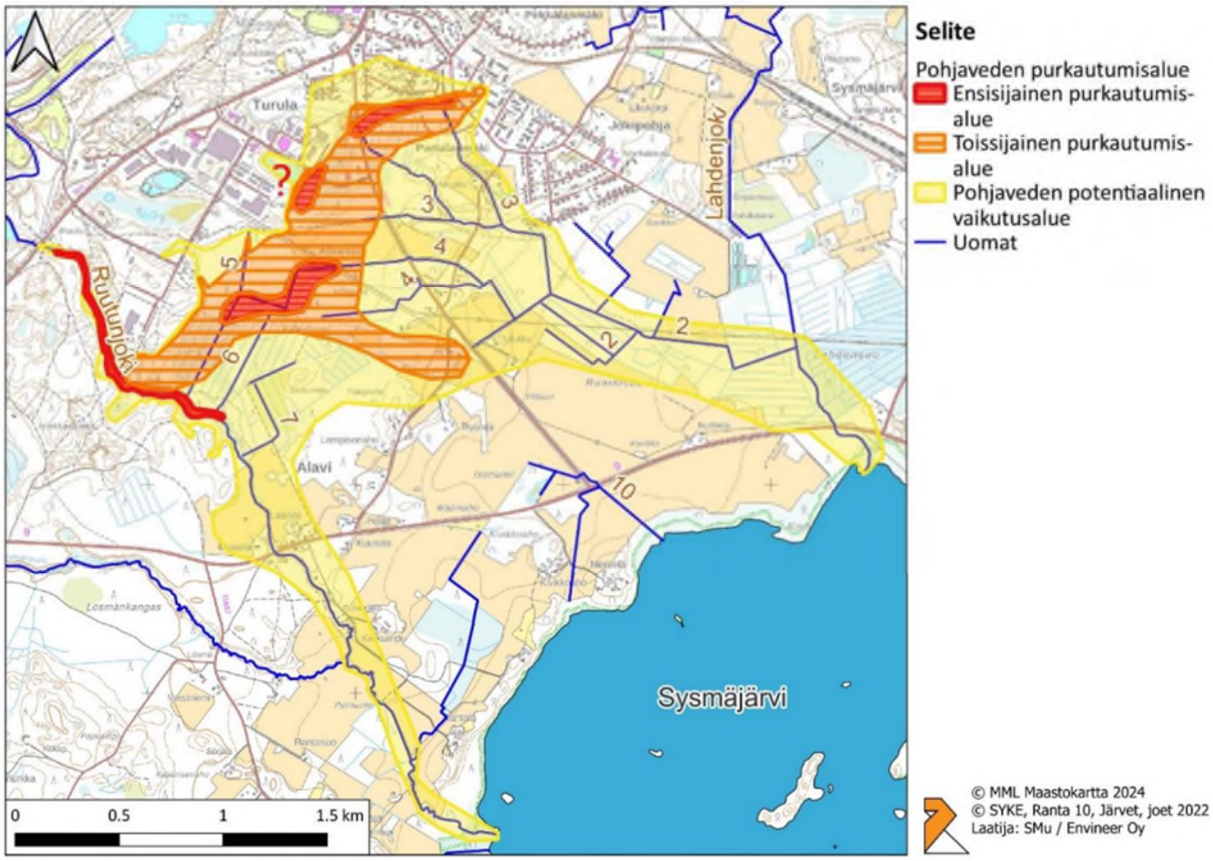
Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-13. Lahdenjoen vedenlaatu havaintopaikoilla 54, 55 ja 34 vuosina 2021–2025 (SYKE 2026c).

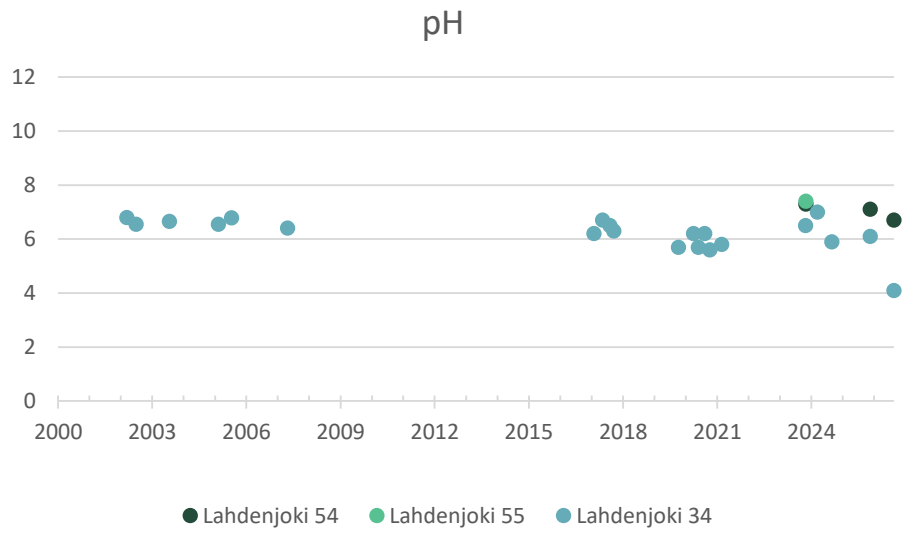
	Syv. m	Happi		pH	Sähkön-johta-vuus mS/m	COD_{Mn} mg/l	Kok.P µg/l	Kok.N µg/l	Kiinto-aine karkea mg/l
		mg/l	Kyll.%						
Lahdenjoki 54									
ka	0,1	10,4	76	7,2	99	5,9	16	730	3,5
min	0,1	10,1	73	7,1	87	5,7	16	730	3,0
max	0,1	10,7	78	7,3	110	6	16	730	3,9
n	2	2	2	2	2	2	1	1	2
Lahdenjoki 55									
ka	0,1	11,2	81	7,4	110	6,0	16	730	4,9
min	0,1	11,2	81	7,4	110	6,0	16	730	4,9
max	0,1	11,2	81	7,4	110	6,0	16	730	4,9
n	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lahdenjoki 34									
ka	0,1	8,1	62	6,1	107	9	72	6267	25,5
min	0,1	6,7	53	5,8	85	5,4	63	3400	23,0
max	0,3	10	74	7,0	120	15	88	8600	28,0
n	5	5	5	5	5	4	3	3	2

	Syv. m	SO4 mg/l	Al kok µg/l	As kok µg/l	Cr kok µg/l	Co kok µg/l	Cu kok µg/l	Ni kok µg/l	Fe kok µg/l	Zn kok µg/l
Lahdenjoki 54										
ka	0,1	425	88	28	0,9	6,3	3,9	130	880	19
min	0,1	360	88	28	0,88	6,3	3,9	130	880	19
max	0,1	490	88	28	0,88	6,3	3,9	130	880	19
n	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Lahdenjoki 55										
ka	0,1	470	-	-	-	-	-	100	1100	-
min	0,1	470	-	-	-	-	-	100	1100	-
max	0,1	470	-	-	-	-	-	100	1100	-
n	1	1						1	1	
Lahdenjoki 34										
ka	0,1	435	257	15	0,55	68	3,1	106	9000	267
min	0,1	360	120	9	0,45	34	2,5	76	8300	110
max	0,3	520	400	24	0,68	130	3,9	140	9700	540
n	5	4	3	3	3	3	3	5	2	3

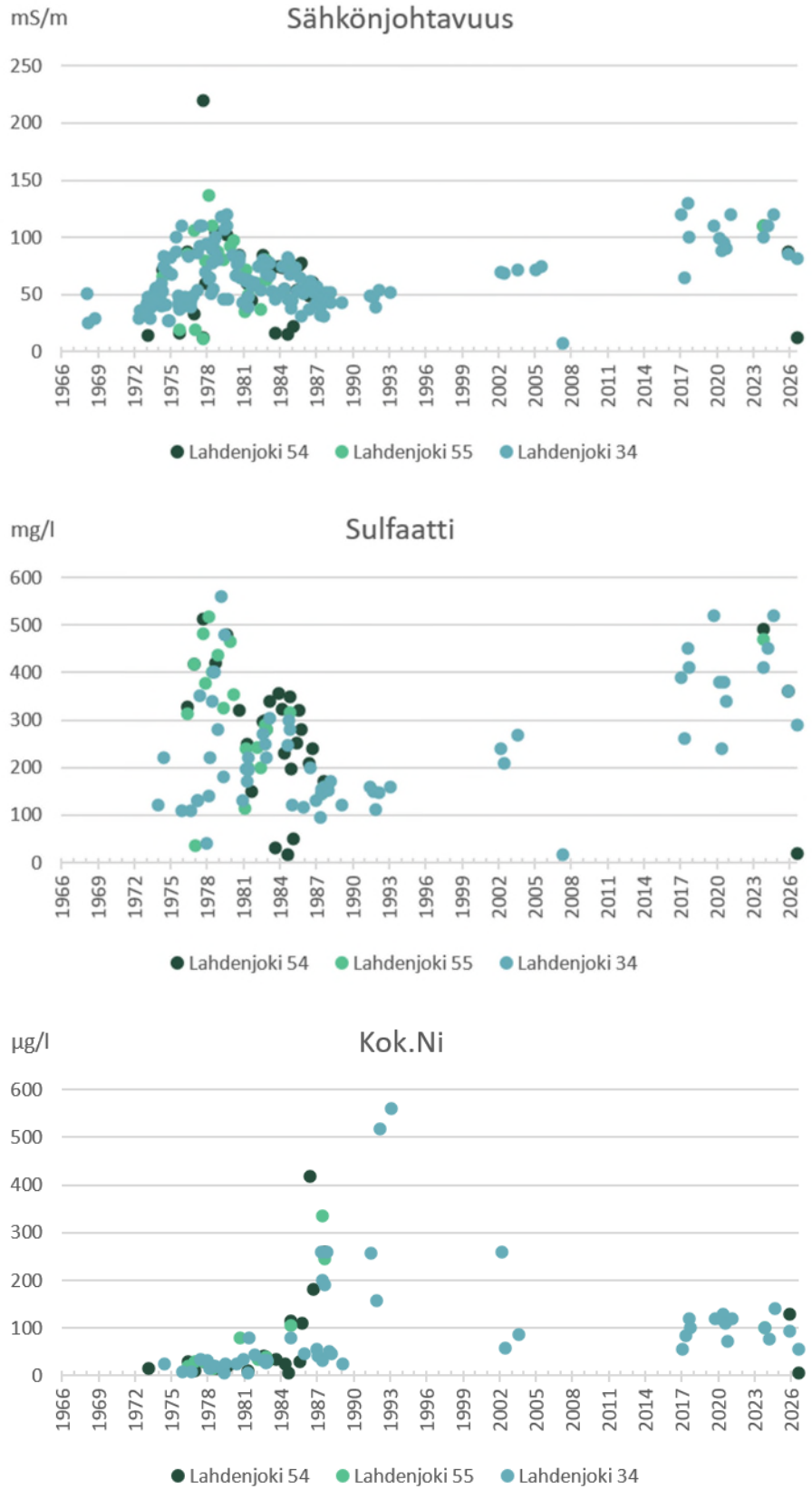
Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-25. Ruutunjoen ja Lahdenjoen välisellä alueella sijaitseva pohjaveden purkautumisalue sekä pohjaveden potentiaalinen vaikutusalue (Lähde: Envineer 2025a).

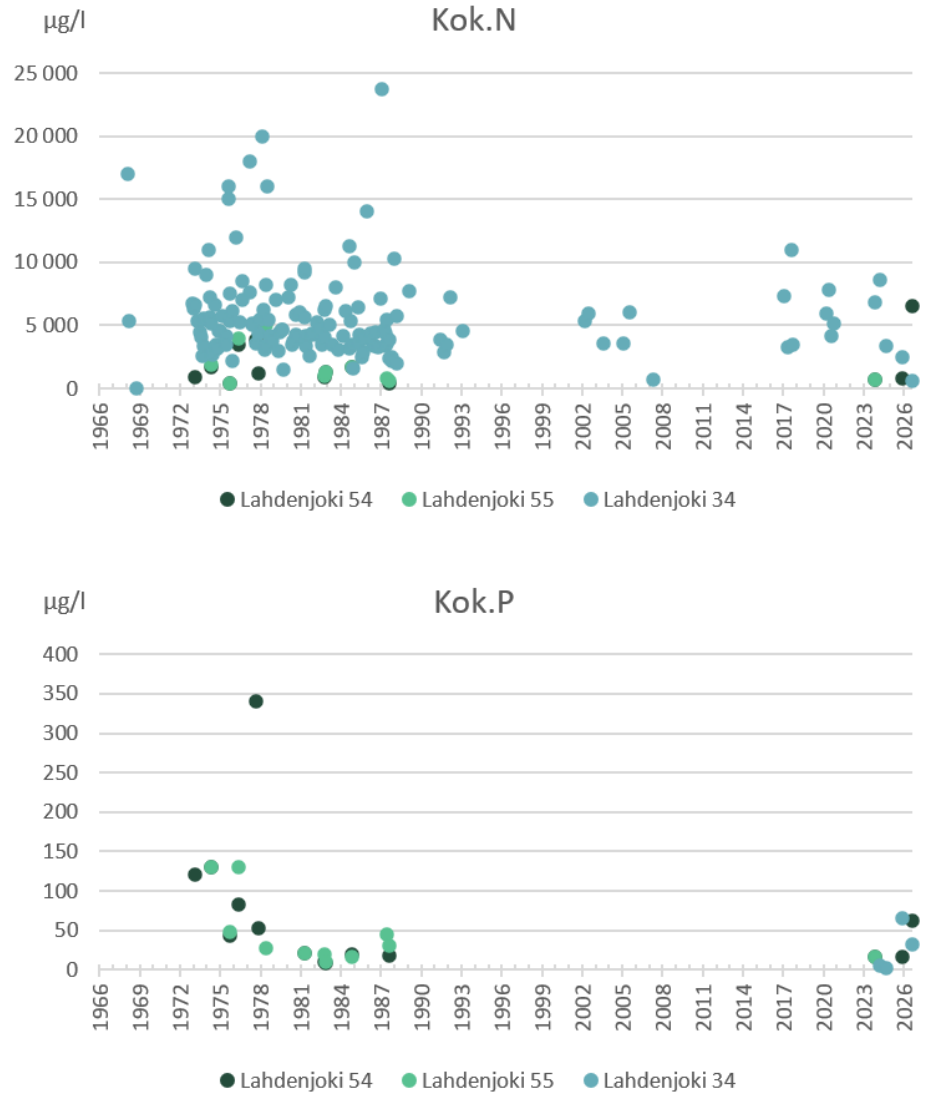


Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-26. Lahdenjoen näytepisteiden 34, 54 ja 55 pH-arvot vuosina 2000–2026 ja sähkönjohtavuus sekä sulfaatti- ja nikkelipitoisuus vuosina 1968–2026 (SYKE 2026c).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-27. Lahdenjoen kokonaisravinteiden (N, P) pitoisuudet näytepisteillä 34, 54 ja 55 vuosina 1968–2026 (SYKE 2026c).

Copyright © AFRY Finland Oy

Sysmäjärvi

Lahdenjoki laskee Sysmäjärven pohjoisosaan ja Sysmäjärvi laskee kaakkoisosastaan Sysmänjokeen, joka laskee edelleen Taipaleenjokeen. Sysmäjärven vedenlaatua tarkkaillaan säännöllisesti kolmella havaintopaikalla: Lahdenjoen edustalla havaintopaikalla 234, Ruutunjoen edustalla havaintopaikalla 30 ja syvännealueella havaintopaikalla 28 (Kuva 10-24). Seuraavissa kappaleissa on kuvattu Sysmäjärven vedenlaatua vuosien 2021–2025 vedenlaatutulosten perusteella (10).

Sysmäjärven syvännealueella (havaintopaikka 28) on todettu talvisin säännöllisesti loivaa lämpötilakerrosteisuutta jaksolla 2021–2025. Myös kesäaikaan syvännealueelle on muodostunut lämpötilakerrosteisuus, mutta tulosten perusteella tuulet pääsevät ajoittain purkamaan kerrosteisuuden kesän kuluessa. Syvännealueella on todettu talvisin erittäin voimakasta hapen kulumista koko vesipatsaassa (10). Pohjan lähellä on todettu hapettomuutta tai vähähappisuutta, ja pintavedessäkin happipitoisuus on laskenut matalaksi. Kokonaisuutena happitilanne on vaihdellut välttävästä huonoon. Kesäaikaan happitilanne on ollut kokonaisuutena parempi, mutta myös kesäaikaan happi on kulunut lähes loppuun tai vähiin pohjan läheltä. Myös Lahdenjoen edustalla (havaintopaikka 234) on todettu voimakasta hapen kulumista, ja ajoittain happi on kulunut lähes loppuun. Ruutunjoen edustalla (havaintopaikka 30) happitilanne on ollut selvästi parempi kuin muilla havaintopaikoilla.

Taulukko 10-14. Sysmäjärven vedenlaatu näytepisteillä 234, 28 (pinnan- ja pohjanläheisessä vedessä) ja 30 vuosina 2021–2025 (SYKE 2026c).

	Syv. m	Happi		pH	Alkali-teetti mmol/l	Sähkön-johta-vuus mS/m	Väri-luku mg Pt/l	COD_{Mn} mg O_2/l	Kiinto-aine karkea mg/l
		mg/l	Kyll.%						
Sysmäjärvi 234									
ka	0,5	7,8	69	5,3	0,10	33	100	11	6,5
min	0,5	0,8	6	4,1	0,01	14	5	2	2,0
max	0,7	11,8	96	6,6	0,31	54	240	23	17,0
n	69	22	22	22	19	22	22	21	21
Sysmäjärvi 28, pinta									
ka	1	7,9	70	4,8	0,07	35	84	10	6,2
min	1	1,6	11	3,7	0,01	16	15	2	3,0
max	1	11,8	96	6,8	0,15	69	210	20	12,0
n	50	22	22	22	20	22	21	21	21
Sysmäjärvi 28, pohja									
ka	4,7	6,5	54	4,7	0,12	42	82	9	7,2
min	4,4	0,1	0	3,9	0,01	16	2	1	2,3
max	5,5	11,6	92	6,6	0,55	74	210	20	23,0
n	49	21	21	21	19	21	20	20	20
Sysmäjärvi 30									
ka	0,5	8,4	73	4,4	0,07	30	111	11	8,9
min	0,5	4,6	31	3,5	0,01	8,7	2	1	1,3
max	0,5	11,9	92	6,2	0,22	65	240	25	31,0
n	36	23	23	23	16	23	21	22	22

Copyright © AFRY Finland Oy

	Syv. m	Kok.P µg/l	PO_4-P µg/l	Kok.N µg/l	NH_4-N µg/l	NO_2-N+ NO_3-N µg/l	Rikki µg/l	SO_4 mg/l	Kloro-fylli a µg/l
Sysmäjärvi 234									
ka	0,5	24,7	1,7	921	92	226	57250	123	14,6
min	0,5	11	1	330	2	39	53000	40	7,6
max	0,7	57	4	1700	430	400	59000	210	21,0
n	69	21	6	21	26	7	4	21	14
Sysmäjärvi 28, pinta									
ka	1,0	22	1	817	136	210	50250	129	14,5
min	1,0	5	1	400	2	200	48000	36	8,5
max	1,0	34	1	2200	500	220	54000	240	22,0
n	50	21	1	21	21	2	4	22	15
Sysmäjärvi 28, pohja									
ka	4,7	22	1	1219	308	205	49000	154	
min	4,4	1,5	1	420	41	200	45000	46	
max	5,5	41	1	3300	900	210	54000	320	
n	49	20	1	20	20	2	4	21	
Sysmäjärvi 30									
ka	0,5	23,4	3	671	94	131	53750	116	9,3
min	0,5	5	3	210	16	82	42000	17	2,5
max	0,5	44	3	1300	260	170	66000	240	16,0
n	36	22	1	22	22	3	4	22	12

	Al kok µg/l	Al liuk µg/l	As kok µg/l	As liuk µg/l	Cd kok µg/l	Cd liuk µg/l	Co kok µg/l	Co liuk µg/l	Cr kok µg/l	Cr liuk µg/l	Cu kok µg/l
Sysmäjärvi 234											
ka	60	73	1,01	1,0	0,010	0,030	18,4	11,0	0,20	0,38	2,3
min	22	73	0,24	1,0	0,005	0,005	9,1	11,0	0,10	0,38	1,3
max	130	73	4,1	1,0	0,019	0,096	35,0	11,0	0,36	0,38	4,1
n	4	1	22	1	4	55	22	1	4	1	22
Sysmäjärvi 28, pinta											
ka	38	58	0,70	0,9	0,010	0,031	21,3	10,0	0,16	0,33	2,8
min	26	58	0,14	0,9	0,005	0,005	9,6	10,0	0,13	0,33	1,1
max	47	58	1,1	0,9	0,02	0,140	70,0	10,0	0,18	0,33	11
n	4	1	22	1	4	49	22	1	4	1	22
Sysmäjärvi 28, pohja											
ka	37	67	0,75	0,7	0,011	0,041	25,9	9,6	0,16	0,37	2,4
min	22	67	0,18	0,7	0,005	0,005	8,3	9,6	0,14	0,37	1,2
max	45	67	1,8	0,7	0,023	0,250	68,0	9,6	0,2	0,37	4
n	4	1	21	1	4	48	21	1	4	1	21
Sysmäjärvi 30											
ka	70	71	0,5	0,3	0,020	0,018	22,2	22,5	0,21	0,25	2,5
min	33	49	0,18	0,3	0,013	0,012	1,0	21,0	0,11	0,20	1,1
max	140	93	1	0,3	0,037	0,037	63,0	24,0	0,41	0,29	4
n	4	2	22	2	4	6	22	2	4	2	22

Copyright © AFRY Finland Oy

	Cu liuk µg/l	Fe kok µg/l	Fe liuk µg/l	Hg kok µg/l	Hg liuk µg/l	Mg kok µg/l	Mg liuk µg/l	Mn kok µg/l	Mo kok µg/l	Mo liuk µg/l	Ni kok µg/l
Sysmäjärvi 234											
ka	1,8	2427	1800	0,003	0,003	28,3	18	267	0,10	0,17	22,0
min	1,1	810	1800	0,003	0,003	25	18	190	0,05	0,17	14
max	2,6	5300	1800	0,003	0,003	34	18	430	0,18	0,17	26
n	5	22	1	4	4	4	1	22	4	1	7
Sysmäjärvi 28, pinta											
ka	2,7	2140	1600	0,003	0,003	25,5	17	261	0,15	0,18	19,4
min	0,9	770	1600	0,003	0,003	22	17	140	0,05	0,18	16
max	6,5	4100	1600	0,003	0,003	30	17	520	0,25	0,18	25
n	5	22	1	4	4	4	1	22	4	1	5
Sysmäjärvi 28, pohja											
ka	1,5	2576	1600	0,003	0,003	25,5	16	309	0,17	0,15	30,8
min	1,0	940	1600	0,003	0,003	23	16	150	0,05	0,15	18
max	2,2	8400	1600	0,003	0,003	30	16	600	0,32	0,15	71
n	5	21	1	4	4	4	1	21	4	1	5
Sysmäjärvi 30											
ka	2,3	4077	990	0,003	0,003	25,3	16,5	220	0,07	0,05	22,4
min	1,6	2000	380	0,003	0,003	19	16	69	0,05	0,05	9,2
max	3,2	10000	1600	0,003	0,003	31	17	400	0,12	0,05	31
n	6	22	2	4	4	4	2	22	4	2	5
	Ni liuk µg/l	**Pb kok µg/l**	**Pb liuk µg/l**	**Sb kok µg/l**	**Sb liuk µg/l**	**Se liuk µg/l**	**Zn kok µg/l**	**Zn liuk µg/l**	**U kok µg/l**	**V kok µg/l**	**V liuk µg/l**
Sysmäjärvi 234											
ka	24,0	0,13	0,07	0,066	0,11	0,17	73,9	53,8	0,028	0,225	0,25
min	8,8	0,07	0,03	0,061	0,11	0,05	29,0	29,0	0,020	0,081	0,25
max	50	0,27	0,23	0,073	0,11	0,27	160,0	85,0	0,044	0,47	0,25
n	55	4	22	4	1	4	22	5	4	4	1
Sysmäjärvi 28, pinta											
ka	29,71	0,2	0,1	0,091	0,10	0,24	94,1	40,4	0,025	0,27	0,265
min	13	0,1	0,0	0,068	0,10	0,05	16,0	15,0	0,018	0,27	0,190
max	64	0,2	0,1	0,11	0,10	0,40	300,0	79,0	0,035	0,27	0,410
n	49	4	22	4	1	4	22	5	4	1	4
Sysmäjärvi 28, pohja											
ka	35,8	0,1	0,1	0,082	0,096	0,12	107,1	40,0	0,037	0,31	0,268
min	13	0,1	0,0	0,072	0,096	0,05	17,0	12,0	0,021	0,31	0,190
max	66	0,2	0,1	0,088	0,096	0,25	320,0	84,0	0,076	0,31	0,450
n	48	4	21	4	1	4	21	5	4	1	4
Sysmäjärvi 30											
ka	24,0	0,1	0,1	0,025	0,025	0,22	103,2	107,0	0,027	0,22	0,073
min	6,5	0,1	0,0	0,025	0,025	0,10	12,0	72,0	0,017	0,09	0,025
max	50	0,1	0,1	0,025	0,025	0,31	310,0	140,0	0,041	0,45	0,120
n	23	4	6	4	2	4	22	6	4	4	2

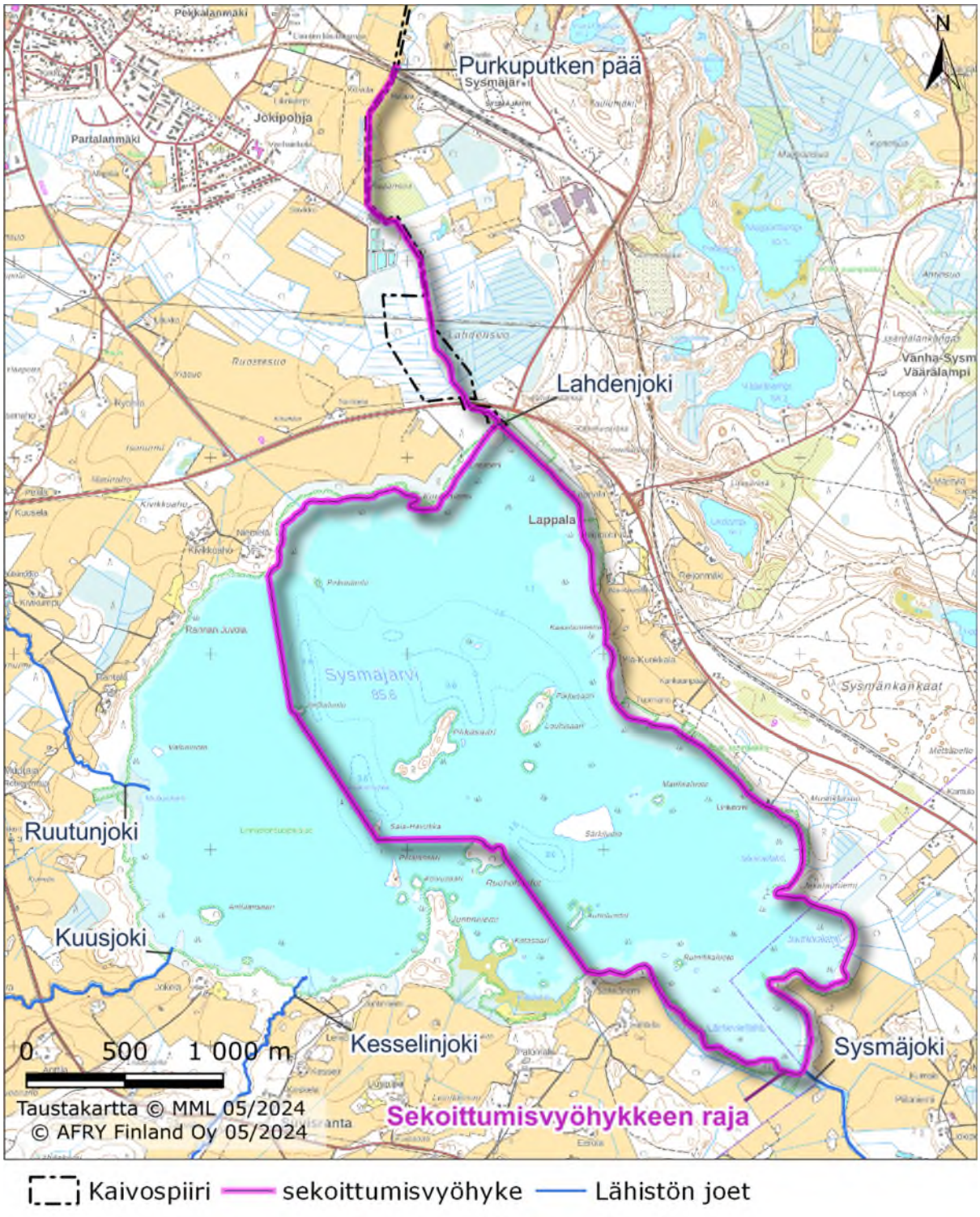
Copyright © AFRY Finland Oy

Sysmäjärven vesi on ollut kaikilla havaintopaikoilla hapanta. Jaksolla 2021–2025 todetut pH-minimit ovat olleet erittäin pienet (minimit 3,5–4,1). Keskimäärin veden pH on ollut suurempi Lahdenjoen edustalla ja pienin Ruutunjoen edustalla. Alkaliteetti eli veden puskurikyky happamuutta vastaan on ollut keskimäärin tyydyttävä tai välttävä. Sähkönjohtavuus on ollut havaintopaikoilla keskimäärin 30–42 mS/m, mikä on sisävesien luontaiseen tasoon nähden kohonnut. Sysmäjärven vesi on keskimäärin humuspitoista ja tummaa. Kiintoaineen määrässä on havaittu suuria vaihteluita (1,3–31 mg/l). Kokonaisravinteiden määrä viittasi tarkastelujaksolla kokonaisfosforin osalta keskimäärin lievästi rehevään ja typen osalta keskimäärin rehevään. Ekologisen luokituksen luokkarajoihin verrattuna kokonaisravinnepitoisuudet viittasivat vuosina 2021–2025 hyvään tai erinomaiseen tilaan.

Sulfaattipitoisuudet ovat olleet luontaisesta kohonneella tasolla kaikilla havaintopaikoilla jaksolla 2021–2025 (10). Keskimäärin sulfaattipitoisuudet vaihtelivat pintavedessä 116–129 mg/l ja syvännealueen pohjan lähellä 154 mg/l. Suurimmat pitoisuudet on mitattu syvännealueen pohjan lähellä (320 mg/l). Sulfaatti on ehdotettu lisättäväksi vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun Valtioneuvoston asetuksen (1022/2006) liitteeseen 1D. Ehdotus AA-EQS-arvoksi sisävesille on 42–47 mg/l liukoisena pitoisuutena veden kovuudesta riippuen ja MAC-EQS-arvoksi 279 mg/l liukoisena pitoisuutena (Mehtonen ym. 2026). Sulfaattipitoisuudet ovat olleet tarkastelujaksolla Sysmäjärvessä korkeat ehdotettuihin ympäristönlaatunormeihin verrattuna.

Kadmiumin, lyijyn, elohopean ja kuparin pitoisuustaso oli jaksolla 2021–2025 Sysmäjärven havaintopaikoilla matala, eivätkä näille alkuaineille asetetut tai ehdotetut ympäristönlaatunormit ylittyneet (10). Sinkin pitoisuudet olivat kaikilla havaintopaikoilla selvästi kohonneet, ja sinkin biosaatavalle pitoisuudelle ehdotettu vuosikeskiarvon ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 14,4 µg/l) ylittyi kaikkina tarkastelujakson vuosina. Myös nikkelin pitoisuustaso oli korkea ympäristönlaatunormeihin nähden. Kaikilla havaintopaikoilla todettiin liukoiselle nikkelille asetetun hetkellisen maksimipitoisuuden (MAC-EQS, 34 µg/l) ylittäviä pitoisuuksia. Syvännealueella (havaintopaikka 28) ylittyi tarkastelujaksolla lähes poikkeuksetta sekä pintavedessä että pohjan lähellä myös nikkelin biosaatavalle pitoisuudelle asetettu vuosikeskiarvon ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 5 µg/l). Sen sijaan Ruutunjoen ja Lahdenjoen edustan havaintopaikoilla vuosikeskiarvon ympäristönlaatunormi ei ylittynyt. Sysmäjärveen on määritetty sekoittumisvyöhyke (Itä-Suomen aluehallintovirasto 27.2.2014; ISAVI, 2014, Nro 15/2014/1 Dnro ISAVI/43/04.08/2011), jonka alueelle havaintopaikat 234 ja 28 kuuluvat (havaintopaikka 30 ei kuulu sekoittumisvyöhykkeelle)(Kuva 10-28). Lupapäätöksen mukaan sekoittumisvyöhykkeellä nikkelin pitoisuus saa ylittää luontaisen taustapitoisuuden (5 µg/l) ja ympäristönlaatunormin (AA-EQS) mukaisen enimmäispitoisuuden summan (25 µg/l).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-28. **Sekoittumisvyöhykkeen sijainti Sysmäjärvessä (Ramboll Finland Oy 2024).**

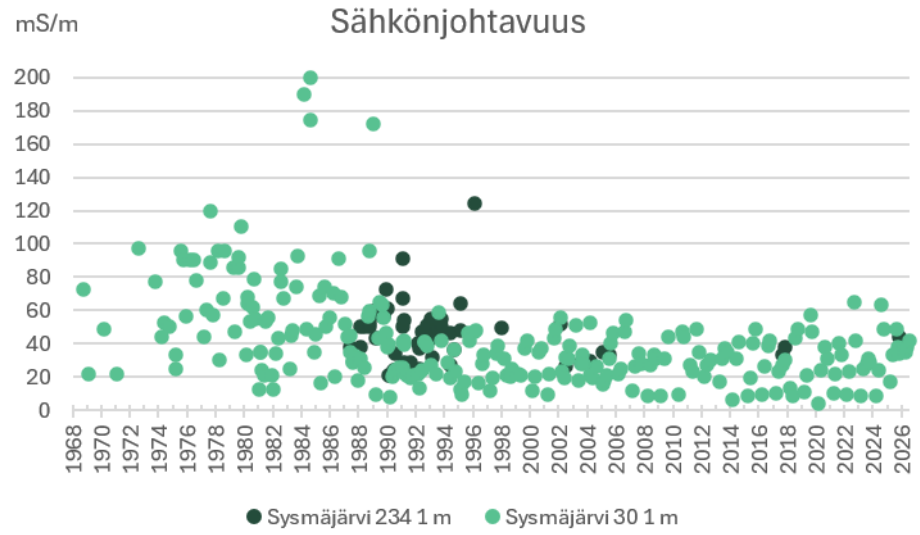
Sysmäjärven vedenlaadussa on todettavissa pidemmän aikavälin aikasarjakuvaajissa tiettyjen parametrien osalta selviä muutoksia (kuvat 10-29…10-34). Veden sähkönjohtavuudessa ja sulfaattipitoisuuksissa 1980- ja 1990-luvulla todettavissa ollut voimakas pitoisuusvaihtelu on ollut 2000-luvulla vähäisempää. Myös kokonaistypen ja kokonaisfosforin pitoisuuksissa on todettavissa vastaava muutos. 2000-luvulla Sysmäjärvessä on havaittu happamuuden lisääntymistä. Vuoden 2015 jälkeen

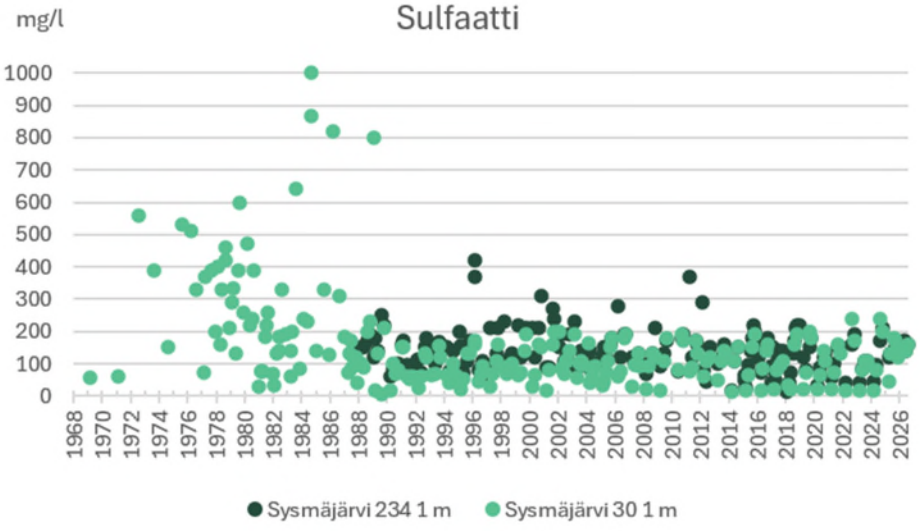
Copyright © AFRY Finland Oy

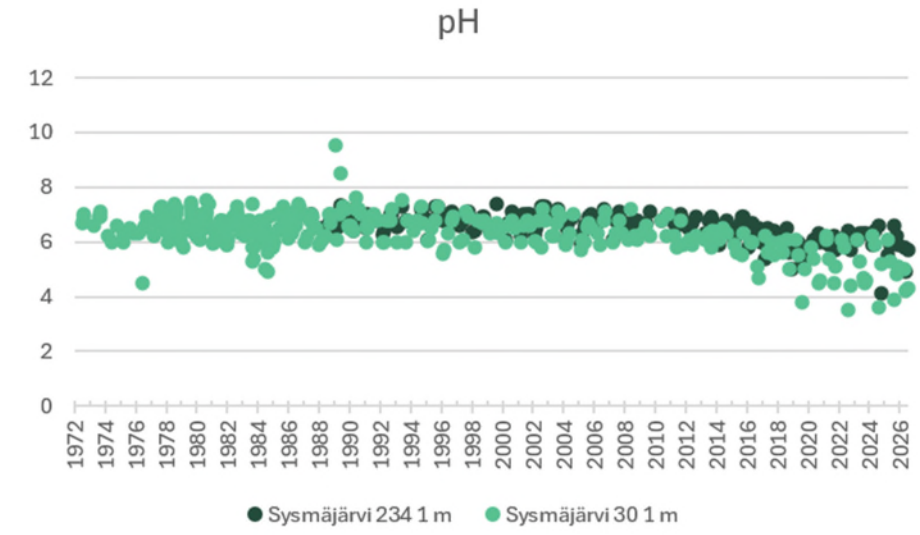
happamuudessa on tapahtunut selvä alenema etenkin pH-minimien osalta. Metalleista sinkin kokonaispitoisuuksissa on todettavissa nousua 2010-luvulla. Liukoisen nikkelin pitoisuuksissa on puolestaan todettavissa laskua, mikä on selvimmin nähtävissä syvännealueen pohjan läheisessä vesikerroksessa.

Sysmäjärven nykytilasta on laadittu laaja selvitys, jossa on pyritty muodostamaan käsitys järven tilassa tapahtuneiden muutosten syistä sekä arvioimaan järven tilan kehittymistä nykyisellä kuormituksella sekä arvioimaan nykyiseen kuormitukseen liittyviä riskejä (Ramboll Finland Oy 2024). Selvityksessä on nostettu esille järven tilassa havaittu heikkeneminen vuodesta 2015 alkaen ja erityisen matalat pH-arvot. Matalien pH-arvojen on arvioitu mahdollisesti liittyvän sulfaatin pelkistymis- ja sulfidin hapettumisreaktioihin. Ajanjaksolla 2008–2021 oli havaittu selvityksessä kuvattujen happamuuspiikkien esiintymistä säännöllisemmin kuin aiemmin. Selvitys nostaa esiin moninaiset tekijät Sysmäjärvessä tapahtuvissa prosesseissa, kuten moninainen kuormitus nyt ja historiassa, happiolot, hapetus, happamat pohjavedet, sedimentit, ravintoverkkokysymykset, järven umpeen kasvaminen.

Copyright © AFRY Finland Oy

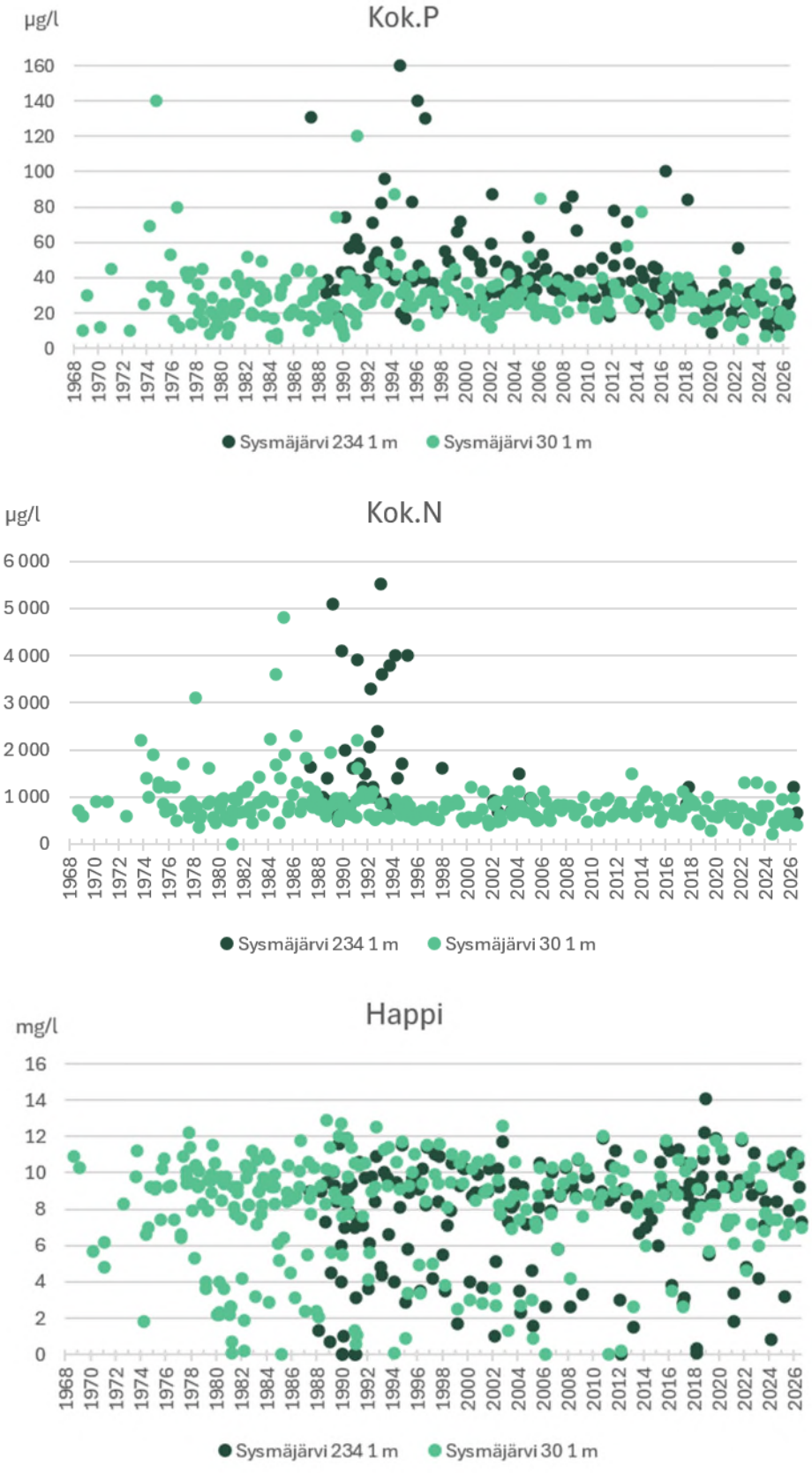






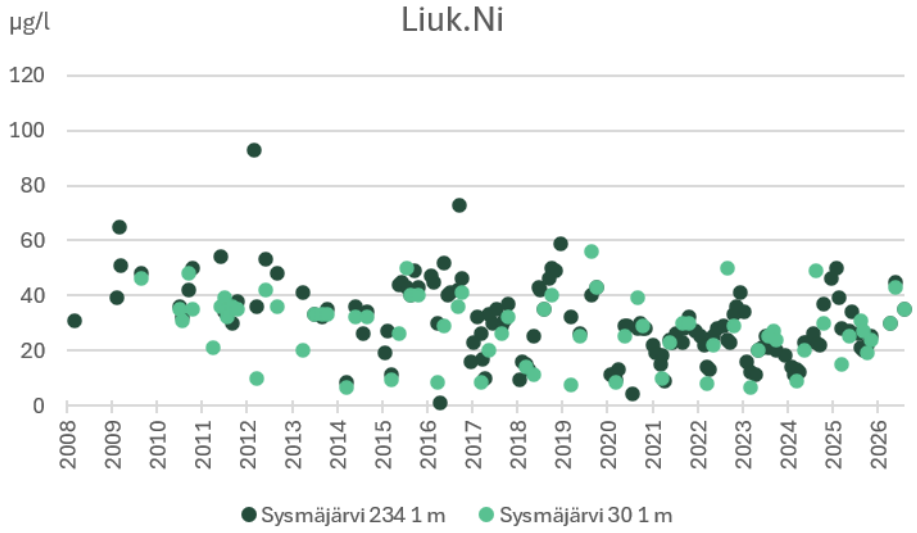
Kuva 10-29. Sysmäjärven sähkönjohtavuus, sulfaattipitoisuus ja pH näytepisteillä 234 ja 30 vuosina 1968–2026 (SYKE 2026c).

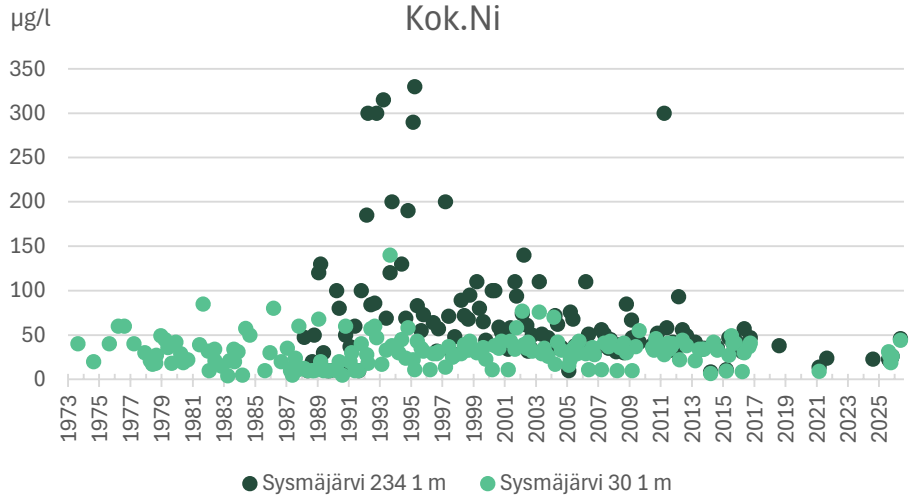
Copyright © AFRY Finland Oy

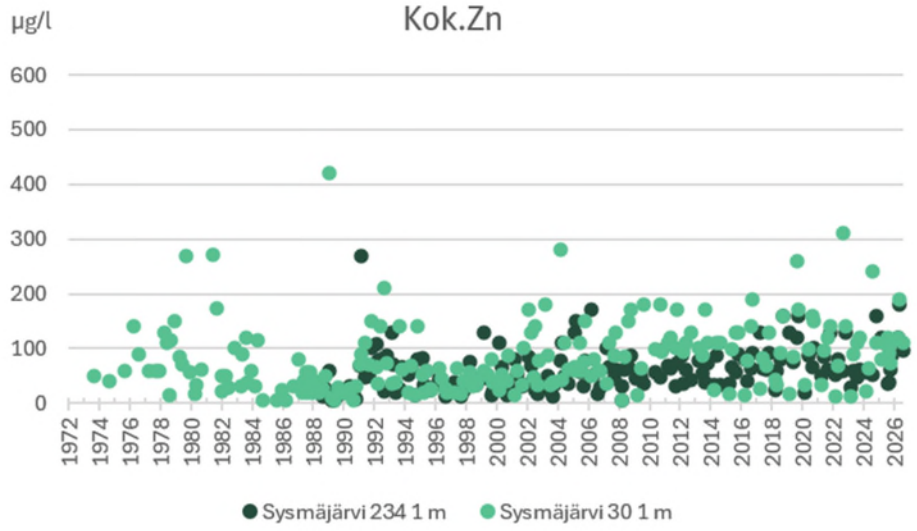


Kuva 10-30. Sysmäjärven happipitoisuus, kokonaisfosfori- ja kokonaistyppipitoisuus näytepisteillä 234 ja 30 vuosina 1968–2026 (SYKE 2026c).

Copyright © AFRY Finland Oy

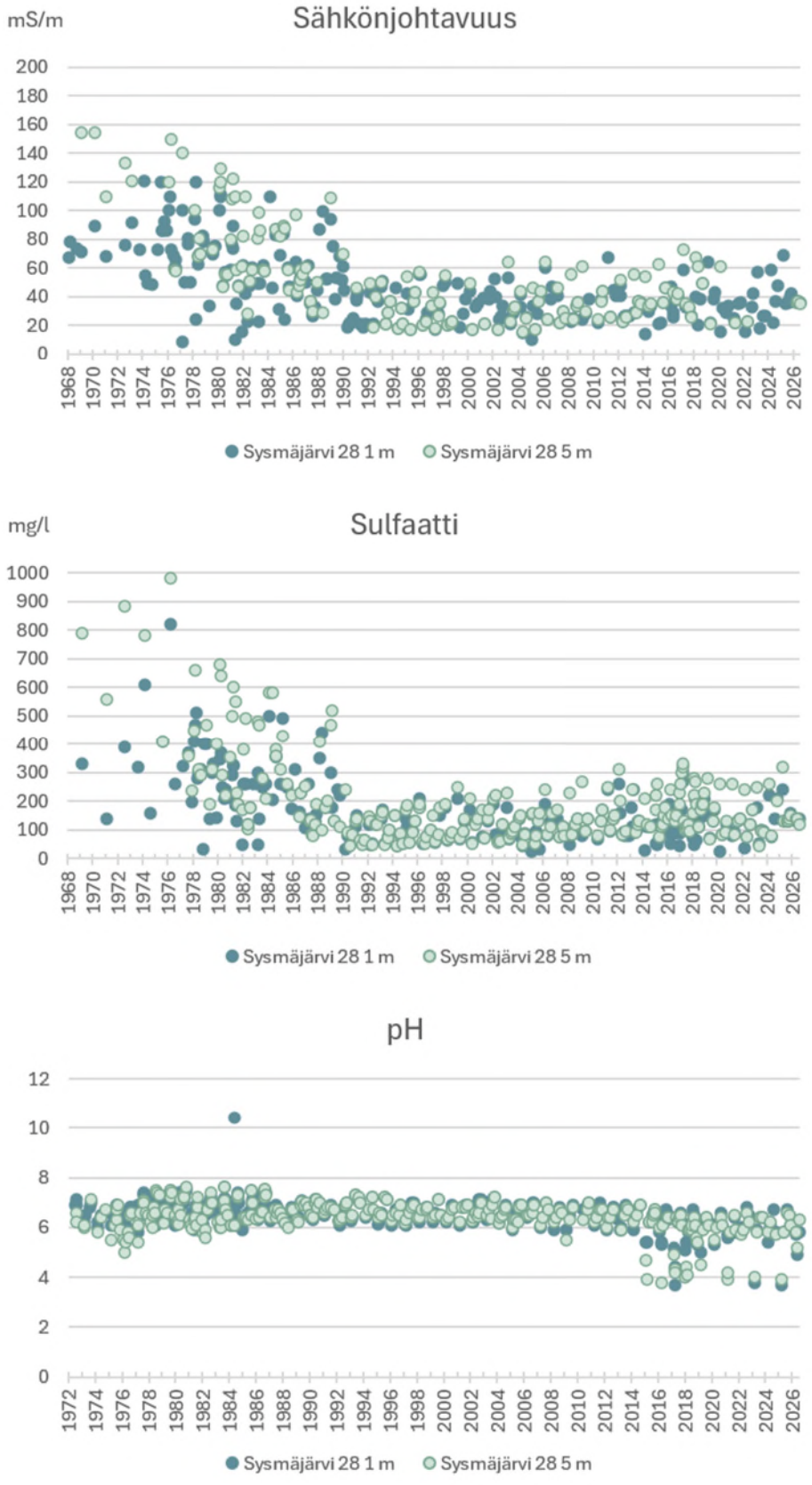






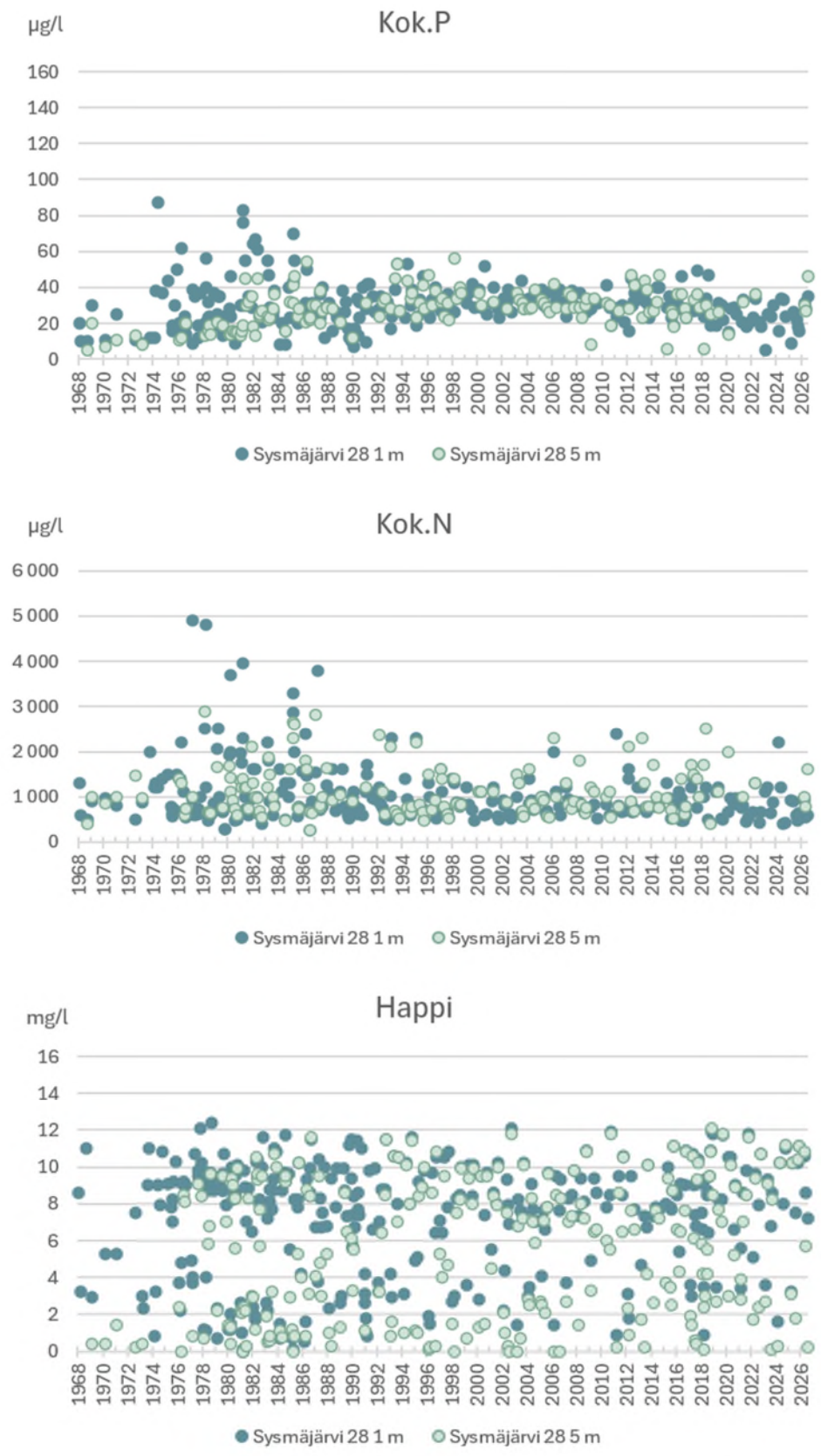
Kuva 10-31. Sysmäjärven liukoisen nikkelin sekä nikkelin ja sinkin kokonaispitoisuudet näytepisteillä 234 ja 30 vuosina 1973–2026 (SYKE 2026c).

Copyright © AFRY Finland Oy



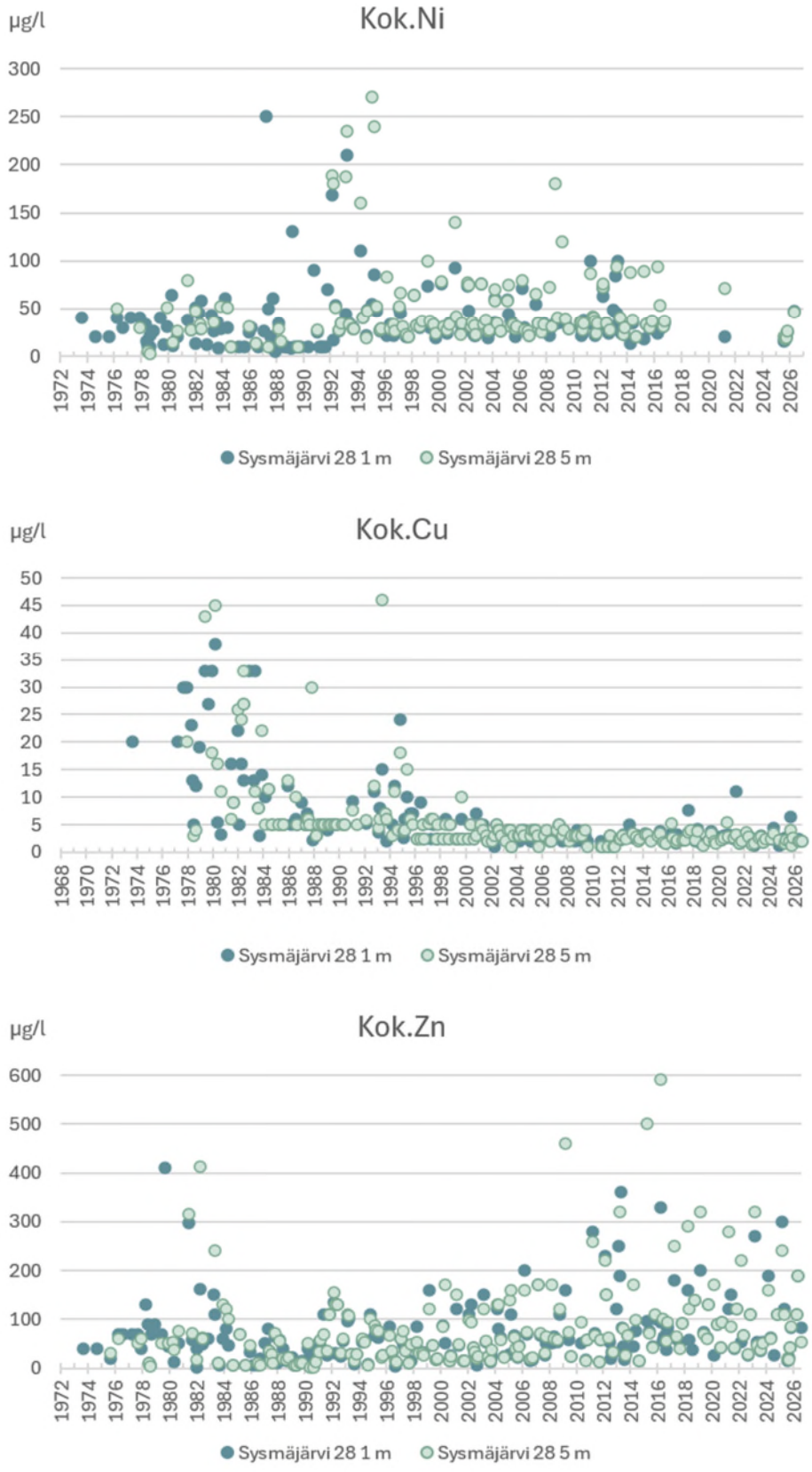
Kuva 10-32. Sysmäjärven sähkönjohtavuus, sulfaattipitoisuus ja pH näytepisteellä 28 pinnan ja pohjanläheisessä vedessä vuosina 1986–2026 (SYKE 2026c).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-33. Sysmäjärven happipitoisuus, kokonaisfosfori- ja kokonaistyppipitoisuus näytepisteellä 28 pinnan ja pohjanläheisessä vedessä vuosina 1986–2026 (SYKE 2026c).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-34. Sysmäjärven nikkelin, kuparin ja sinkin kokonaispitoisuudet näytepisteellä 28 pinnan ja pohjanläheisessä vedessä vuosina 1973–2026 (SYKE 2026c).

Copyright © AFRY Finland Oy

Sysmänjoki ja Taipaleenjoki

Sysmäjärvi laskee Sysmänjokeen, jonka vedenlaatua tarkkaillaan kuukausittain pisteellä 50 Kiukookosk (Kuva 10-24). Sysmänjoki laskee edelleen Taipaleenjokeen, jossa vedenlaatua tarkkaillaan Sysmäjoen suun yläpuolella (Taipaleenjoki 157) ja alapuolella (Taipaleenjoki 276)

Vuosina 2021–2025 Sysmänjoen (50 Kiukookosk) veden pH-taso vaihteli happamasta lievästi happamaan (Taulukko 10-15). Happipitoisuus oli ajoittain heikentynyt ja sähkönjohtavuusarvot olivat tyypillisiin luonnonvesien arvoihin verrattuna koholla. Sulfaatin määrä oli koholla. Veden väri vaihteli lähes kirkkaasta selvästi ruskeaan ja kiintoainepitoisuus oli ajoittain koholla. Ravinnepitoisuudet olivat keskimäärin reheville vesille tyypilliset ja jokityypin vertailuarvoihin suhteutettuna fosforin määrä viittasi hyvään ja typen määrä tyydyttävään tilaan.

Taulukko 10-15. Sysmänjoen ja Taipaleenjoen vedenlaatu vuosina 2021–2025 (SYKE 2026c).

	Happi mg/l	pH	Sähkön-johta-vuus mS/m	Väri-luku mg Pt/l	COD_{Mn} mg/l	Kiinto-aine karkea mg/l	Kok.P µg/l	Kok.N µg/l	SO_4 mg/l
Taipaleenjoki 157									
ka	7,7	7,0	7,2	40		4	17	371	
min	7,2	7,0	7,0	24		3	8	330	
max	8,1	7,1	7,6	50		5	26	420	
n	5	5	5	5		5	9	9	
Sysmänjoki 50 Kiukookosk									
ka	7,9	6,1	30	94	15	8	32	850	106
min	4,6	5,4	19	30	8	1	17	330	54
max	11,3	6,6	42	190	19	16	58	1400	160
n	23	23	23	21	4	23	23	23	25
Taipaleenjoki 276									
ka	8,3	6,9	9,4	44	7,2	4	19	395	
min	6,9	6,7	7,5	26		3	14	330	
max	11,9	7,1	15,0	69		6	25	520	
n	6	6	6	6	1	6	6	6	

Copyright © AFRY Finland Oy

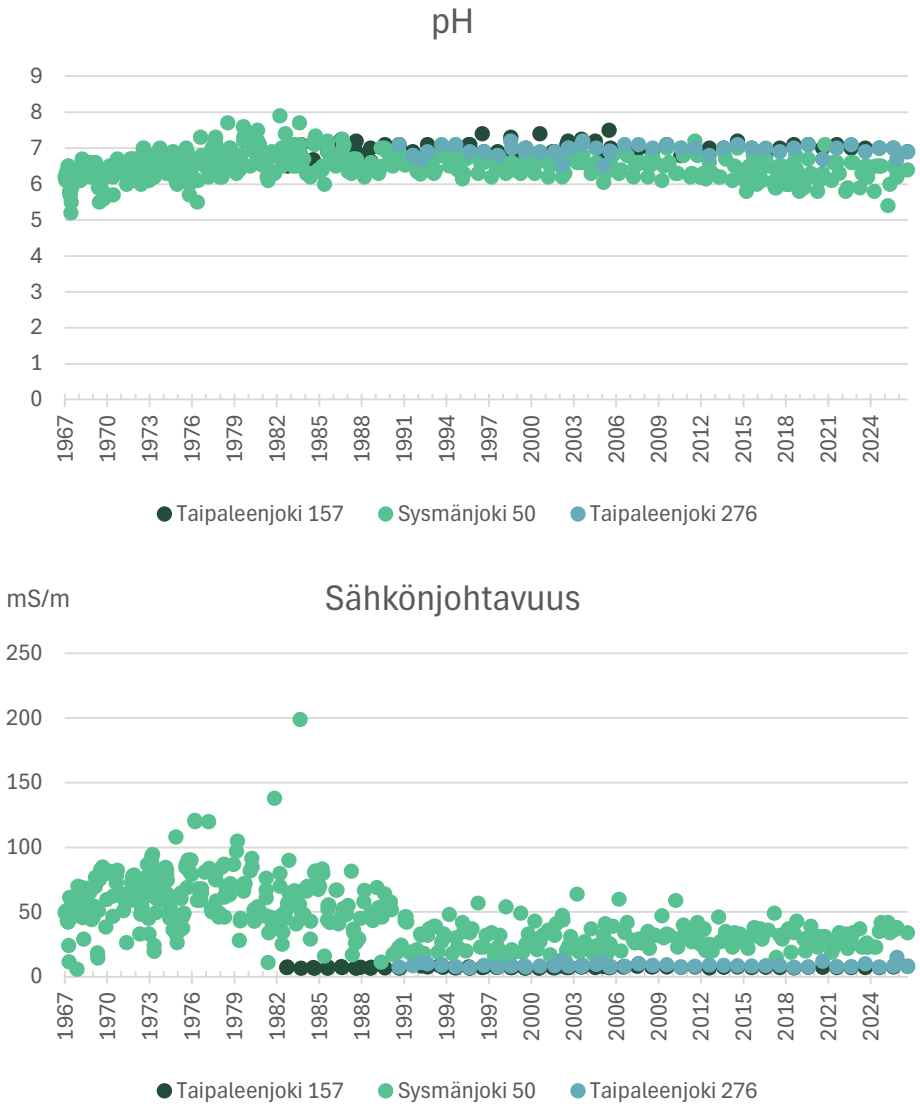
	Al kok µg/l	As kok µg/l	Cd liuk µg/l	Co kok µg/l	Cu kok µg/l	Fe kok µg/l	Hg kok µg/l	Mn kok µg/l	Ni liuk µg/l	Pb liuk µg/l	Zn kok µg/l
Sysmänjoki 50 Kiukookosk											
ka	82	0,6	0,03	14,3	2,7	2 175	<0,005	205	24	0,08	66
min	31	0,3	0,01	2,0	0,7	650	<0,005	59	11	<0,05	8
max	130	0,9	0,11	48,0	4,9	4 700	<0,005	490	52	0,15	190
n	4	4	23	23	23	24	4	23	65	22	23
Taipaleenjoki 276											
ka			0,017	4,3	1,8		<0,005		5,9	<0,05	
min			0,005				<0,005		2,7	<0,05	
max			0,029				<0,005		9,0	<0,05	
n			2	1	1		2		2	2	

Sysmänjoen vedessä oli suhteellisen runsaasti rautaa, alumiinia ja mangaania, ja koboltin, nikkelin ja sinkin pitoisuudet olivat ainakin ajoittain koholla vuosina 2021–25. Liukoisen kadmiumin, lyijyn ja elohopean määrä alitti valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 mukaisten ympäristönlaatunormien tason. Liukoisen nikkelin pitoisuus ylitti ajoittain hetkelliselle pitoisuudelle asetetun ympäristönlaatunormin 34 µg/l tason. Vuositason keskimääräiset liukoiset sinkkipitoisuudet olivat 31–38 µg/l, nikkelipitoisuudet 21–25 µg/l ja kuparipitoisuudet 1,9–2,1 µg/l. Sysmänjoen vuositason keskimääräisillä pH-arvoilla 5,9–6,3, kalsiumpitoisuuksilla 16–25 mg/l ja DOC-arvoilla 9–16 mg/l laskettuna biosaatavan sinkin pitoisuudet olivat 9–16 µg/l, nikkelipitoisuudet 2,8–5,3 µg/l ja kuparipitoisuudet 0,08–0,21 µg/l. Biosaatavan nikkelin pitoisuus ylitti niukasti asetuksen 1022/2006 vuositason ympäristönlaatunormin 5 µg/l vuonna 2021. Biosaatavan sinkin vuosikeskiarvo 15,8 µg/l ylitti ehdotetun vuositason ympäristönlaatunormin 14,4 µg/l vuonna 2025, mutta biosaatavan kuparin keskiarvo jäi ehdotetun vuositason laatunormin 1,1 µg/l alapuolelle. Sulfaatin vuositason keskiarvot olivat 88–130 mg/l eli arvot ylittivät ehdotetun vuositason ympäristönlaatunormin 42 mg/l jokaisena vuonna.

Taipaleenjoen vesi oli jaksolla 2021–2025 lähes neutraalia, ruskehtavaa ja happipitoisuudet olivat hyviä. Sähkönjohtavuusarvot olivat Sysmänjoen suun yläpuolella (Taipaleenjoki 157) luonnonvesille tyypillistä tasoa, mutta suun alapuolella (Taipaleenjoki 276) arvot kohosivat ajoittain. Taipaleenjoen ravinnepitoisuudet viittasivat keskiravinteisuuteen, ja jokityypin vertailuarvot huomioiden pitoisuudet viittasivat hyvään ekologiseen tilaan. Taipaleenjoesta on määritetty metallipitoisuuksia kattavasti vain muutamassa aineessa, mutta kadmiumin, lyijyn ja elohopean pitoisuudet alittivat asetuksen 1022/2006 mukaiset hetkelliset ja vuositason ympäristönlaatunormit.

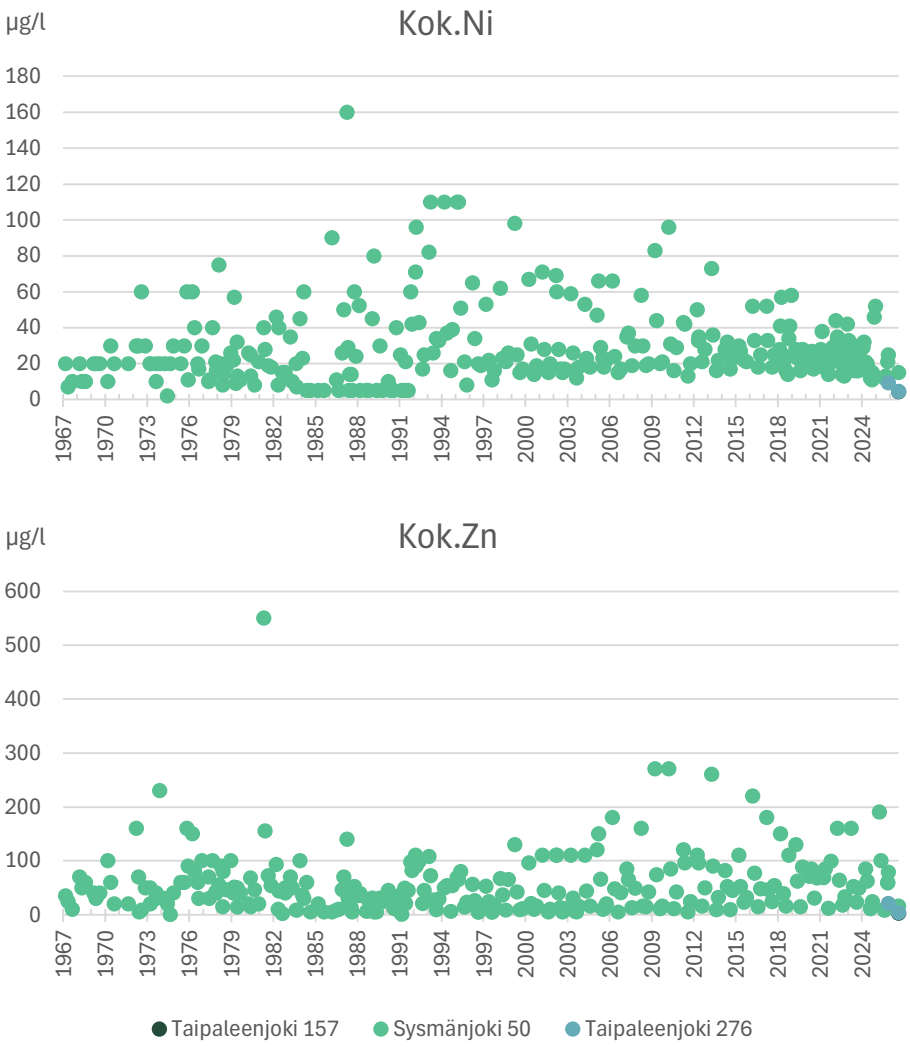
Sysmänjoen sähkönjohtavuusarvot laskivat selkeästi 1990-luvun alkaessa, jolloin Outokummun kaivostoiminta päättyi (Kuva 10-35). Sähkönjohtavuusarvoissa tapahtuneet muutokset ovat yhteydessä verrattavissa sulfaattipitoisuudessa tapahtuneeseen laskuun. Taipaleenjoen sähkönjohtavuusarvot ovat olleet pieniä koko tarkkailuhistorian ajan. Sysmänjoen pH-arvoissa on havaittu laskua sekä aivan tarkastelujakson alussa 1960-luvulla että 2000-luvulle tultaessa. Suurimmillaan pH-arvot olivat 1980- ja 1990-luvuilla. Lahdenjoessa pH-taso on ollut tasainen. Sysmänjoen kuparipitoisuudet laskivat 2000-luvulle tultaessa, mutta nikkelin ja sinkin kehityksestä ei ole tunnistettavissa selkeitä suuntauksia (Kuva 10-36). Kokonaistypen määrä laski Sysmänjoessa 1990-luvun alussa, mutta muuten pitoisuustaso on ollut varsin vakaa (Kuva 10-37). Lahdenjoen ravinnepitoisuudet ovat olleet tasaisia pitkään.

Copyright © AFRY Finland Oy



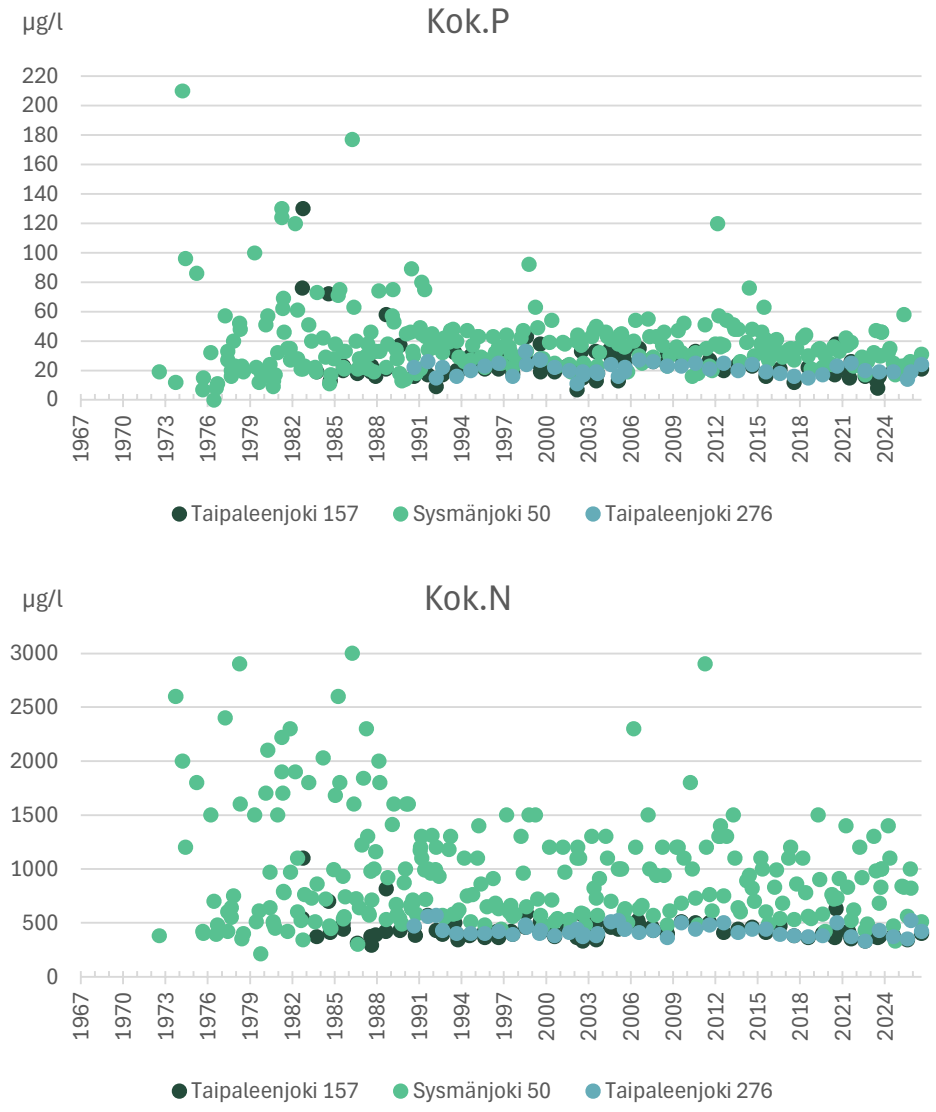
Kuva 10-35. Sysmänjoen ja Taipaleenjoen pH- ja sähkönjohtavuusarvot vuosina 1967–2026 (SYKE 2026c).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-36. Sysmänjoen ja Taipaleenjoen nikkeli- ja sinkkipitoisuudet vuosina 1967–2026 (SYKE 2026c). Jakson 2018–2024 nikkelipitoisuuksina käytetty liukoisia pitoisuuksia.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-37. Sysmänjoen ja Taipaleenjoen ravinnepitoisuudet vuosina 1967–2026 (SYKE 2026c).

Heposelkä

Taipaleenjoki laskee Heposelän Hepolahteen, ja Heposelän vedenlaatua tarkkaillaan kahdelta pisteeltä Sysmäjärven-Heposelän yhteistarkkailussa. Jaksolla 2021–25 vesi oli lähes neutraalia, ja päällysveden happitilanne oli hyvä (Taulukko 10-16). Alusvedessä havaittiin ajoittaista happipitoisuuksien alenemista kerrostuneisuuskausilla. Alentuneeseen happitilanteeseen yhdistyi ajoittain selkeä mangaanipitoisuuden nousu ja jonkin verran ravinnepitoisuuksien nousua. Sähkönjohtavuusarvot olivat lähellä luonnonvesille tyypillistä tasoa. Vesi oli lievästi ruskehtavaa ja ylimääräistä sameutta havaittiin vain alusvedessä. Kokonaisravinnepitoisuudet olivat lähinnä keskiravinteisille vesille tyypillistä tasoa. Järvityypin vertailuarvoihin suhteutettuna kokonaisravinnepitoisuudet viittasivat tyydyttävään–hyvään tilaan.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-16. Heposelän vedenlaatu vuosina 2021–2025 (SYKE 2026c).

	Syvyys m	Happi mg/l	pH	Sähkön-johta-vuus mS/m	Väri-luku mg Pt/l	Sameus FNU	Kok.P µg/l	Kok.N µg/l	Kloro-fylli-a µg/l	SO_4 mg/l
Heposelkä 11 Hepolahti										
ka	1	11,1	7,0	8,0	41	2,2	13	381	7,3	17
min	1	8,4	6,7	6,8	26	0,5	6	320	1,9	13
max	1	14,6	7,4	9,4	67	4,4	18	470	11,0	22
n	26	11	11	11	11	11	11	11	15	11
ka	15	4,9	6,7	9,8	46	6,4	20	547		22
min	15	0,6	6,5	7,7	26	1,4	10	350		17
max	16	11,4	7,2	14,0	70	16,0	45	710		37
n	11	11	11	11	11	11	11	11		11
Heposelkä 14										
ka	1	11,2	7,1	8,0	42	1,8	13	407	7	17
min	1	8,3	6,9	5,5	26	0,3	9	300	3	9
max	1	15,8	7,3	13,0	63	3,1	17	790	11	25
n	26	11	11	11	11	11	11	11	15	11
ka	26	6,4	6,7	8,9	42	5,9	21	525		19
min	20	1,0	6,5	7,3	26	1,6	9	310		15
max	29	11,5	7,2	11,0	59	20,0	40	770		26
n	11	11	11	11	11	11	11	11		11

		Al kok µg/l	As kok µg/l	Cd liuk µg/l	Co kok µg/l	Cu kok µg/l	Fe kok µg/l	Hg liuk µg/l	Mn kok µg/l	Ni kok µg/l	Pb liuk µg/l	Zn kok µg/l
Heposelkä 11 Hepolahti												
ka	1	100	0,30	<0,01	0,34	2,1	211	<0,005	39	4,2	<0,05	3,1
min	1	100				1,7	72		3	3,2		1,2
max	1	100				2,8	480		89	5,8		9,4
n	26	1	1	1	1	11	11	1	11	11	1	11
ka	15	120	0,27	<0,01	0,46	2,4	434	<0,005	937	6,7	<0,05	7,1
min	15					2,0	280		61	4,0		1,7
max	16					3,2	880		2400	9,4		17,0
n	11	1	1	1	1	11	11	1	11	11	1	11
ka	1	59	0,29	<0,01	0,17	2,1	171	<0,005	35	4,0	<0,05	2,5
min	1					1,4	81		3	2,2		1,0
max	1					3,1	390		95	6,8		7,1
n	26	1	1	1	1	11	11	1	11	11	1	11
ka	26	60	0,31		0,18	2,4	333	<0,005	588	5,6		5,2

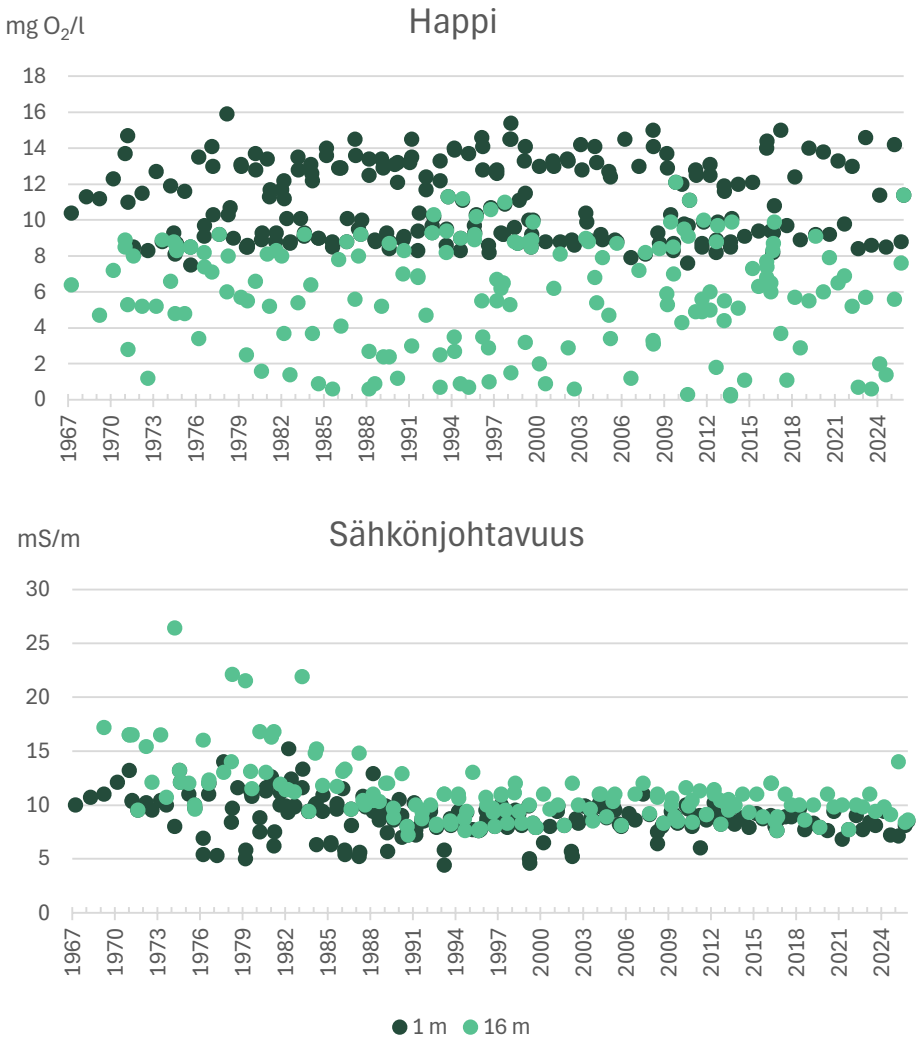
Copyright © AFRY Finland Oy

min	20					1,8	150		46	3,2		1,2
max	29					3,1	550		2600	7,5		9,5
n	11	1	1		1	11	11	1	11	11		11

Heposelän metallipitoisuudet olivat kokonaisuutena varsin pieniä, mutta mangaanin pitoisuudet kohosivat alusvedessä ajoittain. Kuparin, sinkin ja nikkelin kokonaispitoisuudet olivat suhteellisen pieniä, eivätkä nikkelin kokonaispitoisuudetkaan alittaneet liukoiselle pitoisuudelle asetettua valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 mukaista hetkellisen tilanteen ympäristönlaatunormia 34 µg/l. Kadmiumin, lyijyn ja elohopean pitoisuuksia oli määritetty vain kertaalleen jaksolla 2021–2025, mutta pitoisuudet olivat hyvin pieniä ja alittivat hetkellisen tason ympäristönlaatunormit. Sulfaatin määrä alitti vuositasolle ja hetkelliselle pitoisuudelle ehdotetut ympäristönlaatunormit. Jaksolla 2021–25 Hepolahden (11) liukoinen kuparipitoisuus oli 2–2,7 µg/l, liukoinen nikkelipitoisuus 3,6–3,7 µg/l ja liukoinen sinkkipitoisuus 0,78–1,8 µg/l. Heposelän toisella pisteellä (14) vastaavat pitoisuudet olivat 1,6–2 µg/l, 3 µg/l ja 0,25–0,74 µg/l. Liukoisen nikkelin pitoisuudet alittivat siten sekä hetkellisen ympäristönlaatunormin tason 34 µg/l että biosaatavalle nikkelille asetetun vuositason ympäristönlaatunormin 5 µg/l. Kuparin ja sinkin pitoisuudet alittivat niille ehdotettujen vuositason ympäristönlaatunormien tason.

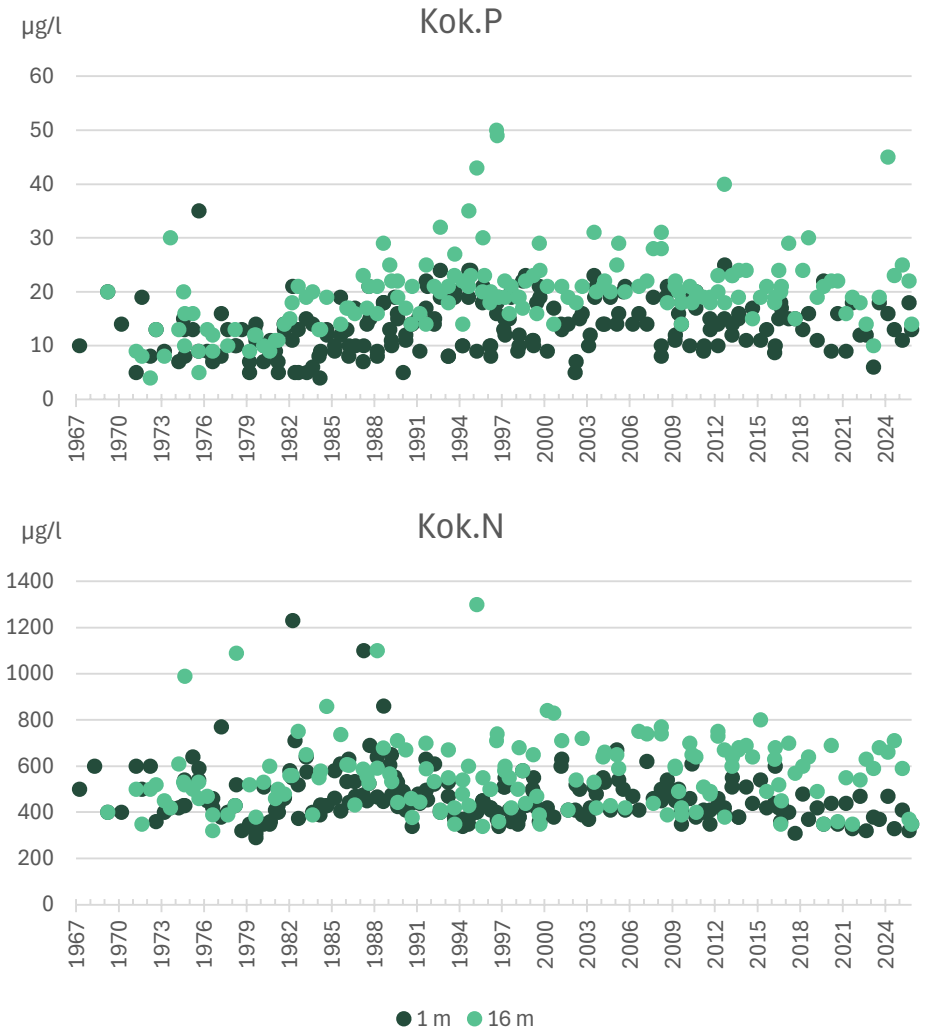
Hepolahden vedenlaadun kehitystä jaksolla 1967–2025 on esitetty kuvissa 10-38… 10-39. Happipitoisuuksissa on esiintynyt kerrostuneisuuskausiin painottunutta laskua koko tarkkailujakson ajan. Metalli- ja sulfaattipitoisuuksista ei ole saatavilla koko jakson kattavaa tarkkailuhistoriaa, mutta Sysmäjärven vedenlaadun kehityksen perusteella on pääteltävissä, että sähkönjohtavuusarvot kuvaavat yleisellä tasolla kaivosperäisen kuormituksen määrässä tapahtuneita muutoksia. Sähkönjohtavuusarvot laskivat 1990-luvun taitteessa erityisesti alusvedessä, mutta jonkin verran myös päällysvedessä. Ajallisesti muutos sopii yhteen Outokummun kaivostoiminnan päättymisen kanssa. Kokonaisfosforin pitoisuudet vaikuttaisivat hieman nousseen 1980-luvulle tultaessa, mutta viimeisten vuosikymmenien aikana ravinnepitoisuuksissa ei ole havaittavissa selkeitä kehityssuuntia.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-38. Hepolahden (Heposelkä 11 Hepolahti) happipitoisuudet ja sähkönjohtavuusarvot vuosina 1967–2025 (SYKE 2026c).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-39. Hepolahden (Heposelkä 11 Hepolahti) kokonaisravinnepitoisuudet vuosina 1967–2025 (SYKE 2026c).

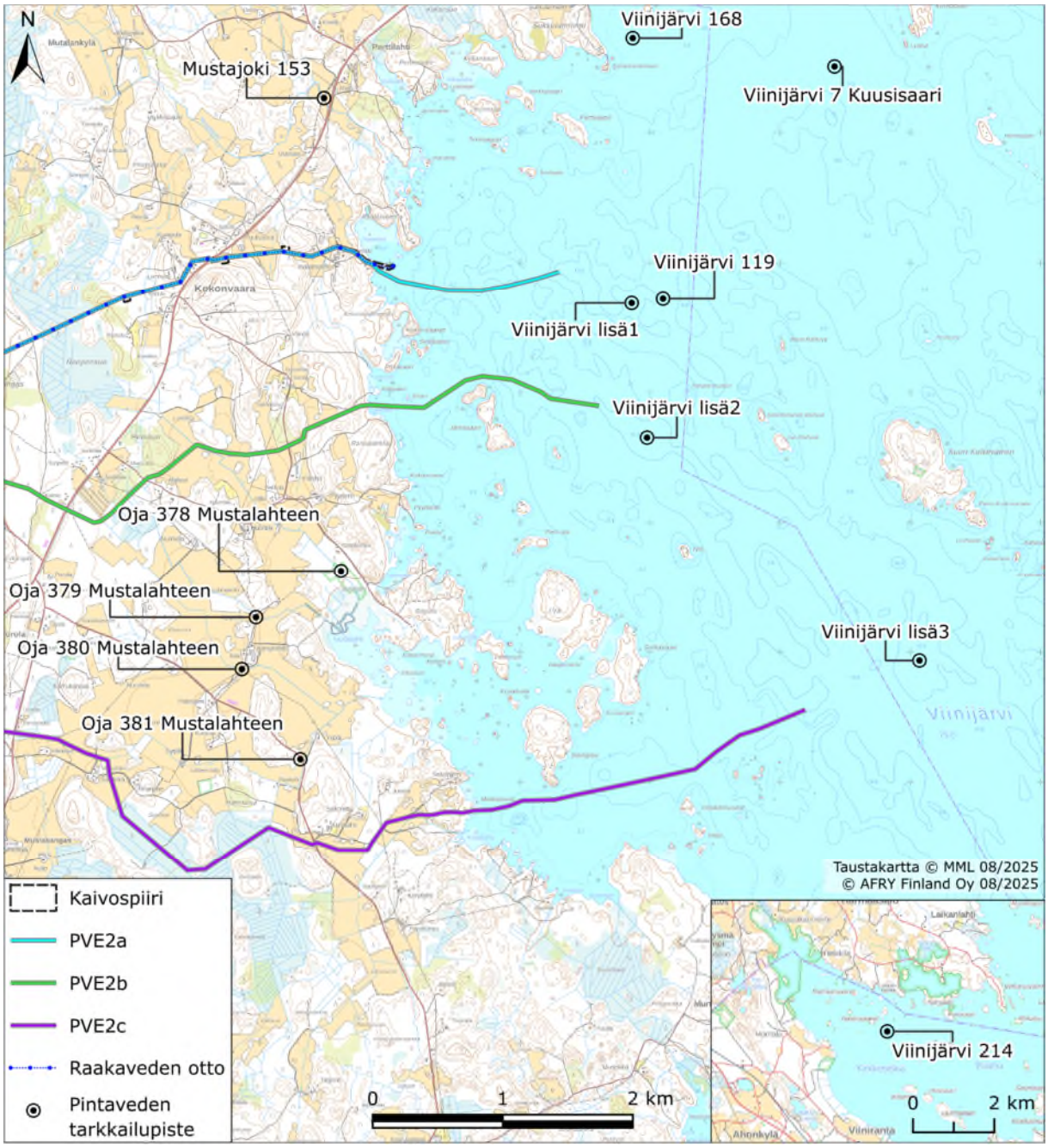
Viinijärveen laskevat pienet uomat

Viinijärveen laskevien pienien uomien havaintopaikat on esitetty kuvassa 10-40 ja käytettävissä olevat vedenlaatutulokset taulukossa 10-17. Viinijärveen laskevan Mustajoen (153) vedenlaatua on tutkittu kahdesti vuosina 2011–2012. Havaintopaikka sijaitsee purkureittivaihtoehtojen PVE2a–c reittien pohjoispuolella. Mustajoen veden hapen kyllästysprosentti oli keskimäärin hyvällä tasolla. Veden pH oli hapan ja sähkönjohtavuus sisävesille tyypillisellä tasolla. Vesi oli erittäin tummaa ja runsashumuksista. Kokonaisravinteiden määrät olivat keskimäärin rehevien vesien tasoa. Rautapitoisuus oli korkea.

Viinijärveen laskevat ojat (378–381) sijaitsevat purkureittivaihtoehtojen PVE2b ja PVE2c välisellä alueella. Havaintopaikoilta on käytettävissä vain yhdet vedenlaatutiedot vuodelta 2007. Ojan 379 vedenlaatu oli tutkittuna ajankohtina ojista laadultaan parasta. Vesi oli lähes väritöntä, veden pH hapahko ja ravinnetaso lievästi rehevien vesien tasoa. Ojissa 380 ja 381 vesi oli ruskeaa, happamuustaso oli neutraali ja ravinnetaso oli korkeampi, rehevien vesien tasoa. Ojassa 378 vesi oli selvästi ruskeinta. Vesi oli hapahkoa ja ravinnetaso oli rehevien vesien tasolla. Kaikissa ojavesissä havaittiin *E. coli* -bakteereja

Copyright © AFRY Finland Oy

(38–380 kpl/100 ml) viitaten hygieeniseen kuormittumiseen. Ojavesien hygieeninen laatu vaihteli hyvästä välttävään.



Kuva 10-40. Pintaveden laadun tarkkailupisteet. Viinijärveen laskevat uomat ja Viinijärvi.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-17. Viinijärveen laskevien pienten uomien vedenlaatu vuosina 2007 (378–381) tai 2011–2012 (153) (SYKE 2025c).

Viinijärveen laskevat pienet uomat									
	Happi		pH	Sähkön-johta-vuus mS/m	Väri-luku mg/l	COD_{Mn} mg/l	Kok.P µg/l	Kok.N µg/l	Rauta µg/l
	mg/l	Kyll.%							
Mustajoki 153									
ka	11,5	82	6,2	8,2	310	46	38	1300	2250
min	10,7	78	6,0	6,9	220	34	23	1100	1800
max	12,3	86	6,5	9,4	400	58	53	1500	2700
n	2	2	2,0	2	2	2	2	2	2
Oja 378 Mustalahteen									
ka	-	-	6,6	-	180	-	37	710	-
min	-	-	6,6	-	180	-	37	710	-
max	-	-	6,6	-	180	-	37	710	-
n	-	-	1,0	-	1	-	1	1	-
Oja 379 Mustalahteen									
ka	-	-	6,4	-	30	-	19	530	-
min	-	-	6,4	-	30	-	19	530	-
max	-	-	6,4	-	30	-	19	530	-
n	-	-	1,0	-	1	-	1	1	-
Oja 380 Mustalahteen									
ka	-	-	6,9	-	90	-	53	920	-
min	-	-	6,9	-	90	-	53	920	-
max	-	-	6,9	-	90	-	53	920	-
n	-	-	1,0	-	1	-	1	1	-
Oja 381 Mustalahteen									
ka	-	-	7,0	-	90	-	28	850	-
min	-	-	7,0	-	90	-	28	850	-
max	-	-	7,0	-	90	-	28	850	-
n	-	-	1,0	-	1	-	1	1	-

Viinijärvi

Purkureittivaihtoehdot PVE2a–c sisältävät veden johtamisen Viinijärveen. Kaikissa kolmessa vaihtoehdossa purkuputken suu sijaitsee Viinijärven läntisen altaan pohjoisosassa. Viinijärven vedenlaadun havaintopaikat on esitetty kuvassa 10-40. Viinijärven pohjoisosan havaintopaikoilla 168 ja 7 tarkkailua on tehty kolmesti vuodessa ja Viinijärven eteläosan havaintopaikalla 214 kahdesti vuodessa. Viinijärven pohjoisosan yhteistarkkailuun kuuluu myös näytepiste 222 Viinijoen suualueen läheisyydessä (järven koillisosassa, kauempana purkuputkivaihtoehtojen alueelta). Seuraavissa kappaleissa on kuvattu Viinijärven vedenlaatua vuosien 2021–2025 vedenlaatutulosten perusteella (Taulukko 10-18).

Viinijärven pohjoisosan syvännealueen havaintopaikalla (7) happipitoisuus on pysynyt hyvänä tai erinomaisena talviaikaan, mutta pohjan lähellä on todettu säännöllisesti voimakasta hapen kulumista. Kesäaikaan vesimassa on kerrostunut vain loivasti lämpötilan mukaan, ja happitilanne on pysynyt hyvänä. Selvästi matalammalle vesialueelle

Copyright © AFRY Finland Oy

sijoittuvan havaintopaikan 168 alueella happitilanne on säilynyt hyvänä läpi vuoden. Veden pH-arvot ovat olleet keskimäärin neutraaleja tai lievästi happamia. Sähkönjohtavuudet ovat olleet molemmilla havaintopaikoilla pintavedessä sisävesien tyypillisellä tasolla. Syvännealueella sähkönjohtavuudet ovat kohonneet selvästi ajoittain pohjan lähellä ja vaihdelleet 6,6–120 mS/m. Sähkönjohtavuudessa on todettavissa pohjan lähellä nouseva suuntaus (Kuva 10-41). Kokonaisravinteiden määrä on ollut fosforin osalta keskimäärin karujen tai lievästi rehevien, ja typen osalta lievästi rehevien vesien tasoa. Klorofylli-a-pitoisuudet ovat viitanneet lievästi rehevään veteen. Ekologisen luokituksen luokkarajoihin verrattuna kokonaisfosforipitoisuudet ovat viitanneet syvännealueella (7) vuosina 2021–2025 erinomaiseen tai hyvään tilaan ja kokonaistyppipitoisuudet erinomaiseen tilaan.

Sulfaattipitoisuudet ovat vaihdelleet pohjoisosan havaintopaikalla 7 jaksolla 2021–2025 pintavedessä 11–16 mg/l ja pohjan lähellä 12–590 mg/l. Sulfaattipitoisuudet ovat olleet tarkastelujaksolla ehdotettuihin ympäristönlaatunormeihin verrattuna pintavedessä matalat. Sen sijaan pohjan lähellä sulfaattipitoisuudet ovat kohonneet talviaikaan erittäin voimakkaasti, ja ylittäneet sulfaatille esitetyt ympäristönlaatunormit (AA-EQS ja MAC–EQS). Pohjan läheisen veden sulfaattipitoisuuksissa on todettavissa voimakas nouseva suuntaus (Kuva 10-41).

Metallipitoisuuksista on käytettävissä tutkimustietoa Kuusisaaren havaintopaikalta 7. Kadmiumin, lyijyn, elohopean, sinkin ja kuparin pitoisuustaso oli jaksolla 2021–2025 matala, eivätkä niille asetetut tai ehdotetut ympäristönlaatunormit ylittyneet. Nikkelin liukoiset pitoisuudet ovat vaihdelleet jaksolla 2021–2025 pintavedessä 1,9–3,8 µg/l ja pohjan lähellä 2,0–87 µg/l. Liukoisen nikkelin pitoisuustaso on ylittänyt talvella pohjan lähellä liukoiselle nikkelille asetetun hetkellisen maksimipitoisuuden (MAC-EQS, 34 µg/l) ympäristönlaatunormin. Biosaatavan nikkelin keskimääräinen pitoisuus on vaihdellut jaksolla 2021–2025 pintavedessä 0,5–0,7 µg/l ja pohjan lähellä 3,8–9,1 µg/l. Nikkelin biosaatavalle pitoisuudelle asetettu vuosikeskiarvon ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 5 µg/l) ylittyi vuosina 2021 ja 2022, mutta jäi alle ympäristönlaatunormin vuosina 2023–2025. Havaintopaikan 7 ympäristöön on haettu asetuksen 1022/2006 mukaista nikkelin sekoittumisvyöhykettä Horsmanahon louhosalueen ympäristölupahakemuksessa. Arseenin kokonaispitoisuudet ovat olleet matalat ja vaihdelleet pintavedessä 0,19–0,28 µg/l ja pohjan lähellä 0,16–0,35 µg/l.

Viinijärven eteläosan havaintopaikalla (214) vesimassa on kerrostunut pääosin loivasti lämpötilan mukaan. Avovesikaudella on ajoittain todettu voimakkaampaa lämpötilakerrosteisuutta, jolloin myös happivaje on muodostunut pohjan lähellä voimakkaammaksi. Loivemmankin lämpötilakerrosteisuuden aikana hapen kuluminen on ollut merkittävää. Heikoimmillaan happitilanne oli jaksolla 2021–2025 kesällä 2023, jolloin happi (0,3 mg/l) oli kulunut pohjan läheltä lähes loppuun. Pintavedessä happipitoisuus on pysynyt hyvänä, myös talviaikaan jään alla. Veden pH-arvot ovat olleet päällysvedessä keskimäärin neutraaleja ja alusvedessä lievästi emäksisiä. Sähkönjohtavuudet ovat olleet keskimäärin sisävesille tyypillisellä tasolla koko vesimassassa. Kokonaisravinteiden määrä on ollut fosforin osalta keskimäärin karujen vesien tasolla, typen pitoisuutta ei ole mitattu. Klorofylli-a-pitoisuudet ovat viitanneet jaksolla 2021–2025 keskimäärin lievästi rehevään veteen. Ekologisen luokituksen luokkarajoihin verrattuna kokonaisfosforipitoisuudet viittasivat vuosina 2021–2025 hyvään tilaan lukuun ottamatta vuotta 2025, jolloin kokonaisfosforipitoisuus oli tyydyttävä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Sulfaattipitoisuudet ovat vaihdelleet eteläosan havaintopaikalla jaksolla 2021–2025 pintavedessä 13–23 mg/l ja pohjan lähellä 11–35 mg/l. Sulfaattipitoisuudet ovat olleet tarkastelujaksolla eteläosan havaintopaikalla ehdotettuihin ympäristönlaatunormeihin verrattuna matalat. Sulfaattipitoisuuksissa ei ole todettavissa selvää muutossuuntaa 2000-luvulla (Kuva 10-42).

Kadmiumin, lyijyn ja elohopean pitoisuustasoa on tutkittu jaksolla 2021–2025 Viinijärven havaintopaikalla 214 kerran. Näiden alkuaineiden pitoisuustaso oli matala, eivätkä niille asetetut ympäristönlaatunormit ylittyneet. Nikkelin, raudan ja arseenin kokonaispitoisuuksia on tutkittu säännöllisesti. Nikkelin kokonaispitoisuudet ovat vaihdelleet jaksolla 2021–2025 pintavedessä 2,5–6,0 µg/l ja pohjan lähellä 3,2–15 µg/l. Koska liukoisen nikkelin pitoisuustaso on korkeintaan kokonaispitoisuuden suuruinen, ei liukoiselle nikkelille asetetun hetkellisen maksimipitoisuuden (MAC-EQS, 34 µg/l) ylittäviä pitoisuuksia todettu. Myöskään nikkelin biosaatavalle pitoisuudelle asetettu vuosikeskiarvon ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 5 µg/l) ei ylittynyt, sillä sen laskennallinen pitoisuus vaihteli vuosina 2021–2025 keskimäärin 1,2–1,7 µg/l. Arseenin kokonaispitoisuudet ovat olleet matalat ja vaihdelleet pintavedessä 0,17–0,30 µg/l ja pohjan lähellä 0,19–0,35 µg/l.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-18. Viinijärven vedenlaatu pohjoisosissa näytepisteillä 168 ja 7 (pinnan- ja pohjanläheisessä vedessä) sekä eteläosassa näytepisteellä 214 (pinnan- ja pohjanläheisessä vedessä) vuosina 2021–2025 (SYKE 2026c).

	Syv. m	Happi		pH	Alkali-teetti	Sähkön-johta-vuus	Väri-luku	COD_{Mn}	Kiinto-aine
		mg/l	Kyll.%		mmol/l	mS/m	mg Pt/l	mg/l	karkea mg/l
Viinijärvi 168									
ka	1,0	10,5	89	6,6		6,0		15	
min	0,5	8,0	76	6,0		4,3		6	
max	1	12,9	110	7,4		7,2		35	
n	15	15	15	15		15		15	
Viinijärvi 7 Kuusisaari, pinta									
ka	1	11,0	92	7,0	0,23	7	40	8	2,0
min	1	8,0	85	6,5	0,2	5,8	34	7	0,5
max	1	14,6	100	7,4	0,26	7,5	46	8	3,4
n	15	15	15	15	2	15	2	2	2
Viinijärvi 7 Kuusisaari, pohja									
ka	9,2	5,2	47	6,6	0,29	62	37	7	1,7
min	8	1,6	12	6,3	0,2	6,6	28	5	1,4
max	10,1	10,8	92	7,4	0,38	120	45	8	1,9
n	14	14	14	14	2	14	2	2	2
Viinijärvi 214, pinta									
ka	1	10,9	91	7,1		8	42	9	1,4
min	1	7,9	82	6,8		6,8	24	6	0,5
max	1	14,3	98	7,3		11	72	17	3,0
n	10	10	10	10		10	10	10	10
Viinijärvi 214, pohja									
ka	7,2	5,0	43	6,7		10	72	11	2,4
min	6,2	0,3	3	6,3		6,9	25	6	0,5
max	9	9,9	91	7,2		15	140	18	4,0
n	10	10	10	10		10	10	10	10

	Syv. m	Kok.P µg/l	PO_4-P µg/l	Kok.N µg/l	NH_4-N µg/l	NO_2-N+ NO_3-N µg/l	Rikki mg/l	SO_4 mg/l	Kloro-fylli a µg/l
Viinijärvi 168									
ka	1,0	19	1,0	533	9	105			
min	0,5	11	1	310	2	2			
max	1	37	1	780	17	250			
n	15	15	2	15	6	15			
Viinijärvi 7 Kuusisaari, pinta									
ka	1	13	1	427	9	61	5	13	5,8
min	1	9	1	310	2	2	5	11	3,6
max	1	18	1	590	17	190	5	16	9,4
n	15	15	2	15	6	15	1	15	12
Viinijärvi 7 Kuusisaari, pohja									
ka	9,2	16	1	786	27	428,5	13	269	
min	8,0	10	1	310	11	2	13	12	
max	10,1	22	1	1500	47	980	13	590	

Copyright © AFRY Finland Oy

n	14	14	1	14	6	14	1	14	
Viinijärvi 214, pinta									
ka	1	13,0	1		2	5		15	6,8
min	1	5	1		2	5		13	3,6
max	1	19	1		2	5		23	11,0
n	10	10	1		1	1		10	15
Viinijärvi 214, pohja									
ka	7,19	17,8	1		27	2		20	
min	6,2	14	1		27	2		11	
max	9	27	1		27	2		35	
n	10	10	1		1	1		10	

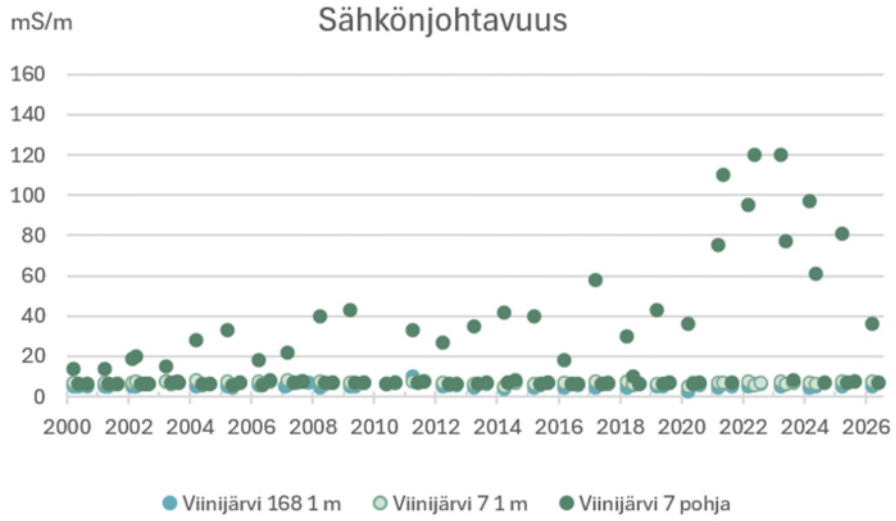
	Al kok µg/l	Al liuk µg/l	As kok µg/l	As liuk µg/l	Cd kok µg/l	Cd liuk µg/l	Co kok µg/l	Co liuk µg/l	Cr kok µg/l	Cr liuk µg/l	Cu kok µg/l
Viinijärvi 7 Kuusisaari, pinta											
ka	33	18	0,22	0,2	0,008	0,006	0,1	0,0	0,52	0,19	2,2
min	33	18	0,19	0,2	0,005	0,005	0,0	0,0	0,2	0,19	2,1
max	33	18	0,28	0,2	0,021	0,015	0,4	0,0	3,2	0,19	2,4
n	1	1	14	1	14	14	14	1	14	1	14
Viinijärvi 7 Kuusisaari, pohja											
ka	91	33	0,30	0,3	0,052	0,045	0,7	0,8	0,342	0,21	1,8
min	91	33	0,16	0,3	0,005	0,005	0,1	0,8	0,25	0,21	1,2
max	91	33	0,68	0,3	0,13	0,120	1,3	0,8	0,47	0,21	2,6
n	1	1	13	1	13	13	13	1	13	1	13
Viinijärvi 214, pinta											
ka			0,2			0,005					
min			0,17			0,005					
max			0,3			0,005					
n			10			1					
Viinijärvi 214, pohja											
ka			0,3			0,011					
min			0,19			0,011					
max			0,35			0,011					
n			10			1					

	Cu liuk µg/l	Fe kok µg/l	Fe liuk µg/l	Hg kok µg/l	Hg liuk µg/l	Mg kok µg/l	Mg liuk µg/l	Mn kok µg/l	Mo kok µg/l	Mo liuk µg/l	Ni kok µg/l
Viinijärvi 7 Kuusisaari, pinta											
ka	2,1	241	87	0,0025	0,0025	3,1	3,1	3	0,21	0,23	3,071
min	2,1	82	87	0,0025	0,0025	3,1	3,1	2,9	0,15	0,23	2,3
max	2,1	520	87	0,0025	0,0025	3,1	3,1	2,9	0,27	0,23	3,9
n	1	14	1	2	2	1	1	1	14	1	14
Viinijärvi 7 Kuusisaari, pohja											
ka	1,5	407	140	0,0025	0,0025	56	56	210	0,22	0,21	39,4
min	1,5	220	140	0,0025	0,0025	56	56	210	0,14	0,21	2,6
max	1,5	690	140	0,0025	0,0025	56	56	210	0,32	0,21	88
n	1	13	1	2	2	1	1	1	13	1	13
Viinijärvi 214, pinta											
ka		159			0,0025			49			3,5

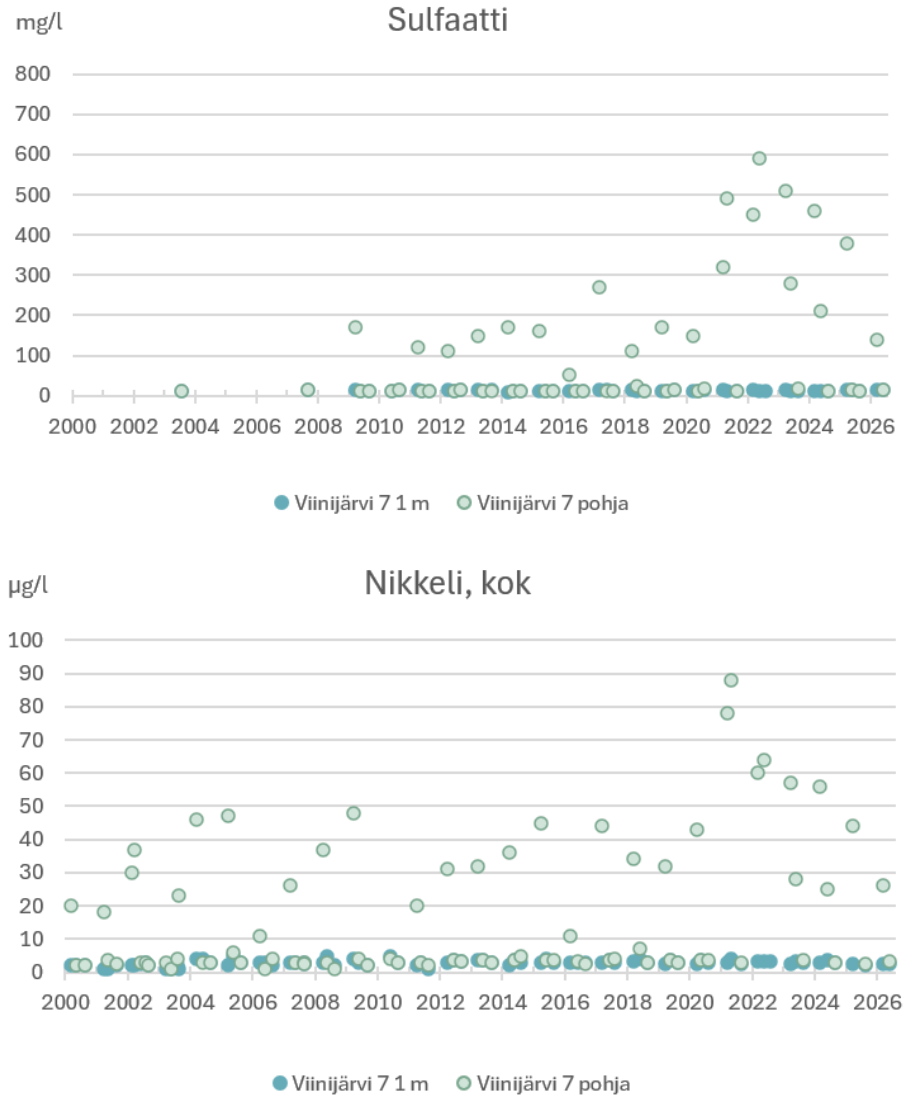
Copyright © AFRY Finland Oy

min		77			0,0025			3,6			2,5
max		250			0,0025			120			6
n		10			1			10			10
Viinijärvi 214, pohja											
ka		784			0,0025			1293			9,1
min		180			0,0025			98			3,2
max		2100			0,0025			7800			15
n		10			1			10			10

	Ni liuk µg/l	Pb kok µg/l	Pb liuk µg/l	Sb kok µg/l	Sb liuk µg/l	Se liuk µg/l	Zn kok µg/l	Zn liuk µg/l	U kok µg/l	V kok µg/l	V liuk µg/l
Viinijärvi 7 Kuusisaari, pinta											
ka	2,943	0,025	0,025	0,029	0,03	0,05	1,7	0,7	0,11	0,23	0,20
min	1,9	0,025	0,025	0,025	0,03	0,05	0,3	0,7	0,11	0,23	0,20
max	3,8	0,025	0,025	0,056	0,03	0,05	3,8	0,7	0,11	0,23	0,20
n	14	1	1	14	1	1	13	1	1	1	1
Viinijärvi 7 Kuusisaari, pohja											
ka	38,8	0,059	0,025	0,133	0,51	0,38	4,0	5,0	0,39	0,35	0,14
min	2	0,059	0,025	0,025	0,51	0,38	0,6	5,0	0,39	0,35	0,14
max	87	0,059	0,025	0,51	0,51	0,38	8,6	5,0	0,39	0,35	0,14
n	13	1	1	13	1	1	13	1	1	1	1
Viinijärvi 214, pinta											
ka	2,1		0,053								
min	2,1		0,053								
max	2,1		0,053								
n	1		1								
Viinijärvi 214, pohja											
ka	2,9		0,056								
min	2,9		0,056								
max	2,9		0,056								
n	1		1								

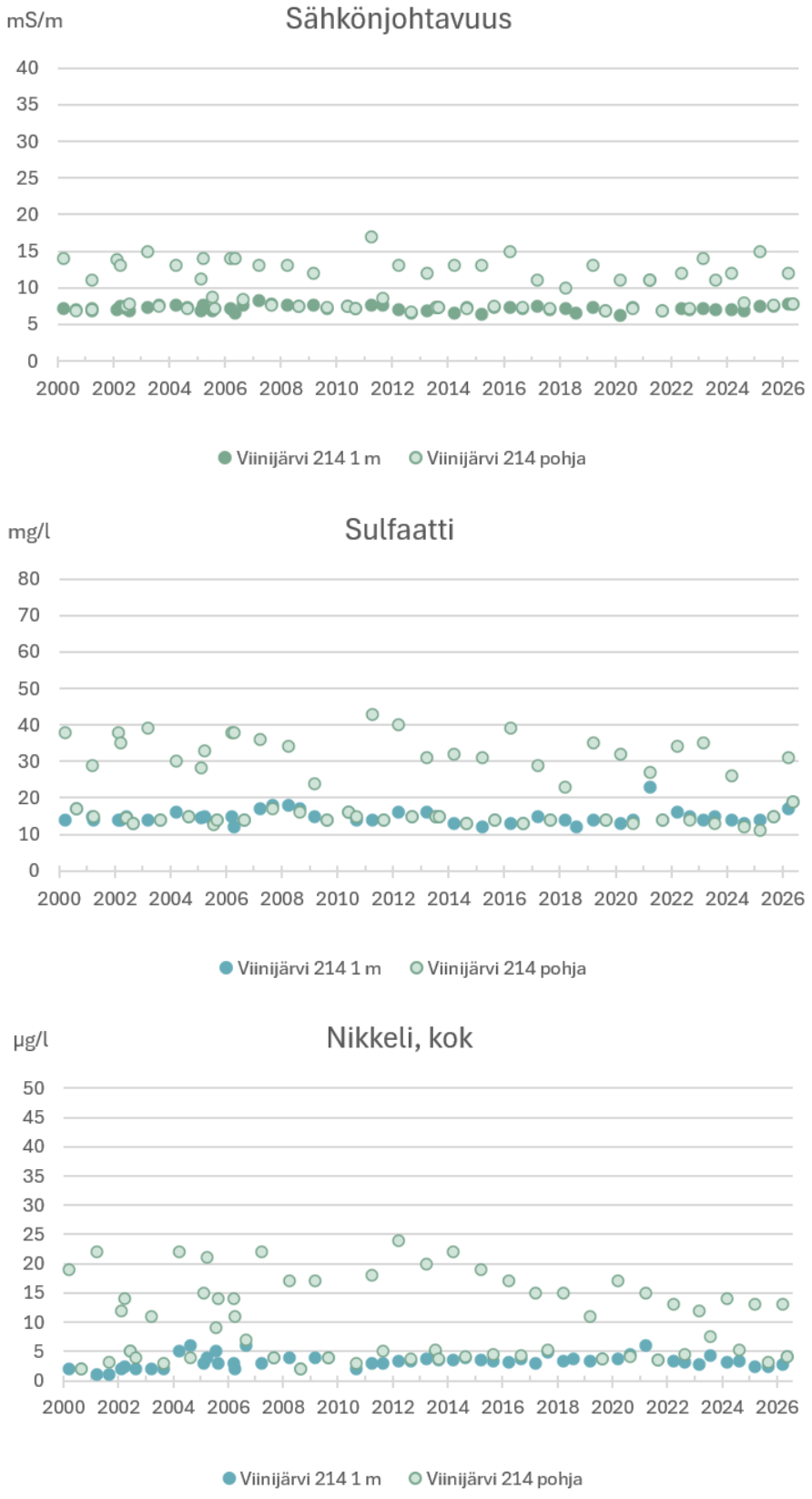


Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-41. Viinijärven sähkönjohtavuus sekä sulfaatti- ja nikkelipitoisuus (kok) järven pohjoisosassa näytepisteellä 7 (pinnan- ja pohjanläheisessä vedessä) ja näytepisteellä 168 vuosina 2000–2026 (SYKE 2026c).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-42. Viinijärven sähkönjohtavuus sekä sulfaatti- ja nikkelipitoisuus järven eteläosassa näytepisteellä 214 (pinnan- ja pohjanläheisessä vedessä) vuosina 2000–2026 (SYKE 2026c).

Copyright © AFRY Finland Oy

Lisätarkkailupisteet Viinijärvessä

Vuonna 2025 on tehty Horsmanaho-Karnukan ja Vuonoksen lisätarkkailua Viinijärvessä kuudella eri pisteellä (Kuva 10-43) ja näytteistä on määritetty samat analyysit kuin muilta Viinijärven havaintopaikoilta. Taulukossa 10-19 ei ole esitetty kaikkia määritettyjä parametrejä, vaan siinä on esitetty keskeiset ainepitoisuudet. Näytteitä on otettu kolmesta vesisyvyydestä, neljä kertaa vuodessa (maalis-, touko-, heinä- ja elokuussa) pisteiden Viini1, 2 ja 3 osalta. Pisteen Viini4 näytteet on otettu maalis- ja toukokuussa, ja pisteiden Viini5 ja 6 näytteet toukokuussa (Taulukko 10-19).

Viinijärven lisätarkkailupisteiden (Viini1–Viini6) pohjan läheisissä vesikerroksissa ei havaittu lopputalvella tai keväällä sähkönjohtavuusarvojen tai sulfaattipitoisuuksien nousua kuten Viinijärven yhteistarkkailun syvännehavaintopisteellä (7). Ajoittain osalla lisätarkkailun syvännepisteistä (Viini1 ja Viini3) havaittiin selvää happitilanteen heikentymistä, mutta tämä ei juurikaan vaikuttanut veden kemialliseen laatuun. Tarkkailun perusteella syvänteisiin ei ole jäänyt sulfaattipitoista vettä. Myöskään nikkelipitoisuuksissa ei havaittu korkeita pitoisuuksia tai eroja vesisyvyyksien välillä (Taulukko 10-19).

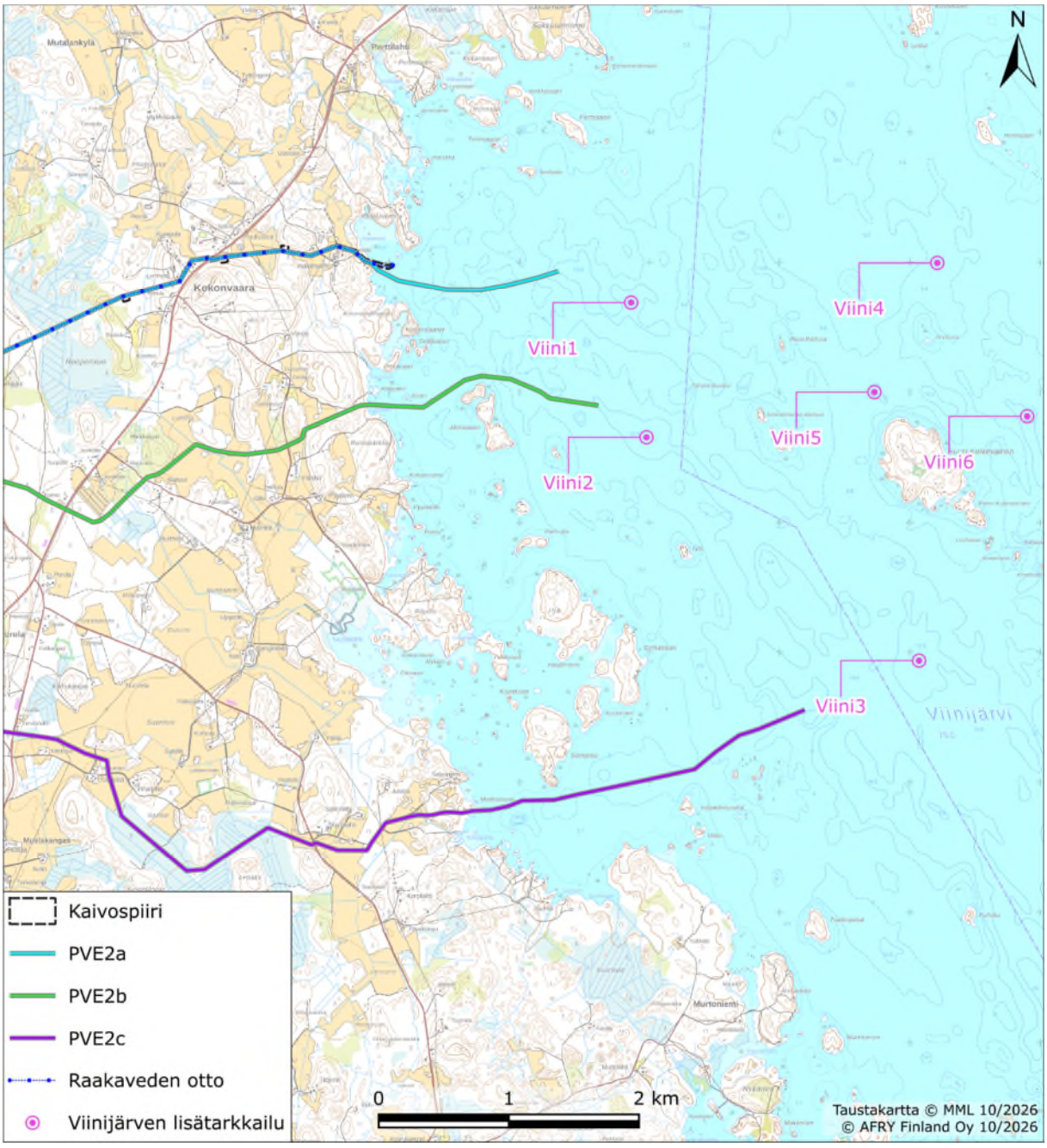
Viinijärven lisätarkkailupisteillä havaittiin jonkin verran rautaa. Muutoin määritetyt liukoiset metallipitoisuudet olivat pääosin alhaisia tai alle laboratorion määritysrajojen. Kokonaispitoisuudet olivat suurempia kuin liukoiset pitoisuudet.

Taulukko 10-19. Viinijärven lisätarkkailun keskimääräinen vedenlaatu vuonna 2025. n=näytteiden lukumäärä.

	Happi		pH	Sähk. joht.	Kok.N	NO2+ NO3-N	Kok.P	SO4	As	Ni	Ni, liuk.	Fe
	mg/l	%		mS/m	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Viini1												
ka pinta	10,3	94,5	7,2	7,1	353	26	13	10,8	14	2,6	2,4	157
ka välivesi	9,53	88,8	7,1	7,1	400	44	15,8	10,5	14	2,8	2,6	269
ka pohja	4,3	38,8	6,9	8,0	533	80	23,3	10	22	3,7	3,5	341
n	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Viini2												
ka pinta	10,1	93,3	7,2	7,1	363	26	12,8	13,8	0,4	2,9	2,4	165
ka välivesi	9,78	91	7,1	7,1	395	40	14,3	13,8	0,4	2,7	2,4	218
ka pohja	7,68	68,8	7,0	7,6	418	54	14	14,8	0,4	3,1	2,9	246
n	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Viini3												
ka pinta	9,98	92	7,1	7,1	383	26	12,3	13,8	0,4	2,6	2,4	135
ka välivesi	9,08	80,8	7,0	7,2	375	38	12,3	14,3	0,4	2,6	2,5	180
ka pohja	4,43	44,7	7,0	9,0	580	113	25	15,3	0,3	4,2	3,8	457
n	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Viini4												
ka pinta	11,5	100	7,2	7,5	430	44	12	15	0,6	2,8	2,8	132
ka välivesi	12,6	98	7,1	7	420	56	14	14	0,6	3,1	2,7	199
ka pohja	9,9	81	6,9	10,4	510	103	16	22	0,6	4,5	4,4	323
n	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Viini5												
ka pinta	11,4	100	7,2	6,9	370	64	10	14	1	3,2	3,1	185
ka välivesi	11,3	98	7,1	6,8	390	69	10	14	1	3	0,5	166
ka pohja	11,6	96	7,1	6,8	410	71	11	14	1	2,8	2,6	204
n	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Viini6												
ka pinta	11,3	100	7,2	6,8	400	55	12	14	1	2,6	2,7	151
ka välivesi	11,3	96	7,1	6,8	400	68	12	14	1	2,9	2,9	164

Copyright © AFRY Finland Oy

ka pohja	11,3	95	7,1	6,9	410	69	12	14	1	3	2,9	184
n	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1



Kuva 10-43. Pintaveden laadun tarkkailupisteet. Viinijärven lisätarkkailu.

Copyright © AFRY Finland Oy

10.4 Vaikutusten arviointi

10.4.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Loukonpuro

Hankevaihtoehdoissa VE2b ja VE3 uuden altaan rakentaminen tapahtuu osin olemassa olevan Loukonpuron uoman päälle. Uoma tuhoutuu siten osittain, ja rakentamisaikana siihen voi kohdistua työalueelta tulevaa kuormitusta, joka aiheuttaa ainepitoisuuden nousua, liettymistä ja samentumista. Haitallisia vaikutuksia voidaan ehkäistä suunnitteluratkaisuilla ja työmaavesien käsittelyllä. Tällöin vaikutukset rajautuvat selkeästi pienemmiksi ja jäljelle jäävän uoman osan vedenlaatu palautuu rakentamistoimien päättymisen jälkeen.

Vuonosjoki

Rikastushiekka-altaan korottamisen ei arvioida aiheuttavan rakentamisaikana merkittäviä vesistövaikutuksia. Uusien altaiden rakentamisesta voi aiheutua työalueen pintavesiin tilapäistä ja paikallista samentumista sekä ainepitoisuuksien nousua. Rakentaminen ajoitetaan ja tehdään siten, että vaikutukset pintavesiin jäävät mahdollisimman vähäisiksi ja kiintoainekuormitus pyritään estämään mahdollisimman hyvin. Vaikutusten arvioidaan rajoittuvan työalueen läheisiin pintavesiin ja Vuonosjokeen. Haitan arvioidaan olevan lyhytkestoinen ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen.

Sysmäjärvi

Hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 tehtävät rakentamistyöt sijoittuvat Vuonoksen rikastamo- ja tehdasalueelle. Rakentamisen aikana syntyvien vesien laatua tarkkaillaan ja tarvittaessa vedet johdetaan vesikiertoon. Hyvälaatuiset vedet johdetaan alueen lähiuomiin, josta ne johtuvat Vuonosjokeen. Rakentamisaika ei aiheuta nykyisestä poikkeavaa kuormitusta Sysmäjärven suuntaan.

Viinijärvi

Rakentaminen aiheuttaa Viinijärvessä töiden aikana tilapäistä ja paikallista samentumista sekä kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksien nousua. Haitan arvioidaan olevan lyhytkestoinen ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen. Purkuputken rakentaminen suunnitellaan niin, että vesistövaikutukset jäävät mahdollisimman pieniksi. Purkuputkireitin uomien alituskohdissa voi aiheutua veden samentumista sekä kiintoaineen leviämistä, josta aiheutuu lievää tilapäistä haittaa. Vesistövaikutuksia tarkkaillaan viranomaisten hyväksymällä tavalla.

10.4.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

10.4.2.1 Vuonosjoki

Vuonosjokeen kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu pitoisuuslisälaskelmalla, jonka menetelmä on esitetty luvussa 10.1. Taulukossa 10-20 on esitetty Vuonosjoen keskimääräinen vedenlaatu, hankevaihtoehtojen mukaiset pitoisuuslisäykset joessa sekä Jokipolven kohdalta, Teyripuron suun alapuolelta Vuonosjoesta mitattava keskimääräinen vedenlaatu hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteutuessa. Vuonosjoen kokonaistyppipitoisuutta ei nykyisin mitata, joten nykytilan typpipitoisuutena on käytetty

Copyright © AFRY Finland Oy

vesimuodostumalle 4. luokittelukierroksella määritettyä keskimääräistä typpipitoisuutta. Jokipolven kohdalla ei ole vedenlaadun tarkkailupistettä, joten Vuonosjoen nykyistä pitoisuustasoa tässä pisteessä edustaa ylempänä joessa sijaitseva tarkkailupiste 59.

Taulukko 10-20. Vuonosjoen keskimääräinen nykytila tarkkailupisteillä 61 (Sirkkakari) ja 59 (Polvijärventie) vuosina 2021–25, hankevaihtoehtojen VE1–VE3 aiheuttamat ainepitoisuuden lisäykset ja Vuonosjoen arvioitu keskimääräinen vedenlaatu Jokipolven kohdalla hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteutuessa. Metallipitoisuudet on oletettu 100-prosenttisesti liukoisiksi. *Sätösjoen-Vuonosjoen vesimuodostuman keskimääräinen kokonaistyppipitoisuus vesienhoidon 4. luokittelussa.

	Nykytila 2021–25		Pitoisuuslisät				Jokipolvi
	61	59	VE1	VE2a	VE2b	VE3	VE1–VE3
As (µg/)	0,3	0,4	0,07	0,05	0,01	0,05	0,4
Cd (µg/)	0,02	0,03	0,003	0,0001	0,002	0,04	0,03–0,07
Cu (µg/)	2,2	4,2	0,6	-0,03	0,4	-2,2	2–4,8
Fe (µg/)	2230	2850	36	-1	24	-126	2724–2886
Hg (µg/)	0,003	0,003	0	0	0	0	0,003
N (µg/)		649*	0,7	1	1	5	650–654
Ni (µg/)	2,4	32,8	0,6	1,5	1,3	1,3	33,4–34,3
P (µg/)	55	51	0,02	0,01	0,02	-0,02	51
Pb (µg/)	0,3	0,2	0	0	0	0	0,2
SO4 (mg/)	7	49	3	0	2	-5	45–53
Zn (µg/)	4,2	21,1	1,4	0,0	0,9	-4,2	16,9–22,5

Hankevaihtoehtojen VE1–VE3 aiheuttamat pitoisuuslisäykset ovat keskimäärin pieniä. Arseenin pitoisuuslisäykset alittavat ruotsalaisen hyvän fysikaalis-kemiallisen tilan raja-arvon, ja arseenin pitoisuustasot ovat käytännössä samaa tasoa kuin joen yläosalla. Kadmiumin keskipitoisuudet jäävät valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 mukaisen liukoisen kadmiumin laatunormin 0,1 µg/l alapuolelle myös hankevaihtoehtojen toteutuessa. Vuosina 2021–25 kadmiumin hetkellisen maksimipitoisuuden laatunormi ei ylittynyt, ja maksimipitoisuuden laatunormin ylityksen riski arvioidaan pitoisuuslisäysten taso huomioiden pieneksi hankevaihtoehdoissa VE1–VE2b. Vaihtoehdossa VE3 laatunormin ylityksen riski on muita vaihtoehtoja suurempi. Elohopea- ja lyijypitoisuudet ovat nykytilassa pieniä eivätkä hankevaihtoehdot lisää elohopean tai lyijyn määrää joessa. Voimassa oleva elohopean hetkellisen maksimipitoisuuden laatunormi ja lyijyn vuositason tai maksimipitoisuuden laatunormit eivät siten ylity hankkeen takia.

Sulfaatin määrä oli jaksolla 2021–25 Vuonosjoen pisteellä 59 koholla, ja sulfaatille ehdotetut laatunormit ylittyivät. Hankevaihtoehdot VE1–VE3 eivät käytännössä muuta joen sulfaattipitoisuuksia nykytasosta. Nikkelipitoisuudet olivat pisteellä 59 myös koholla jaksolla 2021–25, ja liukoisen nikkelin hetkellisen maksimipitoisuuden laatunormi 34 µg/l ylittyi ajoittain. Biosaatavan nikkelin vuositason laatunormi 5 µg/l ylittyi kerran em. vuosijaksolla. Hankevaihtoehdot VE1–VE3 lisäävät hieman nikkelin määrää Vuonosjoessa, ja laatunormien ylitykset ovat joen kokonaiskuormituksen takia mahdollisia myös vaihtoehtojen toteutuessa.

Sinkin kokonaispitoisuus oli pisteellä 59 keskimäärin 21,1 µg/l ja sinkin biosaatavat pitoisuudet olivat 4,5–6,3 µg/l vuosina 2021–25. Biosaatavalle sinkille ehdotettu vuositason laatunormi 14,4 µg/l alittui siten jokaisena vuonna. Hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteutuessa sinkin pitoisuudet Vuonosjoessa ovat tasoa 16,9–22,5 µg/l. Vuonosjoen

Copyright © AFRY Finland Oy

tarkkailupisteen 59 keskimääräisillä pitoisuuksilla pH 5,8, DOC 21,8 mg/l ja Ca 18,3 mg/l laskettuna Bio-Met-työkalu (v. 5.1) määrittää biosaatavan sinkin pitoisuudeksi 4,5–6,0 µg/l. Biosaatavalle sinkille ehdotettu vuosikeskiarvon laatunormi alittuu siten myös hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteutuessa.

Hankevaihtoehdoilla VE1–VE3 on pieni vaikutus kuparin pitoisuuksiin. Jaksolla 2021–25 Vuonosjoen pisteen 59 kuparipitoisuus oli keskimäärin 4,2 µg/l ja aiemmin esitetyillä keskipitoisuuksilla laskettuna Bio-Met-työkalu määritteli kuparin biosaatavaksi pitoisuudeksi <0,2 µg/l. Hankevaihtoehtojen VE1–VE3 mukaisilla pitoisuuksilla laskettuna biosaatavan kuparin pitoisuus asettuu Vuonosjoessa keskimäärin tasolle ≤0,2 µg/l, joten biosaatavalle kuparille esitetty vuositason laatunormi 1,1 µg/l ei ylity.

Hankevaihtoehdot VE1–VE3 eivät muuta Vuonosjoen keskimääräistä kokonaisfosforipitoisuutta, eli kokonaisfosforin tilaluokka ei hankkeen toteutuessa heikkene. Kokonaistyppipitoisuudet asettuvat hankevaihtoehtojen toteutuessa tasolle 650–654 µg/l. Keskisuuret turvemaiden -joet tyypin hyvän tilan luokkarajat ovat 450–900 µg/l eli vesimuodostuman typen tilaluokka ei muutu hankevaihtoehtojen toteutuessa. Kokonaisuutena ravinnepitoisuuden muutokset ovat vähäisiä, eikä Vuonosjoen tai Sätösjoen rehevyystaso muutu hankevaihtoehtojen toteutumisen takia. Joen pH-tilaluokka ei laske, sillä hankevaihtoehdot eivät aiheuta hapanta kuormitusta, ja joen pH-taso pysyy nykyisellä tasolla. Hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteutuminen ei lisää jokeen kohdistuvaa kiintoaineen tai happea kuluttavan aineen kuormitusta.

Vaikutusarvion pohjana käytetty pitoisuuslisälaskelma kuvaa Vuonosjoen keskimääräistä tilannetta. Hetkellisesti joessa voidaan havaita hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteutuessa keskimääräistä pienempiä tai suurempia pitoisuuksia. Kokonaisuutena hankevaihtoehtojen vaikutus joen ainepitoisuuksiin on vähäinen, ja eri aineiden pitoisuusvaihtelun voidaan arvioida vastaavan nykyisin havaittavaa vaihtelua.

Vaihtoehdossa RVE2 raakavesi otetaan pelkästään Viinijärvestä, eli Outokummun avolouhoksen vettä ei enää käytetä. Tällä hetkellä avolouhoksen pinnankorkeutta säädellään raakaveden pumppauksella, ja on todennäköisestä, että pumppauksen lopettamisen jälkeen tietyllä aikavälillä avolouhoksesta alkaa purkautua vettä Vuonosjokeen. Avolouhoksen vedenlaatu huomioiden tällä voi olla haitallista, ainepitoisuuksia nostavaa vaikutusta Vuonosjoen vedenlaatuun, jos vettä johdetaan Vuonosjokeen puhdistamattomana. Mondolla ei ole velvoitetta käyttää louhoksen vettä ja louhokseen liittyvät ympäristövaikutukset eivät kuulu Mondon vastuun piiriin.

10.4.2.2 Lahdenjoki

Lahdenjokeen menevän purkuveden ainepitoisuuden laskenta on esitetty luvussa 10.1. Hankevaihtoehdossa VE2b purkuveden raudan ja nikkelin pitoisuus kasvaa nykytilaan (VE0) verrattuna, mutta muuten ainepitoisuudet joko pienenevät tai pysyvät nykytasolla (Taulukko 10-21). Lahdenjoen alaosan (34) vedenlaatua on tarkkailtu jonkin verran, mutta ylemmältä pisteeltä (54) tuloksia on sulfaattia lukuun ottamatta vain yhdeltä näytteenottokerralta. Lahdenjokeen pisteiden 34 ja 54 johdetaan myös Outokummun Jokipohjan jätevedenpuhdistamon purkuvedet, minkä lisäksi uomaan kohdistuu hajakuormitusta. Lahdenjoen alaosan veden ainepitoisuudet ovat nykyisin osin koholla.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-21. Lahdenjokeen purettavan veden ainepitoisuuksien muutos nykytilaan verrattuna hankevaihtoehdossa VE2b ja Lahdenjoen vedenlaatu tarkkailupiteillä 54 ja 34 vuosina 2021–25. Näytemäärä piste 54: 1–2 näytettä ja piste 34: 2–5 näytettä.

	Purkuvesi muutos VE2b	Lahdenjoki 54	Lahdenjoki 34
As (µg/)	-5,1	28	15
Cd (µg/)	0,004	0,03	0,07
Cu (µg/)	-0,02	3,9	3,1
Fe (µg/)	61	880	9000
Hg (µg/)	0	0,003	0,003
N (µg/)	-16	730	6267
Ni (µg/)	18	130	106
P (µg/)	-0,2	16	72
Pb (µg/)	0		0,05
SO4 (mg/)	-17	425	435
Zn (µg/)	-0,2	19	267

Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a ja VE3 purkuveden laatu asettuu vaihtoehtojen VE0 ja VE2b muodostamaan vaihteluväliin. Purkuveden määrä on keskimäärin suurin vaihtoehdossa VE2a ja pienin vaihtoehdossa VE3. Vesimäärä vaihtelee kuitenkin myös nykyisin runsaasti valumaolosuhteiden mukaan. Purkuveden pH-taso ja kiintoainepitoisuus säilyy nykytilaa vastaavana. Kokonaisuutena arvioiden Lahdenjokeen ei kohdistu hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 nykytilanteesta poikkeavia vaikutuksia. Eri aineiden yhteiskuormituksen ei myöskään arvioida aiheuttavan nykyisestä poikkeavia vaikutuksia. Lahdenjoen ekologinen tila on vesienhoidon neljännellä luokittelukierroksella arvioitu fosforin ja pH-tason osalta hyväksi ja typen osalta välttäväksi. Tila ei heikkene hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteuttamisen takia.

Vaihtoehdossa RVE2 raakavesi otetaan pelkästään Viinijärvestä, eli Outokummun avolouhoksen vettä ei enää käytetä. Avolouhoksen vedessä tietyt haitta-ainepitoisuudet ovat koholla verrattuna Viinijärven veteen. Tietyllä aikavälillä muutos voi vaikuttaa purkuveden ainepitoisuuksiin, millä voi olla positiivista vaikutusta vastaanottavien vesistöjen vedenlaatuun.

10.4.2.3 Sysmäjärvi

Vuonoksen vesien johtaminen Sysmäjärveen säilyy kaikissa hankevaihtoehdoissa nykyisen kaltaisena: purkuvedet johdetaan putkella Lahdenjokeen rautatiesillan tuntumaan, josta vedet kulkeutuvat jokiveden mukana Sysmäjärven pohjoisosaan. Hankevaihtoehtojen erot muodostuvat niiden kuormituksesta (Taulukko 10-22). Hankevaihtoehdon VE0 kuormitus on muodostettu pitemmän aikajakson tarkkailutietojen perusteella, eli se vastaa keskimääräistä toteutunutta kuormitusta. Hankevaihtoehdoista VE1–VE3 suurin kuormitus on vaihtoehdossa VE2b. Vesistömallinnukseen valittiin vaihtoehdot VE0 ja VE2b. Muiden hankevaihtoehtojen kuormitus asettuu näiden vaihtoehtojen muodostamaan vaihteluväliin tai on nykyisin toteutunutta kuormitusta pienempää. Mallinnuksessa ainoastaan Vuonoksen kuormitus vaihtelee, eli muu alueen piste- ja hajakuormitus säilyy vakiona, ja mallinnetut pitoisuudet kuvaavat Vuonoksen hankevaihtoehdon ja muun kuormituksen aiheuttamaa, Sysmäjärvestä mitattavaa ainepitoisuutta.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-22. Vuonoksen tehtaan tärkeimmät kuormitteet eri hankevaihtoehdoissa VE0–VE3 sekä esimerkkinä toteutunut kuormitus vuonna 2024.

	Vesimäärä, koko vuosi	Arseeni	Rauta	Nikkeli	Fosfori	Sinkki	Sulfaatti	Typpi
	m^3/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a
2024	918 201	101,9	275,5	119,4	13,8	17,4	621 622	1 010,0
VE0	770 121	85,5	231,0	100,1	11,6	14,6	521 372	847,1
VE1	697 350	77,4	209,2	90,7	10,5	13,2	472 106	767,1
VE2a	807 051	57,6	592,0	182,8	9,6	12,5	488 039	697,3
VE2b	722 336	54,5	599,8	205,9	10,3	13,7	418 221	751,6
VE3	567 710	41,4	423,8	57,0	6,8	8,6	346 588	497,1

Hydrologiset ja morfologiset vaikutukset

Vuonoksen vesien johtaminen Lahdenjoen kautta Sysmäjärveen säilyy nykyisenä, joten vesien johtaminen ei aiheuta muutoksia järven morfologiaan. Hankevaihtoehdossa VE0 Lahdenjoen kautta Sysmäjärveen tuleva purkuvesimäärä on noin 0,7 Mm^3 vuodessa (Taulukko 10-22). Eri vuosina purkuveden määrä kuitenkin vaihtelee valuntatilanteen mukaan, ja vuoden 2024 toteutunut vesimäärä oli 0,9 Mm^3. Hankevaihdoissa VE1–VE3 suurin keskimääräinen purkuvesimäärä on arvioitu olevan vaihtoehdossa VE2a ja pienin vaihtoehdossa VE3. Käytännössä hankevaihtoehtojen väliset erot purkuvesimäärissä eivät aiheuta havaittavia muutoksia Sysmäjärvessä nykytilaan verrattuna. Eniten vettä tehdasalueelta puretaan sateisina vuosina, mutta tällöin järveen tulee tavallista enemmän vesiä myös muualta valuma-alueelta. Kuivina vuosina vettä puretaan myös tehdasalueelta tavanomaista vähemmän. Valuma-alueissa ei tapahdu muutoksia nykytilaan verrattuna.

pH, happi ja kiintoaines

Vuonoksesta Lahdenjokeen purettava vesi on nykyisin lievästi emäksistä, eikä purkuveden pH-taso muutu hankevaihtoehdoissa VE1–VE3. Veden kiintoainepitoisuus ja kemiallisen hapenkulutuksen määrä (COD_{Mn}) ovat pieniä, eikä pitoisuuksien arvioida muuttuvan hankevaihtoehtojen mukaisessa toiminnassa. Sysmäjärven pH-taso ei siten Vuonoksen toiminnan vuoksi laske. Vuonoksesta tulevassa vedessä on vain vähän happea kuluttavaa ainesta, joten hankevaihtoehtojen mukainen toiminta ei heikennä Sysmäjärven happitilannetta. Lahdenjoen yksittäisten näytteenottojen tulosten mukaan Vuonoksesta tulee avovesikaudella vain vähän ammoniumtyppeä, ja talvikaudella ammoniumtypen osuus kokonaistypestä oli selvästi alle puolet.

Sulfaattipitoisuus

Nykytilanteessa Sysmäjärveen päätyvästä suola- ja sulfaattikuormasta noin 25 prosenttia on peräisin Vuonoksen tehdasalueelta (Ramboll Finland Oy 2024). Suola- ja metallipitoisia vesiä päätyy vuosina 2018–2023 tehtyjen selvitysten mukaan Sysmäjärveen myös Ruutunjoesta sekä Lahdenjoesta muilta alueilta kuin Vuonoksen tehtaalta (Envineer Oy 2025). Tilanne säilyy samana myös hankevaihtoehdossa VE0. Mallinnetussa hankevaihtoehdossa VE2b Vuonoksen tehtaalta tuleva sulfaattikuormitus vähenee. Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2a Vuonoksen sulfaattikuormitus asettuu vaihtoehtojen VE0 ja VE2b välimaastoon, ja vaihtoehdossa VE3 kuormitus on vaihtoehtoja VE0 ja VE2b pienempi. Mallinnuksessa ainoastaan Vuonoksen kuormitus vaihtelee, eli muu sulfaatin piste- ja hajakuormitus säilyy vakiona ja mallinnetut pitoisuudet kuvaavat Vuonoksen hankevaihtoehdon ja muun kuormituksen aiheuttamaa, Sysmäjärvestä mitattavaa

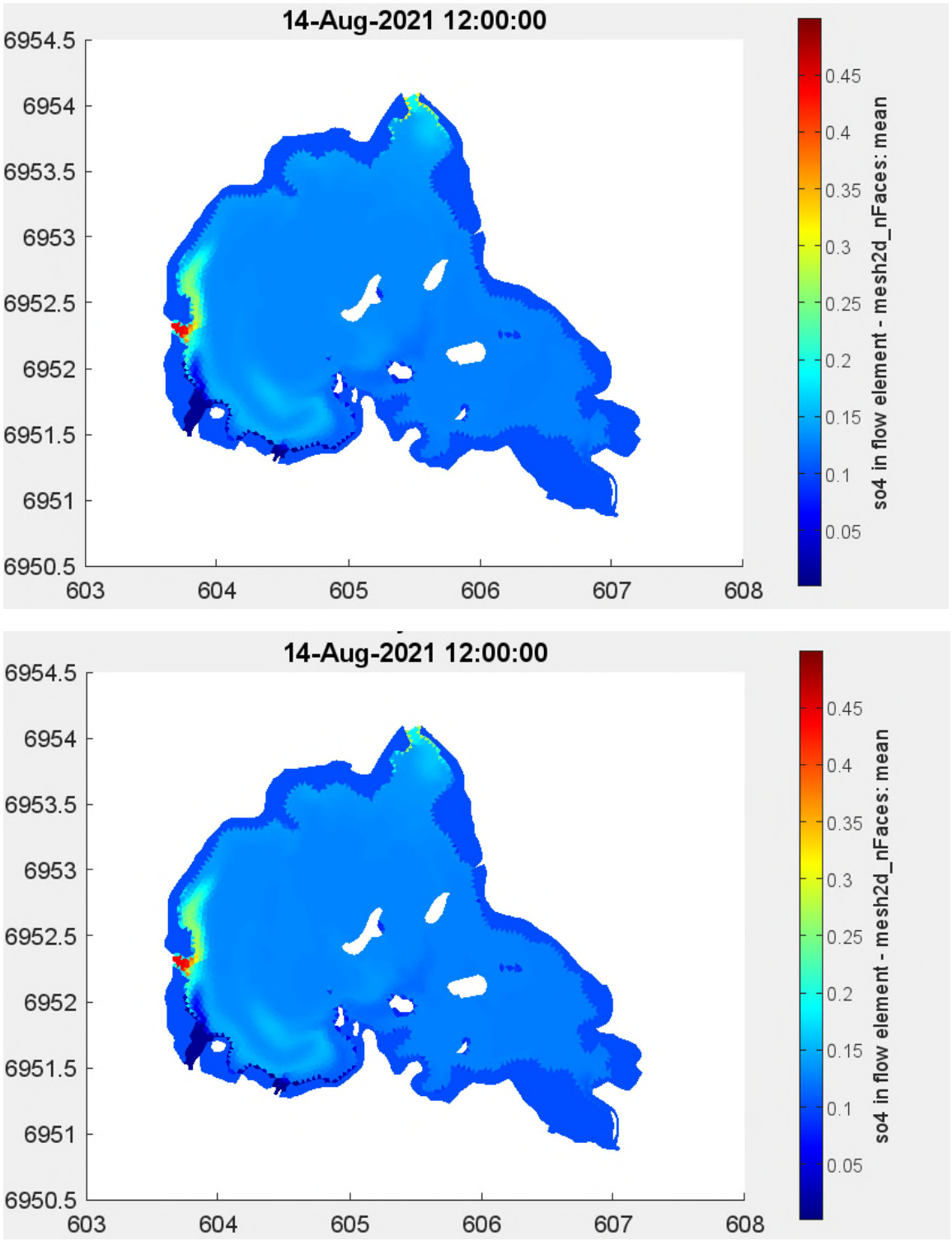
Copyright © AFRY Finland Oy

sulfaattipitoisuutta. Tulokset ovat yleistettävissä koko vesipatsasta koskeviksi, koska mallinnuksessa pinta- ja pohjakerrosten välillä ei ollut käytännössä eroa ainepitoisuuksissa.

Mallinnuksen toimivuutta testattiin vertaamalla mallinnettuja pitoisuuksia vesinäytteistä mitattuihin pitoisuuksiin, ja kuvaus testauksesta on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 6. Mallinnetut ja mitatut pitoisuudet vastasivat toisiaan pääsääntöisesti hyvin. Ruutunjoen edustalla (p30) mallinnetut sulfaattipitoisuudet vaihtelivat havaittuja pitoisuuksia enemmän. Lahdenjoen suulla (p234) talviaikaan mitatut pitoisuudet olivat mallinnuksessa havaittua tasoa suurempia. Järven eteläosan syvänteessä (p28) on havaittu selkeää kerrostumista talvella, mutta mallinnus ei tätä toistanut. Kerrostumisessa havaittu ero voi olla seurausta esimerkiksi näytteenotossa havaitun ja kartta-aineistoon perustuvan maksimisyvyyden eroavaisuuksista. Järvessä on myös varsin runsaasti vesikasvillisuutta, joka voi vaikuttaa virtauksiin.

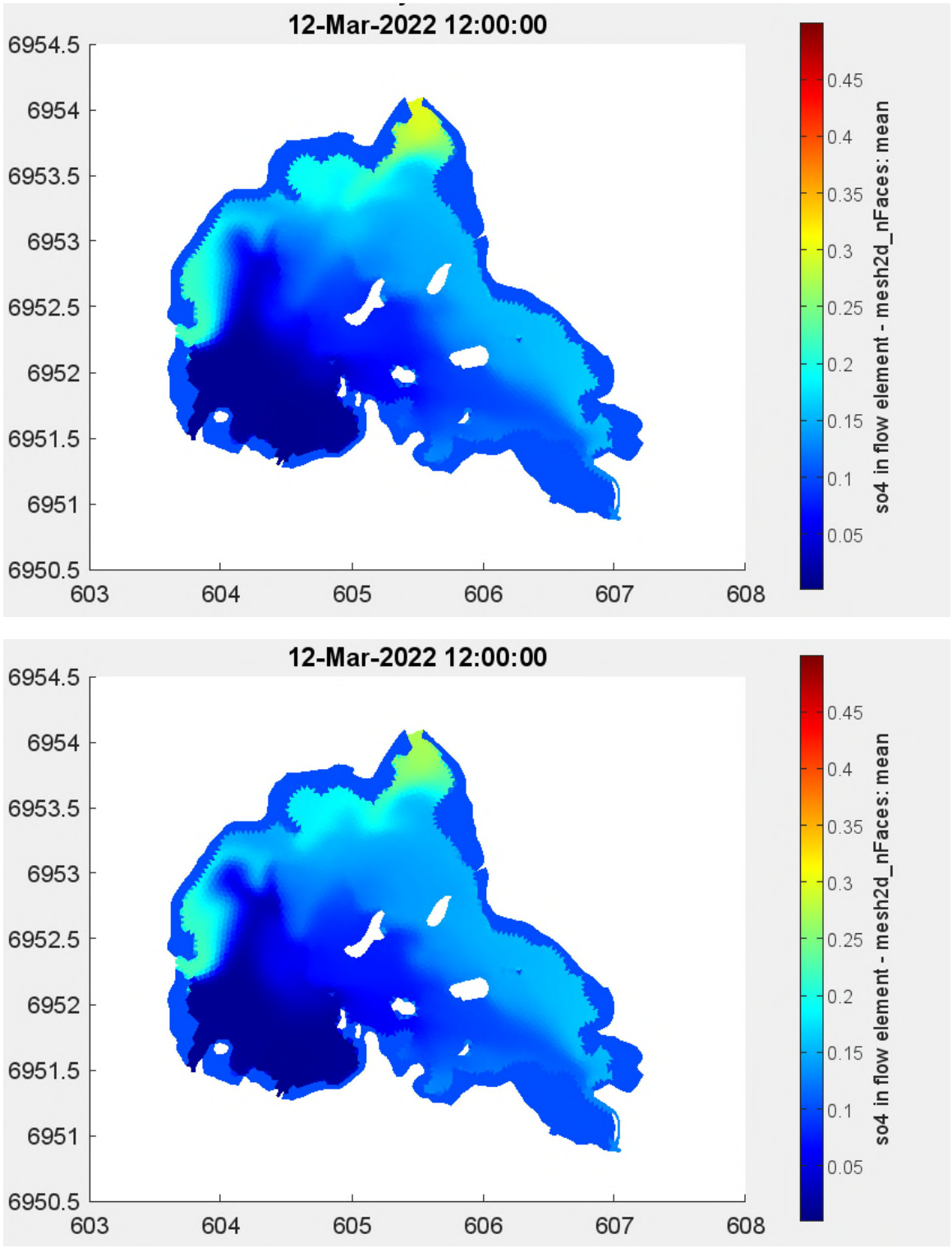
Mallinnustulosten perusteella Sysmäjärven ainepitoisuuksia säätelevät kaikissa hankevaihtoehtojen mukaisissa tilanteissa samat perusmekanismit, joista tärkeimmät ovat tulevan kuormituksen lisäksi jokien virtaus ja jääpeite. Jokien kautta tuleva sulfaattikuormitus sekoittuu kesäaikana hyvin koko järven tilavuuteen (Kuva 10-44). Ruutunjoen ja Lahdenjoen edustalla havaitaan kohonneita pitoisuuksia ennen kuin jokivesi sekoittuu järveen vesimassaan. Talvella jääpeite estää tuulen vaikutuksen, jolloin järven sekoittuminen heikentyy ja aineiden kulkeutuminen järvessä määräytyy jokivirtaamien perusteella. Ruutunjoesta, Kuusjoesta ja Kesselinpurosta tuleva vesi ohjautuu rantaan pitkin pohjoiseen sekoittuen matkalla. Koska Kuusjoesta ja Kesselinpurosta tulevassa vedessä on vähemmän sulfaattia kuin Ruutunjoen vedessä, virtaus näkyy sulfaattipitoisuuden nousuna vasta Ruutunjoen kohdalla (Kuva 10-45). Talvella Lahdenjoen virtaus kulkeutuu jokisuulta etelään ja lounaaseen ja sekoittuu muiden jokien vesiin järven pohjoisosassa. Em. mekanismien vaikutuksesta järveen syntyy kaakko–luode-suuntainen raja karkeasti määriteltynä linjalle Pirkonluoto–Pitkäsaari–Lähtevänlahti. Tämän linjan koillispuolella ainepitoisuuden tason määrittelevät sekä Ruutunjoesta että Lahdenjoesta tulevat vedet. Rajan lounaispuolella vaikuttavat enemmän Kuusjoen ja Kesselinpuron vedet, jotka sisältävät vähemmän sulfaattia.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-44. Sysmäjärven sulfaattipitoisuus (g/l) kesällä nykytilassa (VE0, ylempi kuva) ja hankevaihtoehdossa VE2b (alempi kuva).

Copyright © AFRY Finland Oy

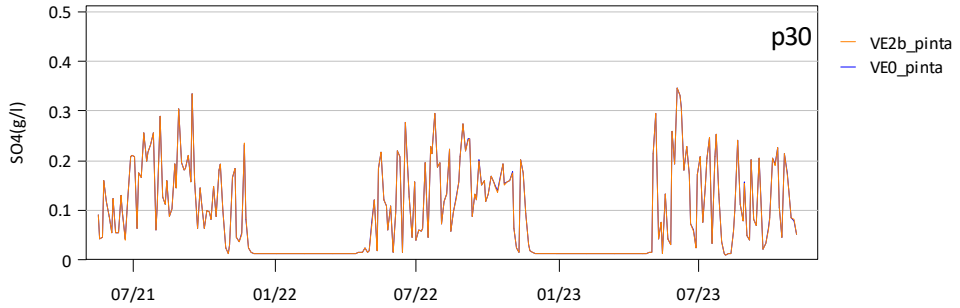


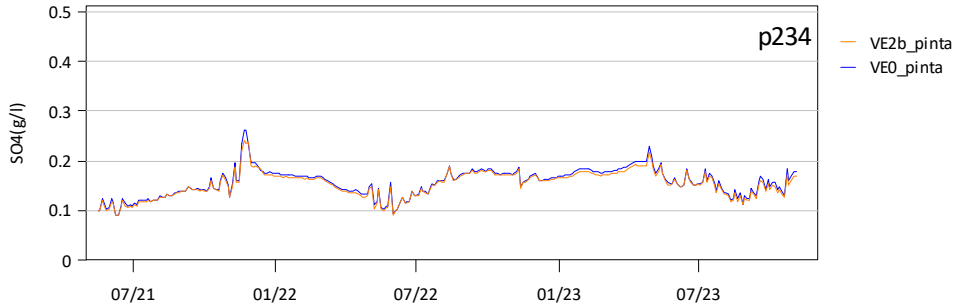
Kuva 10-45. Sysmäjärven sulfaattipitoisuus (mg/l) talvella nykytilassa (VE0, ylempi kuva) ja hankevaihtoehdossa VE2b (alempi kuva).

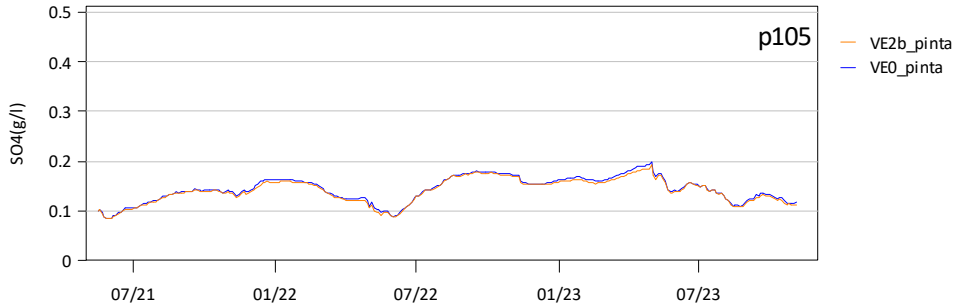
Mallinnuksen tulosten perusteella Sysmäjärven sulfaattipitoisuudet ovat Ruutunjoen suun edustalla suurimmillaan tasoa 300 mg/l ja Lahdenjoen suun tuntumassa, järven eteläosassa sekä laskussa Sysmäjokeen tasoa 100–200 mg/l vaihtoehdossa VE0 (Kuva 10-46). Pitoisuustasot vastaavat tarkkailussa havaittua pitoisuustasoa (luku 10.3.6).

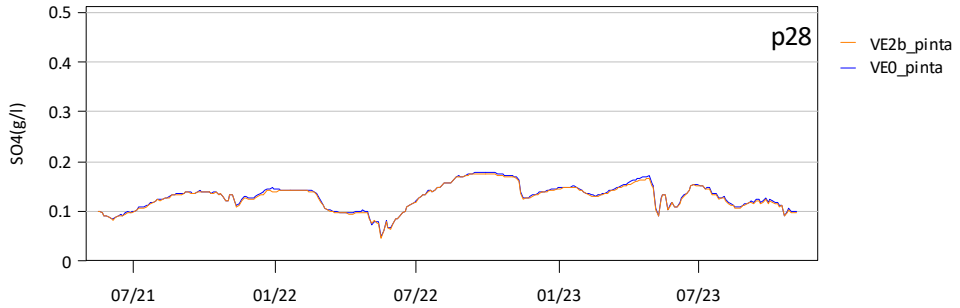
Copyright © AFRY Finland Oy

Hankevaihtoehdossa VE2b sulfaatin kuormitus Vuonoksen tehtaalta pienenee, jolloin Lahdenjoen suun tuntumassa (p234) havaitaan pieni pitoisuustasojen lasku, keskimäärin 4 mg/l. Kokonaisuutena vaihtoehtojen VE0 ja VE2b mukaiset sulfaattipitoisuudet vastaavat hyvin pitkälti toisiaan. Hankevaihtoehtojen välillä ei myöskään ole käytännössä havaittavissa eroa kuormituksen leviämisessä Sysmäjärvessä kesä- tai talvitilanteessa (kuvat 10-44 ja 10-45). Tarkkailussa pisteen 28 alusvedessä on havaittu ajoittain suolapitoisemman veden kerrostumista, jota mallinnus ei toistanut. On todennäköistä, että samankaltaista eroavaisuutta havaitaan myös vaihtoehdon VE2b toteutuessa. Ei kuitenkaan ole syytä epäillä, että kerrostuminen laajenisi tai muuttuisi pysyvämmäksi, sillä sulfaatin kuormitus laskee. Järvi on mataluutensa takia helposti sekoittuva eivätkä virtausolosuhteet muutu nykytilanteeseen verrattuna.

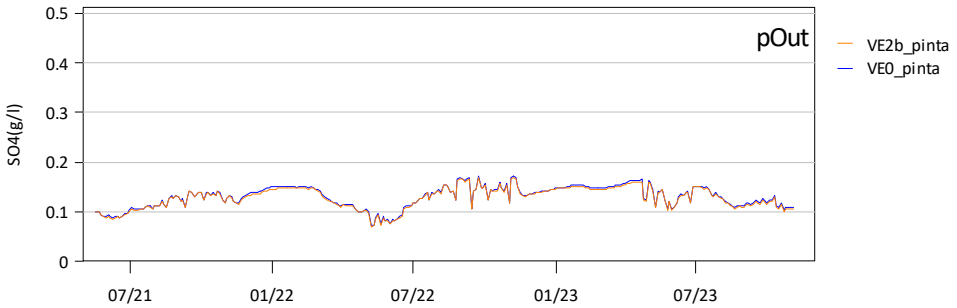








Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-46. Sysmäjärven sulfaattipitoisuus (g/l) hankevaihtoehdoissa VE0 ja VE2b Ruutunjoen suulla (p30), Lahdenjoen suun läheisyydessä (p234), järven keskiosassa (p105), eteläosan syvänteessä (p28) ja Sysmäjokeen lähtevässä vedessä (pOut).

Hankevaihtoehdot VE1 ja VE2a asettuvat sulfaattikuormituksen määrän mukaisesti mallinnettujen skenaarioiden VE0 ja VE2b välimaastoon, jolloin näissä skenaarioissa sulfaatin pitoisuus ja leviäminen vastaa käytännössä mallinnettujen skenaarioiden tuloksia. Vaihtoehdossa VE3 vuosikuormitus on noin 71 tonnia vaihtoehtoa VE2b pienempi. Vaihtoehtojen VE0 ja VE2b välinen ero oli noin 103 tonnia, millä oli vain hyvin vähäinen vaikutus Sysmäjärvestä havaittaviin sulfaattipitoisuuksiin. Voidaan siten olettaa, että vaihtoehdossa VE3 pienentynyt kuormitus voi johtaa sulfaattipitoisuuden vähäiseen laskuun etenkin Lahdenjoen suun läheisyydessä, mutta kokonaisuutena järven sulfaattipitoisuudet eivät merkittävästi muutu.

Sysmäjärven sulfaattipitoisuudet ovat koko saatavilla olevan tarkkailuhistorian ajan (luku 10.3.6) ylittäneet säännöllisesti ehdotetun sulfaatin vuosikeskiarvon laatunormin 42–47 mg/l tason (luku 10.2). Hetkellisen maksimipitoisuuden laatunormiehdotus 279 mg/l on myös ylittynyt, mutta ylitysten määrä on Outokummun kaivostoiminnan päättymisen jälkeen 1990-luvulta alkaen ollut selvästi pienempi kuin toiminnan ollessa vielä käynnissä. Vuotta 1968 edeltävältä ajalta tietoja on saatavissa vain vähän, mutta vuosina 1931–1967 tehtyjen yksittäisten mittausten tulokset olivat yhtä lukuun ottamatta tasoa 112–336 mg/l (Kostiainen ym. 1968) eli vastasivat karkeasti nykytasoa. Saatavilla olevien tietojen mukaan suurin muutos Sysmäjärven sulfaattipitoisuuksissa on tapahtunut, kun Outokummun kaivostoiminta on päättynyt ja pitoisuustason suuri vaihtelu on tasaantunut. Vuonoksen hankevaihtoehdoilla VE0–VE3 on kokonaisuutena tarkasteltuna rajallinen vaikutus koko järven sulfaattipitoisuuksien tasoon. Kuormitus on pienintä hankevaihtoehdoissa VE2b ja VE3, mutta kuormituksen lasku näkyy todennäköisesti vedenlaadun lievänä paranemisena ainoastaan Lahdenjoen suun läheisellä alueella.

Mallinnustulosten perusteella hankevaihtoehtojen VE1–VE3 mukaisella kuormitustasolla sulfaattipitoisuudet poikkeavat vain hyvin vähän järvessä nykytilassa havaituista pitoisuuksista, joten järven vesien kerrostumiskäyttäytyminen ei muutu hankevaihtoehtojen toteuttamisen takia. Hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 Sysmäjärveen johdettavan veden lämpötila vastaa nykyistä, joten lämpökuormitukseen liittyvät vaikutukset vastaavat nykyisin havaittuja. Tällöin myöskään lämpötila- tai suolakerrostumiseen liittyvät seurannaisvaikutukset, mm. alusveden happipitoisuus, eivät poikkea nykyisin havaituista, mikäli hankevaihtoehdot toteutetaan.

Nikkeli

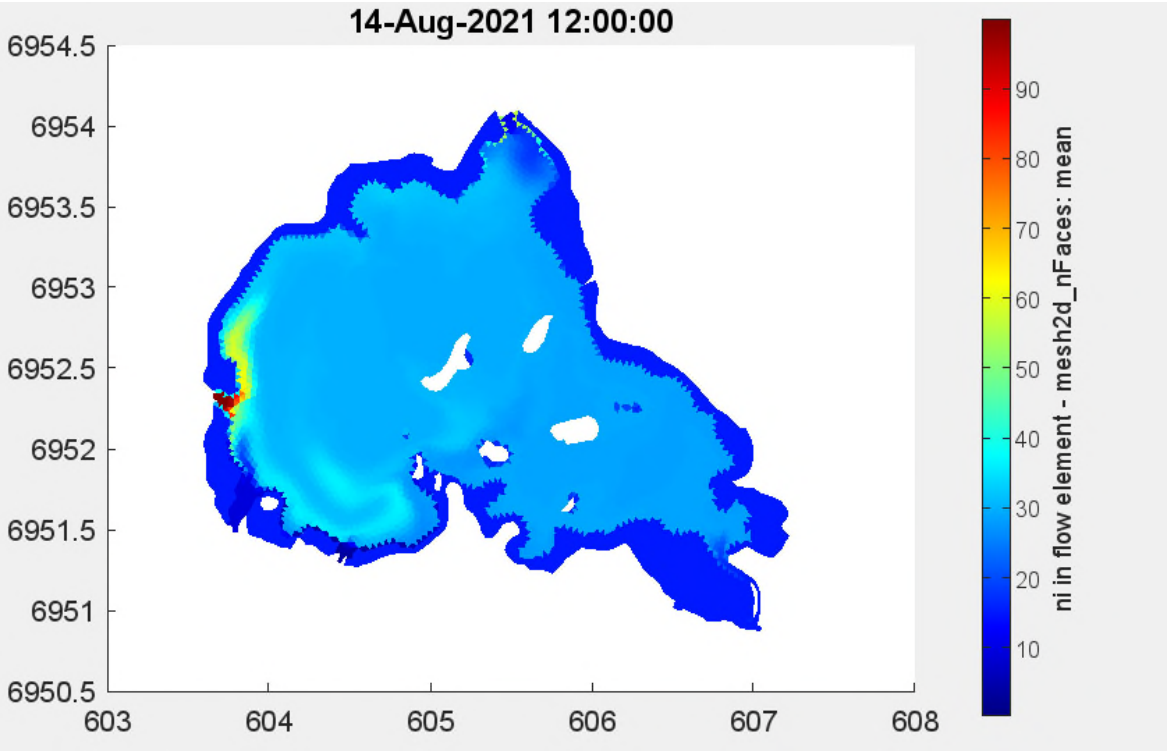
Nykytilanteessa (VE0) Vuonoksen tehtaan kuormituksen osuus koko Sysmäjärveen tulevasta nikkelikuormituksesta on noin kuudennes (Ramboll Finland Oy 2024).

Copyright © AFRY Finland Oy

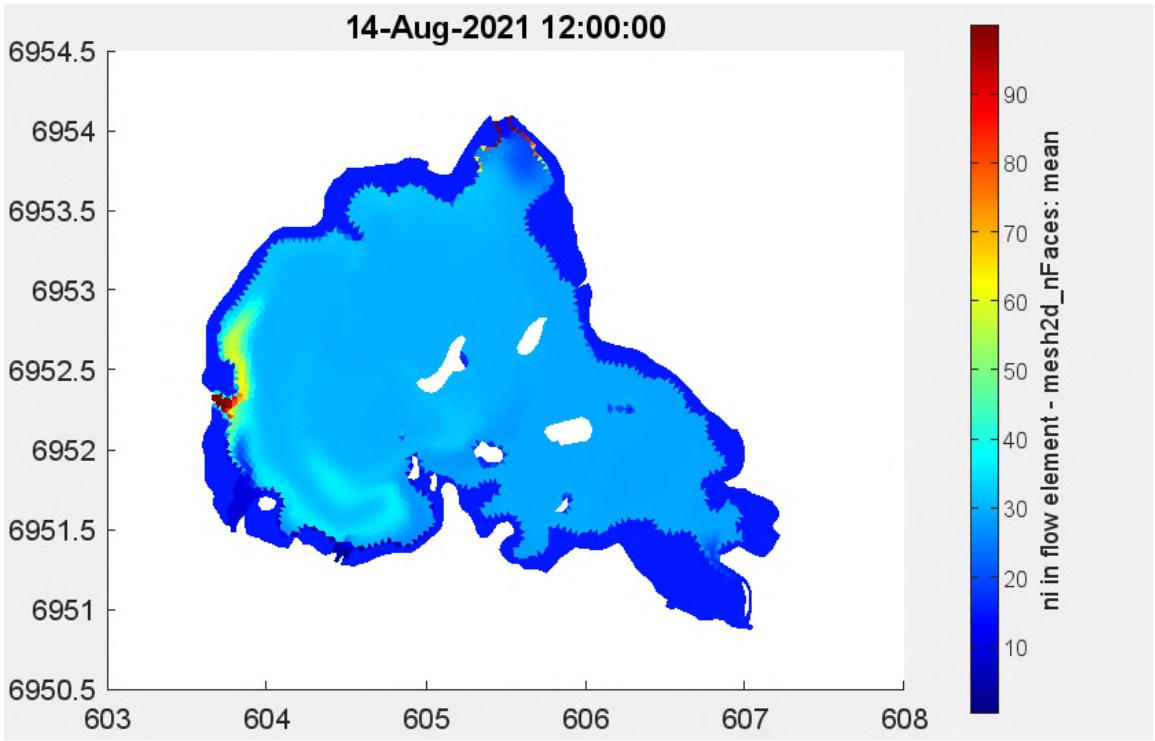
Mallinnetussa hankevaihtoehdossa VE2b Vuonoksen kuormitus nousee yli kaksinkertaiseksi nykytilaan verrattuna (Taulukko 10-22). Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE3 Vuonoksen nikkelikuormitus laskee VE0-tasoon verrattuna. Vaihtoehdon VE2a kuormitus on hieman vaihtoehtoa VE2b pienempi. Mallinnuksessa ainoastaan Vuonoksen kuormitus vaihtelee, eli muu nikkelin piste- ja hajakuormitus säilyy vakiona ja mallinnetut pitoisuudet kuvaavat Vuonoksen hankevaihtoehdon ja muun kuormituksen aiheuttamaa, Sysmäjärvestä mitattavaa nikkelipitoisuutta. Mallin tuottamat nikkelipitoisuudet voidaan rinnastaa parhaiten vesistöstä mitattaviin kokonaispitoisuuksiin. Sysmäjärvestä mitatut kokonaispitoisuudet ja liukoiset pitoisuudet ovat olleet samaa tasoa eli nikkeli esiintyy pääosin liukoisessa muodossa.

Mallinnuksen toimivuutta testattiin vertaamalla mallinnettuja pitoisuuksia vesinäytteistä mitattuihin pitoisuuksiin, ja kuvaus testauksesta on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 6. Malli laskee nikkelin pitoisuudet osin liian suuriksi. Syynä on mahdollisesti liian suureksi arvioitu jokien kuormitus, erityisesti Ruutunjoen osalta. Nikkeliä voi todellisuudessa myös poistua vesipatsaasta sedimentoitumalla, mitä mallinnus ei huomioi.

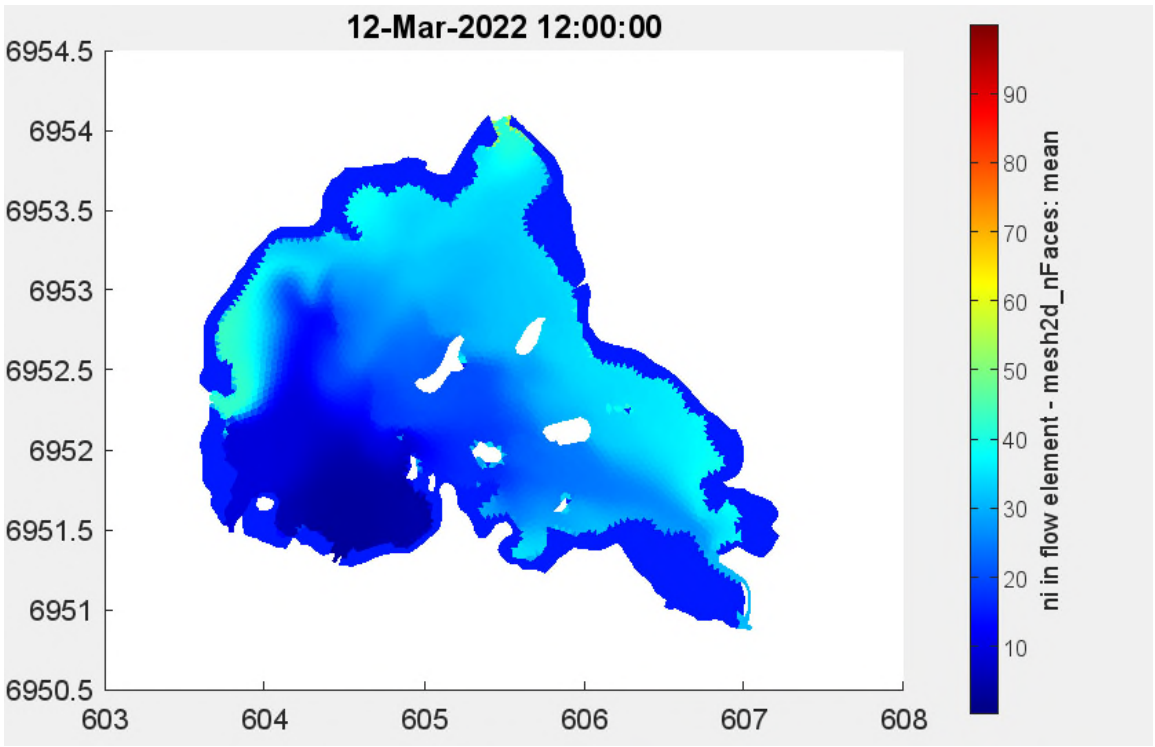
Sysmäjärven nikkelipitoisuutta säätelevät tekijät ovat samat kuin sulfaatin osalta: tulevan kuormituksen lisäksi lähinnä jokien virtaus ja jääpeite. Kesällä kuormitus sekoittuu kohtuullisen hyvin koko järven tilavuuteen (Kuva 10-47). Talvella nikkelipitoisuuksissa näkyy vastaava ilmiö kuin sulfaatissa, eli järvi jakautuu kahteen osaan, joissa lounaispuolen pitoisuuksiin vaikuttavat pääosin Kuusjoen ja Kesselinpuron vedet, ja koillispuolen pitoisuuksiin Ruutunjoen ja Lahdenjoen vedet (Kuva 10-48). Mallinnettujen vaihtoehtojen VE0 ja VE2b ero on havaittavissa lähinnä talviaikana, jolloin suurempi kuormitus (VE2b) nostaa nikkelipitoisuuksia Lahdenjoen suun tuntumassa. Lievempää nousua havaitaan myös järven koillisrannan tuntumassa, johon Lahdenjoen vedet leviävät.



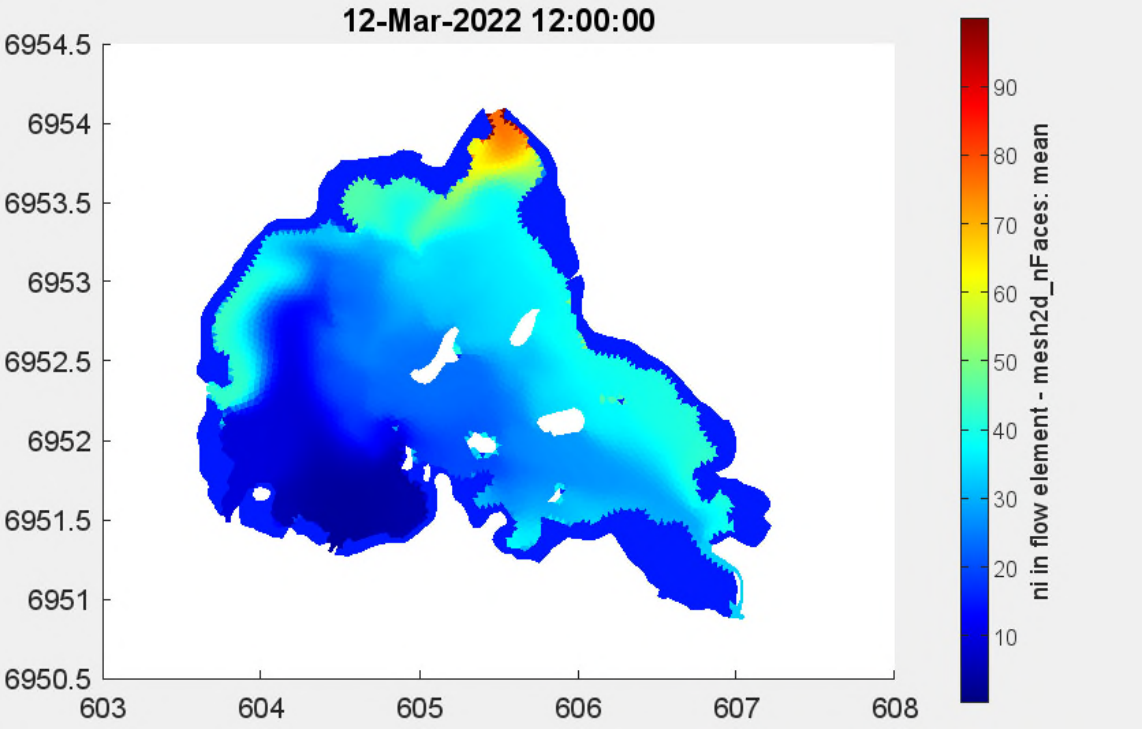
Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-47. Sysmäjärven nikkelipitoisuus (µg/l) kesällä nykytilassa (VE0, ylempi kuva) ja hankevaihtoehdossa VE2b (alempi kuva).

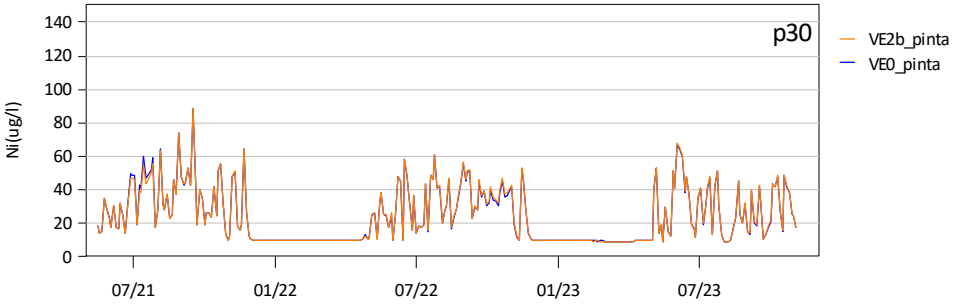


Copyright © AFRY Finland Oy

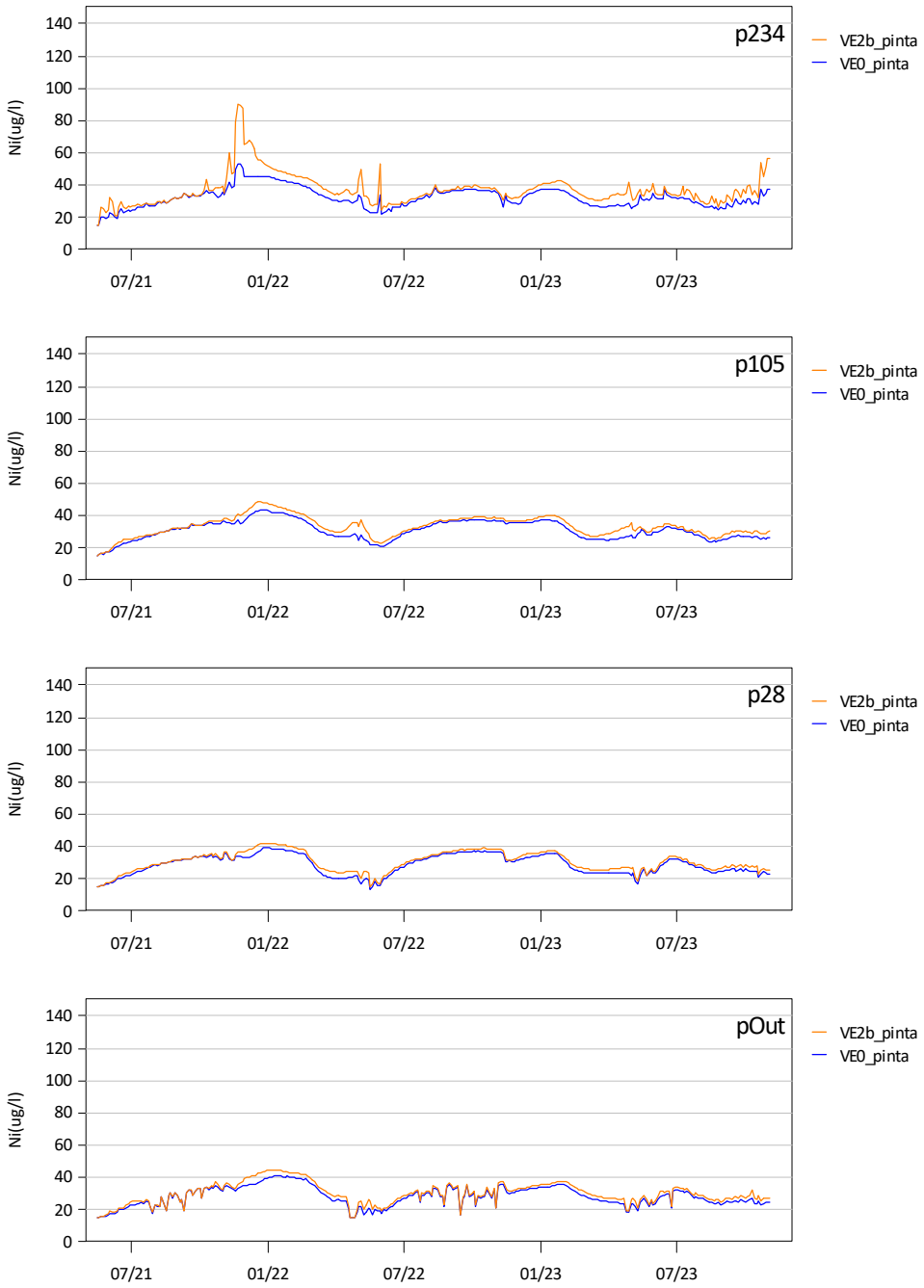


Kuva 10-48. Sysmäjärven nikkelipitoisuus (µg/l) talvella nykytilassa (VE0, ylempi kuva) ja hankevaihtoehdossa VE2b (alempi kuva).

Mallinnuksen tulosten perusteella vaihtoehdossa VE2b nikkelipitoisuus nousee Lahdenjoen suun läheisyydessä keskimäärin 4,7 µg/l vaihtoehtoon VE0 verrattuna. Järven keski- (p105) ja eteläosassa (p28) keskimääräinen nousu on 1,8–2,4 µg/l, ja järvestä lähtevässä vedessä tasoa 1,8 µg/l. Ruutunjoen suulla pitoisuusnousu on käytännössä olematon (Kuva 10-49). Mallinnuksen pitoisuudet vastaavat lähimmin kokonaispitoisuuksia, mutta liukoisen nikkelin pitoisuudet nousevat todennäköisesti lähes yhtä paljon. Mallinnus todennäköisesti yliarvioi pitoisuuksia, koska esimerkiksi sedimentaatiota ei ole mallinnuksessa huomioitu. Todellisuudessa hankevaihtoehdon VE2b aiheuttamat nikkelin pitoisuusnousut voivat siten jäädä tässä esitettyä pienemmiksi.



Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-49. Sysmäjärven nikkelipitoisuus (µg/l) hankevaihtoehdoissa VE0 ja VE2b Ruutunjoen suulla (p30), Lahdenjoen suun läheisyydessä (p234), järven keskiosassa (p105), eteläosan syvänteessä (p28) ja Sysmäjokeen lähtevässä vedessä (pOut).

Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE3 Vuonoksen nikkelikuormitus on pienempi kuin nykytilassa (VE0). Kuormitusmäärien perusteella arvioituna hankevaihtoehdossa VE1 Sysmäjärvestä havaittavat nikkelipitoisuudet vastaavat hyvin pitkälti vaihtoehtoa VE0. Vaihtoehdossa VE3 nikkelikuormitus on noin 40 prosenttia vaihtoehtoa VE0 pienempi, joten vaihtoehdon VE3 toteutuessa järvestä mitattavat pitoisuudet jäävät hieman pienemmiksi kuin hankevaihtoehdossa VE0. Kuormituksen kaksinkertaistuminen hankevaihtoehdossa VE2b johti kuitenkin Lahdenjoen suualuetta lukuun ottamatta suhteellisen pieniin pitoisuusnousuihin järvessä, ja nykytilassa Vuonoksen tehtaan kuormituksen tiedetään olevan noin kuudesosa järven koko kuormituksesta. Hankevaihtoehdon VE3 toteuttaminen

Copyright © AFRY Finland Oy

aiheuttaa siten todennäköisesti suhteellisen pienen pitoisuusvähennyksen koko järven nikkelipitoisuuksissa, mutta lasku on todennäköisesti selkeämmin havaittavissa Lahdenjoen suun läheisyydessä. Hankevaihtoehdon VE2a kuormitus on lähellä vaihtoehtoa VE2b, joten vaihtoehdon VE2a vaikutukset järven nikkelipitoisuuteen ovat hyvin lähellä vaihtoehdon VE2b vaikutuksia.

Sysmäjärven nikkelipitoisuuksista on saatavilla jatkuvaa mittaustietoa vuodesta 1973 alkaen (luku 10.3.6). 1990-luvun taitteessa järvessä esiintyi ajoittain huomattavan suuria nikkelipitoisuuksia, mutta 2000-luvulla sekä liukoisen että kokonaisnikkelin pitoisuudet ovat olleet varsin vakaita. Vuosina 2021–25 Lahdenjoen suulla (234) kokonaisnikkelin keskipitoisuus oli 22 µg/l (vaihteluväli 14–26 µg/l) ja liukoisen nikkelin keskipitoisuus 24 µg/l (9–50 µg/l). Järven eteläosassa (28) kokonaisnikkelin keskipitoisuus oli päällysvedessä 19,4 µg/l (16–25 µg/l) ja alusvedessä 31 µg/l (18–71 µg/l). Liukoisen nikkelin keskipitoisuus päällysvedessä oli 30 µg/l (13–64 µg/l) ja alusvedessä 36 µg/l (13–66 µg/l). Em. jaksolla kaikilla Sysmäjärven tarkkailupaikoilla havaittiin valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 mukaisen liukoisen nikkelin maksimiarvon laatunormin 34 µg/l ylityksiä. Järven eteläosan havaintopaikalla 28 ylittyi myös lähes poikkeuksetta biosaatavan nikkelin vuosikeskiarvon laatunormi 5 µg/l, mutta muilla tarkkailupisteillä ylityksiä ei ollut.

Hankevaihtoehdoissa VE0 ja VE1 Sysmäjärven nikkelipitoisuudet säilyvät nykyisen kaltaisena. Hankevaihtoehdossa VE3 voidaan havaita nikkelipitoisuuksissa lievää laskua. Koska Sysmäjärven nikkelin pitoisuuksiin vaikuttaa voimakkaasti muualta kuin Vuonoksesta tuleva piste- ja hajakuormitus, on todennäköistä, että pelkästään Vuonoksen nikkelikuormituksen vähennys vaihtoehdossa VE3 ei yksistään johda siihen, että laatunormiylitykset poistuisivat ja nikkelin sekoittumisvyöhyke muuttuisi tarpeettomaksi.

Hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE2b Vuonoksesta tuleva nikkelikuormitus kasvaa, joten Lahdenjoen suulla havaittavat nikkelipitoisuudet kasvaisivat etenkin talvella. Lisäksi kuormitus aiheuttaa pisteellä 234 enintään tason 4,7 µg/l pitoisuuslisäyksen sekä keski- ja eteläosassa enintään tason 1,8 µg/l pitoisuuslisäyksen nykyisin mitattuihin pitoisuuksiin verrattuna. Mallinnus ei toistanut oikein järven eteläosan pisteellä 28 ajoittain mitattuja pinnan ja pohjan välisiä pitoisuuseroja. Järven kerrostumiskäyttäytyminen ei kuitenkaan sulfaatin mallinnustulosten perusteella arvioituna muutu hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE2b, joten todennäköisesti syvänteessä havaittavat ajoittaiset pitoisuuserot tulevat toistumaan myös jatkossa, mutta itse pitoisuustasot hieman nousevat kuormituksen kasvun myötä. Em. tietojen perusteella voidaan arvioida, että vaihtoehtojen VE2a tai VE2b toteutuessa Lahdenjoen suun keskimääräinen kokonaisnikkelipitoisuus olisi lähellä tasoa 27 µg/l ja järven eteläosan syvänteen (28) kokonaisnikkelipitoisuus päällysvedessä olisi tasoa 22 µg/l ja alusvedessä tasoa 32 µg/l. Kaikilla Sysmäjärven tarkkailupisteillä on havaittu nykyisin tarkkailussa nikkelin maksimipitoisuuden laatunormin ylityksiä, ja tilanteen arvioidaan jatkuvan samankaltaisena myös hankevaihtoehtojen VE2a tai VE2b toteutuessa. On lisäksi mahdollista, että ylityksiä havaittaisiin hieman useammin kuin nyt. Vuositason biosaatava laatunormi tulisi myös todennäköisesti ylittymään pisteellä 28. Vuosina 2021–2025 pisteen 238 biosaatavan nikkelin keskiarvot ovat olleet 2,7–4,5 µg/l, eli vuosikeskiarvon laatunormi 5 µg/l alittui. Kun sama laskenta toistetaan käyttäen samoja pH-, kalsium- ja DOC-pitoisuuksia, mutta nostamalla liukoisen nikkelin pitoisuutta jokaisessa näytteessä 4,7 µg/l, saadaan biosaatavan nikkelin vuosikeskiarvoiksi 3,4–5,2 µg/l, eli on olemassa riski, että vuositason laatunormi ylittyy joinakin vuosina Lahdenjoen suun läheisyydessä. Pisteellä 30 Ruutunjoen suulla hankevaihtoehtojen VE2a ja VE2b

Copyright © AFRY Finland Oy

mukainen kuormitus ei nosta nikkelipitoisuutta mittauksin havaittavalla tavalla, joten hankkeet eivät aiheuta alueella vuositason laatunormin ylittymistä. Sysmäjärven itäpuolella on nykyisin voimassa nikkelin sekoittumisvyöhyke, jonka alueelle pisteet 238 ja 28 sijoittuvat.

Muut metallit

Metallien pitoisuuksien laskenta on esitetty luvussa 10.1. Laskenta kuvaa hankevaihtoehtojen aiheuttamaa keskimääräistä metallipitoisuuksien nousua Sysmäjärven eri osissa, ja laskennan tuloksena on esitetty eri hankevaihtoehdoissa järven eri pisteiltä mitattavat keskipitoisuudet (Taulukko 10-23). Metallien kuormitus on suurinta joko nykytilassa (VE0) tai hankevaihtoehdossa VE2b. Mallinnustulosten perusteella Sysmäjärven virtaukset ja aineiden kulkeutuminen ei muutu missään hankevaihtoehdossa, joten metallipitoisuuksien maantieteellinen ja syvyyssuuntainen jakautuminen järvessä tulee jatkumaan nykyisen kaltaisena. Kuten sulfaatin ja nikkelin mallinnustulosten yhteydessä on kuvattu, jokikuormituksen sekoittuminen on kesäaikaan suhteellisen hyvää, mutta talviaikana järvessä havaitaan jakautuminen koillis- ja luoteisosan alueisiin, joissa pitoisuudet voivat poiketa toisistaan.

Taulukko 10-23. Sysmäjärven keskimääräiset metallipitoisuudet hankevaihtoehdoissa VE0 ja VE2b.

		As kok µg/l	Cd kok µg/l	Cu kok µg/l	Fe kok µg/l	Hg kok µg/l	Pb kok µg/l	Zn kok µg/l
Sysmäjärvi 234	**VE0**	1,0	0,01	2,3	2427	0,003	0,13	73,9
	VE2b	0,3	0,01	2,3	2436	0,003	0,13	73,8
Sysmäjärvi 28, pinta	**VE0**	0,7	0,01	2,8	2140	0,003	0,17	94,1
	VE2b	<0,3	0,01	2,8	2149	0,003	0,16	94,1
Sysmäjärvi 28, pohja	**VE0**	0,8	0,01	2,4	2576	0,003	0,14	107,1
	VE2b	<0,3	0,01	2,4	2585	0,003	0,14	107,1
Sysmäjärvi 30	**VE0**	0,5	0,02	2,5	4077	0,003	0,11	103,2
	VE2b	<0,3	0,02	2,5	4086	0,003	0,11	103,2

Arseenin kuormitus on suurinta nykytilanteessa, ja hankevaihtoehdossa VE2b kuormitus on noin 64 prosenttia vaihtoehdon VE0 kuormituksesta. Vaihtoehdon VE1 kuormitus asettuu em. vaihtoehtojen välimaastoon, ja vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 kuormitus on vaihtoehtoa VE2b pienempi. Hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 järvestä havaittavat arseenipitoisuudet laskevat nykytilaan (VE0) verrattuna, ja keskimääräiset kokonaispitoisuudet alittavat tällöin myös Ruotsin sisävesille asetun liukoisen pitoisuusnousun raja-arvon 0,5 µg/l.

Kadmiumin kuormitus Vuonoksen alueelta on kaikissa vaihtoehdoissa pieni. Järvestä mitattavat kadmiumpitoisuudet vastaavat hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 nykyisin havaittavia pitoisuuksia. Nykytilanteessa Sysmäjärven kadmiumpitoisuudet ovat alittaneet valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 mukaiset hetkellisen tason ja vuosikeskiarvon ympäristönlaatunormit, eikä tilanne muutu hankevaihtoehdoissa VE1–VE3.

Kuparin kuormitus on suurimmillaan nykytilanteessa (VE0), ja hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 kuormitus on tätä tasoa pienempi. Sysmäjärvestä mitattavat keskimääräiset

Copyright © AFRY Finland Oy

kuparipitoisuudet ovat vaihtoehdoissa VE1–VE3 samaa tasoa kuin nykytilassa. Nykytilan kokonaispitoisuudet alittavat myös biosaatavalle kuparin vuosikeskiarvolle ehdotetun ympäristönlaatunormin tason, eikä tilanne muutu hankevaihtoehdoissa VE1–VE3.

Raudan kuormitus on suurimmillaan hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE2b. Myös vaihtoehdon VE3 kuormitus on nykytilaa (VE0) suurempi, mutta vaihtoehdossa VE1 kuormitus laskee hieman nykytilaa pienemmäksi. Hankevaihtoehdon VE2b mukainen rautakuormitus nostaa hieman Sysmäjärvestä mitattavia raudan keskipitoisuuksia, mutta raudan pitoisuustasoon nähden muutos on merkityksetön.

Elohopean kuormitus Vuonoksesta on kaikissa vaihtoehdoissa vähäistä. Sysmäjärven elohopeapitoisuudet eivät nykytilassa ylitä valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 mukaisia elohopean laatunormeja, eikä tilanne muutu hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteutuessa.

Lyijyn kuormitus on kokonaisuutena vähäistä, ja hankevaihtoehtojen VE1–VE3 kuormitus on pienempi kuin nykytilassa. Sysmäjärvessä ei nykytilassa ole havaittu valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 mukaisten laatunormien ylityksiä, eikä tilanne muutu hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteutuessa.

Sinkin kuormitus on suurimmillaan hankevaihtoehdossa VE0, ja vaihtoehtojen VE1–VE3 kuormitus laskee nykytilaan verrattuna. Pienin kuormitus on vaihtoehdossa VE3 ja suurin vaihtoehdossa VE2b. Sysmäjärven kuormituksesta tehdyn selvityksen (Ramboll Finland Oy 2024) mukaan järveen tulevan kuormituksen päälähde on nykyisin Keretin alue. Hankevaihtoehdossa VE2b Sysmäjärven mallinnetut keskimääräiset sinkkipitoisuudet ovat käytännössä samaa tasoa kuin nykyisin. Hankevaihtoehdossa VE3 kuormitus lähes puolittuu nykytilaan verrattuna. Ruutunjoen kautta tuleva sinkkikuormitus on 2020-luvulla vaihdellut 50–100 kg/a, joten Vuonoksen kuormitus eri hankevaihtoehdoissa (9–15 kg/a) on siihen ja koko järveen myös muilta alueilta kohdistuvaan kuormitukseen nähden vähemmän merkityksellinen. Pienimmän kuormituksen skenaario VE3 saattaa hieman laskea Sysmäjärven pisteellä 234 havaittavia sinkkipitoisuuksia, mutta koko järven tasolla muutos on todennäköisesti merkityksetön. Nykytilanteessa Sysmäjärven sinkkipitoisuudet ovat koholla, ja biosaatavalle sinkille ehdotettu vuosikeskiarvon laatunormi 14,4 µg/l on ylittynyt järvessä kaikkina vuosina jaksolla 2021–2025. Tilanne säilyy samankaltaisena myös Vuonoksen hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteutuessa.

Ravinteet

Ravinteiden pitoisuuksien laskenta on esitetty luvussa 10.1. Laskenta kuvaa hankevaihtoehtojen aiheuttamaa keskimääräistä ravinnepitoisuuksien nousua Sysmäjärven eri osissa, ja laskennan tuloksena on esitetty eri hankevaihtoehdoissa järven pisteiden keskipitoisuudet (Taulukko 10-24). Ravinteiden kuormitus on suurimmillaan hankevaihtoehdossa VE0, joka vastaa nykytoiminnassa syntynyttä keskimääräistä vuosikuormitusta (Taulukko 10-22). Vaihtoehdoista VE1–VE3 suurin ravinnekuormitus on vaihtoehdoissa VE1 ja VE2b, joiden välinen ero on pieni. Hankevaihtoehdon VE2b mukaiset Sysmäjärven fosforipitoisuudet vastaavat nykyisin havaittua pitoisuustasoa. Typpipitoisuudet ovat laskennallisesti hieman pienempiä kuin nykytilassa, mutta eroa ei todellisuudessa voida mittauksin havaita. Ravinnekuormitus on pienimmillään hankevaihtoehdossa VE3. Sysmäjärven tilasta tehdyn selvityksen (Ramboll Finland Oy 2024) mukaan Vuonoksen tehtaan osuus Sysmäjärveen tulevasta fosforikuormituksesta oli alle prosentti ja osuus typpikuormituksesta noin prosentti. Kokonaisuutena arvioiden Vuonoksen hankevaihtoehdon VE3 pienempi kuormitus ei siten aiheuta Sysmäjärvessä

Copyright © AFRY Finland Oy

havaittavaa ravinnepitoisuuksien laskua, koska 99 prosenttia ravinnekuormasta on peräisin muualta kuin Vuonoksesta. Ravinteiden kulkeutuminen ei muutu hankevaihtoehtojen toteuttamisen takia ja myös ajoittain havaittu syvyyssuuntainen pitoisuusvaihtelu säilyy nykyisen kaltaisena.

Taulukko 10-24. Sysmäjärven keskimääräiset kokonaisravinnepitoisuudet hankevaihtoehdoissa VE0 ja VE2b.

		kok.P µg/l	kok.N µg/l
Sysmäjärvi 234	**VE0**	24,7	921,0
	VE2b	24,7	918,7
Sysmäjärvi 28, pinta	**VE0**	22,0	817,0
	VE2b	22,0	814,7
Sysmäjärvi 28, pohja	**VE0**	22,0	1219,0
	VE2b	22,0	1216,7
Sysmäjärvi 30	**VE0**	23,4	671,0
	VE2b	23,4	668,7

Vesienhoidon 4. kauden alustavassa luokittelussa Sysmäjärven kokonaisfosforin tilaluokka on määritelty erinomaiseksi (keskiarvo 22,304 µg/l, luokkaraja <25 µg/l) ja typen tila hyväksi (keskiarvo 603,381 µg/l, luokkarajat 600–750 µg/l). Vuonoksen hankevaihtoehdot VE1–VE3 eivät nosta Sysmäjärvessä havaittavia ravinnepitoisuuksia eivätkä muuta fosforin tai typen tilaluokkaa. Vuonoksen hanke ei siten aiheuta fysikaalis-kemiallisten laatutekijöiden laskua eikä estä vesienhoidon tavoitteiden saavuttamista.

10.4.2.1 Sysmänjoki

Sysmänjärven vesi laskee Sysmänjokeen, ja Sysmänjärven kuormitteisuus heijastuu myös jokiveden laatuun. Sysmänjokeen lähtevän veden laatu on arvioitu Sysmäjärven vesistömallinnuksen yhteydessä (liite 6). Kuormitusvaihtoehdossa VE2b Sysmäjärvestä lähtevän veden sulfaatin keskipitoisuus laskee 2 mg/l nykytasoon verrattuna. Nikkelin määrä nousee keskimäärin 1,8 µg/l. Kuten taulukossa 10-23 ja 10-24 on esitetty, Sysmäjärven keskimääräiset metallipitoisuudet joko pysyvät nykyisellä tasolla tai hieman laskevat hankevaihtoehdon VE2b toteutuessa.

Sysmänjoen (50 Kiukoonkoski) liukoisen nikkelin keskipitoisuus oli 24 µg/l (vaihteluväli 11–52 µg/l) jaksolla 2021–25. Joessa on siten jo nykyisin havaittu ajoittain asetuksen 1022/2006 mukaisia liukoisen nikkelin hetkellisen pitoisuustason laatunormin ylityksiä. Joen keskipitoisuustiedoilla pH 6,1, DOC 11,4 mg/l ja Ca 21 mg/l laskettuna BIo-met-työkalu määrittelee nykyiseksi biosaatavan nikkelin tasoksi em. vuosijaksolla 4,1 µg/l. Hankevaihtoehdon VE2b toteutuessa jokeen tulevan veden keskimääräinen nikkelipitoisuus on tasoa 25,8 µg/l. Kokonaan liukoiseksi oletettuna tämä tuottaa biosaatavaksi arvoksi 4,4 µg/l eli arvo alittaa voimassa olevan vuositason laatunormin 5 µg/l. Alempana Sysmänjokeen tulee lisää vesiä, joten nikkelin määrä vähenee alempana joessa. Hankevaihtoehdossa VE2b hetkellisen laatunormin ylitykset ovat jatkossakin mahdollisia.

Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a ja VE3 Vuonoksen nikkelikuormitus on VE2b-tasoa pienempi. Sysmäjärven nikkelipitoisuutta säätelevät kuitenkin voimakkaasti myös muut

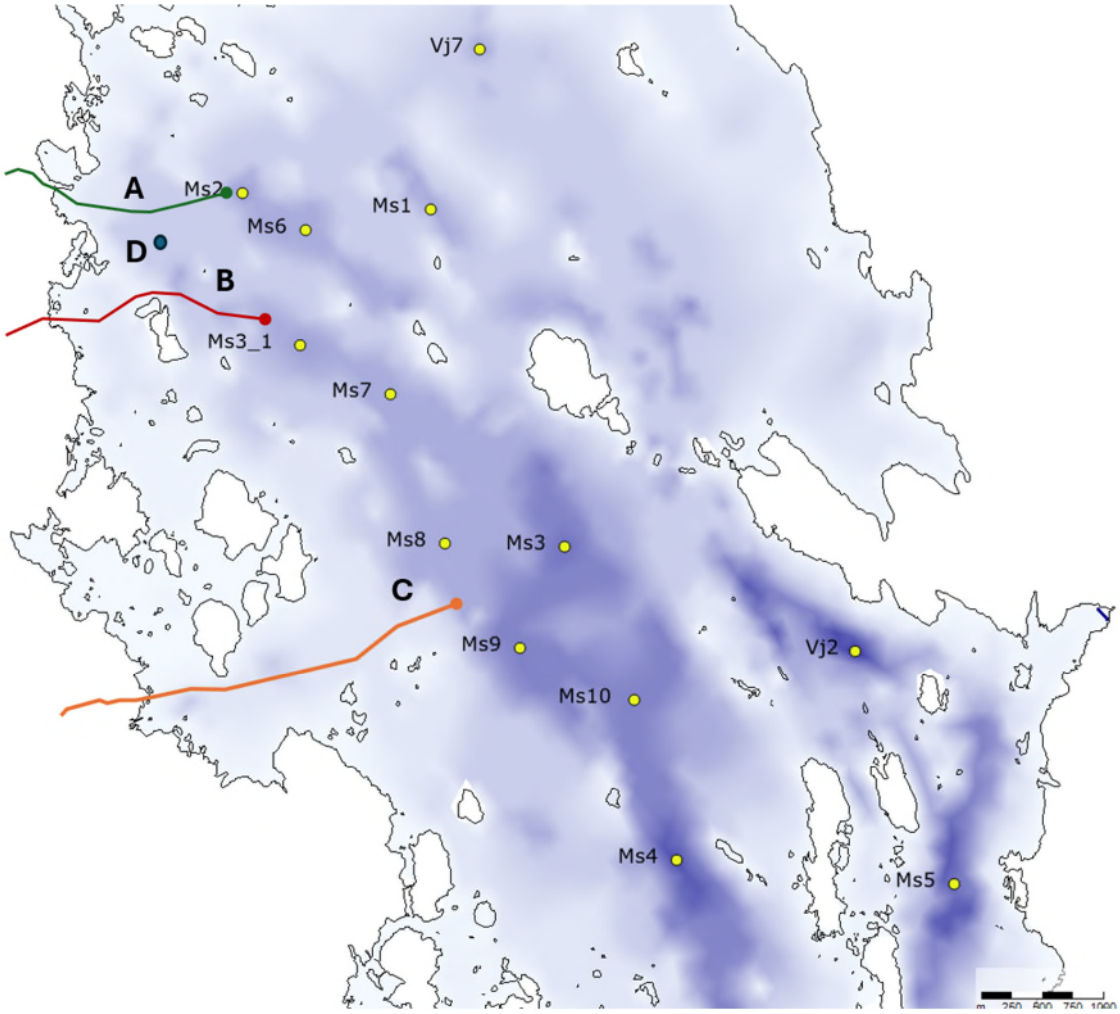
Copyright © AFRY Finland Oy

tekijät kuin Vuonoksen kuorma, ja nikkelin pitoisuudet eivät juuri muutu järvessä Vuonoksen kuormituksen vähentyessä. Vaihtoehdoissa VE1, VE2a ja VE3 Sysmänjoen vedenlaatu vastaa nykytilaa.

Vuonoksen hankevaihtoehdot eivät vaikuta Sysmänjoen muiden ainepitoisuuksien tasoon, eli hankevaihtoehdoissa VE1–3 Sysmänjoen sulfaatti-, metalli- ja ravinnepitoisuudet vastaavat nykyistä tasoa.

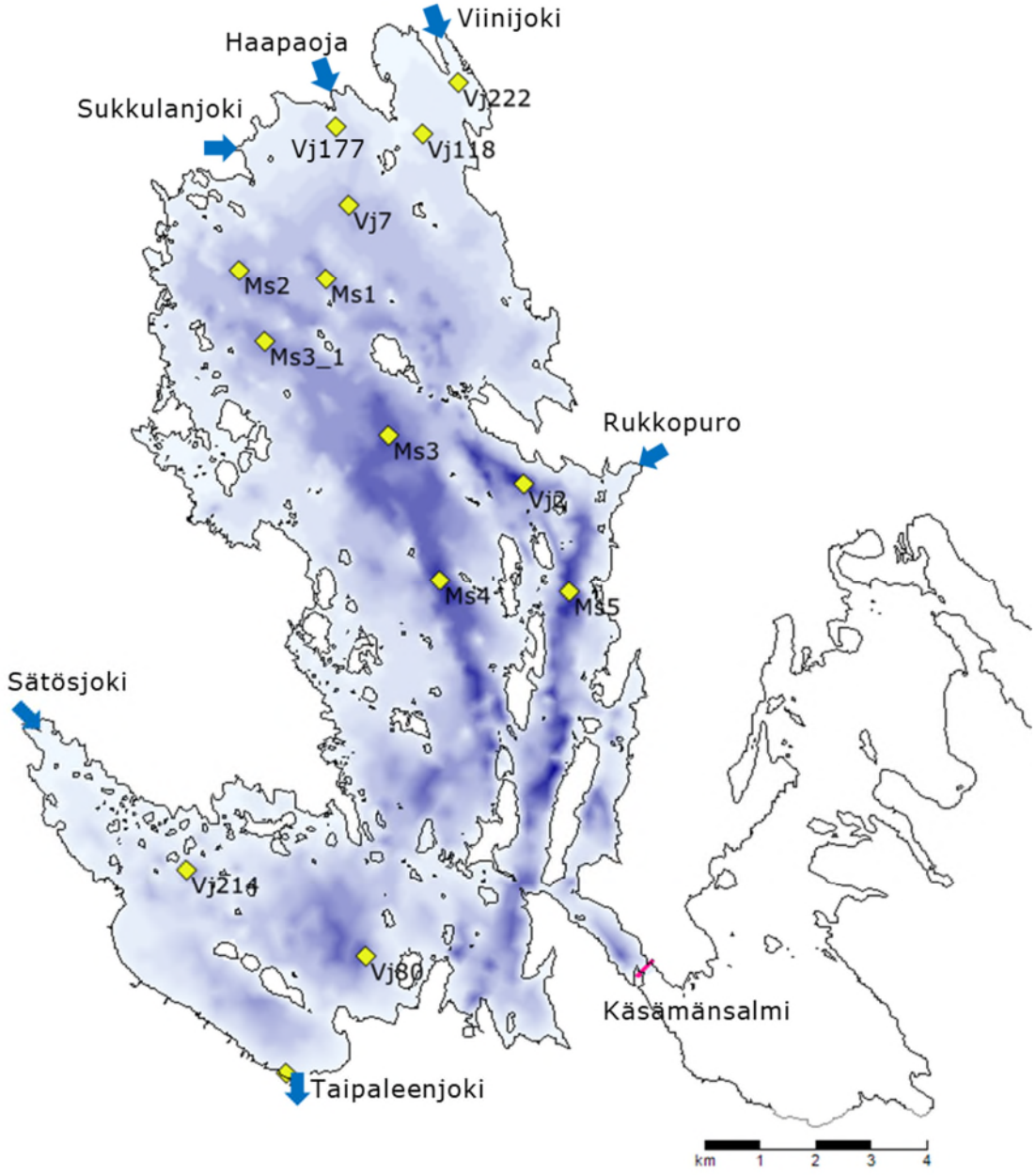
10.4.2.2 Viinijärvi

Hankealavaihtoehdoissa VE2a–c Vuonoksen purkuvedet johdetaan Viinijärveen. Purkuputken kuormitus on jokaisessa vaihtoehdossa sama, mutta hankealavaihtoehtojen erot muodostuvat purkuputken sijoituspaikkojen aiheuttamista, osin keskenään erilaisista ainepitoisuuksien nousuista. Purkuputken sijainti eri vaihtoehdoissa on esitetty kuvassa 10-50 ja tulostuspisteiden sijainti kuvissa 10-50 ja 10-51. Sulfaatin ja nikkelin mallinnuksen perustana on hankevaihtoehdon **VE2b mukainen kuormitus**, joka muodostaa kokonaisuutena suurimmat vaikutukset purkuvesistössä.



Kuva 10-50. Hankevaihtoehtojen PVE2a–c mukaiset purkuputken paikat sekä mallinnuksessa käytettyjen tulostuspisteiden sijainti. Mallinnusvaihtoehto D on hankevaihtoehtojen ulkopuolinen lisätarkastelupiste, jonka tarkoitus on kuvata vesien sekoittumista tilanteessa, jossa putken suu sijaitsee lähempänä rantaa.

Copyright © AFRY Finland Oy



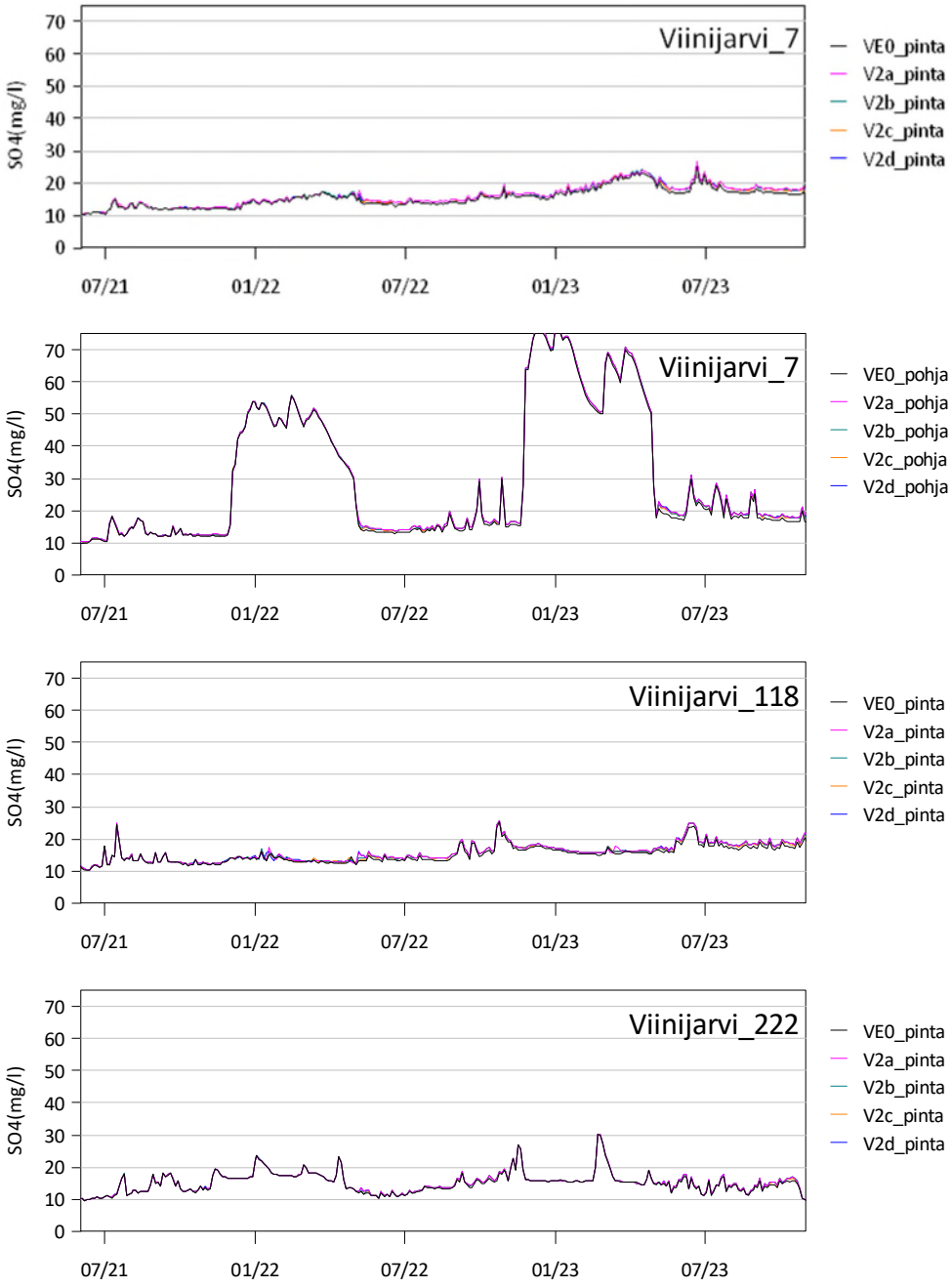
Kuva 10-51. Viinijärven mallinnusalue ja osa mallinnuksen tulostuspisteistä.

Mallinnuksessa on tarkasteltu nykytilan kuormitustilannetta (VE0) eli tilannetta, jossa järveen kohdistuu kuormitusta olemassa olevilta Horsmanahon ja Karnukan louhosalueilta, ja lisäksi joet tuovat järveen muuta kuormitusta. Toinen mallinnettu kuormitustilanne on hankevaihtoehdon VE2b mukainen kuormitus, joka muodostaa määrällisesti suurimman kuormituksen hankevaihtoehdoista VE1–VE3 lähes kaikkien aineiden osalta. Mallinnus on toteutettu siten, että olemassa oleva taustakuormitus (sis. Horsmanahon ja Karnukan louhosalueet) säilyy vakiona nykytilanteessa, mutta mallinnuksen muuttuva osa on purkuputken paikka ja sen kautta tuleva vaihtoehdon VE2b mukainen kuormitus. Lisäksi mallinnus huomioi Vuonosjoen kautta tulevan suotovesien aiheuttaman kuormituksen kasvun vaihtoehdon VE2b mukaisesti, mutta lisäyksen merkitys on Viinijärvessä kokonaisuutena vähäinen.

Copyright © AFRY Finland Oy

Nykytilanteessa sulfaatin pitoisuudet vaihtelevat mallinnustulosten mukaan runsaasti tulostuspisteen Vj7 alusvedessä (Kuva 10-52), mikä vastaa vesistötarkkailun perusteella saatua käsitystä järven tilanteesta. Mallinnuksen mukaan kuormitus sekoittuu kesällä pääosin koko järven vesimassaan, mutta talviaikaan kuormitus nostaa alusveden sulfaattipitoisuuksia. Kuormitus on peräisin pääosin Horsmanahon louhosalueelta, josta vedet johdetaan Haapaojaan pitkin Viinijärven pohjoisosaan. Sulfaattipitoiset vedet kerrostuvat talvikerrostuneisuuskaudella tarkkailupisteen Viinijärvi 7 syvänteen alusveteen, mutta kerrostuneisuus purkautuu kevään täyskierron myötä, ja ainepitoisuuksissa havaittu ero päällys- ja alusveden välillä häviää. Mallinnustulosten ja tarkkailutiedon perusteella voidaan arvioida, että Horsmanahon kaivoksen pääasiallinen vaikutusalue rajautuu karkeasti määritellen Kuusisaaren, Pertinsaaren, Pieni-Räihyvän ja Honkasaaren väliselle alueelle alusveteen altaan morfologiaa mukaillen, ja vaikutusalueen koko on suurimmillaan talvikerrostumiskauden loppupuolella. Päällysvedessä vaikutukset ovat vähäisiä.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-52. Viinijärven mallinnetut sulfaattipitoisuudet järven pohjoisosan tarkkailupisteillä Viinijärvi 7 (tulostuspiste Vj7), Viinijärvi 118 ja Viinijärvi 222 nykytilanteessa (VE0) sekä purkuputkivaihtoehdoissa VE2a-d.

Mallinnuksen testauksessa todettiin, että Viinijärven malli ennustaa pääsääntöisesti päällysveden ainepitoisuudet mittausten mukaisesti Viinijoen suun läheistä aluetta lukuun ottamatta. Alusveden pitoisuuksien nousu mallintuu myös oikein, mutta pitoisuustaso jää pisteellä 7 alle kolmasosaan tarkkailuissa havaituista pitoisuuksista. Mallissa Haapaojan kautta tuleva kuormitus sekoittuu järviveteen todellisuutta enemmän, jolloin syvänteen pitoisuus jää mittaustuloksia pienemmäksi. Nykytilanteessa vuosina 2021–25 syvänteen päällysveden sulfaatin keskipitoisuus oli 13 mg/l (vaihteluväli 11–16 mg/l) ja alusvedestä mitattu sulfaatin keskipitoisuus oli 269 mg/l (vaihteluväli 12–590 mg/l). Sekä mallinnustulokset että tarkkailutiedot tukevat näkemystä, jonka mukaan nykytilanteessa

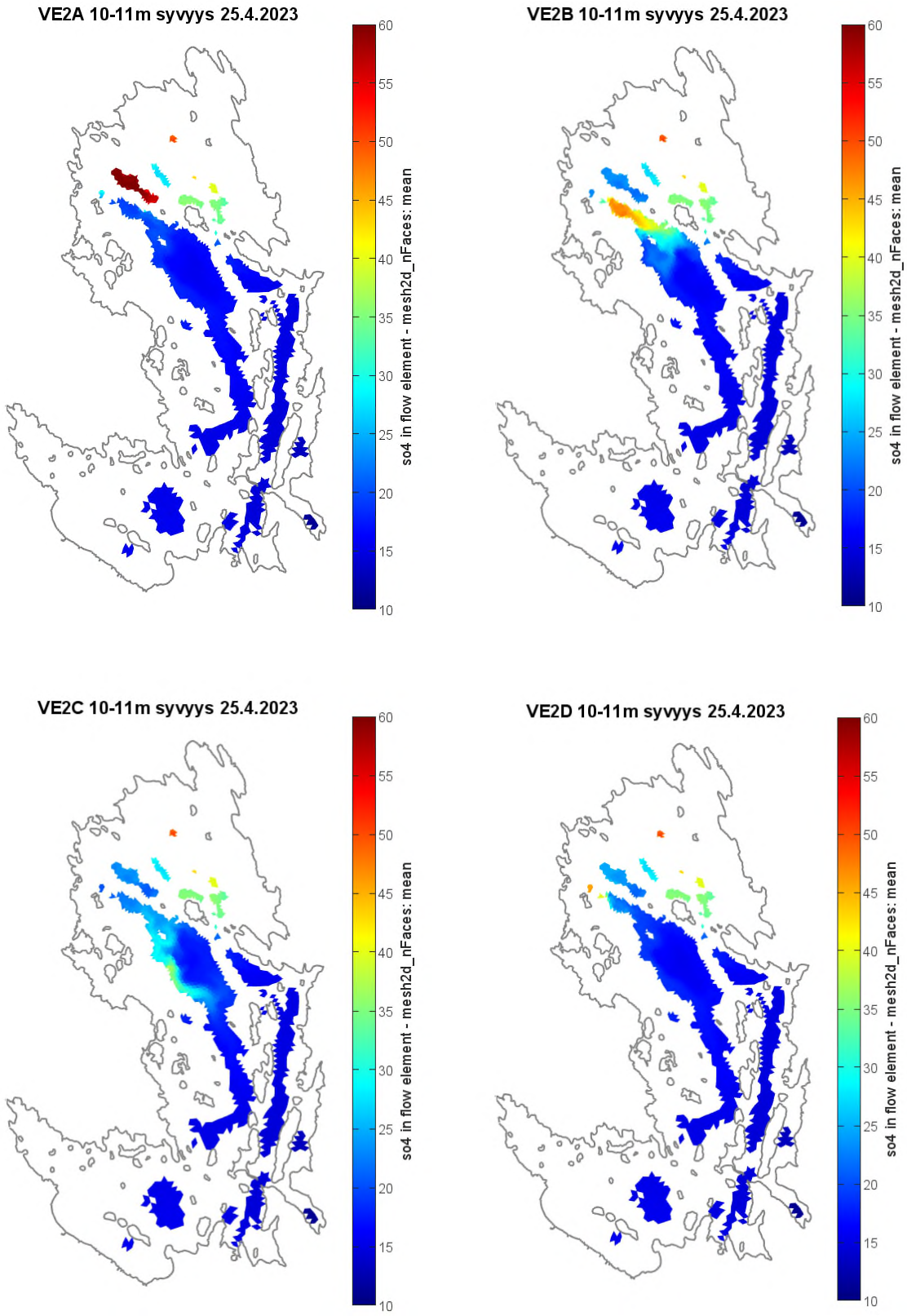
Copyright © AFRY Finland Oy

Haapaojan kautta tuleva kuormitus ei aiheuta pysyvää kerrostumista pisteen 7 syvänteeseen tai muihin Viinijärven pohjoisosan syvänteisiin. Karnukan louhosalueelta tuleva kuormitus näkyy nykytilassa Viinijärvessä tarkkailupisteillä 118 ja 222 ajoittain havaittavina sulfaatin pitoisuusnousuina. Kokonaisuutena vaikutus on varsin lievä ja rajoittuu maantieteellisesti pienelle alueelle, ja mallinnus toisti mitatut pitoisuudet varsin hyvin.

Purkuputkivaihtoehdoissa VE2a–d sama kuormitusmäärä johdetaan järveen neljään eri kohtaan. Mallinnuksessa purkuputken tuoma vesi sekoittuu purkupaikan kohdalla hilasolun kokoiseen vesimassaan (noin 4500 m^3). Käytännössä tällainen sekoittuminen vaatii esimerkiksi diffuusorin käyttöä purkupaikalla. Pitoisuusnousut ovat suurimmillaan purkuputken purkusyvyydellä 10–11 m vesikerroksessa. Purkuveden vaikutus on suurimmillaan järvessä talvikerrostuneisuuskauden lopulla, jolloin vesien sekoittuminen on jääpeitteen takia avovesikautta heikompaa. Tällöin sulfaattipitoinen vesimassa kertyy purkuputken suun läheisyyteen järvialtaan syvempiin kohtiin.

Suurimmat sulfaattipitoisuudet havaitaan talven kerrostumiskauden lopulla purkuputkivaihtoehdossa PVE2a ja pienimmät pitoisuudet vertailuvaihtoehdossa 2d (Kuva 10-53). Purkuputkivaihtoehto PVE2a aiheuttaa purkuveden kerääntymisen purkuputken läheiseen syvänteeseen, joka sijaitsee Raateniemen ja Suuren-Kulkevaisen välisellä linjalla. Sulfaattipitoisuus nousee koko syvänteen alueella yli 50 mg/l tason, ja tulostuspisteellä Ms2 keskimääräinen talviajan pitoisuusnousu on 34 mg/l nykytilaan verrattuna (Taulukko 10-25). Purkuputkivaihtoehdossa PVE2b purkuvettä kertyy purkuputken läheiseen syvänteeseen Suuren-Kulkevaisen ja Jänissaaren väliselle alueelle, mutta purkuvettä kulkeutuu myös kauemmas järven keskiosaan, Suuren-Kulkevaisen eteläpuolelle. Purkuputken lähisyvänteen pitoisuustaso jää vaihtoehdossa PVE2b vaihtoehtoa PVE2a pienemmäksi, sillä purkuvesi leviää laajemmalle alueelle. Purkuputkivaihtoehdossa PVE2c purkuvesi leviää vaihtoehtoja PVE2a–b laajemmalle alueelle, eikä Raateniemen ja Suuren-Kulkevaisen välisessä syvänteessä havaita suuria sulfaatin pitoisuusnousuja. Vertailuvaihtoehdossa 2d purkupaikka on matalammassa vedessä kuin muissa vaihtoehdoissa, jolloin purkuvesi ei merkittävissä määrin kertynyt syvänteisiin edes talviaikana.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-53. Viinijärven sulfaattipitoisuus (mg/l) purkuputkivaihtoehdoissa VE2a–d talviaikana kerrostuneisuuskauden lopussa 10–11 metrin syvyydellä.

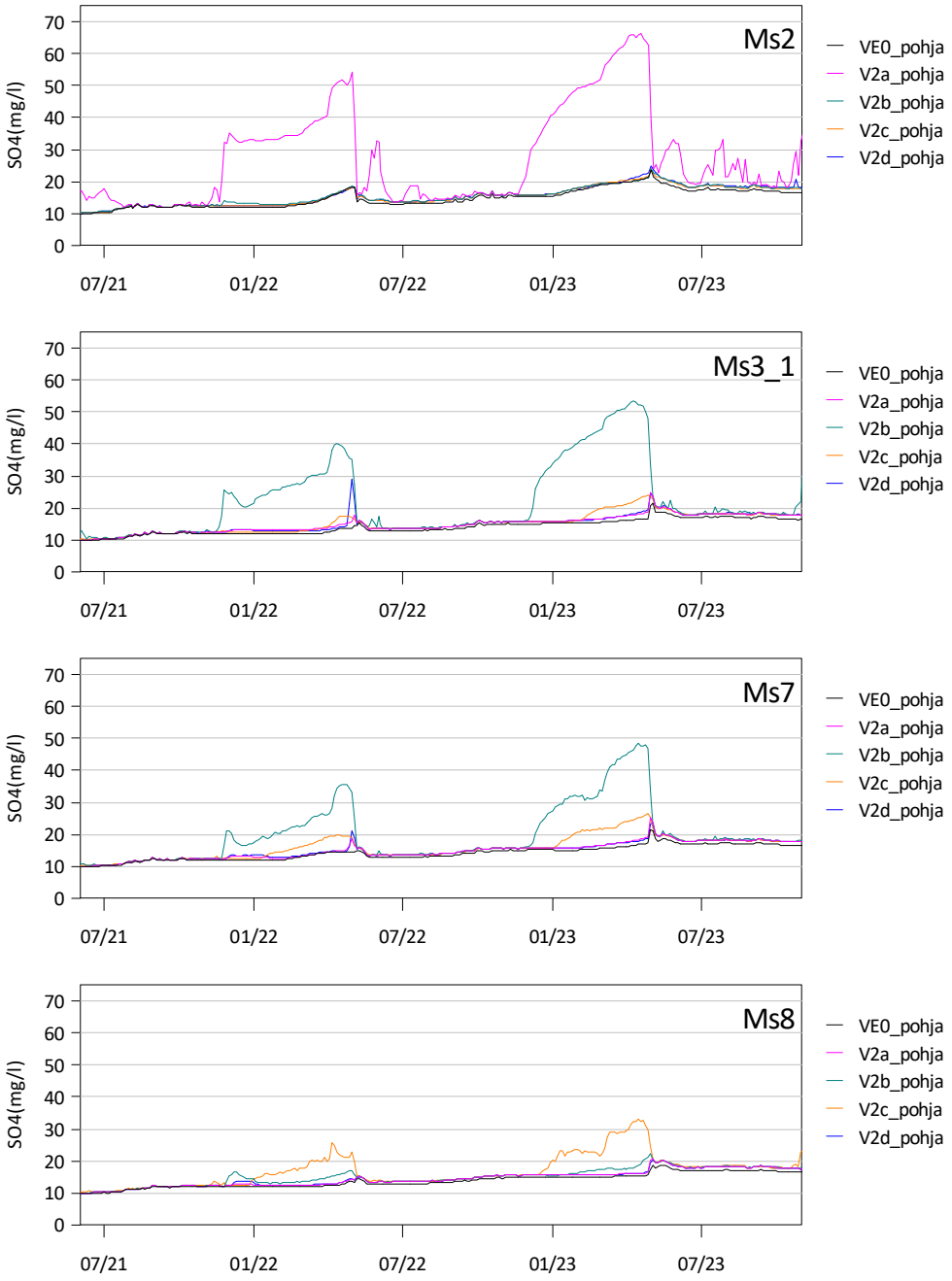
Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-25. Viinijärven keskimääräiset mallinnetut sulfaattipitoisuudet eri tulostuspisteillä nykytilassa (VE0) ja eri purkuputkivaihtoehdoissa VE2a–d.

		Talvi 2023					Kesä 2023				
Piste	Syvyys	VE0	2a	2b	2c	2d	VE0	2a	2b	2c	2d
Viinijarvi_7	pinta	19	20	20	20	20	18	20	20	19	20
Viinijarvi_7	pohja	64	64	64	64	64	21	22	22	22	22
Ms1	pinta	17	18	18	18	18	18	19	19	19	19
Ms1	pohja	21	21	21	21	21	18	19	19	19	19
Ms2	pinta	20	19	21	21	20	18	19	19	19	19
Ms2	pohja	18	52	19	19	19	17	24	19	18	19
Ms6	pinta	17	18	18	18	18	18	19	19	19	19
Ms6	pohja	18	47	19	19	18	17	20	19	18	19
Ms3_1	pinta	18	19	19	19	20	17	19	19	18	19
Ms3_1	pohja	15	17	44	18	17	17	18	19	18	18
Ms3	pinta	15	16	15	15	15	17	18	18	18	18
Ms3	pohja	15	15	16	16	15	17	18	18	18	18
Ms7	pinta	18	19	20	19	19	17	18	18	18	18
Ms7	pohja	15	16	35	21	16	17	18	18	18	18
Ms8	pinta	16	17	16	16	16	17	18	18	18	18
Ms8	pohja	15	16	17	25	16	17	18	18	18	18
Ms9	pinta	16	17	16	16	17	17	18	18	18	18
Ms9	pohja	15	16	16	17	16	17	18	18	18	18
Vj214	pinta	15	16	15	16	16	17	18	18	18	18
Vj214	pohja	15	16	16	16	16	17	18	18	18	18
Tjoki	pinta	15	16	16	16	16	17	18	18	18	18

Purkuputken sijainti vaikuttaa eri osassa järveä havaittaviin sulfaattipitoisuuksiin. Avovesikaudella sekoittuminen järvessä on hyvää, ja mallinnuksen mukaan alusveden sulfaattipitoisuudet ovat sekä nykytilanteessa (VE0) että eri purkuputkivaihtoehdoissa lähellä tasoa 15–20 mg/l (Taulukko 10-25), joka vastaa nykyisin havaittua pitoisuustasoa. Talvikaudella sulfaattipitoisuudet nousevat lähinnä purkuputken suuta sijaitsevalla tulostuspisteellä (Kuva 10-54). Kuten jo sulfaattipitoisuuden alueellisen jakautumisen kartoista voidaan päätellä, suurimmat alusveden sulfaattipitoisuudet tuottaa purkuputken pohjoisin sijoitusvaihtoehto PVE2a, jossa lähisyvänteen pitoisuus nousee suurimmillaan tasolle 64 mg/l (Taulukko 10-25). Alueellisesti laajimman nousun tuottaa kuitenkin sijoitusvaihtoehto PVE2b, jossa lähimpien syvänteiden maksimipitoisuudet ovat tasoa 50 mg/l ja keskimääräiset pitoisuudet tasoa 35–44 mg/l. Vaihtoehdon PVE2c mukainen sijoittelu nostaa lähisyvänteen pitoisuutta muita vaihtoehtoja vähemmän, ja tulostuspisteellä Ms8 maksimipitoisuus on tasoa 30 mg/l ja keskimääräinen pitoisuus 25 mg/l. Mikäli purkuputken pää sijoitetaan matalampaan veteen (vertailuvaihtoehto 2d), kaikkien lähisyvänteiden sulfaattipitoisuus jää lähelle tasoa 20 mg/l myös talviaikana. Tulostuspiste Ms2 on selvästi lähempänä purkuputken suuta kuin muut tulostuspisteet, mutta kartta-aineiston (Kuva 10-53) perusteella voidaan päätellä, että tulostuspisteiden sijainti suhteessa putkeen ei tuota merkittävää virhettä, vaan pitoisuusnousujen välinen ero eri vaihtoehdoissa on todennäköisesti todellinen.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-54. Viinijärven mallinnetut sulfaattipitoisuudet järven keskiosan tulostuspisteillä nykytilanteessa (VE0) ja purkuputkivaihtoehdoissa VE2a–d.

Vesistömallinnuksessa Viinijärvi 7 -tarkkailupisteen syvänteen alusveden pitoisuudet mallintuvat liian pieniksi talvikaudella tarkkailuaineistoon verrattuna. Syvänteen kuormitus on peräisin Horsmanahon louhosalueelta, josta se kulkeutuu Haapaojaan ja edelleen Viinijärven syvänteeseen. Jääpeitteisenä aikana pitkä kulkeutumismatka (järvessä hieman yli 2 km) lisää mallilaskentaan ylimääräistä sekoittumista, jolloin syvänteen pitoisuus mallintuu liian pieneksi. Purkuputkivaihtoehdoissa matka purkupaikalta tulostuspisteille on selvästi lyhyempi (<500 m), jolloin voidaan arvioida, että mallinnetut pitoisuudet asettuvat todennäköisemmin oikeaan suuruusluokkaan kuin syvänteen 7 pitoisuudet.

Copyright © AFRY Finland Oy

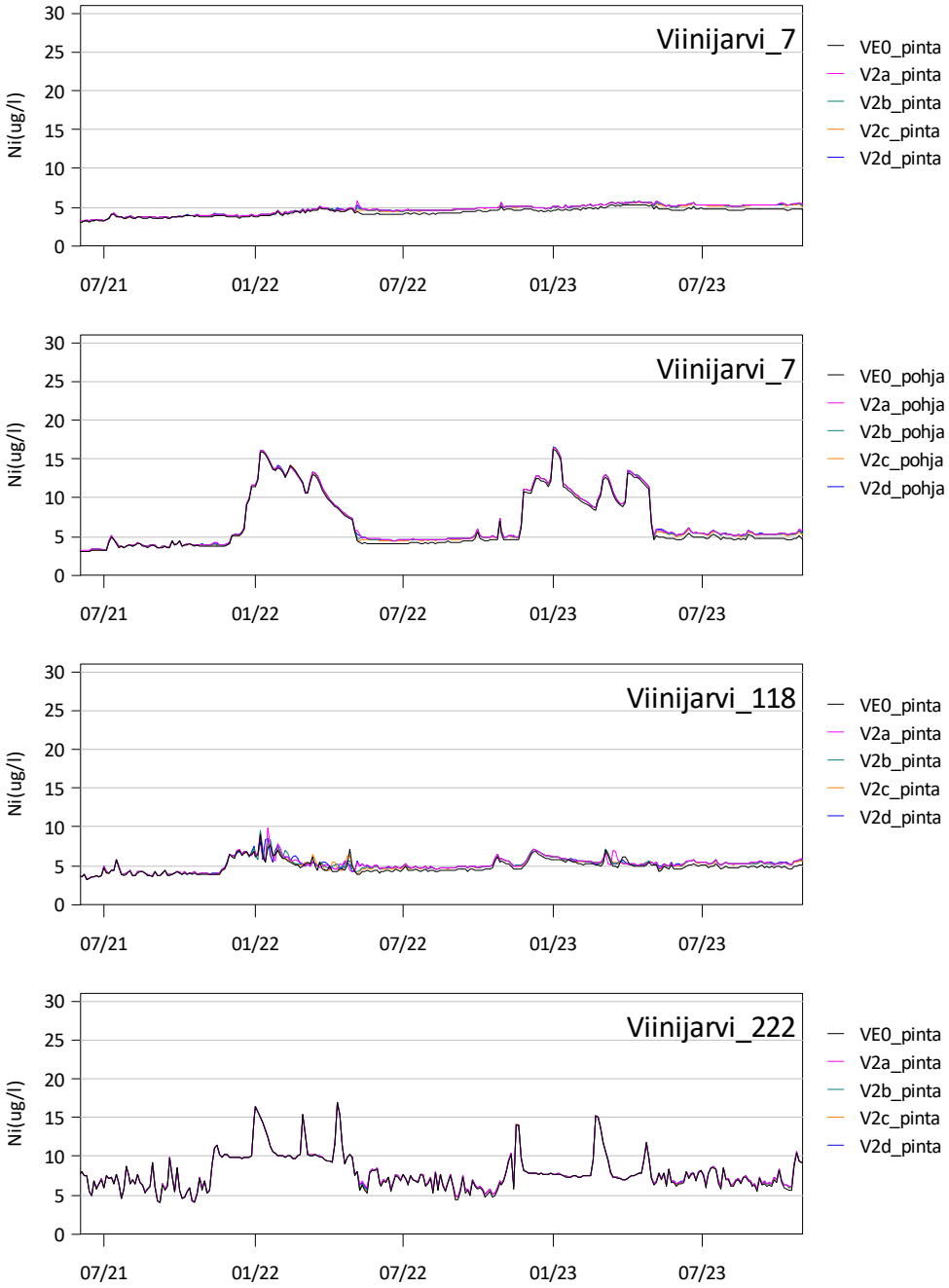
Kaikissa purkuputkivaihtoehdoissa pitoisuustasot jäävät sulfaatille esitetyn, hetkellisen pitoisuustason laatunormin (luku 10.2) alapuolelle. Vuositasolla pitoisuustason nousua alusvedessä voitaisiin havaita alle puolen vuoden ajan (Kuva 10-54). Tällöin vuoden keskipitoisuus asettuisi suurimmat pitoisuusnousut tuottavassa purkuputkivaihtoehdossa PVE2a pisteellä Ms2 kesäajan keskiarvon 24 mg/l ja talviajan keskiarvon 52 mg/l välimaastoon, eli noin tasolle 38 mg/l. Vuoden keskipitoisuustaso asettuisi siten vuositason ehdotetun laatunormin 42 mg/l tuntumaan, ja arvioon liittyvät epävarmuudet huomioiden ylitys voisi jonakin vuonna olla mahdollinen. Vaihtoehdossa PVE2b alusveden keskipitoisuudeksi voidaan samalla periaatteella arvioida pisteellä Ms3_1 taso 32 mg/l, eli todennäköisesti sulfaatille esitetty vuositason laatunormi alittuisi. Purkuputkivaihtoehdoissa PVE2c–d kesän ja talven keskipitoisuudet ovat lähellä toisiaan, eikä vuositason laatunormiehdotuksen arvioida ylittyvän. Suuret sulfaattimäärät voivat periaatteessa lisätä järven sisäistä kuormitusta. Viinijärven hankevaihtoehdoissa talviaikainen alusveden sulfaattipitoisuuden nousu on maltillinen eikä pysyvää sulfaatin kerrostumista tapahdu. Sisäisen kuormituksen lisääntymisen riski arvioidaan vähäiseksi.

Edellä esitetty sulfaatin vaikutusarviointi koskee hankevaihtoehdon **VE2b** mukaista kuormitusta. Purkuputken kautta tuleva kuormitus on vaihtoehdoissa VE1 noin 13 % hankevaihtoehtoa VE2b suurempi ja hankevaihtoehdossa VE2a noin 16 % vaihtoehtoa suurempi. Hankevaihtoehdon VE3 kuormitus jää vaihtoehtoa VE2b pienemmäksi. Kuormitusvaihtoehtojen VE1, VE2a ja VE3 mukaisen kuormituksen johtaminen Viinijärveen eri purkuputkivaihtoehtojen kautta johtaa pääsääntöisesti samankaltaisiin vaikutuksiin, eli avovesikaudella vesien sekoittuminen on hyvää ja sulfaatin pitoisuusnousut ovat vähäisiä. Talven kerrostumiskauden lopulla havaitaan purkuputkivaihtoehtojen PVE2a–b lähisyvänteissä ainepitoisuuden nousua, mutta etenkin vertailuvaihtoehdossa 2d myös talviaika vastaa pitkälti kesäajan tilannetta. Mallinnusta suuremman kuormituksen vaihtoehdoissa pitoisuudet ovat todennäköisesti hiukan suurempia kuin mallinnetussa vaihtoehdossa, mutta mallinnustulosten perusteella tehdyt päätelmät pätevät edelleen. Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2a sulfaatin vuositason laatunormin ylittyminen on kuitenkin mahdollista myös purkuvaihtoehdossa PVE2b.

Nikkeli

Nykytilanteessa nikkelin pitoisuudet vaihtelevat runsaasti Viinijärvi 7 -näytepisteen alusvedessä, ja pitoisuusvaihtelun mekanismit vastaavat sulfaattipitoisuuksien vaihtelua (Kuva 10-55). Nikkeli on peräisin Horsmanahon louhokselta, ja suola- ja metallipitoista vettä kertyy talven kerrostumiskaudella syvänteeseen ennen kuin kevään täyskierto sekoittaa vedet ja tasaa ainepitoisuudet. Karnukasta ja muualta Viinijoen kautta tuleva kuormitus nostaa lisäksi ajoittain Viinijoen suun läheisyydessä sijaitsevien tarkkailupisteiden nikkelipitoisuutta. Nikkelin mallinnetut pitoisuudet pisteen 7 alusvedessä eivät vastaa täysin havaittua pitoisuustasoa, sillä vuosina 2021–25 alusveden keskipitoisuus oli kokonaisnikkelin osalta 39,4 µg/l (vaihteluväli 2,6–88 µg/l) ja liukoisen nikkelin osalta 38,8 µg/l (2–87 µg/l). Valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 mukaiset nikkelin laatunormit ovat ylittyneet pisteen 7 alusvedessä, ja alueelle on haettu asetuksen mukaista nikkelin sekoittumisvyöhykettä Horsmanahon louhosalueen ympäristölupahakemuksessa. Päällysvedessä sekä liukoisen että kokonaisnikkelin mitattu pitoisuus oli tasoa 3 µg/l. Muualla Viinijärvessä mallinnustulokset vastasivat tarkkailussa havaittuja pitoisuuksia.

Copyright © AFRY Finland Oy



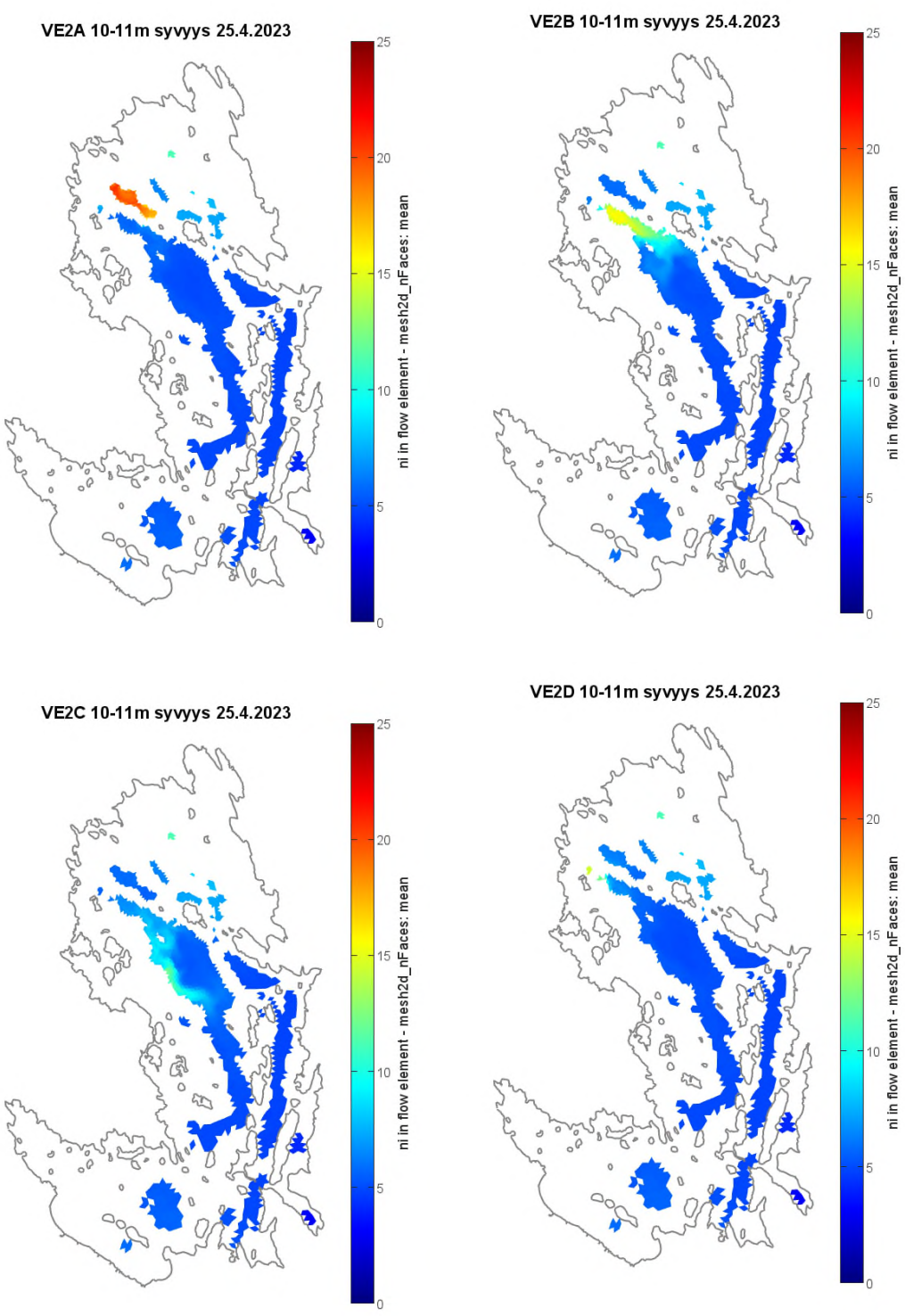
Kuva 10-55. Viinijärven mallinnetut nikkelipitoisuudet järven pohjoisosan tarkkailupisteellä Viinijärvi 7 (Vj7), Viinijärvi 118 ja Viinijärvi 222 nykytilanteessa (VE0) sekä purkuputkivaihtoehdoissa VE2a-d. Pitoisuudet vastaavat lähinnä kokonaispitoisuuksia.

Purkuputkivaihtoehdoissa PVE2a–d nikkelipitoisuudet ovat sulfaattipitoisuuksien tavoin suurimmillaan talvikerrostuneisuuskauden lopulla purkuputken suun läheisissä syvänteissä (Kuva 10-56). Nikkelikuormituksen vaikutusalueet ovat samat kuin sulfaattikuormituksessa, ja samoin kuin sulfaatissa, myös nikkelissä suurimmat nousut havaitaan vaihtoehdossa PVE2a ja pienimmät vertailuvaihtoehdossa 2d. Vaihtoehdossa PVE2a nikkelipitoisuus nousee Raateniemen ja Suuren-Kulkevaisen välisellä linjalla sijaitsevassa syvänteessä (Ms2 ja Ms6) suurimmillaan tasolle 25–30 µg/l (Kuva 10-57). Alusveden keskipitoisuus on talviaikaan 14–16 µg/l ja kesäaikaan 6–8 µg/l (Taulukko

Copyright © AFRY Finland Oy

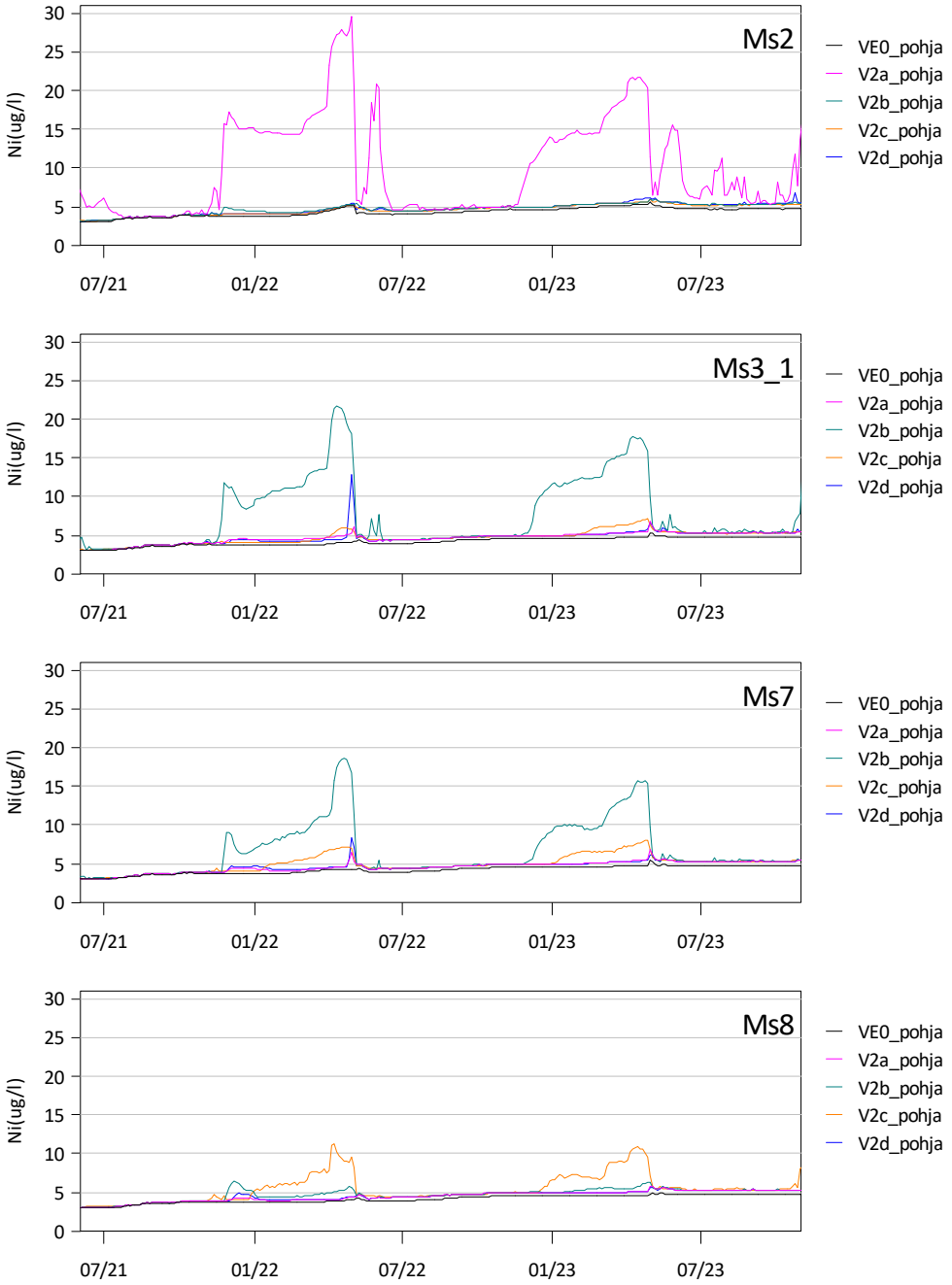
10-26). Aivan purkuputken suun läheisyydessä (Ms2) havaitaan myös ajoittaista nousua avovesikaudella, mutta kauempana syvänteessä (Ms6) pitoisuudet ovat tasaisen pieniä. Purkuputkivaihtoehdossa PVE2b talvikauden suurimmat pitoisuudet nousevat lähelle tasoa 20 µg/l (Ms3_1) ja vaihtoehdossa PVE2c lähelle tasoa 10 µg/l (Kuva 10-57). Vaihtoehdossa PVE2b syvänteen alusveden (Ms3_1) pitoisuus on talvella keskimäärin 13 µg/l ja vaihtoehdossa PVE2c keskipitoisuus (Ms8) on tasoa 8 µg/l. Vertailuvaihtoehto 2d nostaa alusveden nikkelipitoisuuksia vain vähän (Kuva 10-56). Purkuvesi kerääntyy talven kerrostuneisuuskaudella vaihtoehdoissa PVE2a–c purkupaikasta riippuen 2–4 metrin paksuiseksi kerrokseksi putken lähimpään syvänteeseen, mutta pitoisuuserot tasoittuvat heti jäiden lähdön jälkeen täyskierrossa (liite 6). Pitkäaikaisinta ja pitoisuustasoltaan suurinta kertyminen on vaihtoehtoissa PVE2a–b. Vertailuvaihtoehdossa 2d talviajan kertyminen on sekä pitoisuustason että ajallisen keston osalta vähäistä. Avovesikaudella pinnan ja pohjan pitoisuudet ovat keskimäärin hyvin samaa tasoa, eli purkuvesi ei kerry mihinkään järven osaan.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-56. Viinijärven nikkelipitoisuus (µg/l) purkuputkivaihtoehdoissa VE2a–d talviaikana kerrostuneisuuskauden lopussa 10–11 metrin syvyydellä.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-57. Viinijärven mallinnetut nikkelipitoisuudet järven keskiosan tulostuspisteillä nykytilanteessa (VE0) ja purkuputkivaihtoehdoissa VE2a–d. Pitoisuudet vastaavat lähinnä kokonaispitoisuuksia.

Taulukko 10-26. Viinijärven keskimääräiset mallinnetut nikkelipitoisuudet (µg/l) eri tulostuspisteillä nykytilassa (VE0) ja eri purkuputkivaihtoehdoissa VE2a–d.

		Talvi 2023					Kesä 2023				
Piste	**Syvyys**	**VE0**	**2a**	**2b**	**2c**	**2d**	**VE0**	**2a**	**2b**	**2c**	**2d**
Viinijarvi_7	pinta	4,9	5,3	5,3	5,3	5,3	4,7	5,3	5,2	5,2	5,3
Viinijarvi_7	pohja	10,8	11,1	11,1	11,1	11,1	4,9	5,5	5,4	5,4	5,4
Ms1	pinta	4,7	5,0	5,1	5,0	5,1	4,7	5,2	5,2	5,2	5,2
Ms1	pohja	5,3	5,7	5,6	5,6	5,6	4,7	5,3	5,2	5,2	5,2

Copyright © AFRY Finland Oy

		Talvi 2023					Kesä 2023				
Piste	**Syvyys**	**VE0**	**2a**	**2b**	**2c**	**2d**	**VE0**	**2a**	**2b**	**2c**	**2d**
Ms2	pinta	5,0	5,2	5,3	5,3	5,4	4,7	5,3	5,2	5,2	5,3
Ms2	pohja	4,9	15,6	5,3	5,3	5,3	4,7	7,7	5,3	5,2	5,3
Ms6	pinta	4,6	5,1	5,1	5,0	5,2	4,7	5,3	5,2	5,2	5,3
Ms6	pohja	5,0	14,3	5,3	5,3	5,3	4,7	5,9	5,3	5,2	5,3
Ms3_1	pinta	4,8	5,3	5,1	5,2	5,4	4,7	5,2	5,2	5,2	5,2
Ms3_1	pohja	4,6	5,2	13,0	5,6	5,1	4,8	5,3	5,5	5,3	5,3
Ms3	pinta	4,4	4,8	4,7	4,7	4,8	4,7	5,2	5,2	5,2	5,2
Ms3	pohja	4,6	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8	5,3	5,3	5,4	5,3
Ms7	pinta	4,7	5,2	5,2	5,1	5,2	4,7	5,2	5,2	5,2	5,2
Ms7	pohja	4,6	5,1	10,7	6,4	5,1	4,8	5,3	5,4	5,3	5,3
Ms8	pinta	4,4	4,9	4,7	4,8	4,9	4,7	5,2	5,2	5,2	5,2
Ms8	pohja	4,6	5,0	5,3	7,6	5,0	4,8	5,3	5,3	5,4	5,3
Ms9	pinta	4,5	4,9	4,8	4,8	5,0	4,7	5,2	5,2	5,2	5,2
Ms9	pohja	4,6	5,0	5,0	5,3	5,0	4,8	5,3	5,3	5,4	5,3
Vj214	pinta	7,2	7,8	7,7	7,8	7,7	6,6	7,0	7,1	7,1	7,0
Vj214	pohja	6,1	6,7	6,7	6,8	6,7	6,7	7,2	7,2	7,2	7,2
Tjoki	pinta	5,3	5,6	5,6	5,6	5,6	6,4	6,8	6,8	6,8	6,8

Nikkelin ympäristönlaatunormit ylittyvät nykytilanteessa tarkkailupisteen Viinijärvi 7 syvänteessä, ja purkuputkivaihtoehtojen kuormituksella on vähäinen vaikutus syvänteen alusveden pitoisuuksiin. Purkuputkivaihtoehdossa PVE2a talviajan maksimipitoisuudet nousevat lähisyvänteessä lähelle voimassa olevaa hetkellisen maksimipitoisuuden nikkelin laatunormia 34 µg/l, joten on mahdollista, että jossain tilanteessa alusvedessä havaitaan laatunormin ylitys. Muissa purkuputkivaihtoehdoissa hetkellisen laatunormin ylitys putken lähisyvänteessä ei ole todennäköinen. Suurimmat nikkelin keskipitoisuudet eri purkuputkivaihtoehdoissa ovat talvella alusvedessä tasoa 13–15,7 µg/l. Viinijärven päällysveden keskimääräinen pH on 6,8, liukoisen kalsiumin pitoisuus 6,5 mg/l ja DOC 8,4 mg/l. Mikäli nikkelipitoisuudet oletetaan 100-prosenttisesti liukoisiksi, em. oletusarvoilla laskettuna Bio-met-työkalu (v. 5.1) määrittää biosaatavaksi nikkelipitoisuudeksi 2,7–3,4 µg/l. Kyseessä on yliarvio, sillä kesäaikana alusveden nikkelipitoisuudet ovat pienempiä kuin talvella. Laskennan tuloksista voidaan päätellä, että vuositason biosaatavan nikkelin laatunormi 5 µg/l eli ylity missään purkupaikkavaihtoehdossa. Päällysveden keskimääräiset nikkelipitoisuudet ovat purkuputkivaihtoehdoissa tasoa 4,7–7,7 µg/l, ja edellä esitetyillä tiedoilla laskettuna biosaatavan nikkelin pitoisuus asettuu päällysvedessä tasolle 1–1,6 µg/l. Päällysvedessä voimassa olevat nikkelin laatunormit eivät ylity missään tilanteessa.

Edellä esitetty nikkelin vaikutusarviointi koskee hankevaihtoehdon **VE2b** mukaista kuormitusta. Purkuputken kautta tuleva kuormitus on vaihtoehdossa VE2a pienempi ja vaihtoehdoissa VE1 ja VE3 selvästi pienempi kuin mallinnetussa vaihtoehdossa VE2b. Kuormitusvaihtoehtojen VE1, VE2a ja VE3 mukaisen kuormituksen johtaminen Viinijärveen eri purkuputkivaihtoehtojen kautta johtaa pääsääntöisesti samankaltaisiin vaikutuksiin, eli avovesikaudella vesien sekoittuminen on hyvää ja nikkelin pitoisuusnousut ovat vähäisiä. Talven kerrostumiskauden lopulla havaitaan purkuputkivaihtoehtojen PVE2a–b lähisyvänteissä ainepitoisuuden nousua, mutta etenkin vertailuvaihtoehdossa 2d myös

Copyright © AFRY Finland Oy

talviaika vastaa pitkälti kesäajan tilannetta. Pienemmän nikkelikuormituksen takia talven pitoisuusnousut jäävät todennäköisesti jonkin verran mallinnettuja nousuja pienemmiksi, eli Viinijärveen kohdistuvat vaikutukset ovat lievempiä kuin vaihtoehdon VE2b mukaisessa kuormitustilanteessa.

Muut aineet

Muiden aineiden laskenta on kuvattu luvussa 10.1. Laskettujen ainepitoisuuksien voidaan olettaa vastaavan ensisijaisesti kokonaispitoisuuksia. Tarkastelun perustana on hankevaihtoehdon **VE2b mukainen kuormitus**, joka muodostaa kokonaisuutena suurimmat vaikutukset purkuvesistössä.

Arseenin keskimääräiset pitoisuuslisäykset ovat Viinijärvessä pääsääntöisesti pieniä (Taulukko 10-27). Taulukossa on esitetty ainoastaan ne pisteet, joissa jonkin putkivaihtoehdon aiheuttama pitoisuuslisäys on yli 0,1 µg/l. Suurin keskimääräinen pitoisuuslisäys 3,2–3,8 µg/l havaitaan purkuputkivaihtoehdossa PVE2a talvella alusvedessä. Vaihtoehdossa PVE2b pitoisuuslisäykset ovat hieman vaihtoehtoa PVE2a pienempiä ja kaikkein pienimmät lisäykset havaitaan vertailuvaihtoehdossa 2d. Arseenin leviäminen ja pitoisuudet noudattelevat mallinnuksessa havaittua sulfaatin ja nikkelin käyttäytymistä: purkuvettä kertyy talven kerrostumiskaudella putken lähimpiin syvänteisiin, ja tällöin pitoisuudet nousevat suurimmiksi. Kevään täyskierron myötä pitoisuuserot tasoittuvat ja avovesikaudella purkuveden sekoittuminen on hyvää.

Taulukko 10-27. Viinijärven keskimääräiset laskennalliset arseenin pitoisuuslisäykset (µg/l) eri tulostuspisteillä purkuputkivaihtoehdoissa VE2a–d.

		Talvi 2023				Kesä 2024			
Piste	Syvyys	2a	2b	2c	2d	2a	2b	2c	2d
Ms2	pinta	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Ms2	pohja	3,8	0,1	0,1	0,1	0,9	0,2	0,1	0,2
Ms6	pinta	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Ms6	pohja	3,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2
Ms3_1	pinta	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Ms3_1	pohja	0,1	2,9	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
Ms7	pinta	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Ms7	pohja	0,1	2,0	0,6	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
Ms8	pinta	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Ms8	pohja	0,1	0,2	1,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Ms9	pinta	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Ms9	pohja	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1

Arseenin pitoisuudet ovat nykyisin Viinijärvessä tasoa 0,2–0,3 µg/l lukuun ottamatta tarkkailupisteen 7 alusvettä, jossa arseenin pitoisuus on ajoittain kohonnut enintään tasolle 0,7 µg/l. Arseenin keskipitoisuus asettuu purkuputkivaihtoehtojen toteutuessa päällysvedessä tasolla ≤0,5 µg/l. Alusvedessä keskipitoisuudet ovat enintään tasoa 4 µg/l (vaihtoehto PVE2a), mutta useimmiten lähellä päällysveden tasoa. Arseenille ei ole asetettu laatunormia, mutta Ruotsissa hyvän fysikaalis-kemiallisen tilan raja-arvo ainepitoisuuden lisäykselle on vuosikeskiarvo 0,5 µg/l. Tämä arvo voi ylittyä

Copyright © AFRY Finland Oy

purkupaikkavaihtoehdoissa PVE2a–b lähisyvänteiden alusvedessä. Hetkellisen maksimipitoisuuslisäyksen raja-arvo on Ruotsissa 7,9 µg/l. Purkuputkesta tulevan veden keskimääräinen arseenipitoisuus on 76 µg/l, mutta purkuvesi laimenee kaikissa tilanteissa järvisyvänteeseen tullessaan. Mallinnustulosten perusteella voidaan arvioida, että etenkin putkivaihtoehdoissa PVE2a–b talvella alusvedessä voidaan havaita hetkellisesti tasoa 4 µg/l suurempia pitoisuuksia, ja maksimipitoisuuslisäyksen raja-arvon ylittyminen on todennäköistä. Vertailuvaihtoehdossa 2d ylityksiä voidaan pitää epätodennäköisenä, mutta vaihtoehdossa PVE2c ylitysten mahdollisuutta ei voida täysin sulkea pois.

Edellä esitetty arseenin vaikutusarviointi koskee hankevaihtoehdon VE2b mukaista kuormitusta. Purkuputken kautta tuleva kuormitus on vaihtoehdoissa VE1 noin 40 % hankevaihtoehtoa VE2b suurempi. Hankevaihtoehdossa VE2a kuormitus vastaa vaihtoehtoa VE2b, ja vaihtoehdossa VE3 kuormitus jää vaihtoehtoa VE3 pienemmäksi. Vaihtoehdon VE2a vaikutukset ovat edellä esitetyn vaikutusarvioinnin mukaiset, ja vaihtoehdossa VE3 vaikutukset jäävät hieman lievemmiksi. Vaihtoehdossa VE1 kuormituksen johtaminen Viinijärveen aiheuttaa pääsääntöisesti samankaltaisia vaikutuksia kuin aiemmin on kuvattu. Avovesikaudella vesien sekoittuminen on hyvää ja arseenin pitoisuusnousut ovat vähäisiä. Talven kerrostumiskauden lopulla havaitaan purkuputkivaihtoehtojen PVE2a–b lähisyvänteissä ainepitoisuuden nousua, mutta etenkin vertailuvaihtoehdossa 2d myös talviaika vastaa pitkälti kesäajan tilannetta. Kuormitustilanteessa VE1 purkuputken lähisyvänteiden alusveden pitoisuudet ovat todennäköisesti jonkin verran suurempia kuin kuormitustilanteen VE2b vaikutusarviossa on esitetty. Mikäli pitoisuuslisät kasvaisivat suoraan kuormituksen määrän suhteessa, putkivaihtoehdon PVE2a lähisyvänteen (Ms2) keskimääräinen arseenipitoisuus nousisi 4,5 µg/l. Tällöin voidaan arvioida, että kuormitustilanteessa VE1 putkivaihtoehdoissa PVE2a–b talvella alusvedessä voidaan havaita hetkellisesti Ruotsin hetkellisen pitoisuuslisäyksen raja-arvon 7,9 µg/l ylityksiä, ja pitoisuusnousun vuosikeskiarvon 0,5 µg/l ylittyminen on todennäköistä. Vertailuvaihtoehdossa 2d ylitykset ovat epätodennäköisiä, mutta vaihtoehdossa PVE2c ylitysten mahdollisuutta ei voida sulkea pois.

Elohopean kuormitus on kaikissa hankevaihtoehdoissa <0,01 kg/v. Purkuputken toiminta ei siten aiheuta voimassa olevan elohopean laatunormin ylittymistä Viinijärvessä.

Kadmiumin keskimääräiset pitoisuuslisäykset ovat kaikilla tulostuspisteillä <0,01 µg/l. Vuonoksen kadmiumin vuosikuormitus on keskimäärin 0,04 kg hankevaihtoehdossa VE2b. Viinijärven liukoisen kadmiumin pitoisuudet ovat jaksolla 2021–25 tarkkailupisteen syvännettä 7 lukuun ottamatta olleet tasoa 0,005–0,01 µg/l. Purkuputken kautta tuleva kadmium ei käytännössä muuta Viinijärven kadmiumpitoisuutta, eivätkä asetuksen 1022/2006 mukaiset vuositason tai hetkellisen pitoisuuden laatunormit ylity kuormituksen takia.

Edellä esitetty kadmiumin vaikutusarviointi koskee hankevaihtoehdon VE2b mukaista kuormitusta. Kadmiumin kuormitus on kaikissa hankevaihtoehdoissa lähes sama, eli myös vaihtoehtojen VE1, VE2a ja VE3 vaikutukset ovat samat kuin vaihtoehdossa VE2b.

Kuparin keskimääräiset pitoisuuslisäykset ovat lähes kaikilla tulostuspisteillä <0,01 µg/l. Vuonoksen kuparin vuosikuormitus on keskimäärin 0,8 kg hankevaihtoehdossa VE2b. Viinijärven kuparipitoisuudet ovat olleet jaksolla 2021–25 tasoa 1–3 µg/l. Viinijärven kuparipitoisuus ei käytännössä muutu purkuputken kuormituksen takia. Viinijärven päällysveden keskimääräinen pH on 6,8, liukoisen kalsiumin pitoisuus 6,5 mg/l ja DOC 8,4 mg/l. Mikäli kuparipitoisuudet oletetaan 100-prosenttisesti liukoisiksi, em. oletusarvoilla

Copyright © AFRY Finland Oy

laskettuna Bio-met-työkalu (v. 5.1) määrittää biosaatavaksi kuparipitoisuudeksi <0,1 µg/l eli biosaatavalle kuparille ehdotettu vuositason laatunormi 1,1 µg/l ei ylity.

Edellä esitetty kuparin vaikutusarviointi koskee hankevaihtoehdon VE2b mukaista kuormitusta. Kuparin kuormitus on kaikissa hankevaihtoehdoissa käytännössä sama, eli myös vaihtoehtojen VE1, VE2a ja VE3 vaikutukset ovat samat kuin vaihtoehdossa VE2b.

Lyijyn kuormitus on kaikissa hankevaihtoehdoissa 0,04 kg/v eli sama kuin kadmiumin kuormitus vaihtoehdossa VE2b. Lyijyn pitoisuuslisäykset muodostuvat siten kadmiumin pitoisuuslisäyksiä vastaaviksi. Tarkkailutulosten perusteella Viinijärven lyijypitoisuudet ovat <0,1 µg/l eikä purkuputken kuormitus käytännössä vaikuta lyijyn määrään järvessä. Toiminta ei aiheuta voimassa olevien lyijyn laatunormien ylittymistä järvessä.

Raudan keskimääräiset pitoisuuslisäykset ovat keskimäärin pieniä (Taulukko 10-28). Suurin keskimääräinen pitoisuuslisäys 35–41 µg/l havaitaan purkuputkivaihtoehdossa PVE2a talvella alusvedessä. Vaihtoehdossa PVE2b pitoisuuslisäykset ovat hieman vaihtoehtoa PVE2a pienempiä ja kaikkein pienimmät lisäykset havaitaan vertailuvaihtoehdossa 2d. Raudan leviäminen ja pitoisuudet noudattelevat mallinnuksessa havaittua sulfaatin ja nikkelin käyttäytymistä: purkuvettä kertyy talven kerrostumiskaudella putken lähimpiin syvänteisiin, ja tällöin pitoisuudet nousevat suurimmiksi. Kevään täyskierron myötä pitoisuuserot tasoittuvat ja avovesikaudella purkuveden sekoittuminen on hyvää.

Taulukko 10-28. Viinijärven keskimääräiset laskennalliset raudan pitoisuuslisäykset (µg/l) eri tulostuspisteillä purkuputkivaihtoehdoissa VE2a–d.

		Talvi 2023				Kesä 2024			
Piste	**Syvyys**	**2a**	**2b**	**2c**	**2d**	**2a**	**2b**	**2c**	**2d**
Viinijarvi_7	pinta	1	1	1	1	2	1	1	2
Viinijarvi_7	pohja	1	1	1	1	2	1	1	2
Ms1	pinta	1	1	1	1	2	1	1	2
Ms1	pohja	1	1	1	1	2	1	1	2
Ms2	pinta	1	1	1	1	2	1	1	2
Ms2	pohja	41	1	1	1	9	2	1	2
Ms6	pinta	1	1	1	1	2	1	1	2
Ms6	pohja	35	1	1	1	3	2	1	2
Ms3_1	pinta	1	1	1	2	2	1	1	2
Ms3_1	pohja	1	32	3	1	2	2	2	2
Ms3	pinta	1	1	1	1	1	1	1	1
Ms3	pohja	1	1	1	1	1	2	2	1
Ms7	pinta	1	1	1	1	2	1	1	1
Ms7	pohja	1	22	6	1	2	2	2	2
Ms8	pinta	1	1	1	1	1	1	1	1
Ms8	pohja	1	2	11	1	1	2	2	1
Ms9	pinta	1	1	1	1	1	1	1	1
Ms9	pohja	1	1	2	1	1	2	2	1
Vj214	pinta	1	1	1	1	1	1	1	1
Vj214	pohja	1	1	1	1	1	1	1	1

Copyright © AFRY Finland Oy

		Talvi 2023				Kesä 2024			
Piste	Syvyys	2a	2b	2c	2d	2a	2b	2c	2d
Tjoki	pinta	1	1	1	1	1	1	1	1

Raudan pitoisuudet ovat nykyisin Viinijärvessä keskimäärin tasoa 400–500 µg/l, mutta vaihteluväli on suuri, 310–1500 µg/l. Raudan pitoisuuksien kohoaminen liittyy pääsääntöisesti alusveden happitilanteen heikkenemiseen talvikerrostuneisuuden aikana, jolloin rautaa vapautuu alusveteen. Purkuveden keskimääräinen rautapitoisuus on tasoa 830 µg/l. Mallinnustulosten perusteella voidaan arvioida, että etenkin putkivaihtoehdoissa PVE2a–b talvella lähisyvänteiden alusvedessä voidaan havaita hetkellisesti rautapitoisuuden nousua, mutta kokonaisuutena pitoisuudet jäävät järvessä nykyisin havaittuun vaihteluväliin.

Edellä esitetty raudan vaikutusarviointi koskee hankevaihtoehdon VE2b mukaista kuormitusta. Purkuputken kautta tuleva rautakuormitus on hankevaihtoehdossa VE2a käytännössä samansuuruinen kuin vaihtoehdossa VE2b, eli vaihtoehdon VE2a vaikutukset ovat edellä esitettyjä vastaavat. Rautakuormitus on hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE3 vaihtoehtoa VE2b pienempi, eli raudan pitoisuuslisät ovat hieman vaikutusarvioinnissa esitettyjä pienempiä.

Sinkin keskimääräiset pitoisuuslisäykset ovat lähes kaikilla tulostuspisteillä <0,1 µg/l. Vuonoksen sinkin vuosikuormitus on keskimäärin 14 kg hankevaihtoehdossa VE2b, ja taulukossa 10-29 on esitetty ainoastaan ne pisteet, joissa jonkin putkivaihtoehdon aiheuttama pitoisuuslisäys on vähintään 0,1 µg/l. Viinijärven sinkkipitoisuudet ovat olleet jaksolla 2024–26 Viinijärven keskiosan tarkkailupisteillä tasoa <1–5 µg/l. Viinijärven sinkkipitoisuus ei käytännössä muutu purkuputken kuormituksen takia useimmilla pisteillä. Suurimmillaan sinkin keskipitoisuus voisi olla tasoa 6 µg/l purkuputkivaihtoehdoissa PVE2a–b talvella purkupaikan lähisyvänteen alusvedessä. Pitoisuus alittaa sinkille ehdotetun, biosaatavan sinkin vuositason laatunormin 14,4 µg/l.

Taulukko 10-29. Viinijärven keskimääräiset laskennalliset sinkin pitoisuuslisäykset (µg/l) eri tulostuspisteillä purkuputkivaihtoehdoissa VE2a–d.

		Talvi 2023				Kesä 2024			
Piste	Syvyys	2a	2b	2c	2d	2a	2b	2c	2d
Ms2	pinta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ms2	pohja	0,9	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Ms6	pinta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ms6	pohja	0,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Ms3_1	pinta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ms3_1	pohja	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Ms7	pinta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ms7	pohja	0,0	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ms8	pinta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ms8	pohja	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Copyright © AFRY Finland Oy

Sinkin leviäminen ja pitoisuudet noudattelevat mallinnuksessa havaittua sulfaatin ja nikkelin käyttäytymistä: purkuvettä kertyy talven kerrostumiskaudella putken lähimpiin syvänteisiin, ja tällöin pitoisuudet nousevat suurimmiksi. Kevään täyskierron myötä pitoisuuserot tasoittuvat ja avovesikaudella purkuveden sekoittuminen on hyvää. Purkuveden sinkkipitoisuus on 19 µg/l. On todennäköistä, että lähimpien syvänteiden alusveden sinkkipitoisuus nousee hetkellisesti talven kerrostumiskaudella arvioitua keskipitoisuutta suuremmaksi, mutta syvänteen pitoisuus jää kuitenkin muun alusveden aiheuttaman laimenemisen takia purkuputken pitoisuustasoa pienemmäksi.

Edellä esitetty sinkin vaikutusarviointi koskee hankevaihtoehdon VE2b mukaista kuormitusta. Purkuputken kautta tuleva sinkkikuormitus on hankevaihtoehdossa VE1 käytännössä samansuuruinen kuin vaihtoehdossa VE2b, eli vaihtoehdon VE1 vaikutukset ovat edellä esitettyjä vastaavat. Sinkkikuormitus on hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE3 vaihtoehtoa VE2b pienempi, eli sinkin pitoisuuslisät ovat hieman vaikutusarvioinnissa esitettyjä pienempiä.

Ravinteet

Ravinnepitoisuuksien laskenta on kuvattu luvussa 10.1. Tarkastelun perustana on hankevaihtoehdon **VE2b mukainen kuormitus**, joka muodostaa kokonaisuutena suurimmat vaikutukset purkuvesistössä.

Purkuputken aiheuttama fosforikuormitus on 10 kg/a, ja sen aiheuttamat pitoisuuslisäykset ovat vähäisiä. Taulukossa 10-30 on esitetty ainoastaan ne pisteet, joissa jonkin putkivaihtoehdon aiheuttama pitoisuuslisäys on vähintään 0,1 µg/l. Käytännössä alle 1 µg/l pitoisuuslisäykset eivät ole vesistötarkkailun menetelmin havaittavissa, sillä luontainen ajallinen pitoisuusvaihtelu peittää muutoksen kokonaan alleen. Suurin keskimääräinen fosforin pitoisuuslisäys 0,7 µg/l (Ms2 pohja) havaitaan talvella purkuputkivaihtoehdossa PVE2a aivan putken suun tuntumassa. Sulfaatin ja nikkelin mallinnustuloksista voidaan päätellä, että todennäköisesti myös fosforin määrä hieman kohoaa purkuputken suun läheisissä syvänteissä talviaikaan vaihtoehdoissa PVE2a–c, mutta kesäaikaan nousua ei käytännössä havaita. Purkuputkesta tulevan veden fosforin keskipitoisuus on 14 µg/l, eli pitoisuus on verrattavissa Viinijärvessä jaksolla 2021–25 havaittuihin fosforin keskipitoisuuksiin 13–18 µg/l. Purkuveden hetkellinen kertyminen talviaikana alusveteen ei siten aiheuta merkittävää fosforipitoisuuden nousua, ja täyskierron aikana pitoisuuserot tasaantuvat. Purkuveden ei arvioida aiheuttavan muutosta Viinijärven fosforitasoon.

Taulukko 10-30. Viinijärven keskimääräiset laskennalliset fosforin pitoisuuslisäykset (µg/l) eri tulostuspisteillä purkuputkivaihtoehdoissa VE2a–d.

		Talvi 2023				Kesä 2024			
Piste	**Syvyys**	**2a**	**2b**	**2c**	**2d**	**2a**	**2b**	**2c**	**2d**
Ms2	pinta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ms2	pohja	0,7	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Ms6	pinta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ms6	pohja	0,6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Ms3_1	pinta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ms3_1	pohja	0,0	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ms7	pinta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Copyright © AFRY Finland Oy

		Talvi 2023				Kesä 2024			
Piste	Syvyys	2a	2b	2c	2d	2a	2b	2c	2d
Ms7	pohja	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ms8	pinta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ms8	pohja	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Viinijärven länsiosan vesimuodostuman keskimääräinen fosforipitoisuus oli vesienhoidon kolmannella kaudella 15,57 µg/l ja alustava fosforipitoisuus neljännellä luokittelukierroksella 16,813 µg/l. Fosforin pitoisuuslisäys päällysvedessä on keskimäärin 0,01–0,02 µg/l, eli fosforipitoisuus ei oleellisesti muutu purkuvesien takia. Suuret vähähumuksiset järvet -pintavesityypissä hyvän tilaluokan rajat ovat 15–25 µg/l, eli fosforin laatutekijän tila säilyy hyvänä. Purkuputken aiheuttama fosforikuormitus ei myöskään aiheuta rehevöitymistä missään osassa järveä.

Purkuputken aiheuttama typpikuormitus on 751 kg/a ja purkuveden keskipitoisuus on 1040 µg/l. Kuormituksen aiheuttamat pitoisuuslisäykset ovat keskimäärin vähäisiä. Taulukossa 10-31 on esitetty ainoastaan ne pisteet, joissa jonkin putkivaihtoehdon aiheuttama pitoisuuslisäys on >2 µg/l. Käytännössä pienimmät keskimääräiset pitoisuuslisäykset eivät ole vesistötarkkailun menetelmin havaittavissa, sillä luontainen ajallinen pitoisuusvaihtelu peittää muutoksen kokonaan alleen. Suurin keskimääräinen typen pitoisuuslisäys 52 µg/l (Ms2 pohja) havaitaan talvella purkuputkivaihtoehdossa PVE2a aivan putken suun tuntumassa.

Taulukko 10-31. Viinijärven keskimääräiset laskennalliset typen pitoisuuslisäykset (µg/l) eri tulostuspisteillä purkuputkivaihtoehdoissa VE2a–d.

		Talvi 2023				Kesä 2024			
Piste	Syvyys	2a	2b	2c	2d	2a	2b	2c	2d
Ms2	pinta	1	1	1	1	2	2	2	2
Ms2	pohja	52	1	1	1	12	2	2	2
Ms6	pinta	1	1	1	2	2	2	2	2
Ms6	pohja	44	1	1	1	4	2	2	2
Ms3_1	pinta	1	1	1	2	2	2	2	2
Ms3_1	pohja	1	40	4	1	2	3	2	2
Ms7	pinta	1	1	1	2	2	2	2	2
Ms7	pohja	1	28	8	1	2	2	2	2
Ms8	pinta	1	1	1	2	2	2	2	2
Ms8	pohja	1	2	14	1	2	2	2	2

Viinijärven kokonaistypen pitoisuudet olivat jaksolla 2021–25 keskimäärin tasoa 400–500 µg/l pisteen Viinijärvi 7 alusvettä lukuun ottamatta, jossa keskipitoisuus oli Horsmanahon kuormituksen takia 786 µg/l. Purkuvesi voi kertyä mallinnustulosten perusteella erityisesti putkivaihtoehdoissa PVE2a ja PVE2b lähimpiin syvänteisiin, joten näillä alueilla voidaan havaita kerrostumiskauden lopulla typpipitoisuuden nousua, mutta pitoisuuserot tasoittuvat täyskierron myötä. Viinijärven keskiosassa, Suuren-Kulkevaisin ympäristössä, happipitoisuudet olivat maaliskuussa 2026 heikkoja (<10 % kyllästeisyys),

Copyright © AFRY Finland Oy

mutta tarkkailutietoa ei ole saatavilla pitemmältä ajalta. Vuosina 1993–2007 pisteiltä Viinijärvi 119 (6962719–614102) ja 120 (6962204–616588) otetuissa näytteissä helmi-maaliskuun happitilanne oli ajoittain myös heikko, mutta happipitoisuuksissa oli myös vuosittaista vaihtelua. Teoriassa purkuveden sisältämän ammoniumtypen kertyminen alusveteen, ja sen hapettuminen voisi heikentää alusveden happitilannetta entisestään (viite). Kokonaistypen keskimääräinen nousu on mallinnustulosten perusteella pohjan lähellä enimmilläänkin 52 µg/l, ja arvion mukaan ammoniumtypen osuus on noin puolet kokonaistypen määrästä. Hetkellisesti purkuputken lähisyvänteiden kokonaistypen lisäyksissä voi esiintyä vaihtelua, mutta kokonaisuutena arvioiden ammoniumtypen määrän pieni lisäys ei aiheuta merkittäviä muutoksia syvänteiden happitilanteessa. Muissa purkuputkivaihtoehdoissa talviaikainen typen kertyminen jää vaihtoehtoa PVE2a vähäisemmäksi, ja vertailuvaihtoehdossa 2d typen määrän nousua ei tapahdu juuri lainkaan. Typen pitoisuuslisäykset eivät aiheuta merkittäviä muutoksia Viinijärven rehevyyteen.

Viinijärven länsiosan vesimuodostuman keskimääräinen typpipitoisuus oli vesienhoidon kolmannella kaudella 418,8 µg/l (hyvä) ja alustava typpipitoisuus neljännellä luokittelukierroksella 380,808 µg/l (erinomainen). Typen pitoisuuslisäys päällysvedessä on keskimäärin 2 µg/l. Suuret vähähumuksiset järvet -pintavesityypissä hyvän tilaluokan rajat ovat 400–500 µg/l ja muodostuma on erinomaisessa tilassa typpipitoisuuden ollessa <400 µg/l. Vuonoksen purkuputken vaikutus koko vesimuodostuman typen tilaluokkaan on siten vähäinen, eikä laatutekijän tila heikkene.

Edellä esitetty ravinteiden vaikutusarviointi koskee hankevaihtoehdon **VE2b** mukaista kuormitusta. Purkuputken kautta tuleva ravinnekuormitus on hankevaihtoehdossa VE1 käytännössä samansuuruinen kuin vaihtoehdossa VE2b, eli vaihtoehdon VE1 vaikutukset ovat edellä esitettyjä vastaavat. Ravinnekuormitus on hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE3 vaihtoehtoa VE2b pienempi, eli ravinteiden pitoisuuslisät ovat hieman vaikutusarvioinnissa esitettyjä pienempiä.

pH, kiintoaines ja happi

Purkuputken kautta Viinijärveen johdettava vesi on lievästi emäksistä kaikissa hankevaihtoehdoissa VE1–VE3. Vesi ei siten aiheuta pH-tason laskua järvessä, ja useimmiten veden sekoittuminen on hyvää, joten pH-taso järvessä ei poikkea nykyisin havaitusta. Talvikerrostuneisuuskauden lopulla voidaan havaita putkivaihtoehtojen PVE2a–b lähisyvänteissä lievää pH-tason nousua, mutta vaikutuksen ei arvioida olevan merkittävä. Purkureittivaihtoehdossa PVE2c ja vertailuvaihtoehdossa 2d pH-tason nousu on hyvin vähäistä. Purkuveden kiintoainepitoisuus ja kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) määrä ovat pieniä, eikä niiden arvioida aiheuttavan vaikutuksia Viinijärvessä aivan välitöntä purkuputken lähialuetta lukuun ottamatta. Purkuveden COD_{Mn}-arvo on järviveden tasoa tai pienempi, joten purkuvedellä ei ole vaikutusta alusveden happipitoisuuteen missään tilanteessa.

Hydrologiset ja morfologiset vaikutukset

Vuonoksen vedet johdetaan putkella Viinijärveen, joten järven vesimäärä lisääntyy purkuveden määrän mukaisesti. Viinijärven tilavuus ja vesimassa ovat kuitenkin niin suuria, että muutoksella ei ole käytännön vaikutusta Viinijärven hydrologiaan. Purkuvesi ei aiheuta lämpökuormitusta järveen, sillä purkuputkeen lähtevä vesi on peräisin ulkona sijaitsevasta altaasta. Rakennusvaiheessa purkuputkella on pienialaista vaikutusta

Copyright © AFRY Finland Oy

Viinijärven pohjan morfologiaan, mutta toiminta-aikana erityisiä morfologiaan kohdistuvia vaikutuksia ei synny. Purkuputken ja diffuusorin toiminta voi aiheuttaa paikallista jääolosuhteiden heikentymistä purkuputken suun lähialueella talviaikana.

Viinijärvestä otetaan nykyisin raakavettä Vuonoksen tehtaan käyttöön. Raakaveden ottomäärä voi nousta, mikäli Outokummun vanhan louhoksen käyttäminen raakaveden lähteenä päättyy. Vedenottomäärän lisääntymisen ei arvioida aiheuttavan merkittäviä vaikutuksia Viinijärvessä.

10.4.2.3 Taipaleenjoki

Viinijärvestä Taipaleenjokeen lähtevän veden ainepitoisuudet on kuvattu luvun 10.4.2.2. taulukoissa (Tjoki). Jokeen lähtevän veden ainepitoisuudet eivät käytännössä muutu nykytilaan verrattuna useimpien aineiden osalta. Sulfaatissa ja nikkelissä havaitaan pieni laskennallinen nousu, mutta laskennan tarkkuus, määritysmenetelmien virhemarginaali ja pitoisuuksien luontainen vuodenaikaisvaihtelu huomioiden vaikutus ei todennäköisesti ole vesistötarkkailun keinoin havaittavissa missään purkuputki- tai hankevaihtoehdossa.

10.4.2.4 Rikastuskemikaalijäämät

Rikastuskemikaaleja käytetään erottamaan haluttu erotettava fraktio jauhetusta kiviaineksesta. Talkin rikastuksessa käytetään alkoholijohdannaista vaahdotetta ja nikkelin rikastuksessa ksantaattia. Luvussa 3.4.5 on esitetty tarkemmin toiminnassa käytettävät kemikaalit.

10.4.2.5 Haitta-aineiden yhteisvaikutukset

Haitta-aineiden yhteisvaikutusten arviointi on haasteellista, eikä ole olemassa yhtä kokonaisvaltaista menetelmää, jolla voitaisiin suoraan arvioida yhtäaikaisesti monista aineista koostuvan kuormituksen vaikutusta tiettyyn vesiekosysteemiin ja sen ainutlaatuisiin ominaisuuksiin. Tutkimustiedon perusteella tiedetään, että haitta-aineiden yhteisvaikutus voi olla yhteenlaskettava (additiivinen), vahvistava (synergistinen) tai vaimentava (antagonistinen). Haitta-aineiden yhteisvaikutus riippuu mm. haitta-aineista, niiden pitoisuustasoista, vaikutuksen kohteena olevasta eliölajista ja altistumisajasta. Tutkimusten mukaan suurin osa metallien yhteisvaikutuksesta on antagonistisia, eli metallien yhteisvaikutus on pienempi kuin niiden yhteen laskettu vaikutus, mutta myös synergistisiä ja additiivisia vaikutuksia on raportoitu. (esim. Norwood ym. 2003, Vijver ym. 2011)

GTK:n julkaiseman kaivoshankkeiden ympäristövaikutusten arviointioppaan (Kauppila 2015) mainitsema menetelmä haitta-aineiden yhteisvaikutusten arviointiin on ns. ”toksinen yksikkö” -menetelmä (toxic unit, TU). Menetelmässä kunkin aineen ennustettu ympäristöpitoisuus jaetaan sen ympäristölaatunormilla. Nämä TU-yksiköt voidaan laskea yhteen, ja jos summa ylittää luvun yksi, haittavaikutuksia voidaan olettaa ilmenevän. Tämä laskentatapa on kuitenkin hyvin pelkistetty, ja se olettaa kaikkien aineiden vaikutukset additiivisiksi. Johtopäätösten tekeminen laskennan tuloksista on epävarmaa, sillä vesistössä toteutuvat vaikutukset riippuvat haitta-ainepitoisuuksien lisäksi monista vesistön fysikaalis-kemiallisista ja biologisista ominaisuuksista.

Vuonosjoki

Haitta-aineiden yhteisvaikutusta arvioitiin TU-laskennan avulla Vuonosjoen Jokipolven kohdalle hankevaihtoehdon VE1 kuormitustilanteessa, jossa useimpien aineiden

Copyright © AFRY Finland Oy

pitoisuuslisät ovat suurimmat. Laskennassa on huomioitu ne alkuaineet ja yhdisteet, joille on olemassa suomalainen tai ruotsalainen ympäristönlaatunormi tai ohjearvo tai ehdotus niistä (luku 10.2). Muita ohjearvoja ei huomioitu, sillä niitä ei ole sovitettu pohjoismaisiin olosuhteisiin. Taustapitoisuutena käytettiin näytepisteen Vuonosjoki 59 jakson 2021–25 keskimääräisiä ainepitoisuuksia, jotka oletettiin 100-prosenttisesti liukoisiksi. Kuparin, nikkelin, lyijyn ja sinkin pitoisuuksista laskettiin biosaatava osuus Bio-met-työkalulla (v. 5.1) käyttäen näytepisteen jakson 2021–25 keskimääräistä pH-arvoa 5,8, DOC-pitoisuutta 21,8 mg/l ja kalsiumpitoisuutta 18,3 mg/l. Vaikutusarvion tulosten perusteella aineille määriteltiin hankevaihtoehdon VE2b aiheuttama pitoisuuslisäys, josta laskettiin myös biosaatava osuus tietyille metalleille em. lähtötietojen avulla.

Vuonosjoen Jokipolven kohdalla laskennallinen TU-arvo on >1, mikä viittaa siihen, että haitallisten yhteisvaikutusten esiintyminen on todennäköistä (Taulukko 10-32). Riskiluku koostuu kuitenkin lähinnä joen nykyisistä ainepitoisuuksista. Hankevaihtoehdoissa VE2–VE3 kuormitus ei merkittävästi poikkea vaihtoehdosta VE1, joten laskelmien tulos on kaikissa hankevaihtoehdoissa samankaltainen.

Taulukko 10-32. Suomalaiset ja ruotsalaiset ympäristönlaatunormit ja ohjearvot, Vuonosjoen keskimääräiset ainepitoisuudet, vaihtoehdon VE1 mukaiset mitattavat ainepitoisuudet (taustapitoisuus + pitoisuuslisä) sekä TU-laskennan tulokset. Arseenin osalta laatunormiin verrataan pitoisuuslisäystä (ei tausta+lisäystä).

Jokipolvi			Laatu-	Tausta	VE1		TU
			normi	pitoisuus	lisäys	tausta+lisä	
As°	liukoinen*	µg/l	0,5	0,4	0,1	-	0,1
Cd	liukoinen	µg/l	0,1	0,03	0,003	0,03	0,3
Cu⁺	biosaatava	µg/l	1,1	0,18	0,02	0,20	0,2
Ni	biosaatava	µg/l	5	3,6	0,1	3,7	0,7
Pb	biosaatava	µg/l	1,7	0,01	0	0,01	0,01
SO4⁺	kokonais	mg/l	42–47	49	3	52	1,1
Zn⁺	biosaatava	µg/l	14,4	5,6	0,4	6,0	0,4
							2,9

**taustapitoisuus vähennetään havaitusta pitoisuudesta ennen vertailua raja-arvoon, eli laatunormi on annettu pitoisuuslisäykselle*

°Havs- och Vattenmyndigheten 2018 *⁺Mehtonen ym. 2023, 2026*

Sysmäjärvi

Haitta-aineiden yhteisvaikutusta arvioitiin TU-laskennan avulla Sysmäjärven tarkkailupisteellä 234 hankevaihtoehdon VE2b kuormitustilanteessa. Laskennassa on huomioitu ne alkuaineet ja yhdisteet, joille on olemassa suomalainen tai ruotsalainen ympäristönlaatunormi tai ohjearvo tai ehdotus niistä (luku 10.2). Muita ohjearvoja ei huomioitu, sillä niitä ei ole sovitettu pohjoismaisiin olosuhteisiin. Taustapitoisuutena käytettiin näytepisteen jakson 2021–25 keskimääräisiä ainepitoisuuksia, jotka oletettiin 100-prosenttisesti liukoisiksi. Kuparin, nikkelin, lyijyn ja sinkin pitoisuuksista laskettiin biosaatava osuus Bio-met-työkalulla (v. 5.1) käyttäen näytepisteen jakson 2021–25 keskimääräistä pH-arvoa 5,3, DOC-pitoisuutta 13,6 mg/l ja kalsiumpitoisuutta 26,8 mg/l. Vaikutusarvion tulosten perusteella aineille määriteltiin hankevaihtoehdon VE2b

Copyright © AFRY Finland Oy

aiheuttama pitoisuuslisäys, josta laskettiin myös biosaatava osuus tietyille metalleille em. lähtötietojen avulla.

Sysmäjärven pisteellä 238 laskennallinen TU-arvo on suuri, mikä viittaa siihen, että haitallisten yhteisvaikutusten esiintyminen on VE2b mukaisella kuormitustasolla todennäköistä (Taulukko 10-33). Riskiluku koostuu kuitenkin lähinnä järven nykyisistä ainepitoisuuksista: suurimman kuormituksen hankevaihtoehto VE2b laskee pisteellä havaittavaa keskimääräistä arseeni- ja sulfaattipitoisuutta, ja nikkeliä lukuun ottamatta metallipitoisuudet eivät nouse vaihtoehdon toteuttamisen takia. Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a ja VE3 kuormitus on joko samaa tasoa tai pienempi kuin vaihtoehdossa VE2b. Sysmäjärvessä aineiden yhteiskuormituksen aiheuttama riski haitallisten vaikutusten ilmenemiselle on siten olemassa sekä nykytilassa että eri hankevaihtoehtojen toteutuessa, mutta hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteutuminen ennemmin laskee riskilukua kuin nostaa sitä.

Taulukko 10-33. Suomalaiset ja ruotsalaiset ympäristönlaatunormit ja ohjearvot, Sysmäjärven pisteen 234 keskimääräiset ainepitoisuudet, vaihtoehdon VE2b mukaisen kuormituksen seurauksena mitattavat ainepitoisuudet (taustapitoisuus + pitoisuuslisä) sekä TU-laskennan tulokset. Arseenin osalta laatunormiin verrataan pitoisuuslisäystä (ei tausta+lisäystä).

Sysmäjärvi 234			Laatu-	Tausta	VE2b		TU
			normi	pitoisuus	lisäys	tausta+lisä	
As°	liukoinen*	µg/l	0,5	1,0	-0,8	-	-1,5
Cd	liukoinen	µg/l	0,1	0,01	0	0,01	0,1
Cu⁺	biosaatava	µg/l	1,1	0,17	0	0,17	0,2
Ni	biosaatava	µg/l	5	3,33	0,65	3,99	0,8
Pb	biosaatava	µg/l	1,7	0,01	0	0,01	0,01
SO4⁺	kokonais	mg/l	42-47	123	-4	119	2,8
Zn⁺	biosaatava	µg/l	14,4	23,7	0	23,7	1,6
							4,0

**taustapitoisuus vähennetään havaitusta pitoisuudesta ennen vertailua raja-arvoon, eli laatunormi on annettu pitoisuuslisäykselle*

°Havs- och Vattenmyndigheten 2018 *⁺Mehtonen ym. 2023, 2026*

Viinijärvi

Haitta-aineiden yhteisvaikutusta arvioitiin TU-laskennan avulla Viinijärven tulostuspisteen Ms2 päällys- ja alusvedessä talviaikana hankevaihtoehdon VE2b kuormitustilanteessa purkuputkivaihtoehdossa PVE2a. Laskennassa on huomioitu ne alkuaineet ja yhdisteet, joille on olemassa suomalainen tai ruotsalainen ympäristönlaatunormi tai ohjearvo tai ehdotus niistä (luku 10.2). Muita ohjearvoja ei huomioitu, sillä niitä ei ole sovitettu pohjoismaisiin olosuhteisiin. Taustapitoisuutena käytettiin joko mallinnettua pitoisuutta nykytilanteessa (VE0) tai Viinijärven keskimääräistä ainepitoisuutta nykytilassa, koska tulostuspisteeltä ei ole tehty kattavaa näytteenottoa. Metallien kokonaispitoisuudet oletettiin 100-prosenttisesti liukoisiksi, mikä saattaa olla lievä yliarvio. Kuparin, nikkelin, lyijyn ja sinkin pitoisuuksista laskettiin biosaatava osuus Bio-met-työkalulla (v. 5.1) käyttäen Viinijärven jakson 2021–25 keskimääräistä pH-arvoa 6,8, DOC-pitoisuutta 6,5 mg/l ja kalsiumpitoisuutta 8,4 mg/l. Vaikutusarvion tulosten perusteella aineille

Copyright © AFRY Finland Oy

määriteltiin hankevaihtoehdon VE2b kuormituksen aiheuttama pitoisuuslisäys, josta laskettiin myös biosaatava osuus tietyille metalleille em. lähtötietojen avulla.

Viinijärven tulostuspisteen Ms2 alusvedessä laskennallinen TU-arvo on suuri, mikä viittaa siihen, että haitallisten yhteisvaikutusten esiintyminen on VE2b mukaisella kuormitustasolla todennäköistä (Taulukko 10-34). Riskiluku koostuu lähinnä arseenista ja toiseksi suurin vaikutus on sulfaatilla. Päällysvedessä lukema on lähellä arvoa 1, eli ylittää juuri raja-arvon, jossa haittavaikutuksia voi ilmetä. Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2a joko sulfaatin tai arseenin määrä on vaihtoehtoa VE2b suurempi, joten näissä vaihtoehdoissa pisteen Ms2 riskiluvuksi tulee myös >1. Vaihtoehdossa VE3 sekä sulfaatin että arseenin kuormitus on vaihtoehtoa VE2b pienempi, eli yhteisvaikutusten ilmenemisen riski on kuormitusvaihtoehtoa VE2b pienempi. Laskenta on tehty suurimman kuormitusvaikutuksen sisältävän purkuputkivaihtoehdon PVE2a kuormitetuimmalle tulostuspisteelle talvikaudelle, joten tulos ei ole yleistettävissä koskemaan koko järviallasta, mutta se antaa käsityksen yhteisvaikutusten ilmenemisen riskistä pinta- ja pohjakerroksen sekä eri hankevaihtoehtojen välillä.

Taulukko 10-34. Suomalaiset ja ruotsalaiset ympäristönlaatunormit ja ohjearvot, Sysmäjärven pisteen 234 keskimääräiset ainepitoisuudet, vaihtoehdon VE2b mukaisen kuormituksen seurauksena mitattavat ainepitoisuudet (taustapitoisuus + pitoisuuslisä) sekä TU-laskennan tulokset. Arseenin osalta laatunormiin verrataan pitoisuuslisäystä (ei tausta+lisäystä).

Ms2 pinta, talvi			Laatu-	Tausta	VE2b		TU
			normi	pitoisuus	lisäys	tausta+lisä	
As°	liukoinen*	µg/l	0,5	0,3	0,1	-	0,2
Cd	liukoinen	µg/l	0,1	0,01	0	0,01	0,1
Cu^+	biosaatava	µg/l	1,1	0,10	0,01	0,11	0,1
Ni	biosaatava	µg/l	5	1,23	0,05	1,28	0,3
Pb	biosaatava	µg/l	1,7	0,01	0	0,01	0,01
$SO4^+$	kokonais	mg/l	42–47	20	-1	19	0,5
Zn^+	biosaatava	µg/l	14,4	1,3	0	1,3	0,1
							1,2

Ms2 pohja, talvi			Laatu-	Tausta	VE2b		TU
			normi	pitoisuus	lisäys	tausta+lisä	
As°	liukoinen*	µg/l	0,5	0,3	3,8	-	7,6
Cd	liukoinen	µg/l	0,1	0,01	0	0,01	0,1
Cu^+	biosaatava	µg/l	1,1	0,10	0,01	0,11	0,1
Ni	biosaatava	µg/l	5	1,2	2,63	3,83	0,8
Pb	biosaatava	µg/l	1,7	0,01	0	0,01	0,01
$SO4^+$	kokonais	mg/l	42–47	18	34	52	1,2
Zn^+	biosaatava	µg/l	14,4	1,3	0,4	1,7	0,1
							9,9

**taustapitoisuus vähennetään havaitusta pitoisuudesta ennen vertailua raja-arvoon, eli laatunormi on annettu pitoisuuslisäykselle*

Copyright © AFRY Finland Oy

°*Havs- och Vattenmyndigheten 2018* [+]*Mehtonen ym. 2023, 2026*

10.4.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Vuonosjoki

Mondon Vuonoksen nykyisten toimintojen sulkeminen ja sen vaikutukset on esitetty sulkemissuunnitelmassa (liite 13). Sulkemisvaiheessa vaikutukset kohdistuvat alueen lähimpiin uomiin, Teyripuroon ja Loukonpuroon.

Sysmäjärvi

Toiminnan päättymisen jälkeen vesien johtaminen tehdasalueelta Lahdenjoen kautta Sysmäjärveen päättyy. Tällöin järveen kohdistuva kuormitus vähenee, ja järven suola-, ravinne- ja metallipitoisuudet todennäköisesti laskevat jonkin verran. Vuonoksen kuormituksen lakattua Sysmäjärven vedenlaatu määräytyy valuma-alueen muun piste- ja haja-kuormituksen kehityksen mukaisesti. Järven hydrologiset olosuhteet palautuvat lähemmäs luonnontilaista, kun sinne ei enää johdeta vesiä toiselta valuma-alueelta. Nykyisin Vuonoksen alueelta tuleva purkuvesi on lievästi emäksistä, ja tarkkailussa on havaittu, että Ruutunjoen suunnalta sekä Lahdenjoen kautta muualta valuma-alueelta tuleva vesi on ajoittain hyvin hapanta. On mahdollista, että Vuonoksen vesien johtamisen päättyminen johtaa järvessä alkaliteetin ja pH-arvojen laskuun, kun happamia vesien vaikutus muuttuu aiempaa määräävämmäksi tekijäksi järvessä.

Viinijärvi

Toiminnan päättymisen jälkeen vesien johtaminen tehdasalueelta purkuputken kautta Viinijärveen päättyy. Tällöin järveen kohdistuva kuormitus vähenee, ja järven suola-, ravinne- ja metallipitoisuudet laskevat. Vuonoksen kuormituksen lakattua Viinijärven vedenlaatu määräytyy valuma-alueen muun piste- ja haja-kuormituksen kehityksen mukaisesti.

10.4.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 ei rakenneta uusia rakenteita. Purkuvesien johtaminen jatkuu nykyisellään Lahdenjoen kautta Sysmäjärveen. Vaihtoehdossa VE0 vesistövaikutukset ovat kuten nykytilassa, ja ne on kuvattu pintavesien nykytilaa kuvaavassa luvussa 10.3.

10.5 Yhteisvaikutukset

10.5.1 Sysmäjärvi

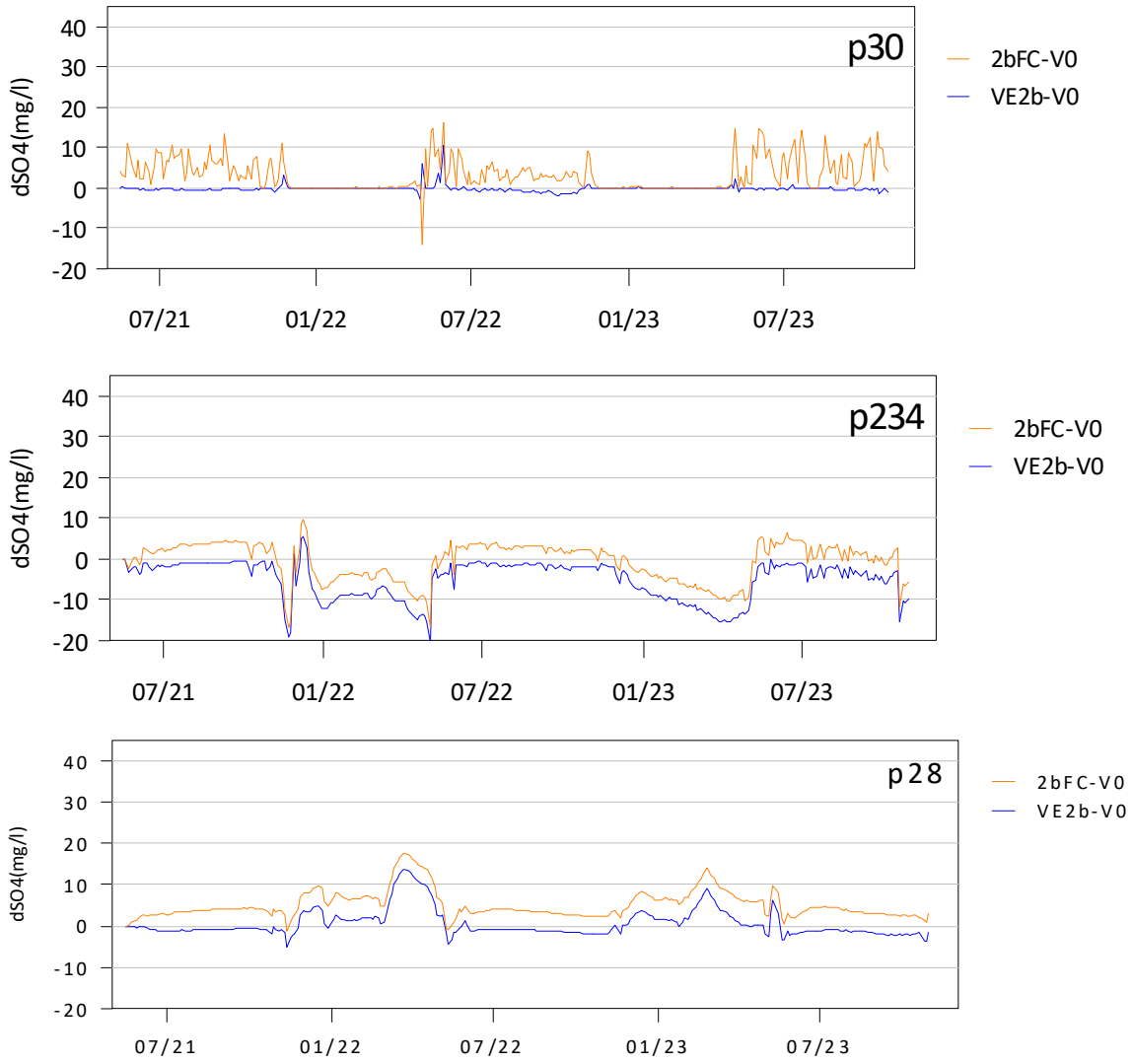
FinnCobalt Oy on hakenut lupaa Hautalammen kaivoshankkeelle, jonka purkuvedet ja toiminta vaikuttavat Ruutunjokeen. Vuonoksen ja Hautalammen mahdollista yhteisvaikutusta on arvioitu mallintamalla Vuonoksen skenaarion VE2b sekä Hautalammen Ruutunjoen kautta tulevan kuormituksen vaikutus Sysmäjärvessä. Mallinnuksen menetelmät ja kuormitus on esitetty luvussa 10.1. Mallinnus on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 6. Mallinnuksessa muu järveen tuleva piste- ja hajakuormitus säilyy nykytasolla, mutta Mondon ja Hautalammen hankkeen kuormitukset muuttuvat. Hautalammen ympäristölupahakemuksen mukaan Ruutunjoen kautta tuleva nikkelin kuormitus nousee keskimäärin 7 kg, sulfaatin 180 tonnia ja typen 1610 kg vuodessa nykytilaan verrattuna. Koboltin kuormitus säilyy nykyisellään ja sinkin kuormitus laskee

Copyright © AFRY Finland Oy

105 kg vuodessa nykytilaan verrattuna. Muista kuormitteista ei ole hakemuksessa esitetty määräarvioita.

Yhteiskuormitustilanteessa (Hautalampi + VE2b) Sysmäjärven sulfaattipitoisuudet nousevat nykytilanteeseen verrattuna kaikissa pisteissä enemmän kuin tilanteessa, jossa ainoastaan Mondon hankevaihtoehto VE2b toteutuu (Kuva 10-58. Sysmäjärven sulfaattipitoisuuden (g/l) nousu nykytilaan verrattuna Mondon hankevaihtoehdon VE2b toteutuessa (VE2b-V0) ja Mondon hankevaihtoehdon sekä Hautalammen hankkeen toteutuessa (2bFC-V0) Ruutunjoen edustalla (p30), Lahdenjoen edustalla (p234) ja järven eteläosan syvänteessä (p28).

Suurimmat pitoisuusnousut keskittyvät Ruutunjoen suualueen läheisyyteen. Lahdenjoen suulla (p234) sulfaatin määrä laskee sekä hankevaihtoehdossa VE2b että yhteiskuormitustilanteessa nykytilanteeseen verrattuna (Taulukko 10-35). Muilla tulostuspisteillä yhteiskuormitustilanne nostaa sulfaatin keskipitoisuudet hieman suuremmiksi kuin nykytilanteessa (VE0) havaittavat pitoisuudet.



Kuva 10-58. Sysmäjärven sulfaattipitoisuuden (g/l) nousu nykytilaan verrattuna Mondon hankevaihtoehdon VE2b toteutuessa (VE2b-V0) ja Mondon hankevaihtoehdon sekä Hautalammen hankkeen toteutuessa (2bFC-V0) Ruutunjoen edustalla (p30), Lahdenjoen edustalla (p234) ja järven eteläosan syvänteessä (p28).

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-35. Sysmäjärven sulfaatin keskipitoisuudet (mg/l) nykytilanteessa (VE0), Mondon hankevaihtoehdon VE2b toteutuessa sekä yhteiskuormitustilanteessa (VE2b+Hautalammen hanke, VE2BFC) sekä sulfaattipitoisuuden keskimääräinen lisäys nykytilaan (VE0) verrattuna Mondon hankevaihtoehdon VE2b toteutuessa ja yhteiskuormitustilanteen toteutuessa (VE2b+Hautalammen hanke, VE2BFC).

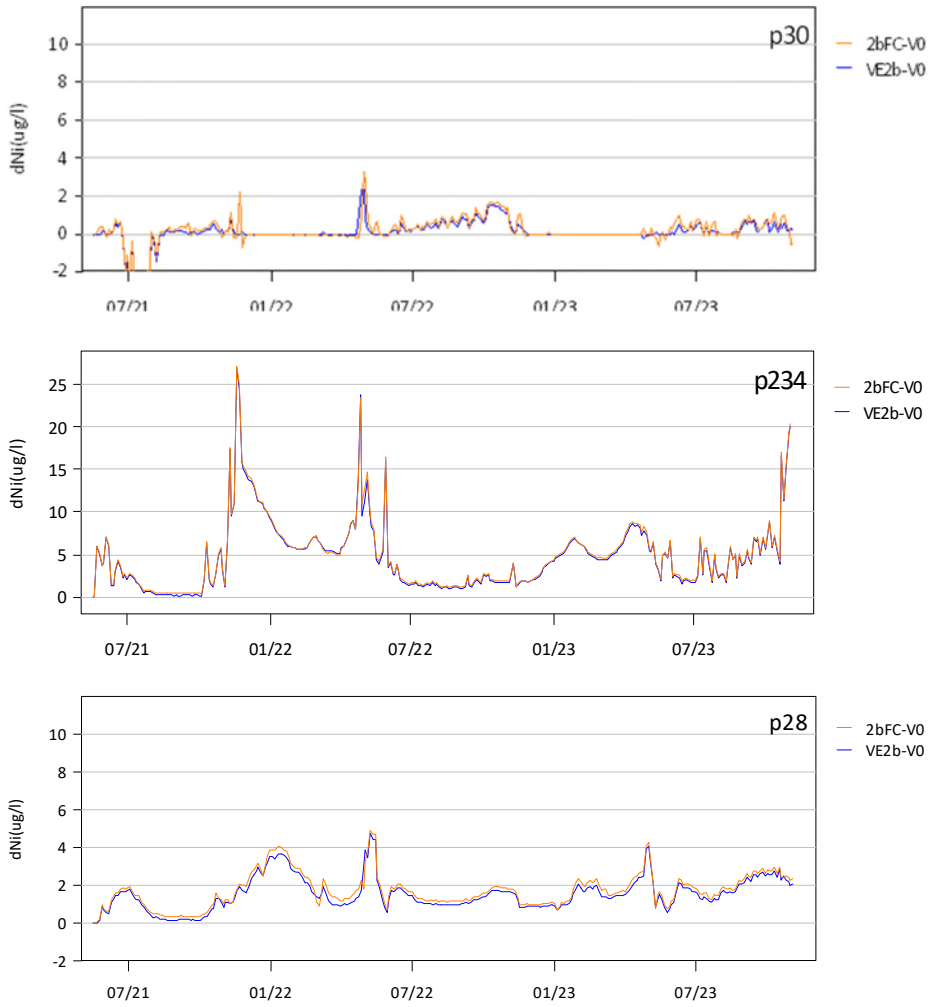
	Keskipitoisuudet			Keskipitoisuuslisäykset	
	VE0	VE2b	VE2BFC	VE2b	VE2BFC
p30	92	92	95	0	3
p234	159	154	158	-5	-1
p105	143	141	146	-2	2
p28	128	128	133	1	5
pOut	130	128	133	-1	3

Kokonaisuutena arvioiden yhteiskuormitustilanteen vaikutus Sysmäjärvestä havaittaviin sulfaattipitoisuuksiin on hyvin samankaltainen kuin pelkästään hankevaihtoehdon VE2b toteutumisen vaikutus (luku 10.4.2.3). Järven sekoittumisolosuhteet säilyvät nykytilannetta vastaavina myös yhteiskuormitustilanteessa, eli kesäaikaan vedet sekoittuvat hyvin ja talviaikana havaitaan pitoisuusnousua järven koillisosassa. Samaten syvyyssuuntainen sekoittuminen vastaa nykyistä, ja on todennäköistä, että järven eteläosan syvänteessä havaitaan ajoittain pitoisuuseroja eri vesikerrosten välillä. Yhteiskuormitustilanteessa Sysmäjärven sulfaattipitoisuudet ylittävät sulfaatille ehdotetun vuositason laatunormin tason ja myös hetkelliselle maksimipitoisuudelle esitetty laatunormi voi ylittyä.

Yhteiskuormitustilanne voi toteutua myös Hautalammen hankkeen ja Mondon hankevaihtoehtojen VE0, VE1, VE2a ja VE3 kanssa. Suurimmillaan yhteiskuormitus on hankevaihtoehdon VE0 ja Hautalammen toteutuessa. Pienimmillään kuormitus on Hautalammen ja vaihtoehdon VE3 toteutuessa. Mondon hankevaihtoehtojen VE0 ja VE2b välinen sulfaatin kuormitusero oli 103 t/v, ja muutos aiheutti keskimäärin vain 1–3 mg/l eron eri tulostuspisteillä mallinnetuissa sulfaattipitoisuuksissa. Hautalammen hanke aiheuttaa järveen keskimäärin 180 t/v lisäyksen sulfaatin määrässä. Mondon skenaarioiden VE0, VE1, VE2a ja VE3 ja Hautalammen yhteiskuormitus aiheuttaa siten todennäköisesti vain suhteellisen vähäisen muutoksen järven sulfaattipitoisuuksissa nykytilanteeseen verrattuna. Myös em. yhteiskuormitustilanteissa Sysmäjärven sulfaattipitoisuudet ylittävät sulfaatille ehdotetun vuositason laatunormin tason ja myös hetkelliselle maksimipitoisuudelle esitetty laatunormi voi ylittyä.

Yhteiskuormitustilanteessa (Hautalampi + VE2b) Sysmäjärven nikkelipitoisuudet nousevat käytännössä yhtä paljon kuin tilanteessa, jossa vain hankevaihtoehto VE2b toteutuu (Kuva 10-59). Hautalammen hankkeen aiheuttama nikkelipitoisuuden nousu on keskimäärin 0,1–0,2 µg/l. Yhteiskuormituksen vaikutukset vastaavat käytännössä hankevaihtoehdon VE2b vaikutuksia (luku 10.4.2.3).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-59. Sysmäjärven nikkelipitoisuuden (µg/l) nousu nykytilaan verrattuna Mondon hankevaihtoehdon VE2b toteutuessa (VE2b–V0) ja Mondon hankevaihtoehdon sekä Hautalammen hankkeen toteutuessa (2BFC–V0) Ruutunjoen edustalla (p30), Lahdenjoen edustalla (p234) ja järven eteläosan syvänteessä (p28).

Nikkelin yhteiskuormitustilanne voi toteutua myös Hautalammen hankkeen ja Mondon hankevaihtoehtojen VE0, VE1, VE2a ja VE3 kanssa. Hautalammen hankkeen aiheuttama nikkelin kuormituksen lisäys Sysmäjärvessä on keskimäärin 7 kg/a, jolloin yhteisvaikutus muodostuu kaikissa em. tilanteissa pieneksi. Yhteisvaikutukset vastaavat hankevaihtoehtojen VE0, VE1, VE2a ja VE3 vaikutuksia (luku 10.4.2.3).

Hautalammen hankkeen muut merkittävät kuormitteet ovat sinkki ja typpi. Aineiden pitoisuuslaskenta on esitetty luvussa 10.1. Laskenta kuvaa hankevaihtoehdon VE2b ja yhteiskuormitustilanteen aiheuttamaa keskimääräistä ainepitoisuuden nousua Sysmäjärven eri osissa, ja laskennan tuloksena on esitetty eri vaihtoehdoissa järven eri pisteiltä mitattavat keskipitoisuudet. Hautalammen hankkeessa on tarkoitus vähentää Keretin alueelta lähtevää kuormitusta. Tämä laskee Ruutunjoen kautta tulevaa sinkin kuormitusta nykytilanteeseen nähden, mikä näkyy yhteiskuormitustilanteessa sinkin pitoisuuksien laskuna Sysmäjärvessä (Taulukko 10-36). Sysmäjärven kuormitusselvityksen (Ramboll Finland Oy 2024) mukaan Keretin alue on nykyisin järven sinkkikuormituksen päälähde, ja Mondon eri hankevaihtoehtojen (VE0, VE1, VE2a ja VE3) kuormitus eri vaihtoehdoissa on vähemmän merkityksellinen Ruutunjoesta ja muilta valuma-alueilta tulevaan kuormitukseen verrattuna. Pienimmillään järveen kohdistuva

Copyright © AFRY Finland Oy

kuormitus olisi vaihtoehdon VE3 ja Hautalammen hankkeen yhteiskuormitustilanteessa. Tässä tilanteessa sinkin pitoisuuksien lasku on koko järven tasolla todennäköisesti lähellä Hautalammen hankkeen aiheuttamia sinkin pitoisuusvähennyksiä (keskimäärin 2–3 µg/l), sillä hankevaihtoehdon VE3 oman vaikutusarvion mukaan Mondon kuormituksen vähennys olisi todennäköisesti havaittavissa lähinnä pisteellä 234 pitoisuuksien pienenä laskuna. Nykytilanteessa sinkin pitoisuudet ovat Sysmäjärvessä koholla, ja biosaatavalle sinkille ehdotettu vuositason laatunormi 14,4 µg/l on ylittynyt järvessä toistuvasti jaksolla 2021–2025. Tilanne säilyy samana myös kaikissa Mondon hankevaihtoehtojen ja Hautalammen hankkeen yhteiskuormitustilanteissa.

Taulukko 10-36. Sysmäjärven keskimääräiset metallipitoisuudet hankevaihtoehdossa VE2b sekä yhteiskuormitustilanteessa (VE2b + Hautalammen hanke).

		Zn kok µg/l	N kok µg/l
Sysmäjärvi 234	**VE2b**	74	919
	VE2BFC	71	958
Sysmäjärvi 28, pinta	**VE2b**	94	815
	VE2BFC	92	854
Sysmäjärvi 28, pohja	**VE2b**	107	1217
	VE2BFC	105	1256
Sysmäjärvi 30	**VE2b**	103	669
	VE2BFC	101	708

Hautalammen hankkeen ja Mondon hankevaihtoehdon VE2b yhteiskuormitustilanteessa Sysmäjärvestä mitattavat keskimääräiset kokonaistyppipitoisuudet kasvavat kaikilla tarkkailupisteillä (Taulukko 10-36). Vuonoksen typpikuormitus laskee hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 vaihtoehtoon VE0 verrattuna, mutta Hautalammen hanke nostaa typen määrää järvessä 1610 kg/a. Vesienhoidon neljännen kauden alustavan luokittelun mukaan Sysmäjärven typen tila on hyvä (ka 603,381 µg/l, luokkarajat 600–750 µg/l). Yhteiskuormitustilanteessa typen määrä nousee keskimäärin 39 µg/l. Typen määrä asettuisi yhteiskuormitustilanteessa siten koko vesimuodostaman tasolla pitoisuuteen 642 µg/l eli typen tilaluokka ei yhteiskuormituksen takia laske. Vuosina 2021–25 Sysmäjärvestä on tehty 15 näytteenottoa, joissa on määritetty yhtäaikaisesti kaikki epäorgaaniset ravinteet. Mineraaliravinnesuhteen perusteella laskettuna (Pietiläinen & Räike 1999) 13 näytteessä viidestätoista fosfori oli rajoittava ravinne ja kahdessa näytteessä tuotanto oli todennäköisesti yhteisrajoitteista. Lupahakemuksen mukaan Hautalammen hankkeen purkuvesissä ei ole merkittävästi fosforia, ja Vuonoksen hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 fosforikuormitus laskee nykytilaan nähden. Yhteiskuormitustilanne ei siten lisää merkittävästi Sysmäjärven rehevyyttä nykytilanteeseen nähden, sillä pelkällä typpikuormituksen lisäyksellä on rajallinen vaikutus perustuotannon määrään.

Ravinteiden yhteiskuormitustilanne voi syntyä myös Hautalammen hankkeen ja Mondon hankevaihtoehtojen VE0, VE1, VE2a tai VE3 välillä. Mondon typpikuormitus on suurimmillaan nykytilanteessa ja hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2b. Näissä tilanteissa yhteiskuormituksen vaikutukset vastaavat Hautalammen ja vaihtoehdon VE2b

Copyright © AFRY Finland Oy

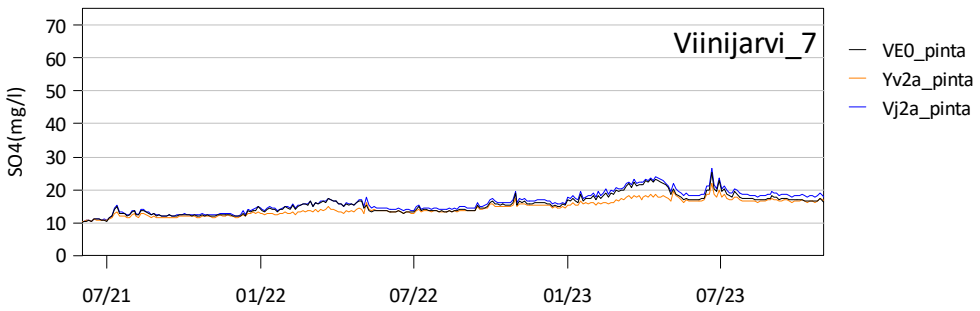
yhteiskuormituksen vaikutuksia. Mondon kuormitus on pienimmillään hankevaihtoehdossa VE3, mutta vaihtoehdon oman vaikutusarvion tulosten perusteella typen määrän lasku ei käytännössä näy Sysmäjärven typpipitoisuuksissa, koska 99 prosenttia järven typpikuormasta on peräisin muista lähteistä kuin Vuonoksesta. Yhteiskuormitustilanteessa Ruutunjoen kautta tuleva typpikuormitus kasvaa, joten Hautalammen ja vaihtoehdon VE3 yhteiskuormituksen vaikutukset ovat todennäköisesti lähellä Hautalammen ja vaihtoehdon VE2b vaikutuksia.

10.5.2 Viinijärvi

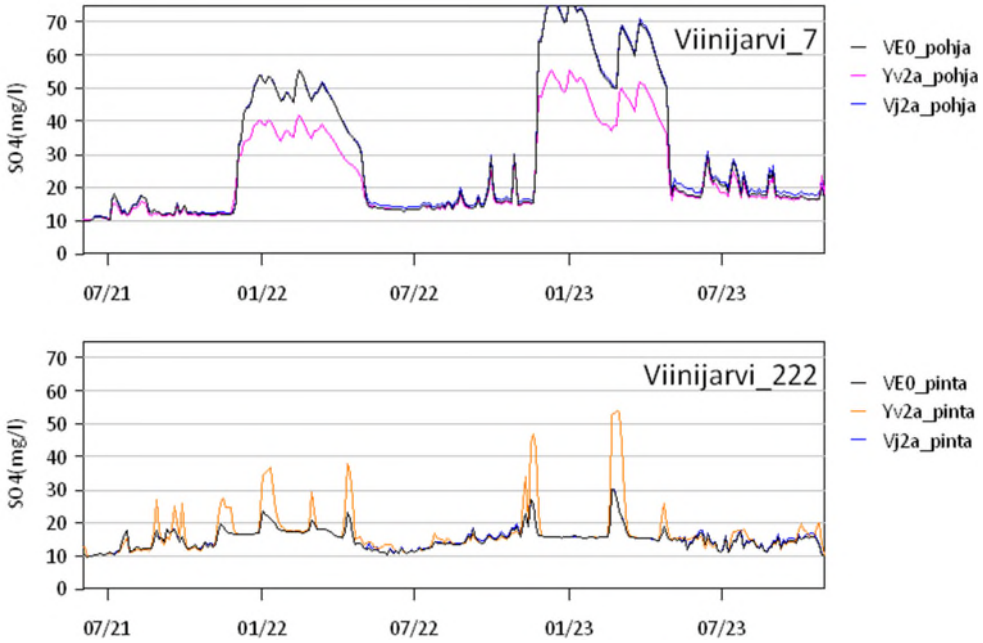
Horsmanahon ja Karnukan louhosalueille on suunniteltu laajennuksia, joille on haettu ympäristölupaa. Louhosalueiden kuormitus muuttuu laajennusvaiheessa: Horsmanahon sulfaatti- ja nikkelikuormitus laskee, Karnukan sulfaattikuormitus nousee ja nikkelikuormitus laskee. Molempien louhosalueiden typpikuormitus kasvaa. Muutokset yhdessä laskevat louhosalueilta Viinijärveen kohdistuvaa nikkeli- ja sulfaattikuormitusta, mutta nostavat typpikuormitusta. Vesistömallinnuksessa on oletettu, että muu taustakuormitus säilyy entisellään, ja vain louhosalueilta tuleva yhteiskuormitus muuttuu. Vuonoksen purkuputkivaihtoehdoista mallinnuksessa on mukana vaihtoehto PVE2a, koska tässä vaihtoehdossa putki sijaitsee lähimpänä louhosalueita. Putken kuormitus on hankevaihtoehdon VE2b mukainen. Mallinnuksessa tarkastellut tilanteet ovat 1) nykytila (VE0), jossa Horsmanahon ja Karnukan kuormitus vastaa nykyistä, 2) Horsmanahon ja Karnukan nykyinen kuormitus ja 3) Vuonoksen purkuputken kuormitus (Vj2a) sekä Horsmanahon ja Karnukan laajennusvaiheen sekä Vuonoksen purkuputken mukainen kuormitustilanne (Yv2a). Mallinnus on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 6.

Sulfaatti

Nykytilanteessa Horsmanahon ja Karnukan sulfaattikuormituksen vaikutus on havaittavissa tarkkailupisteen Viinijärvi 7 alusvedessä sekä Viinijoen suun läheisyydessä. Alusveden pitoisuudet mallintuvat liian pieniksi talvikaudella, mutta mallinnuksen avulla voidaan tarkastella eri kuormitustilanteiden aiheuttamia eroja pitoisuustasoissa. Horsmanahon ja Karnukan laajennusvaiheessa sulfaatin kuormitus laskee, jolloin myös pisteen 7 alusveden pitoisuuksien odotetaan laskevan (Kuva 10-60). Purkuputkella ei ole käytännössä vaikutusta syvänteen 7 ainepitoisuuksiin, koska mallinnusskenaariot VE0 ja Vj2a tuottavat lähes samat pitoisuudet. Viinijoen suun läheisyydessä (222) havaitaan laajennusvaiheessa Karnukan sulfaattikuormituksen kasvusta johtuvaa ajoittaista sulfaattipitoisuuksien kasvua.



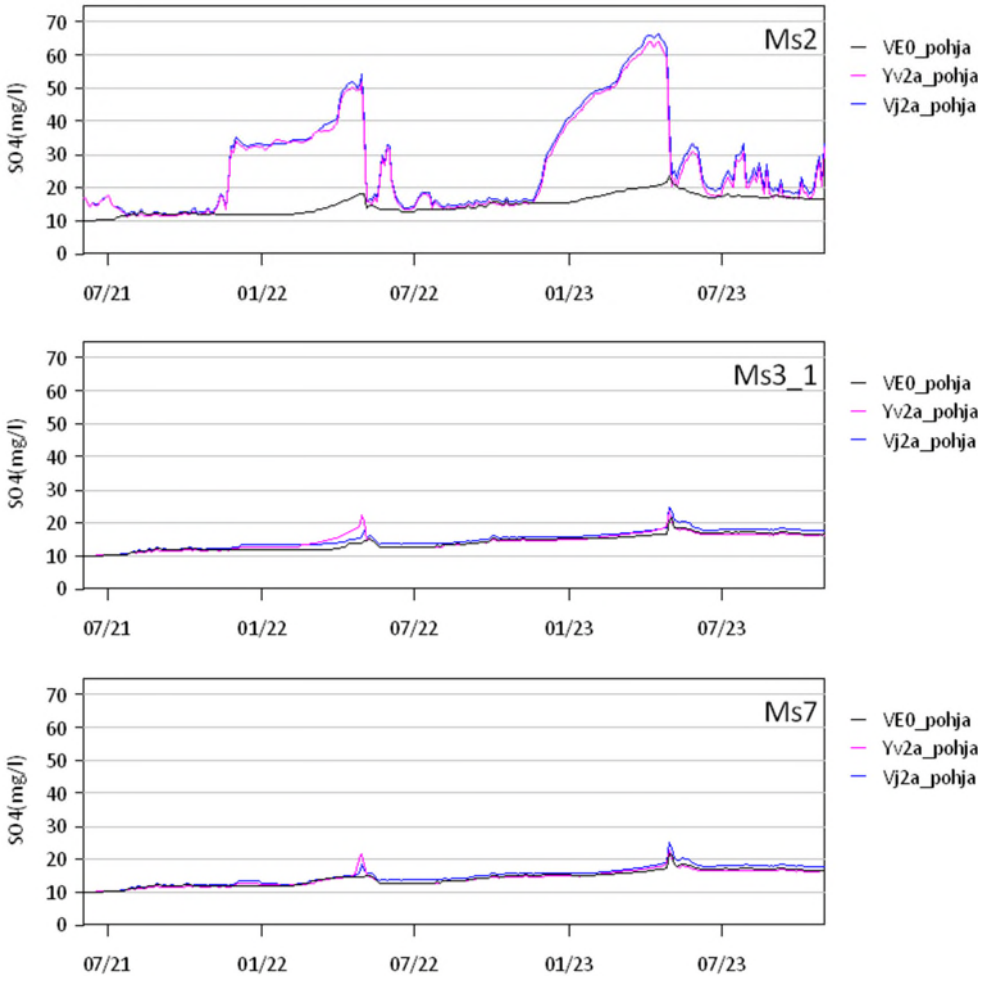
Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-60. Viinijärven mallinnetut sulfaattipitoisuudet järven pohjoisosan tarkkailupisteillä Viinijärvi 7 ja 222 nykytilanteessa (VE0), Horsmanahon ja Karnukan nykyisen kuormituksen ja purkuputkivaihtoehdon PVE2a mukaisessa tilanteessa (Vj2a) sekä Horsmanahon ja Karnukan laajennusvaiheen ja purkuputkivaihtoehdon PVE2a mukaisessa tilanteessa (Yv2a).

Purkuputkivaihtoehdon PVE2a lähisyvänteessä (Ms2) sulfaattipitoisuutta määrittävä tekijä on putken kautta tuleva kuormitus (Kuva 10-61). Horsmanahon ja Karnukan laajennusvaiheessa louhosalueiden laskeva sulfaattikuorma (Yv2a) tuottaa vain hyvin pienen laskun alusveden pitoisuustasossa nykyiseen kuormitustasoon verrattuna (Vj2a). Etelämpänä sijaitsevilla tulostuspisteillä kaikkien mallinnettujen skenaarioiden tuottamat pitoisuustasot ovat käytännössä identtiset.

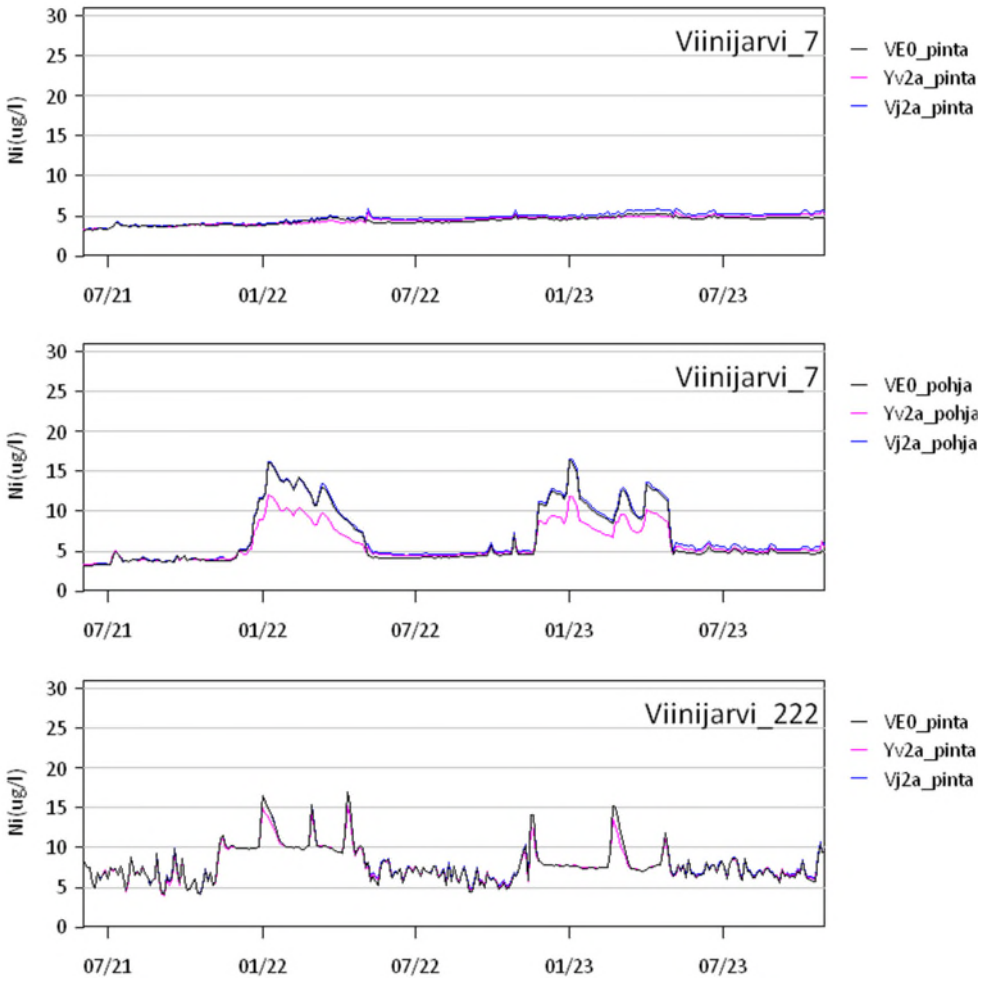
Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-61. Viinijärven mallinnetut sulfaattipitoisuudet järven keskiosan tulostuspisteillä nykytilanteessa (VE0), Horsmanahon ja Karnukan nykyisen kuormituksen ja purkuputkivaihtoehdon PVE2a mukaisessa tilanteessa (Vj2a) sekä Horsmanahon ja Karnukan laajennusvaiheen ja purkuputkivaihtoehdon PVE2a mukaisessa tilanteessa (Yv2a).

Nykytilanteessa Horsmanahon nikkelikuormitus on havaittavissa tarkkailupisteen 7 alusvedessä ja Karnukan kuormitus Viinijoen suun läheisyydessä (Kuva 10-62). Nikkelikuormituksen lasku laajennusvaiheessa näkyy myös syvänteessä 7 pitoisuustasojen laskuna. Purkuputken toiminta sen sijaan ei käytännössä vaikuta syvänteen vedenlaatuun.

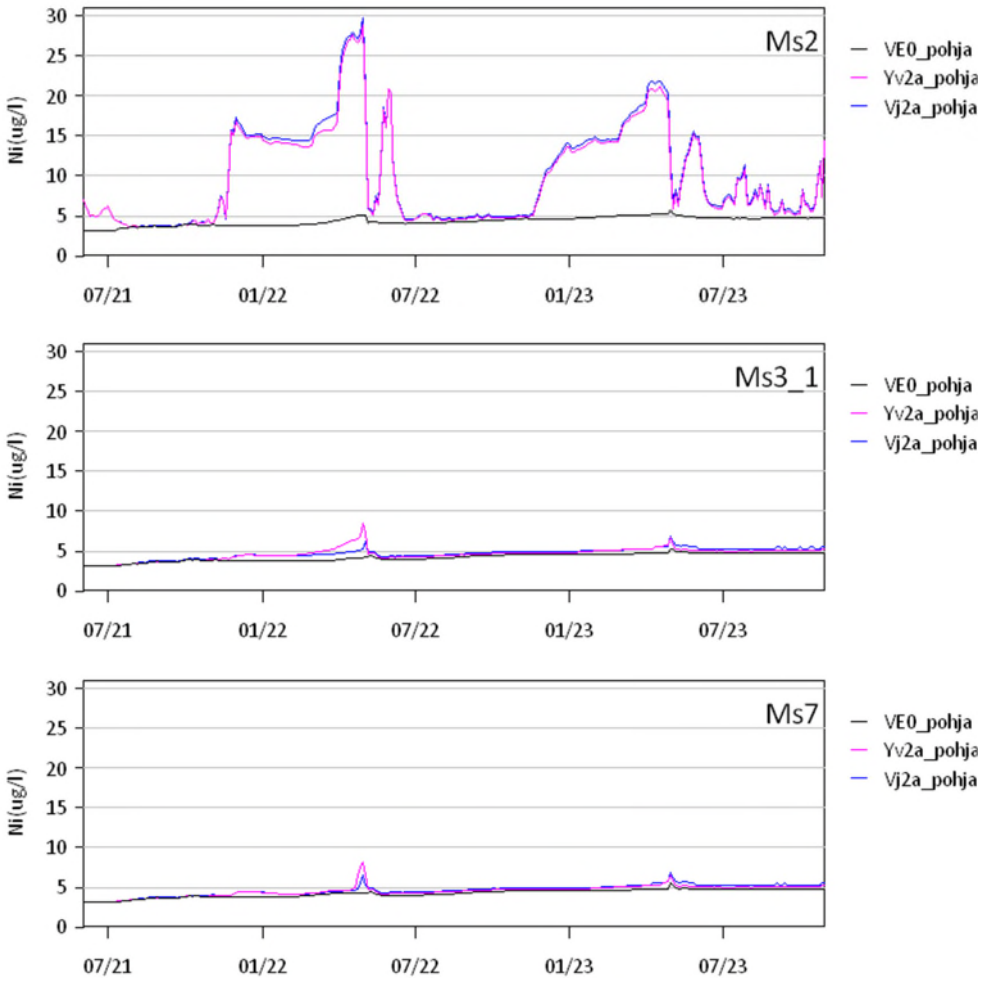
Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-62. Viinijärven mallinnetut nikkelipitoisuudet järven pohjoisosan tarkkailupisteillä Viinijärvi 7 ja 222 nykytilanteessa (VE0), Horsmanahon ja Karnukan nykyisen kuormituksen ja purkuputkivaihtoehdon PVE2a mukaisessa tilanteessa (Vj2a) sekä Horsmanahon ja Karnukan laajennusvaiheen ja purkuputkivaihtoehdon PVE2a mukaisessa tilanteessa (Yv2a). Pitoisuudet vastaavat lähinnä kokonaispitoisuuksia.

Purkuputkivaihtoehdossa PVE2a alusveden nikkelipitoisuutta säätelee purkuputkesta tuleva kuormitus (Kuva 10-63). Horsmanahon ja Karnukan laajennuksen myötä vähentyvä louhosalueiden nikkelikuormitus tuottaa hyvin vähäisen nikkelipitoisuuden laskun syvänteen tulostuspisteen Ms2 alusvedessä. Etelämpänä Viinijärvessä mallinnetut skenaariot eivät käytännössä poikkea vaikutuksiltaan toisistaan.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 10-63. Viinijärven mallinnetut nikkelipitoisuudet järven keskiosan tulostuspisteillä nykytilanteessa (VE0), Horsmanahon ja Karnukan nykyisen kuormituksen ja purkuputkivaihtoehdon PVE2a mukaisessa tilanteessa (Vj2a) sekä Horsmanahon ja Karnukan laajennusvaiheen ja purkuputkivaihtoehdon PVE2a mukaisessa tilanteessa (Yv2a). Pitoisuudet vastaavat lähinnä kokonaispitoisuuksia.

Yhteisvaikutusten mallinnusskenaariossa Yv2a Horsman ja Karnukan typpikuormitus nousee 1,5-kertaiseksi nykytilaan (VE0) verrattuna. Vuonna 2025 laaditun mallinnuksen tulosten mukaan Horsmanahon ja Karnukan kuormituksen muutos vaikutti aikasarjapisteissä Ms2 ja Ms3-a siten, että päällysveden talven typpikeskiarvo laski ja alusvedessä keskiarvo nousi, mutta nousu oli <5 µg/l. Kesäjaksolla keskimääräinen typpipitoisuus nousi noin 5–6 µg/l sekä päällys- että alusvedessä.

Purkuputkivaihtoehdon PVE2a aiheuttama typpipitoisuuden keskimääräinen nousu pisteiden Ms2 ja Ms1 alusvedessä oli talvella 53 ja 46 µg/l ja kesällä 12 ja 4 µg/l. Em. aikaisemman mallinnuksen tulosten mukaan Horsmanahon ja Karnukan arvioitu laajennusvaiheen kuormitus nosti näitä keskipitoisuuksia enimmillään noin 5–6 µg/l sekä kesä- että talvijaksolla päällys- ja alusvedessä.

Yhteisvaikutusten mallinnuksen tulosten perusteella Horsmanahon ja Karnukan louhosten kuormituksen vaikutus on määräävä Viinijoen suualueella sekä Viinijärven pisteen 7 syvänteessä. Purkuputkivaihtoehto PVE2a taas säätelee lähisyvänteensä ainepitoisuuksia. Louhosalueiden vaikutus purkuputkialueella ja purkuputken vaikutus louhosten vaikutusalueilla jää marginaaliseksi. Mallinnus on tehty tietyillä esimerkkiaineilla, mutta

Copyright © AFRY Finland Oy

voidaan olettaa, että tulokset ovat samankaltaisia myös muiden kuormitteiden osalta. Mikäli toteutettava purkuputkivaihtoehto on joku muu kuin PVE2a, yhteisvaikutus pienenee edelleen. Mallinnettu hankevaihtoehdon VE2b mukainen kuormitus on myös pääosin suurempi kuin vaihtoehtojen VE1, VE2a ja VE3 kuormitus, joten mallinnuksessa käytetty kuormitus yhdistettynä sijaintiin PVE2a edustaa pahinta mahdollista yhteisvaikutustilannetta, ja muissa purkuputken sijainti- ja kuormitusskenaarioissa yhteisvaikutukset jäisivät esitettyä pienemmiksi.

10.6 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Eri vesistöjen herkkyys muutoksille on kuvattu luvussa 10.3.5. Hankevaihtoehtojen vesistövaikutukset kohdistuvat eri vesistöalueille purkuvesien johtamisvaihtoehdon mukaan. Nykytilassa ja hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 purkuvedet voidaan johtaa nykyistä reittiä Sysmäjärveen (reittivaihtoehto PVE1), jolloin vaikutusalueeksi muodostuvat Lahdenjoki ja Sysmäjärvi. Hankevaihtoehdossa VE2b kohdistuu lisäksi lievä nikkelivaikutus Sysmänjokeen. Mikäli Vuonoksen purkuvedet johdetaan purkuvaihtoehtojen PVE2a–c mukaisesti Viinijärveen, vaikutukset rajautuvat Viinijärven läntisen altaan pohjois- ja keskiosaan. Taipaleenjokeen tai Heposelkään ei arvioida kohdistuvan vaikutusta.

Hankevaihtoehtojen vertailussa on tarkasteltu erityisesti kuormituksen aiheuttamia olennaisia ja suuruusluokaltaan merkittäviä pitoisuusmuutoksia, jotka voivat johtaa mitattavissa tai muutoin havaittavissa oleviin muutoksiin purkureittien vedenlaadussa ja vesieliöstössä. Purkupaikkavaihtoehtojen vertailun tavoitteena on ollut tunnistaa Viinijärveen johtavista reiteistä vähiten haitallinen vaihtoehto sekä arvioida Viinijärven ja Sysmäjärven purkupaikkojen suhteellisia etuja ja haittoja. Vaihtoehtojen vertailu on tehty siten purkupaikkavaihtoehtojen mukaisesti erikseen Sysmäjärvelle ja Viinijärvelle.

Sysmäjärven herkkyys on arvioitu kohtalaiseksi. Hankevaihtoehdossa VE0 vaikutukset eivät poikkea nykyisin havaitusta, sillä toiminta jatkuu nykyisen kaltaisena. Purkuvedet johdetaan Lahdenjokeen (PVE1), josta vedet laskevat Sysmäjärveen. Hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 vesistövaikutusten erot jäävät kokonaisuutena melko pieniksi. Vaihtoehdossa VE1 vaikutukset vastaavat nykytilassa havaittuja vaikutuksia (Taulukko 10-37). Vaihtoehdoissa VE2a–b nikkelin määrä järvessä nousee, ja järven nikkelipitoisuuden arvioidaan nousevan. Hankevaihtoehdon merkittävyys on vähäinen kielteinen. Vaihtoehdossa VE3 kuormituksen määrä laskee kaikkien arvioitujen aineiden osalta nykytilaan nähden, ja myös järvestä mitattavat pitoisuudet voivat pienentyä. Vaihtoehdon merkittävyys on vähäinen myönteinen. Yhteisvaikutusten suuruus on kuvattu luvussa 10.5.1. Sulkemisen vaikutukset on esitetty luvussa 10.4.3.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-37. Vesistöön ja vedenlaatuun kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa, mikäli purkuvedet johdetaan Sysmäjärveen.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen									
	Kohtalainen				VE2a–b	VE0, VE1	VE3			
	Suuri									
	Erittäin suuri									

Viinijärven herkkyys on arvioitu kohtalaiseksi. Kuormituksen määrää merkittävämpi Viinijärven vaikutuksia säätelevä tekijä on purkuputken sijoituspaikka (PVE2a–c). Kuormituksen määrässä on lievää vaihtelua hankevaihtoehtojen välillä, mutta purkuputken sijainti määrittelee vesistöön kohdistuvan vaikutuksen suuruuden, joten vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu purkuputkivaihtoehtojen kautta. Vesistövaikutukset ovat suurimmat vaihtoehdossa PVE2a talviaikana purkuputken lähistölle alusveteen muodostuvien suurimpien ainepitoisuuksien takia sekä vaihtoehdossa PVE2b samassa tilanteessa ilmenevien suurten pitoisuuksien ja vaikutusalueen laajuuden takia. Pienimmät vaikutukset ilmenevät vaihtoehdossa PVE2c ja vertailuvaihtoehdossa 2d, joissa alusveden pitoisuusnousut jäävät selkeästi muita vaihtoehtoja pienemmäksi. Kokonaisuutena purkuputkivaihtoehtojen PVE2a–b vaikutukset arvioidaan kohtalaisiksi kielteisiksi ja vaihtoehdon PVE2c vaikutukset vähäisiksi kielteisiksi (Taulukko 10-38). Viinijärven purkuputken ja Horsmanahon ja Karnukan laajennusten yhteisvaikutukset on kuvattu luvussa 10.5.2. Sulkemisen vaikutukset on esitetty luvussa 10.4.3.

Taulukko 10-38. Vesistöön ja vedenlaatuun kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa, mikäli purkuvedet johdetaan Viinijärveen.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen									
	Kohtalainen			PVE2a–b	PVE2c	VE0				
	Suuri									
	Erittäin suuri									

Copyright © AFRY Finland Oy

10.7 Arvioinnin epävarmuudet

Vesistövaikutusarvion suurimmat epävarmuudet liittyvät lähtötietojen tarkkuuteen. Pitoisuusnousu- ja sekoittumislaskelmissa sekä mallinnuksessa on käytetty lähtötietona kaivokselle vesi- ja kuormatasemallin avulla laskettuja kuormituksia, jotka on arvioitu parhaisiin käytettävissä olleisiin tietoihin perustuen.

Vesistömallinnuksen ja -laskentojen lähtötietoina on käytetty virtaamien osalta ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmän simuloituja virtaamia. Pitoisuusnousu- ja sekoittumislaskelmissa sekä vesistömallinnuksessa ei ole huomioitu mahdollista poistumaa esimerkiksi sedimentaatiota tai sitoutumista kasvillisuuteen tai eliöstöön. Mallit ovat tarkimmillaankin yksinkertaistuksia todellisesta ympäristöstä, eivätkä ne kuvaa aukottomasti luonnon monimutkaisia prosesseja. Epävarmuutta syntyy myös mallinnuksessa käytetyistä olosuhdetiedoista, jotka eivät todennäköisesti toistu juuri samanlaisina. Merkittävin vesistömallinnukseen liittyvä epävarmuus liittyy Viinijärven pohjoisosan syvännealueiden pohjan läheisen vesikerroksen mallinnettuihin pitoisuuksiin. Mallinnukseen sisältyvät merkittävät epävarmuudet on pyritty kuvaamaan ja huomioimaan vaikutusarvioinnissa, minkä lisäksi niitä on kuvattu kattavasti mallinnusraporteissa.

Mallinnuksen ja erilaisten laskelmien lähtötietona on käytetty alueen pintavesien tarkkailutuloksia. Em. tuloksia oli käytettävissä osin suhteellisen niukasti, mikä tuo taustapitoisuuden laskentaan epävarmuutta. Sysmäjärvessä ja Vuonosjoessa epävarmuutta aiheuttaa lisäksi vesistöjen yleinen tilanne. Sysmäjärveen kohdistuva kaivostoiminnan kuormitus on alkanut yli sata vuotta sitten ja Vuonosjokeen kohdistuva kuormitus yli 50 vuotta sitten, joten vesistöjen alkuperäinen vedenlaatu ja muut olosuhteet eivät ole tarkasti tiedossa.

10.8 Vaikutusten lieventäminen

Tehdasalueen puhtaat ja likaantuneet vedet pidetään erillään. Puhtaat aluevedet johdetaan niiden luontaisia reittejä vastaanottavaan vesistöön. Likaantuneet vedet kerätään ja puhdistetaan ennen niiden johtamista purkureitille.

Rakentamisen aikana työvaiheet suunnitellaan ja ajoitetaan tehtäväksi siten, että vaikutukset pintavesiin jäävät mahdollisimman pieniksi.

Yleisesti vesistövaikutuksia lievennetään tehokkaimmin vesienkäsittelyyn liittyvillä ratkaisuilla. Viinijärvessä purkuveden vaikutuksia voidaan lieventää tehostamalla vesien sekoittumista teknisillä ratkaisuilla, ja tämä lievennyskeino on huomioitu vaikutusten arvioinnissa.

Outokummun vanhan avolouhoksen vedenoton korvaaminen kokonaan Viinijärvestä otettavalla raakavedellä vähentää Lahdenjokeen ja edelleen Sysmäjärveen kohdistuvaa kuormitusta.

Purkuveden laatua ja vesistöjen vedenlaatua tarkkaillaan viranomaisten hyväksymällä tavalla.

Copyright © AFRY Finland Oy

11 SEDIMENTIT



11 SEDIMENTIT

YHTEENVETO

- Hankkeessa on kaksi vaihtoehtoista purkuvesistöä
  - Sysmäjärvi: Vaihtoehdossa PVE1 purku tapahtuu kuten nykyisin eli paine- ja viettoviemärillä rautatiesillan tuntumaan, josta Lahdenjokea Sysmäjärven pohjoisosaan.
  - Viinijärvi: Purkureittivaihtoehdoissa PVE2a–c vesiä johdetaan Viinijärveen.
- Sysmäjärven sedimentissä on havaittu kohonneita metallipitoisuuksia (mm. nikkeli ja arseeni)
- Viinijärven sedimentin tilasta on vähemmän tutkimustietoa. Metallipitoisuudet ovat myös Viinijärven sedimentissä osin kohoilla. Purkuputkivaihtoehtojen alueilta tieto puuttuu.
- Vaihtoehdossa PVE1 vaikutukset sedimentteihin ovat pääosin kuten nykytilassa.
- Viinijärveen sijoitettavan purkuputken osuudet ovat vaihtoehdoissa noin 1,5–2,8 km. Rakentamisen aikaan suhteellisesti suurimmat vaikutukset olisivat reitillä PVE2c, jossa purkureitin pituus Viinijärvessä on suurin. Rakentamisen aikaiset vaikutukset olisivat kaikilta osin vähäisen kielteisiä. Toiminnan aikana vaikutukset olisivat saamaa suuruusluokkaa eli vähäisen kielteisiä. Purkupaikkojen välillä ei ole arvion mukaan merkittäviä eroja vaikutuksissa.

11.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Vaikutusarvio on laadittu asiantuntijatyönä, ja sen lähtöaineistona ovat toimineet hankkeeseen liittyvä suunnitteluaineisto, arvioitavaan kohteeseen liittyvä taustatieto mm. sedimenttien nykytilasta, tieto nykyisen kuormituksen aiheuttamista vaikutuksista sekä kokemus aiempien vastaavien hankkeiden vaikutusarvioinnista ja niissä ilmenneistä ympäristövaikutuksista.

Vaikutukset sedimentteihin mukailevat vesistökuormitusta eri vaihtoehdoissa. Vesien mukana kulkeutuvat kuormitustekijät (mm. sulfaatti, nikkeli, arseeni) sedimentoituvat ja saostuvat sopivissa fysikaaliskemiallisissa olosuhteissa vesistöjen pohjasedimentteihin. Tehokas purkuvesien sekoittuminen vesimassaan laajentaa sedimentoitumis- ja saostumisaluetta, jolloin alueellisesti sedimentteihin kertyvien kuormitustekijöiden pitoisuustasojen nousu on maltillista.

11.2 Nykytila

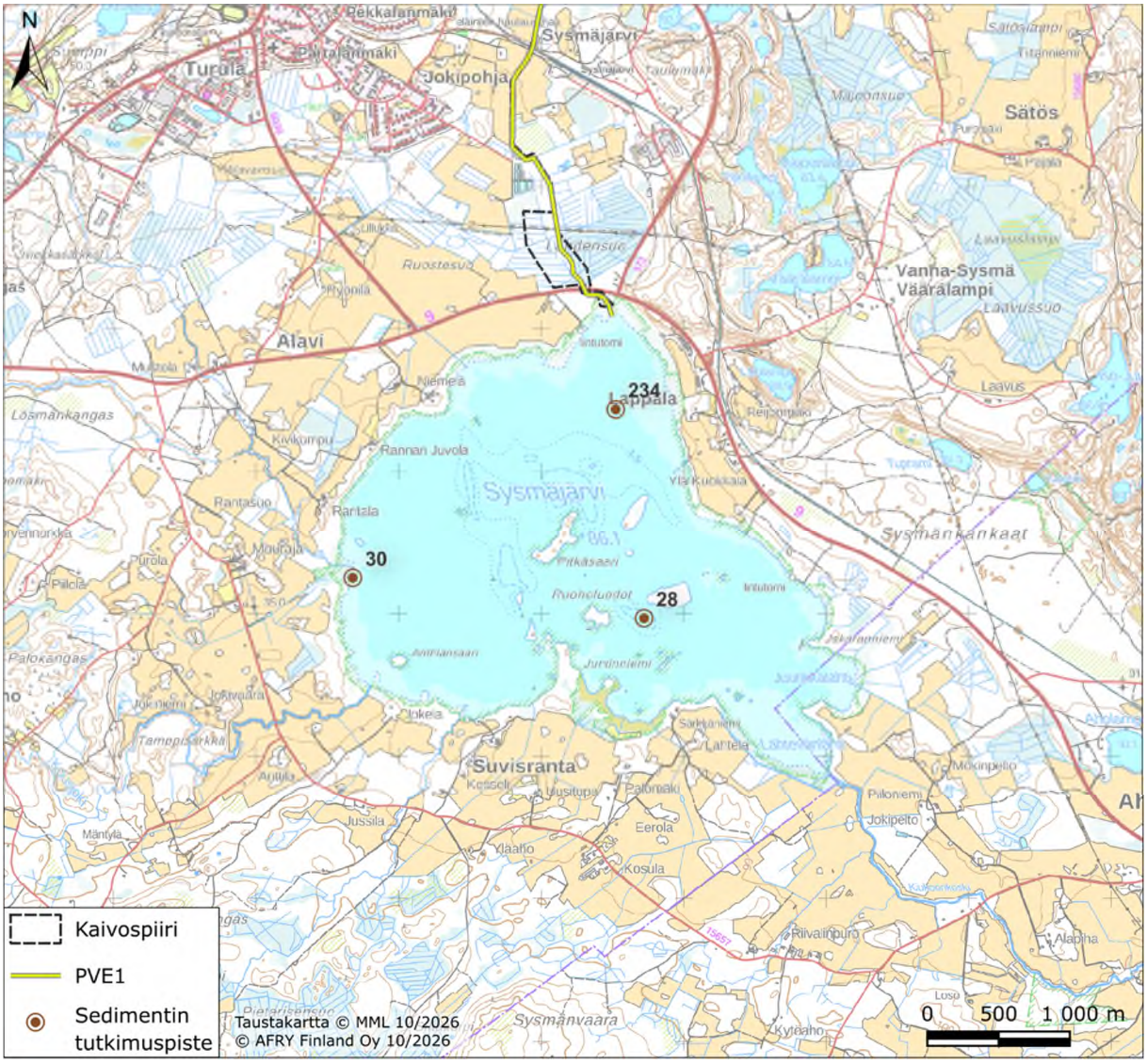
Toiminta alueella on alkanut 1970-luvulla. Tehdastoiminnot sijaitsevat toimintansa lopettaneen Outokumpu Oy:n Vuonoksen kaivoksen alueella, joka on nykyisin Mondon omistama alue. Vuonoksen alueen ympäristössä on pääosin maa- ja metsätalousalueita. Lähin teollinen toimija on Pielisen Betoni Oy:n tehdas välittömästi rikastamon luoteispuolella.

Purkureittivaihtoehdossa PVE1 rikastushiekka-alueelta johdetaan nykyisen ympäristöluvan mukaisesti vesiä purkuputken kautta Lahdenjokeen, joka laskee Sysmäjärveen. Purkureittivaihtoehdoissa PVE2a–c vesiä johdetaan Viinijärveen.

Copyright © AFRY Finland Oy

Sysmäjärvi

Sysmäjärvi on 6,4 km^2:n laajuinen matala järvi, jonka keskisyvyys on noin 1 m ja suurin syvyys noin 4 m. Etenkin järven kaakkoisosa, joka käsittää noin kolmanneksen pinta-alasta, on matalaa ja alueella esiintyy runsaasti vesikasvillisuutta. Järven pohja on kauttaaltaan runsaasti kariketta sisältävää tummanharmaata liejua. Sysmäjärvellä on kolme tutkimusasemaa, jolta on tarkkailutietoja 1980-luvulta lähtien. Asema 234 sijaitsee Lahdenjoen suulla ja asema 30 Ruudunjoen suulla. Molemmat asemat ovat matalia (syvyys noin metrin). Järven keskivaiheilla sijaitse syvänneasema 28, jonka syvyys on noin 4 metriä. Pintasedimenttien metallipitoisuuksia on tutkittu ensi kerran vuonna 1992. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2021b). Sedimentin tutkimusasemat ilmenevät oheisesta kuvasta (Kuva 11-1).



Kuva 11-1. Sysmäjärven sedimentin tutkimusasemat.

Sysmäjärven sedimenttiä on tutkittu vuosina 2001–2020 (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2021b). FCG (2013) käsittelee Itä-Suomen järvisedimenttien haitta-ainekartoitusta, jossa tutkittiin Sysmäjärven sedimenttiä sekä pohjaeläimistöä syys-

Copyright © AFRY Finland Oy

lokakuussa 2012. Ramboll Finland Oy (2024) tutki, onko vuoden 2015 jälkeen sedimentin laadussa havaittu muutoksia verratessa aiempaan.

Pintasedimenttien metallipitoisuuksia on tutkittu vuosina 1992, 1996 ja 2001 (Taulukko 11-1). Tutkimusvuosien välillä on pientä vaihtelua, mutta kovin merkittäviä muutoksia ei pintasedimentin nikkeli- ja arseenivarastoissa tutkimustulosten perusteella 1990-luvulla tapahtunut. Selvin ero oli asemalla 234 Lahdenjoen suulla, jossa nikkelipitoisuus oli jonkin verran suurempi vuonna 2001 kuin vuonna 1996. Tehdyn riskiarvion perusteella Outokummun Sysmäjärven ongelmana on sedimentin nikkelipitoisuus, joka on koko järven alueella tasolla, jolla voi olla haitallisia vaikutuksia eliöstölle. Lahdenjoen suulla asemalla 234 myös veden nikkelipitoisuus on tasolla, jolla voi olla eliöstölle haitallisia vaikutuksia. Arseenin pitoisuudet sekä vedessä että sedimentissä olivat alle haitallisen pitoisuuden. (Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistys ry 2002)

Taulukko 11-1. Sysmäjärven tutkimusasemien pintasedimentin (0-1 cm) nikkeli ja arseenipitoisuudet (mg/kg ka) vuosina 1992, 1996 ja 2001. (Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistys ry 2002)

	Nikkeli			Arseeni		
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Vuosi	Asema 234	Asema 30	Asema 28	Asema 234	Asema 30	Asema 28
1992	231	205	243	28	5,2	23
1996	190	160	170	5,2	17	44
2001	310	170	193	23	7	14

FCG:n raportin (2013) perusteella Sysmäjärven sedimentissä ei todettu PAH-yhdisteitä, klooribentseenejä, kloorifenoleita, dioksiineja, furaaneja tai PCB-yhdisteitä, kloorattuja alifaattisia hiilivetyjä eikä organotinoja. Keskiraskaita tai raskaita öljyhiilivetyjä havaittiin pieniä pitoisuuksia.

Ramboll Finland Oy (2024) toteaa kokonaisfosforipitoisuuden olleen korkein pisteellä 28, jossa pintasedimentin fosforipitoisuuksissa havaittiin lievää laskua, mutta muilta osin pitoisuudet sedimentissä olivat pysyneet melko muuttumattomina vuosina 2004–2020. Metallipitoisuudet olivat suurimmat syvännepisteellä. Verrattaessa metallien luontaisiin pitoisuuksiin, arseenin, koboltin, raudan, kuparin ja etenkin nikkelin ja sinkin pitoisuudet olivat koholla kaikissa tutkimuspisteissä. Nikkelin osalta havaittiin 2004–2020 laskutrendi ylimmässä 10 cm sedimentissä syvännepisteellä ja muissa pintasedimentissä. Rauta- ja sinkkipitoisuuksissa ei havaittu merkittäviä muutoksia. Kadmiumin osalta syvännepisteessä havaittiin vuonna 2020 laskua verratessa aiempaan, ja kupari- ja nikkelipitoisuudet olivat laskusuunnassa kaikissa pisteissä.

Ramboll Finland Oy (2024) vertasi Sysmäjärven sedimenteille laskettuja normalisoituja haitta-ainepitoisuuksia kynnysarvoihin. Sysmäjärven syvännepisteessä (28) todettiin kaikkien tutkittujen metallien normalisoitujen pitoisuuksien ylittäneen paikallaan olevien sedimenttien ehdotetut kynnysarvot. Pisteissä 30 ja 234 arseeni- ja kuparipitoisuudet olivat koholla ainoastaan ylimmässä 1 cm pintasedimentissä. Nikkelipitoisuudet kynnysarvot ylittyivät ylimmässä 10 cm:ssä. Sinkkipitoisuus ylitti kynnysarvon kaikissa näytepisteissä kaikissa syvyyksissä. (Taulukko 11-2). Piste 234 on lähimpänä Lahdenjoen suuta.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 11-2. Paikallaan olevien sedimenttien kynnysarvot (Suomen ympäristökeskus 2023, SEDI_ARVI luonnoksen taulukot 1 ja 2) ja Sysmäjärven sedimentin normalisoidun haitta-ainepitoisuudet vuonna 2020. Sedimentin kynnysarvon ylittävät pitoisuudet on merkitty punaisella. (Ramboll Finland Oy 2024)

Haitta-aine	Kynnysarvo	Sysmäjärvi piste 28			Sysmäjärvi piste 30			Sysmäjärvi piste 234		
		1 cm	10 cm	30 cm	1 cm	10 cm	30 cm	1 cm	10 cm	30 cm
As (mg/kg)	18**	25	29	40	19	5	2	37	5	2
Ni (mg/kg)	136*	695	591	752	291	220	112	523	148	108
Cu (mg/kg)	20*	78	71	123	39	21	14	33	9	11
Zn (mg/kg)	38*	695	591	752	291	220	112	523	148	108

*Ruotsin ja Sveitsin EQS-arvot ja nikkelin osalta EU-menetelmällä johdettu arvo sedimenteille.
** Norjan EQS-arvot.

Viinijärvi

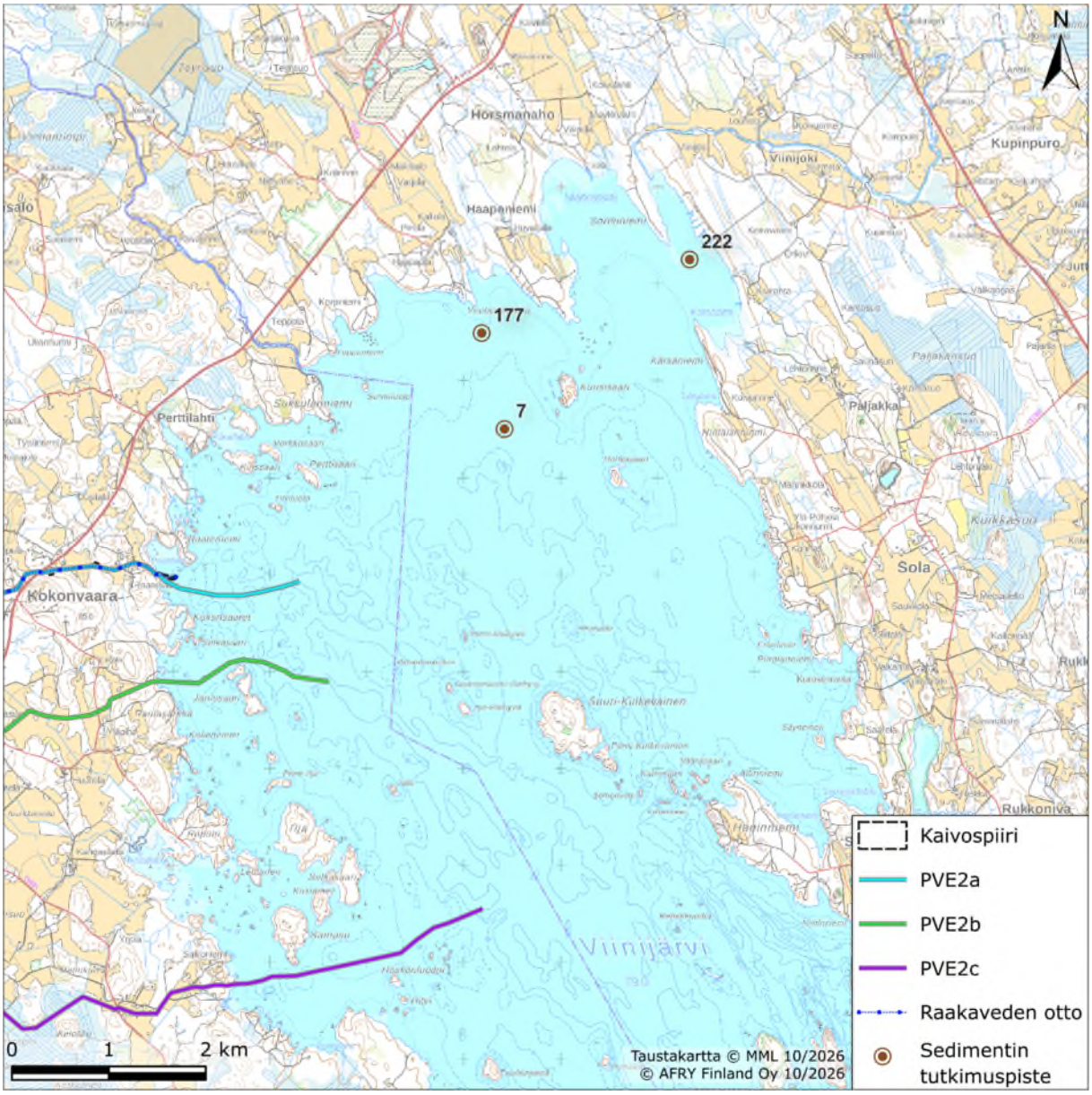
Viinijärven ala on 134,9 km² ja sen keskisyvyys on 5,8 metriä ja suurin syvyys 58 metriä. Valuma-alueen ala on järvi mukaan lukien 790 km², josta vettä 21,5 %. Suurimmat järveen laskevat vesistöt ovat Sukkulajoen (199 km²) ja Sätösjoen (113 km²) alueet. Saariniemi ja pienempi etelästä työntyvä niemi jakavat Viinijärven läntiseen ja itäiseen altaaseen, joita yhdistää Käsämänsalmi. (https://www.jarviwiki.fi/wiki/Viinij%C3%A4rvi_(04.352.1.001)

Pohjois-Viinijärven yhteistarkkailuohjelman (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2016) perusteella Viinijärvessä tehdään sedimentin raskasmetallitarkkailua 10 vuoden välein alkaen vuodesta 2016. Vuonna 2016 näytteet otettiin lokakuussa vesistötarkkailun pisteiltä 7, 177 ja 222 kahdelta syvyydeltä (0–1 cm ja 10–11 cm). Näytepisteet on esitetty kuvassa 11-2, ja kooste tutkimustuloksista on esitetty taulukossa 11-3.

Taulukko 11-3. Viinijärven havaintoasemien 222, 177 ja 7 sedimenttitarkkailutuloksia. Metalleja on verrattu PIMA-asetuksen kynnysarvoihin (VNa 214/2007), kynnysarvojen ylitykset on lihavoitu. (Savo-Karjalan ympäristötutkimus 2017)

Pvm	Piste	Näyte	Kuiva-aine	Hehkutus-jäännös	Fosfori	Sulf-aatti	Rauta	Kupari	Sinkki	Kad-mium	Nik-keli	Arseeni
		cm	mg/l	mg/l	g/kg	mg/kg	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
VNa 214/2007								100	200	1	50	5
24.10.2016	222	0–1	540000	520000	1,2	23	63	29,4	137	0,33	**56,1**	**8,23**
24.10.2016	222	10–11	550000	530000	0,64	37	40	48,1	87,6	0,12	43,7	**9,52**
24.10.2016	177	0–1	380000	360000	2,5	22	160	28,4	124	0,59	**53,9**	**27,1**
24.10.2016	177	10–11	420000	400000	0,63	35	33	42,6	101	0,29	**70,9**	4,42
24.10.2016	7	0–1	91000	81000	1,3	500	56	48,7	183	0,96	**91**	**6,64**
24.10.2016	7	10–11	280000	260000	0,94	250	48	46	174	0,56	**70,2**	4,6

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 11-2. Viinijärven sedimentin tutkimuspisteet ja purkureittivaihtoehdot.

Lokakuussa 2016 sedimentin koostumus oli liejua ja savea, ja hehkutusjäännöksen perusteella mineraaliaineksen osuus oli suuri (89–96 %). Aineksen fosforisisältö viittasi lievään rehevyyteen. Syvännepisteellä 7 sulfaatin määrä oli selvästi muita pisteitä suurempi ja sulfaattia todettiin myös pintakerroksesta. Myös raskasmetallien pitoisuudet olivat suurimmat syvännepisteellä 7 arseenia lukuun ottamatta. Arseenia havaittiin eniten Haapaojan edustan pisteellä 177. Nikkelin ja arseenin pitoisuudet ylittivät ns. PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvot kaikilla näytteenottopaikoilla. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2017)

Suomessa ei ole määritetty vesistöissä oleville sedimenteille vertailu- tai laatuarvoja. Kansallisten vertailuarvojen puuttuessa sedimenteissä todettujen haitta-aineiden pitoisuuksia voidaan verrata muissa maissa käytössä oleviin laatu- ja viitearvoihin.

Näytepisteissä todetut pitoisuudet ylittävät esimerkiksi pohjoismaiden määrittelemät ympäristölaatunormit (EQS) arseenin, nikkelin ja sinkin kohdalla.

Copyright © AFRY Finland Oy

11.3 Vaikutusten arviointi

Sedimentteihin kohdistuva kuormitus ja sedimentoituvan aineksen sisältämien aineiden koostumus riippuu pitkälti tehdasalueelta tulevien purkuvesien pitoisuudesta ja niiden aiheuttamasta kuormituksesta. Purkuvesien mukana kulkeutuva hienoaines sedimentoituu aikanaan vesistöjen pohjalle, ja hienoainekseen sitoutuneet haitta-aineet kertyvät pohjasedimentteihin. Lisäksi purkuvesiin liuenneet haitta-aineet voivat sopivissa fysikaaliskemiallisissa olosuhteissa saostua vesistöjen pohjasedimentteihin.

Sopivissa fysikaaliskemiallisissa olosuhteissa voivat myös pohjasedimentteihin saostuneet haitta-aineet palata takaisin veteen ja kulkeutua veden mukana. Samoin sedimenteissä olevat sulfidit voivat pohjaveden happitilanteen parantuessa hapettua ja aikaansaada rikkihapon muodostumista. Happamoitumisen lisäksi sedimentoituneet raskasmetallit voivat liueta takaisin veteen.

11.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisen aikaiset vaikutukset sedimentteihin seuraavat pitkälti veteen ja vesistöihin kohdistuvia vaikutuksia. Purkuvesien hetkellinen hienoainesmäärän lisääntyminen lisää sedimentoitumista hetkellisesti. Purkuputken vesistön pohjalle asennettavalla osuudella on hetkellinen vaikutus hienoaineksen lähtiessä liikkeelle.

Tehdasalue → Ei juurikaan vaikutuksia

Tehdasalueella tapahtuvassa maanrakennuksessa voi mahdollisesti tulla uusilla alueilla kiintoaineksen lisääntymistä pintavesissä. Kokonaisuutena alueella tapahtuvien rakennustöiden vaikutukset eivät poikkea normaalin toiminnan vaikutuksista. Rakennustöiden aikainen hienoaineskulkeuma on hallittavissa suojaustoimenpiteillä. Tehdasalueen rakentamisen aikaisten vaikutusten merkittävyyden arvioidaan olevan merkityksetön tai vähäisen negatiivinen.

Purkuputki → sedimenteissä olevat haitta-aineet voivat lähteä liikkeelle pohjaa kaivettaessa tai purkuputkea asennettaessa.

Vaihtoehdossa PVE1 Sysmäjärveen purku tapahtuu kuten nykyisinkin eli paine- ja viettoviemärillä rautatiesillan tuntumaan (noin 4,2 km), josta vedet kulkeutuvat jokiveden mukana Sysmäjärven pohjoisosaan (noin 2,3 km). Siten tässä vaihtoehdossa ei kohdistu varsinaisia rakentamistoimenpiteitä Sysmäjärven sedimenttiin.

Viinijärveen sijoitettavan purkuputken osuus on vaihtoehdossa PVE2a noin 1,5 km, vaihtoehdossa PVE2b noin 1,9 km ja vaihtoehdossa PVE2c noin 2,8 km. Purkupaikan syvyydet ovat karttatiedon perusteella 12–12,5 m.

Viinijärveen asennettaessa putki painotetaan järven pohjaan betonipainoin. Tarvittaessa järven pohja ruopataan ja ruoppauspohja täytetään murskeella tai soralla. Purkupiste valitaan järvessä riittävän syvään kohtaan ja veden sekoittumista voidaan tehostaa diffuusorilla, jotta vältetään veden kerrostumista. Maa-alueella putki kaivetaan maahan pääsääntöisesti routarajan alapuolelle, jolloin putkikaivannon syvyys vaihtelee noin 2,8–3,0 m välillä. Paineputken materiaalina käytetään korkeatiheyksistä polyeteeniputkea (PE 100, SDR 17 järjestelmän, paineluokan PN10 putki).

Riippuen purkuputken reitistä Viinijärven pohjan alueella, voivat rakennustyöt aiheuttaa pohjasedimentin hienoaineksen lähtemistä liikkeelle, aiheuttaen hetkellistä veden samentumista. Hienoaineksen mukana kulkeutuu siihen sitoutuneita alkuaineita,

Copyright © AFRY Finland Oy

mahdollisesti sellaisina pitoisuuksina, että ne voivat aiheuttaa riskiä niille altistuville eliöille. Sedimentin laadusta ei ole tarkempaa tietoa purkuputkireittien kohdilta. Lähimpänä purkuputken suuta olevassa tutkimuspisteessä (piste 7, noin 2,6 km koilliseen vaihtoehdosta PVE2a) on arseeni-, nikkeli- ja sulfaattipitoisuus lievästi koholla (Taulukko 11-3). Liikkeelle lähtevä hienoaines kulkeutuu veden virtausten mukana ja laskeutuu uudestaan vesistön pohjalle. Haitan arvioidaan olevan lyhytkestoinen ja tilanteen palautuvan aiemmalle tasolle melko pian töiden päättymisen jälkeen, lisäksi työn aikaisia haittoja on mahdollista pienentää suojaustoimenpiteillä.

11.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Vuonoksen tehdasalueen purkuvesien mukana kulkeutuu vesistöä ja sedimenttejä kuormittavia alkuaineita, mm. rikkiä (sulfaatti), rautaa, nikkeliä, arseenia ja sinkkiä. Tehdasalueen vesien puhdistusjärjestelmän avulla pyritään minimoimaan alueen ulkopuolinen kuormitus. Vuonoksen tehtaalta tärkeimmät kuormitteet eri hankevaihtoehdoissa VE0–VE3 ovat arseeni, rauta, nikkeli, fosfori, sinkki, sulfaatti ja typpi (Taulukko 10-22).

Lahdenjoki, paineviemärin purkukohdan ja Sysmäjärven välisellä osalla (noin 2,3 km), on määrätty viemäriksi. Lahdenjokeen pumpattavan veden purkureitti on esitetty kuvassa 3-15, vesien laatu taulukossa (Taulukko 3-25) ja kuormitus taulukossa (Taulukko 3-26).

Uomakohtaista sulfaattikuormitusta Sysmäjärveen yli puolet tulee Ruutunjoesta (Keretti), ja Lahdenjoen osuus on 39 %. Lahdenjoen sulfaattikuormituksessa on havaittu laskeva trendi lukuun ottamatta vuosia 2016–2017. Nikkelikuormituksesta noin 40 prosenttia tulee Vuonoksesta Lahdenjoen kautta. Sekä Ruutunjoessa että Lahdenjoessa on havaittavissa laskutrendiä kuormituksen määrässä (Ramboll Finland Oy 2024). Lahdenjoen nikkelikuormitus Sysmäjärveen on laskenut tasolle 50 kg/a. Selvitysten perusteella Vuonosjoen nikkelikuormitus vaikuttaa olevan peräisin Outokumpu Oy:n entisiltä sivukiven läjitysalueilta. Sinkin, kuparin ja koboltin osalta Sysmäjärven pääkuormittaja on Keretin alue. (Ramboll Finland Oy 2024)

Viinijärven länsiosaan tulee kuormitusta kaivosvesistä, maataloudesta ja laskeumasta. Viinijärveen pistekuormitusta tulee järven pohjoispuolella sijaitsevilta Horsmanahon ja Karnukan kaivoksilta sekä Neova Oy:n Teyrisuon tuvetuotantoalueelta. Näiden lisäksi järveä on kuormittanut Boliden Kylylahti Oy:n Kylylahden kaivos, jossa louhinta päättyi vuonna 2020. Alueen kuormittajien yhteistarkkailua on toteutettu vuodesta 1985 lähtien (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2024c), tarkkailuun kuuluu Pohjois-Viinijärvi. Ravinteista typpikuormituksen osalta suurimmat pistekuormittajat ovat Horsmanaho ja Karnukka, fosforin osalta kuormitusta tulee eniten Teyrisuolta. Kiintoainekuormituksesta suurin osa on peräisin Horsmanahosta. Metallien osalta rauta- ja nikkelikuormitus on suurinta Horsmanahosta, arseenia tulee eniten Karnukasta.

Purkureittivaihtoehtojen tarkastelu

Muutokset purkuvesissä olevissa kuormitustekijöissä vaikuttavat oletettavasti vastaavasti sedimentoituvan ja saostuvan kiintoaineksen pitoisuuksiin olettaen, että pohjaolosuhteet ovat samankaltaisia.

Hankevaihtoehtojen erot muodostuvat niiden kuormituksesta. Hankevaihtoehdon VE0 kuormitus on muodostettu pitemmän aikajakson tarkkailutietojen perusteella, eli se vastaa keskimääräistä toteutunutta kuormitusta. Hankevaihtoehdoista VE1–VE3 suurin kuormitus

Copyright © AFRY Finland Oy

on vaihtoehdossa VE2b. Muiden hankevaihtoehtojen kuormitus asettuu näiden vaihtoehtojen muodostamaan vaihteluväliin tai on nykyisin toteutunutta kuormitusta pienempää.

PVE1 Sysmäjärvi

Purkuvedet johdetaan nykyisen ympäristöluvan mukaisesti Sysmäjärveen. Sysmäjärvi on pieni ja matala ja ollut myös vuosikymmenten ajan kuormituksen alaisena. Sysmäjärven sedimentissä onkin havaittu koholla olevia haitta-aineiden pitoisuuksia (mm. arseeni ja nikkeli). Sedimentin laadun seuranta jatkuu eli näin ollaan selvillä pohjasedimentissä olevien kuormitustekijöiden pitoisuustasosta. Tulosten avulla voidaan tarkkailla muutoksen vaikutusta sedimentteihin.

Viinijärvi PVE2a–c:

PVE2a: Purkuvedet johdetaan Viinijärven Raatelahteen nykyistä raakavesireittiä pitkin. Putken kokonaispituus on noin 7,2 km, josta Viinijärvessä noin 1,5 km. Purkupisteen syvyys noin 12–12,5 m.

PVE2b: Purkuvedet johdetaan Viinijärven Lukanlahteen. Putken kokonaispituus on noin 7,6 km, josta Viinijärvessä noin 1,9 km. Purkupisteen syvyys noin 12–12,5 m.

PVE2c: Purkuvedet johdetaan Viinijärven Korpilahteen. Putken kokonaispituus on noin 9,4 km, josta Viinijärvessä noin 2,8 km. Purkupisteen syvyys noin 12–12,5 m.

Uudet vaihtoehtoiset purkupisteet luovat Viinijärvessä uusia alueita missä voi olla korkeampi kuormitus purkuvesien mukana tulevista veteen liuenneista alkuaineista sekä kulkeutuvasta hienoaineksesta ja siinä olevista alkuaineista. Muutokset virtausolosuhteissa voivat vaikuttaa hienoaineksen kulkeutumiseen ja sedimentoitumiseen, niin purkuvesien mukana olevan kuin pohjasedimenttien. Virtausmuutokset voivat vaikuttaa myös sedimentin pintakerroksen fysikaaliskemiallisiin olosuhteisiin.

Viinijärven sedimentin laadusta purkuputkien kohdilta ei ole tutkimustietoa. Olemassa olevan tiedon perustella Viinijärven sedimentin haitta-ainepitoisuudet ovat selvästi Sysmäjärveä pienempiä. Viinijärvi on myös paljon suurempi ja syvempi järvi, jolloin mahdolliset vaikutukset ovat kokonaisuutena suhteellisen vähäiset. Purkureittien/purkupaikkojen välillä ei ole merkittäviä eroja vaikutuksissa.

11.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päättymisen jälkeen voidaan olettaa vesistökuormituksen vähenevän ja sitä myöten myös vaikutusten sedimentteihin vähenevän. Haitta-aineita ja muita kuormitus-tekijöitä sisältävän sedimentin arvioidaan ajan kuluessa peittyvän ja osin sekoittuvan sellaiseen sedimentoituvaan ainekseen, missä kuormitustekijöiden määrä on alhaisempi.

11.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Toiminnan aikana sedimentteihin kulkeutuneet alkuaineet pysyvät sedimentissä melko stabiilina. Sedimentin pintakerroksessa voi tapahtua virtauksista johtuvaa sekoittumista sekä resuspensiota ja uudelleen sedimentoitumista. Mikäli purkuvesien kuormitus pienenee tai pysyy nykyisen kaltaisena, ajan mittaa korkeammat alkuainepitoisuudet peittyvät alhaisempia pitoisuustasoja sisältävillä sedimenteillä ja korkeiden alkuainepitoisuuksien aikaansaama riski ja mahdolliset haittavaikutukset pienenevät.

Copyright © AFRY Finland Oy

Tässä vaihtoehdossa kuormitus ja vaikutukset Lahdenjokeen ja Sysmäjärveen jatkuvat nykyisen kaltaisena vuosiin 2030–2032 asti.

11.4 Yhteisvaikutukset

Sysmäjärven sedimenttejä kuormittaa Vuonoksen tehdas- ja kaivoalueen purkuvesien lisäksi Keretin kaivos (Ruutunjoki). FinnCobalt Oy on hakenut lupaa Hautalammen kaivoshankkeelle, jonka purkuvedet ja toiminta vaikuttavat Ruutunjokeen. Vuonoksen ja Hautalammen mahdollista yhteisvaikutusta on arvioitu mallintamalla Vuonoksen skenaarion VE2b sekä Hautalammen Ruutunjoen kautta tulevan kuormituksen vaikutus Sysmäjärvessä (luku 10.5.1). Viinijärven länsiosaan tulee kuormitusta mm. kaivosvesistä (Horsmanaho, Karnukka), maataloudesta ja laskeumasta.

Tämänhetkinen ja mahdollinen tuleva purkuvesien yhteisvaikutus suuntautuu Sysmäjärvessä osin samalla alueelle. Viinijärven osalta yhteisvaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä.

11.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaihtoehdossa PVE1 Sysmäjärvi vaikutukset sedimentteihin ovat pääosin kuten nykytilassa.

Viinijärveen sijoitettavan purkuputken pituudet ovat vaihtoehdoissa 1,5–2,8 km ja purkupaikkojen syvyydet ovat karttatiedon perusteella 12–12,5 m. Rakentamisen aikaan suhteellisesti suurimmat vaikutukset olisivat reitillä PVE2c, jossa purkureitin pituus on suurin. Rakentamisen aikaiset vaikutukset olisivat kaikilta osin vähäisen kielteisiä. Toiminnan aikana vaikutukset olisivat saamaa suuruusluokkaa eli vähäisen kielteisiä. Purkupaikkojen välillä ei ole arvion mukaan merkittäviä eroja vaikutuksissa.

Taulukko 11-4. Sedimentteihin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus					Positiivinen
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen				PVE1	VE0				
	Kohtalainen				PVE2a PVE2b PVE2c					
	Suuri									
	Erittäin suuri									

11.6 Arvioinnin epävarmuudet

Viinijärven sedimenttien nykytilanteesta on vain vähän tietoa, purkuputkivaihtoehtojen alueilta tieto puuttuu. Purkuvesissä kulkeutuvien kuormitustekijöiden sedimentoituminen ja saostuminen sekä pohjasedimentin resuspendoituminen on prosessi, johon vaikuttavat sedimentin ja veden pohjakerroksen fysikaaliskemialliset olosuhteet ja muutokset niissä. Purkuvesien kulkeutumisen arviointireiteissä ja virtauksien vaikutuksen arvioinnissa

Copyright © AFRY Finland Oy

pohjasedimentteihin ja mahdolliseen hienoaineksen kulkeutumiseen liittyy aina tietyt epävarmuustekijät.

11.7 Vaikutusten lieventäminen

Haitallisia vaikutuksia voidaan pienentää purkuvesien ja hajakuormitusvesien kuormitustekijöiden pitoisuuksien alentamisella. Lisäksi purkupisteen sijainti vaikuttaa purkuvesien sekoittumiseen ja kulkeutumiseen. Sopivalla purkupisteen sijainnilla voidaan minimoida purkuvesissä kulkeutuvien kuormitustekijöiden aiheuttama paikallinen haitta.

Copyright © AFRY Finland Oy

12 VESIELIÖSTÖ



12 VESIELIÖSTÖ

YHTEENVETO

- Sysmäjärven nykytila on jo kuormituksen heikentämä. Pohjaeläinlajisto on niukkaa ja ilmentää reheviä olosuhteita, ja kohonneisiin sulfaatti- ja metallipitoisuuksiin liittyy haittavaikutusten mahdollisuus jo nykytilassa. Kasviplanktonissa on havaittavissa sinilevien poikkeavan vähäistä esiintymistä. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b nikkelipitoisuuden nousu voi aiheuttaa vähäistä paikallista haittaa Lahdenjoen suualueella, mutta pohjaeläimistön, kasviplanktonin tai vesikasvillisuuden ekologisen tilan ei arvioida heikkenevän.
- Viinijärvellä havaittavat vaikutukset painottuvat purkuputkivaihtoehtojen lähisyvänteiden pohjaeläimistöön talvikerrostuneisuuskauden aikana. Muutokset arvioidaan suurimmiksi purkuputkivaihtoehdoissa PVE2a ja PVE2b. Syvänteiden nykyinen happivaje, haitta-aineiden mahdolliset yhteisvaikutukset ja lähialueiden pohjaeläintietojen puutteet lisäävät arvioinnin epävarmuutta. Putken asentaminen ja mahdollinen ruoppaus aiheuttavat paikallista pohjan häiriintymistä ja voivat tilapäisesti lisätä veden samentumista sekä kiintoaineen leviämistä, millä on tilapäistä haittavaikutusta vesieliöstöön.
- Vesikasvillisuuteen kohdistuvat vaikutukset jäävät pääosin hyvin vähäisiksi. Sysmäjärven kasvillisuuden kehitystä ohjaa ensisijaisesti rehevyys, ja Viinijärvellä pitoisuusnousut painottuvat kasvillisuusalueiden sijasta syvänteisiin. Kasvillisuuden lajiston, laajuuden tai ekologisen tilan ei arvioida muuttuvan. Kasviplanktonin ekologinen tila ei hankevaihtoehtojen toteutumisen takia heikkene nykyisestä.
- Hankevaihtoehtojen vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu IMPERIA-menetelmän mukaisesti, jossa hankkeen muutoksen merkittävyyttä verrataan nykytilaan. Sysmäjärvessä hankevaihtoehdot VE2a–b tuottavat vähäisen kielteisen muutoksen. Vaihtoehdot VE1 ja VE3 eivät poikkea nykytilasta. Viinijärvessä purkuputkivaihtoehdot PVE2a–b johtavat kohtalaiseen negatiiviseen muutokseen. Vaihtoehto PVE2c tuottaa vähäisen negatiivisen muutoksen.

12.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Vaikutusarvio on laadittu asiantuntijatyönä, ja sen lähtöaineistona ovat toimineet hankkeeseen liittyvä suunnittelu- ja tarkkailuaineisto, arvioitavaan kohteeseen liittyvä taustatieto mm. vesistön ja vesieliöstön nykytilasta, tieto nykyisen kuormituksen aiheuttamista vaikutuksista sekä kokemus aiempien vastaavien hankkeiden vaikutusarvioinnista ja niissä ilmenneistä ympäristövaikutuksista. Vesieliöstöarvio pohjautuu vesistövaikutusarvioon. Arvioinnissa on lisäksi hyödynnetty tarkoitukseen soveltuvien tutkimusartikkeleiden ja selvitysten tietoja erilaisen kuormituksen aiheuttamista vesistö- ja eliöstövaikutuksista. Lahdenjoelta hankittiin lisänäytteitä pohjaeliöstöstä ja piilevistä.

YVA-hankkeen vaikutukset pohjaeläimiin, vesikasveihin ja piileviin aiheutuvat yleisesti ottaen ensisijaisesti vedenlaadun, hydrologian ja elinympäristöjen muutoksista. Kiintoaine-, ravinne-

Copyright © AFRY Finland Oy

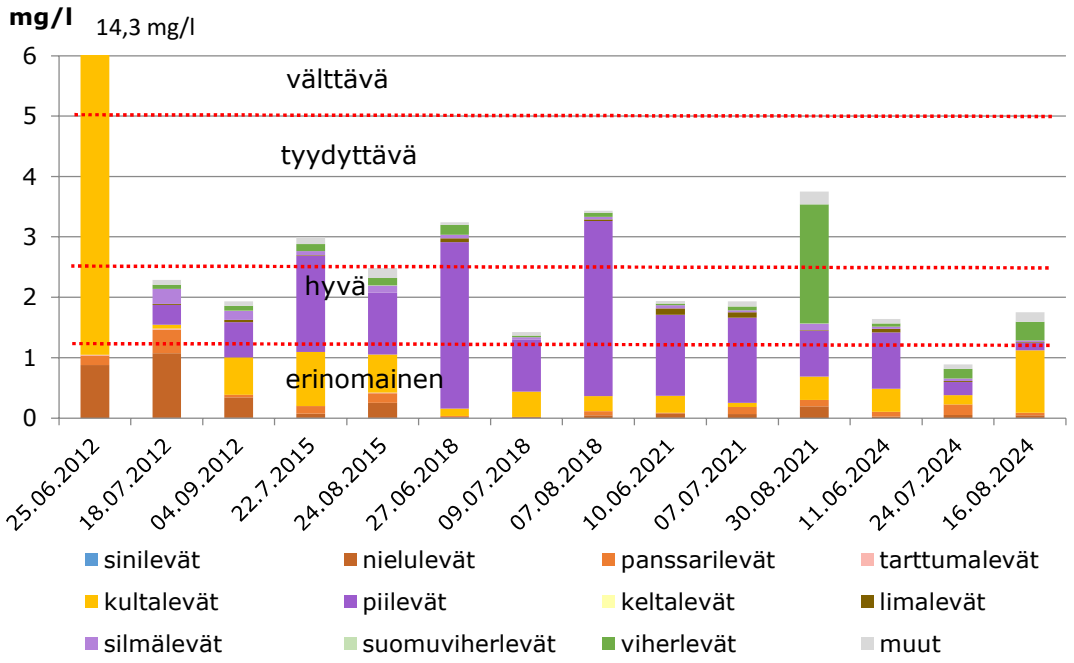
, suola- ja metallikuormitus sekä virtaamien ja vedenkorkeuksien muutokset voivat muuttaa lajien elinolosuhteita, kasvua ja lisääntymistä sekä edelleen eliöyhteisöjen lajistoa, runsautta ja rakennetta.

12.2 Nykytila

12.2.1 Kasviplankton

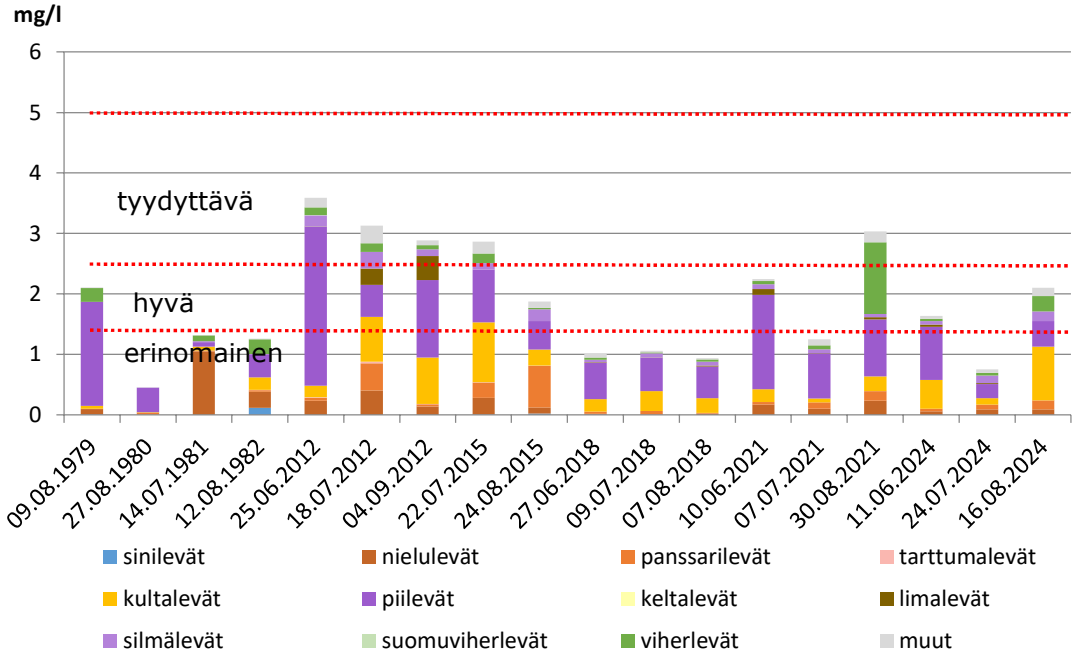
Sysmäjärvi

Sysmäjärven kasviplanktonin tilaa tarkkaillaan Sysmäjärven-Heposelän yhteistarkkailun puitteissa. Edellisen kerran näytteet on otettu vuonna 2024. Ympäristöhallinnon kasviplanktonrekisteriin (SYKE 2026f) on tallennettu vuosina 2012–24 otetut näytteet sekä yksittäisiä näytteitä 1970- ja 1980-luvuilta. Näytteiden biomassamäärät ovat useimmiten olleet tasoa <1–3 mg/l, eli lievään tai kohtalaiseen rehevyyteen viittaavaa tasoa. Lisäksi on esiintynyt yksittäisiä näytteitä, joissa biomassa on ollut selkeästi tavanomaista suurempi (Kuva 12-1…Kuva 12-3). Ympäristöhallinnon levähaittarekisteriin ei ole merkitty yhtään leväkukintahavaintoa Sysmäjärveltä.

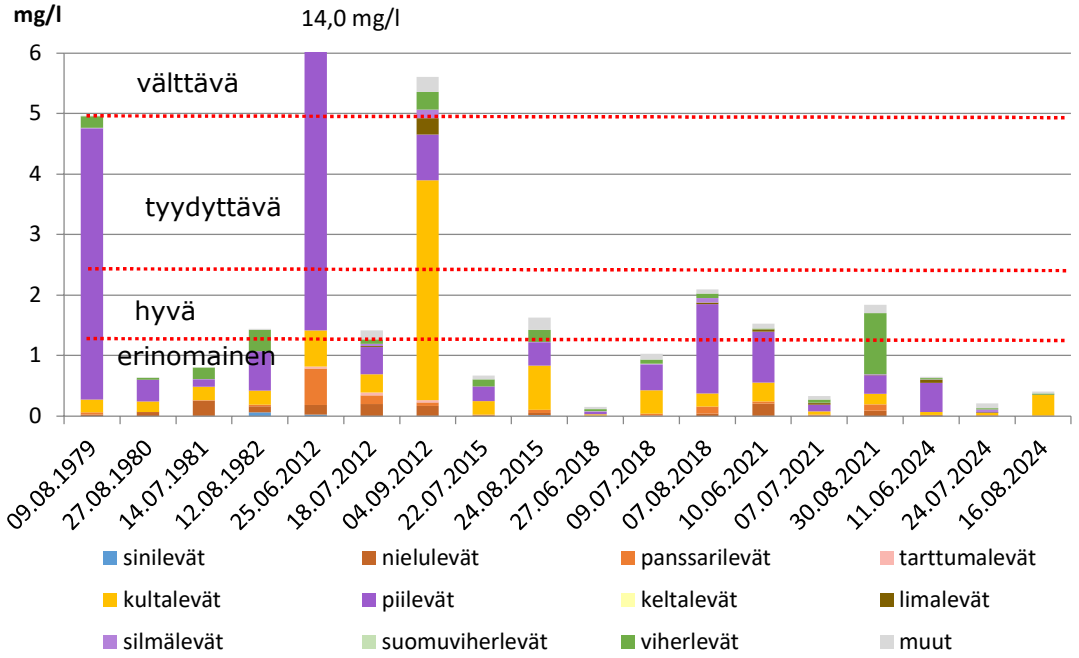


Kuva 12-1. Sysmäjärven pohjoisosan (234) kasviplanktonnäytteiden biomassa ja lajistokoostumus vuosina 2012–24. Kuvassa on lisäksi Aroviidan ym. (2025) esittämät Mh-tyypin ekologisen tilan luokkarajat.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 12-2. Sysmäjärven eteläosan (28) kasviplanktonnäytteiden biomassa ja lajistokoostumus vuosina 1979–2024. Kuvassa on lisäksi Aroviidan ym. (2025) esittämät Mh-tyypin ekologisen tilan luokkarajat.



Kuva 12-3. Sysmäjärven länsiosan (30) kasviplanktonnäytteiden biomassa ja lajistokoostumus vuosina 1979–2024. Kuvassa on lisäksi Aroviidan ym. (2025) esittämät Mh-tyypin ekologisen tilan luokkarajat.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kasviplanktonnäytteiden biomassa koostui pääosin piilevistä ja kultalevistä, minkä lisäksi esiintyi panssarileviä, nieluleviä ja viherleviä. Sinilevien esiintyminen oli huomattavan vähäistä. Lahdenjoen suun läheisyydessä 36 % näytteistä ei sisältänyt lainkaan sinileviä. Sysmäjärven eteläosassa sinilevättömien näytteiden osuus oli 33 % ja Ruutunjoen edustalla (30) 50 %. Ainoastaan elokuussa 1982 otetuissa näytteissä sinilevien määrä ylitti 5 % kokonaisbiomassasta, ja useimmissa sinileviä sisältävissä näytteissä osuus oli selvästi alle prosentti. Sinilevien biomassan ja suhteellisen osuuden vaihtelu näytteessä eri näytteenottokertojen välillä on sinileville tyypillistä, mutta jatkuva erittäin vähäinen esiintyminen keski- tai runsasravinteisessa vesistössä on epätyypillistä. Läheisessä Viinijärvessä sinilevien esiintyminen on järven rehevyystasoon nähden tyypillistä, joten kyse ei ole alueellisesta poikkeavuudesta.

Sysmäjärven kasviplanktonia on tutkittu tiettävästi ainakin vuosina 1930, 1951 ja 1967. Näytteiden säilöntä- ja tutkimusmenetelmät poikkeavat nykyisin käytössä olevista menetelmistä, mutta lajihavaintoja voidaan pitää luotettavina. Vuoden 1930 tutkimuksen aikaan kaivostoiminnan vaikutuksia ei ollut vielä varmuudella osoitettavissa Sysmäjärvessä, ja kasviplanktonin lajisto oli suhteellisen monipuolinen. Yleisinä ja ajoittain runsaslukuisina havaittiin mm. runsasravinteisille järville tyypillisiä sinilevälajeja. Näytteistä tunnistettiin mm. sopivissa olosuhteissa kukintoja muodostavia Anabaena- ja Aphanizomenon-lajeja. Näytteissä esiintyi myös muita rehevyyden ilmentäjälajeja, ja vähäisemmässä määrin vähäravinteisuutta suosivia lajeja. Vuoden 1951 näytteenotossa sinileviä ei enää havaittu, ja myös osa muista vuoden 1936 näytteenoton valtalajeista oli kadonnut. Yksilömäärät olivat pieniä. Kesällä 1967 kasviplanktonin lajimäärää ja biomassaa pidettiin edelleen poikkeuksellisen pieninä. Yhtenä kasviplanktonin niukkuutta selittävänä tekijänä pidettiin Sysmäjärven kuparipitoisuutta, sillä kupari on tunnetusti levänkasvua estävä yhdiste. (Kostiainen ym. 1968) Nykytiedon mukaan kuparin lisäksi myös monet muut metallit voivat estää kasviplanktonin kasvua, ja eri metallien yhteisvaikutus voi olla joko kokonaisvaikutusta voimistava tai vaientava (Nawaz ym. 2024). Metallit voivat estää myös sinilevien kasvua, ja tietyt sinilevälajit vaikuttavat olevan myös toisia herkempiä metallikuormituksen haitallisille vaikutuksille (Martínez-Ruiz & Martínez-Jerónimo 2016, Facey ym. 2019).

Sysmäjärvestä jaksolla 1979–2024 otettujen kasviplanktonnäytteiden tulokset on esitetty taulukossa 12-1. Vesimuodostuman ekologinen tila määritetään kootusti pitemmän aikajakson tuloksista, mutta taulukossa on esitetty vertailun vuoksi näytekohtaisesti tulosten sijoittuminen ekologisen tilan luokkarajoihin. Tulokset viittaavat pääosin tyydyttävästä erinomaiseen tilaluokkaan, eikä järven tilassa vaikuta tapahtuneen erityistä kehitystä tarkastelujakson aikana. Kasviplankton reagoi ihmistoiminnan paineista herkimmin rehevöitymiseen (Aroviita ym. 2025), ja vesimuodostuman tilaluokittelun näkökulmasta metallikuormitukseen liittyvä biomassamäärän lasku ja tiettyjen leväryhmien harvinaistuminen näyttäytyy luokittelussa ekologisen tilan parantumisena. 1970- ja 1980-luvun näytteitä on hyvin vähän, mutta saatavilla olevien tulosten perusteella kasviplanktonin tila ei ole tällöin merkittävästi poikennut nykyisestä tilasta. Biomassakuvien perusteella kasviplanktonin esiintyminen on viime vuosikymmeninä ollut vähäisintä Ruutunjoen suun läheisellä pisteellä, mikä voi varovaisesti tulkittuna viitata siihen, että alueella on kasviplanktonin esiintymiselle vähiten suotuisat olosuhteet. Näytteenottoa tehdään kuitenkin suhteellisen harvoin, joten kyseessä voi olla myös kasviplanktonille luontainen, vuosien ja

Copyright © AFRY Finland Oy

vuodenaikojen välinen vaihtelu. Sysmäjärven kasviplanktonin tila on vesienhoidon kolmannella kaudella määritelty hyväksi ja alustavan luokittelun mukaan tila on neljännellä kaudella myös hyvä.

Taulukko 12-1. Sysmäjärven kasviplanktonnäytteiden biomassa, klorofylli-a-pitoisuus, haitallisten sinilevien osuus ja TPI-rehevyysindeksitulokset. Sinilevien tilaluokkaa ei arvioida kesäkuussa otetuista näytteistä. Luokkarajat Aroviidan ym. (2025) mukaan. Sininen = erinomainen tila, vihreä = hyvä, keltainen = tyydyttävä, oranssi = välttävä, punainen = huono.

	Sysmäjärvi 234				Sysmäjärvi 28			
	Biomassa	Klorofylli-a	Sinilevät	TPI	Biomassa	Klorofylli-a	Sinilevät	TPI
	mg/l	µg/l	%		mg/l	µg/l	%	
9.8.1979					2,1	7,4	0,1	1,91
27.8.1980					0,5	4,7	0	1,96
14.7.1981					1,3	10,2	0	0,47
12.8.1982					1,3	9,8	9,0	0,96
25.6.2012	14,3	33	0	1,05	3,6	18	0	1,10
18.7.2012	2,3	39	0,1	1,58	3,1	21	0	0,78
4.9.2012	1,9	13	0,2	1,12	2,9	22	0	0,96
22.7.2015	3,0	44	0	0,49	2,9	15	0,2	0,40
24.8.2015	2,5	19	0,1	0,30	1,9	11	0,7	1,09
27.6.2018	3,2	53	0,2	1,04	1,0	12	0,7	1,00
9.7.2018	1,4	27	0	0,89	1,1	18	0	0,84
7.8.2018	3,4		0	0,92	0,9	18	0	0,63
10.6.2021	1,9	12	0,1	1,01	2,2	11	0,05	1,05
7.7.2021	1,9	15	0	0,90	1,2	11	0	1,08
30.8.2021	3,8	15	0,01	0,42	3,0	13	0,05	0,62
11.6.2024	1,6	21	0	0,61	1,6	20	0	0,36
24.7.2024	0,9	11	0	0,35	0,8	12	0,03	0,96
16.8.2024	1,7		0,2	-0,39	2,1	17	0,1	0,56

	Sysmäjärvi 30			
	Biomassa	Klorofylli-a	Sinilevät	TPI
	mg/l	µg/l	%	
9.8.1979	5,0	8,1	0	1,84
27.8.1980	0,6	4,5	0	0,90
14.7.1981	0,8	8,5	0,3	0,55
12.8.1982	1,4	7,1	4,3	0,68
25.6.2012	14,0	43	0,1	1,06
18.7.2012	1,4	15	0,2	-0,29

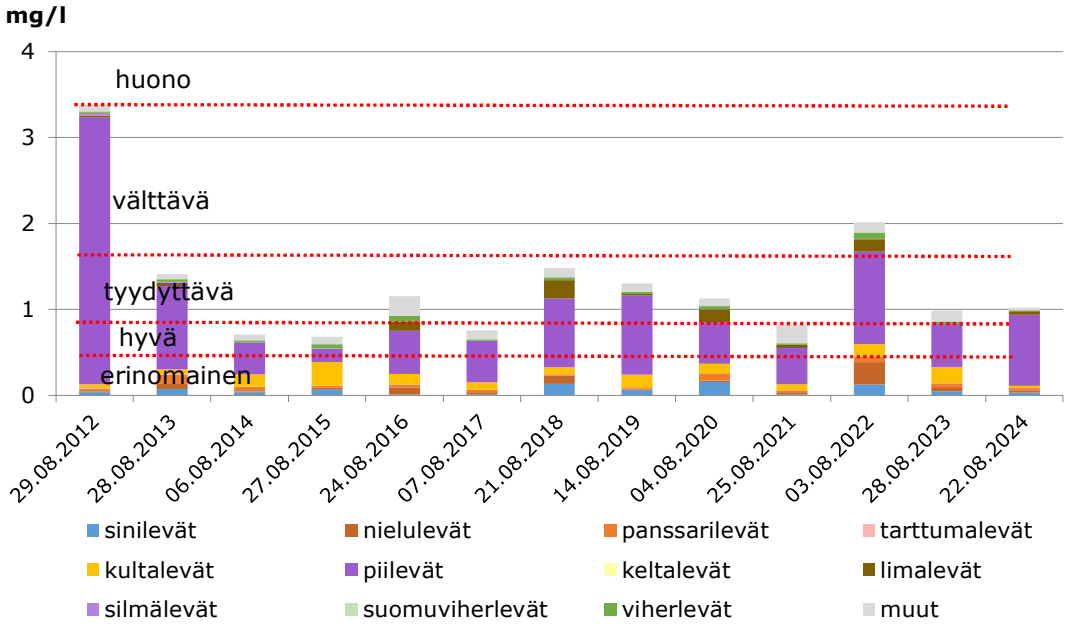
Copyright © AFRY Finland Oy

	Sysmäjärvi 30			
	Biomassa	Klorofylli-a	Sinilevät	TPI
	mg/l	µg/l	%	
4.9.2012	5,6	27	0	0,84
22.7.2015	0,7	12	0	0,53
24.8.2015	1,6	11	0,4	-0,10
27.6.2018	0,2	4,2	0,2	0,90
9.7.2018	1,0	25	0	0,64
7.8.2018	2,1		0	0,85
10.6.2021	1,5	9,4	0,1	0,22
7.7.2021	0,3	5	0	0,74
30.8.2021	1,8	8,4	0	0,13
11.6.2024	0,6	16	0,0	0,58
24.7.2024	0,2		0	1,92
16.8.2024	0,4	4,6	0	-1,18

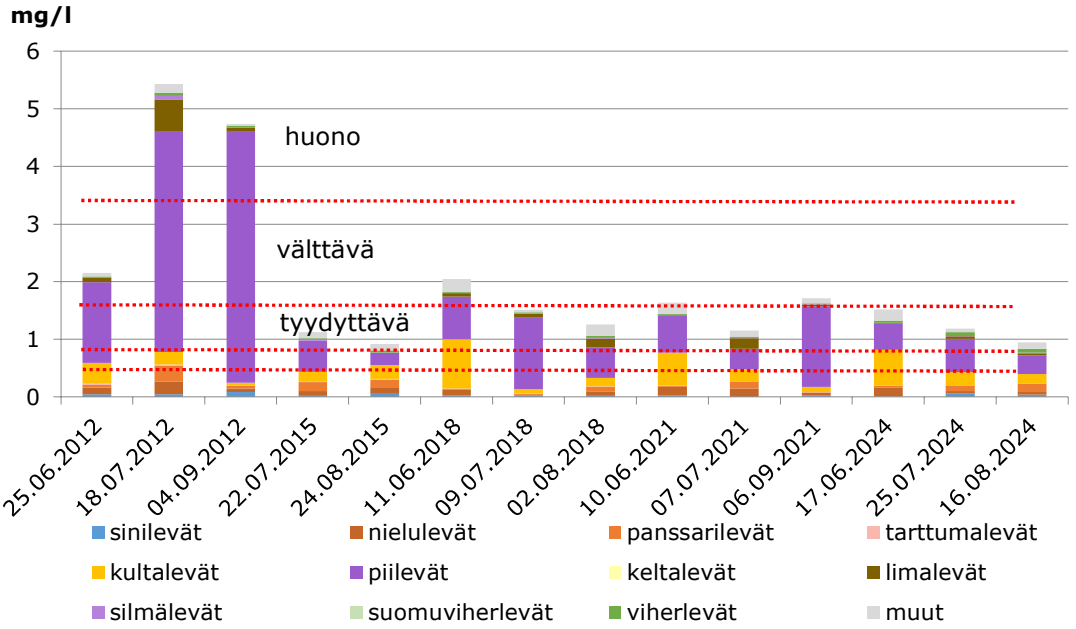
Viinijärvi

Viinijärven pohjoisosan kasviplanktonyhteisön tilaa tarkkaillaan vuosittain elokuussa otettavilla näytteillä pisteellä 168 ja kolmen vuoden välein kesä-elokuussa otettavilla näytteillä pisteellä 214. Näytteiden biomassamäärät ovat useimmiten olleet tasoa <1–2 mg/l, eli lievään rehevyyteen viittaavaa tasoa. Lisäksi on esiintynyt yksittäisiä näytteitä, joissa biomassa on ollut selkeästi tavanomaista suurempi (Kuva 12-4…Kuva 12-5). Ympäristöhallinnon levähaittarekisteriin ei ole merkitty 2000-luvulla leväkukintahavaintoja.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 12-4. Viinijärven pohjoisosan (168) kasviplanktonnäytteiden biomassa ja lajistokoostumus vuosina 2012–2024. Kuvassa on lisäksi Aroviidan ym. (2025) esittämät SVh-tyypin ekologisen tilan luokkarajat.



Kuva 12-5. Viinijärven eteläosan (214) kasviplanktonnäytteiden biomassa ja lajistokoostumus vuosina 2012–2024. Kuvassa on lisäksi Aroviidan ym. (2025) esittämät SVh-tyypin ekologisen tilan luokkarajat.

Kasviplanktonnäytteiden biomassa koostui pääosin piilevistä ja kultalevistä, minkä lisäksi esiintyi pienempiä määriä panssarileviä, nieluleviä ja limaleviä. Sinilevien osuus oli järven

Copyright © AFRY Finland Oy

pohjoisosassa 1,1–14 prosenttia ja järven eteläosassa 0,5–7,6 prosenttia biomassasta. Haitallisten sinilevien esiintyminen oli useimmiten vähäistä, ja viittasi hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 12-2). Biomassa, klorofyllin määrä ja TPI-rehevyysindeksi viittasivat 2020-luvulla tyydyttävään–hyvään tilaan. Vuosina 2012–2013 biomassan määrä oli koholla, mutta muina vuosina tuloksissa ei ole havaittavissa erityistä kehityssuuntaa. Kasviplanktonille on tyypillistä biomassan vaihtelu eri vuosina ja vuodenaikojen välillä, joten poikkeavat biomassat voivat liittyvä luontaiseen vaihteluun. Vesienhoidon kolmannella kaudella Viinijärven länsiosan vesimuodostuman kasviplanktonin tila oli tyydyttävä. Neljännen kauden alustavassa luokittelussa tila on edelleen tyydyttävä.

Taulukko 12-2. Viinijärven kasviplanktonnäytteiden biomassa, klorofylli-a-pitoisuus, haitallisten sinilevien osuus ja TPI-rehevyysindeksitulokset. Sinilevien tilaluokkaa ei arvioida kesäkuussa otetuista näytteistä. Luokkarajat Aroviidan ym. (2025) mukaan. Sininen = erinomainen tila, vihreä = hyvä, keltainen = tyydyttävä, oranssi = välttävä, punainen = huono

	Viinijärvi 168			
	Biomassa	Klorofylli-a	Sinilevät	TPI
	mg/l	µg/l	%	
29.8.2012	3,4	7,1	0,9	1,92
28.8.2013	1,4	12	4,2	1,60
6.8.2014	0,7	6,1	4,9	0,86
27.8.2015	0,7	5,6	8,3	-0,20
24.8.2016	1,2	7,1	0,3	0,56
7.8.2017	0,8	6,7	1,2	0,41
21.8.2018	1,5		8,5	0,94
14.8.2019	1,3	5,7	3,2	0,79
4.8.2020	1,1	8,4	13,6	1,04
25.8.2021	0,8	4,3	1,5	0,52
3.8.2022	2,0	9,7	4,5	0,81
28.8.2023	1,0	4,9	4,2	0,53
22.8.2024	1,0	6,9	3,3	0,98

	Viinijärvi 214			
	Biomassa	Klorofylli-a	Sinilevät	TPI
	mg/l	µg/l	%	
25.6.2012	2,2	6,5	1,9	1,20
18.7.2012	5,4	18	0,7	1,47
4.9.2012	4,7	9,2	1,8	1,88
22.7.2015	1,1	7,9	1,4	0,93
24.8.2015	0,9	5,5	7,4	0,19
11.6.2018	2,0	15	1,2	0,44
9.7.2018	1,5	6,7	1,3	0,95
2.8.2018	1,3	6,2	1,2	0,41
10.6.2021	1,6	6	1,7	0,44
7.7.2021	1,2	5,9	0,5	0,49
6.9.2021	1,7	6,6	1,4	0,89
17.6.2024	1,5	9,7	0,6	-0,66

Copyright © AFRY Finland Oy

	Viinijärvi 214			
	Biomassa	Klorofylli-a	Sinilevät	TPI
	mg/l	µg/l	%	
25.7.2024	1,2	5,5	4,6	0,62
16.8.2024	0,9	6,2	4,1	0,91

12.2.2 Pohjaeläimet

Vuonosjoki

Vuonosjoelta on olemassa pohjaeläinseurantatietoja yhdeltä vuodelta 2022 liittyen ELY-keskusten perusseurantaan (havaintopaikka Vuonosjoki). Pohjaeläinrekisterin tietojen perusteella lajisto vaikuttaa melko suppealta, mahdollisesti pehmeähkön pohjan lajistolta (SYKE 2026e). Vesimuodostuman (Sätösjoki-Vuonosjoki) pohjaeläimistön ekologista tilaa ei ole arvioitu kolmannella vesienhoitokaudella, mutta neljännen kauden alustavien tietojen perusteella tila on hyvä.

Lahdenjoki ja Sysmäjärvi

Lahdenjoelta on olemassa pohjaeläinseurantatietoja yhdeltä vuodelta havaintopaikalta Lahdenjoki, rautatiesilta. Lahdenjoen näyteaseman pohjaeläimistö ilmensi vuonna 2023 välttävää tai huonoa tilaa. Ekologisen tilan luokittelumuuttujista tyyppiominaisten taksonien esiintyminen ja prosenttinen mallinkaltaisuus sijoittuivat välttävään tilaan, ja EPT-heimojen esiintyminen huonoon tilaluokkaan. Lahdenjoen pohjaeläimistöstä puuttuivat päivänkorennot kokonaan, ja koskikorento- ja vesiperhoslajisto oli hyvin niukka (KVVY Tutkimus Oy 2024). Raportissa ei kuitenkaan oteta kantaa, oliko näytteenottopaikka edustava koskipohjaeläinnäytteenottoon, millä voi olla merkittävää vaikutusta tuloksiin. Lahdenjoella on toinenkin näyteasema, mutta sieltä ei ole haettu näytteitä. Pohjaeläimistön ekologista tilaa ei ole virallisesti luokiteltu kolmannella vesienhoitokaudella (SYKE 2026e). Neljännen kauden alustavien tietojen mukaan tila on välttävä. Mondo on teettänyt tutkimuksen pohjaeläimistä vuona 2025, mutta tuloksia ei ole vielä saatu.

Sysmäjärven pohjaeläimistöä tarkkaillaan Sysmäjärven-Heposelän yhteistarkkailun yhteydessä. Toiseksi edellisen kerran näytteet on otettu syyskuussa 2021 Sysmäjärvi 28 -profundaalipisteeltä (Kuva 12-6). Sysmäjärvi 28 -syvänteen pohjaeläinyhteisö koostui sulkasääsken, surviaissääskien ja polttiaisten toukista. Chironomidi-indeksin (CI) perusteella (1,00) syvänteen pohja luokiteltiin hyvin reheväksi. Taksoniluku (5) ja pohjaeläintiheys (538 yks/m²) olivat vuoden 2018 tasolla. Sysmäjärven pohjaeläintiheydet ovat olleet pääsääntöisesti tarkkailualueen alhaisimmat koko seurannan aikana. Pohjaeläinbiomassan perusteella (1,1 g/m²) Sysmäjärven syvänteen pohja luokiteltiin jokseenkin niukkaravinteiseksi, ja biomassa on laskenut seurannan alkuvuosista. Järven mataluuden vuoksi syvännepohjaeläinindeksit PICM ja PMA eivät sovellu järven tilan arviointiin. (KVVY Tutkimus Oy 2022a)

Vuoden 2024 tarkkailussa Sysmäjärven (28) syvänteen näytteissä esiintyi runsaana sulkasääsken (*Chaoborus flavicans)* ja surviaissääskistä Procladius-suvun toukkia. Molemmat

Copyright © AFRY Finland Oy

taksonit sietävät vähähappisia olosuhteita. Havaittujen surviaissääskien perusteella pohja luokiteltiin hyvin reheväksi ja biomassan mukaan ravinteikkaaksi vuonna 2024. Koko seurantajaksolla rehevyys vaihtelee hyvin rehevän ja rehevän välillä CI-indeksiin perustuen. Biomassassa on ollut selvä kasvu aiempiin vuosiin verrattuna, mutta suhteutettuna tämä ei näy selvänä yksilömäärän poikkeuksellisena kasvuna. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2025c).

Sysmäjärven pohjaeläimistön tilaa ei ole luokiteltu vesienhoidon mukaisesti (SYKE 2026e).

Taipaleenjoki ja Heposelkä

Sysmäjärvestä Heposelkään laskevan Taipaleenjoen pohjaeläimistön tilaa seurataan Sysmäjärven-Heposelän yhteistarkkailussa yhdeltä näyteasemalta (Taipaleenjoki 158). Heposelällä näytteet otetaan syvännehavaintoasemilta Heposelkä 11 ja Heposelkä 14 sekä litoraalista (Heposelkä 14 länsiranta, Heposelkä 14 itäranta). Vuoden 2021 tarkkailun tuloksen perusteella Taipaleenjoen pohjaeläimistön perusteella lasketuista ekologisen tilan indekseistä PMA ilmensi erinomaista tilaa. TT- ja T-EPTh-indeksit sijoittuivat hyvän ja erinomaisen tilanluokan rajalle. Shannon-Wienerin diversiteetti-indeksin perusteella pohjaeläimistön monimuotoisuus oli melko korkea. Indeksien perusteella pohjaeläimistön tila on kohentunut verrattuna aiempiin tarkkailuvuosiin. (KVVY Tutkimus 2022a)

Vuoden 2024 tarkkailussa Taipaleenjoki (158) luokittui ekologisesti hyväksi TT- ja T-EPTh-indeksien perusteella, kun taas PMA-indeksi osoitti tilan olevan erinomainen. Shannon-Wiener -indeksin mukaan pohjaeläinyhteisön monimuotoisuus sijoittui matalan ja melko korkean monimuotoisuuden rajalle. Saastumisherkkyyttä kuvaava ASPT-indeksi sekä näytteissä esiintyneet lajit viittasivat siihen, ettei vedenlaatu ole voimakkaasti kuormittunut. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2025c)

Taipaleenjoen pohjaeläimistön ekologinen tila on luokiteltu hyväksi kolmannella vesienhoitokaudella (SYKE 2026e). Neljännen vesienhoitokauden mukainen alustava luokittelu on samoin hyvä.

Heposelän syvänteiden (11 ja 14) näyteasemilla pohjaeläimistön biomassat ovat jonkin verran vaihdelleet lähinnä Chironomus–surviaissääskien tiheyksien mukaan. Vuonna 2021 Heposelkä 11 -syvänteessä pohjaeläinten tiheys ja biomassa olivat laskeneet verrattuna edelliseen tarkkailuvuoteen 2018, mutta Heposelkä 14-näyteasemalla tiheys ja biomassa olivat selvästi kasvaneet. Seurannan aikana näyteasemien pohjien tila on luokiteltu reheväksi tai hyvin reheväksi. Myös vuonna 2021 molemmat syvänteet luokiteltiin CI-indeksin perusteella hyvin reheviksi. PICM-indeksin perusteella Heposelän syvänteet 11 ja 14 luokiteltiin välttävään tai tyydyttävään luokkaan, ja PMA-indeksi puolestaan sijoittui erinomaiseen tai hyvään tilaluokkaan. (KVVY Tutkimus 2022a)

Vuoden 2024 tarkkailussa Heposelän (11, Hepolahti) syvänteen näytteissä esiintyi runsaasti sulkasääsken toukkia ja harvasukamatoja (Oligochaeta). Surviaissääskistä esiintyi tavanomaisten rehevien pohjien lajeja *Chironomus anthracinus* ja *Chironomus plumosus* -t., sekä monenlaisilla pohjilla esiintyvän Procladius -suvun toukkia. Havaittujen surviaissääskien perusteella pohja luokitellaan hyvin reheväksi ja biomassan perusteella ravinteikkaaksi. Taksoniluku on tarkkailujaksolla säilynyt vakaana, poikkeuksena vuoden 2021 tarkkailukerta.

Copyright © AFRY Finland Oy

Yksilötiheydessä on kasvava suuntaus. Heposelän (11) tulosten perusteella syvänne luokitellaan PICM-indeksin perusteella tyydyttävään ja PMA-indeksin perusteella erinomaiseen luokkaan. Heposelän (14) syvänteen näytteissä esiintyi runsaasti sulkasääsken toukkia ja harvasukamatoja. Surviaissääskistä esiintyi tavanomaisten rehevien lajien *Chironomus anthracinus* ja *Chironomus plumosus -t.,* sekä monenlaisilla pohjilla esiintyvän Procladius -suvun toukkia, kuten Hepolahden (11) näytteissäkin. Havaittujen surviaissääskien perusteella pohja luokitellaan hyvin reheväksi ja biomassan perusteella erittäin ravinteikkaaksi. Taksoniluku on tarkkailujaksolla säilynyt vakaana, poikkeuksena vuoden 2021 tarkkailukerta. Yksilötiheydessä on kasvava suuntaus. Heposelän (14) tulosten perusteella syvänne luokitellaan PICM- ja PMA-indeksien perusteella tyydyttävään luokkaan (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2025c).

Heposelän litoraalinäyteasemien (14 länsi- ja itäranta) tilaa on seurattu vuodesta 2012 lähtien osana yhteistarkkailua. Vuonna 2021 litoraalinäyteasemien pohjaeläimistön perusteella lasketuista ekologisen tilan luokitteluindekseistä PMA sijoittui hyvään tilaluokkaan ja tyyppiominaiset taksonit (TT) hyvän ja erinomaisen tilan rajalle. Indeksit olivat samalla tasolla kuin aiempina tarkkailuvuosina. Shannon-Wienerin diversiteetti-indeksin perusteella rantojen pohjaeläimistön monimuotoisuus oli melko korkea. (KVVY Tutkimus 2022a)

Vuoden 2024 tarkkailussa Heposelän litoraalialueiden (14, itä ja länsi) TT- ja PMA-indeksin perusteella alueet luokiteltiin erinomaiseen tilaan. Monimuotoisuus alueiden pohjaeläinyhteisössä oli Shannon-Wiener -indeksiin perustuen melko korkea. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2025c).

Neljännen kauden alustavien tietojen perusteella Oriveden Heposelän syvännepohjaeläimistön ekologinen tila on tyydyttävä ja litoraalissa hyvä.

Viinijärvi

Viinijärven pohjaeläintarkkailua tehdään osana Pohjois-Viinijärven velvoitetarkkailua. Tarkkailtavat pisteet sijaitsevat melko kaukana suunnitelluista purkuputkireittivaihtoehdoista, lisäksi ne sijaitsevat melko matalassa vedessä (Kuva 12-6). Niiden avulla voidaan kuitenkin kuvata pohjaeläimistön yleistilaa.

Viinijärven näyteaseman 168 (syvyys 2 m) pohjaeläimistö koostui vuonna 2021 pääosin surviaissääsken toukista ja harvasukasmadoista. Lisäksi havaittiin mm. päivänkorentoja (*Ephemera vulgata* ja *Caenis horaria*) sekä vesiperhosia (*Cyrnus* flavidus ja Oecetis sp.). Surviaissääskistä yleisimpiä olivat Procladius -suvun toukat. Harvasukasmadoissa tavattiin torvimatoihin kuuluvat *Spirosperma ferox* ja Limnodrilus, sekä yksittäinen ketjukaisiin kuuluva *Piguetiella blanci*. Biomassakeskiarvo jäi melko alhaiseksi sulkasääsken toukkien puuttuessa, ja ilmentää lievästi ravinteikasta pohjaa. Näyteaseman 168 taksoniluvussa on koko tarkkailuhistorian ajan ollut voimakas laskeva trendi, mutta vuonna 2021 taksoniluku kohosi lähelle 1990-luvun tasoa. (KVVY Tutkimus 2022b)

Viinijärven syvänneasemalla (asema 7, syvyys 10 m) pohjaeläimistön runsaimmat taksonit olivat Procladius- ja *Chironomus plumosus* -surviaissääskitoukat, Limnodrilus- ja Potmothrix/Tubifex -harvasukasmadot sekä sulkasääsken toukat. Sulkasääsken toukkien osuus lisääntyi asemalla 2000-luvun alkupuolella, mutta on sittemmin pysynyt melko

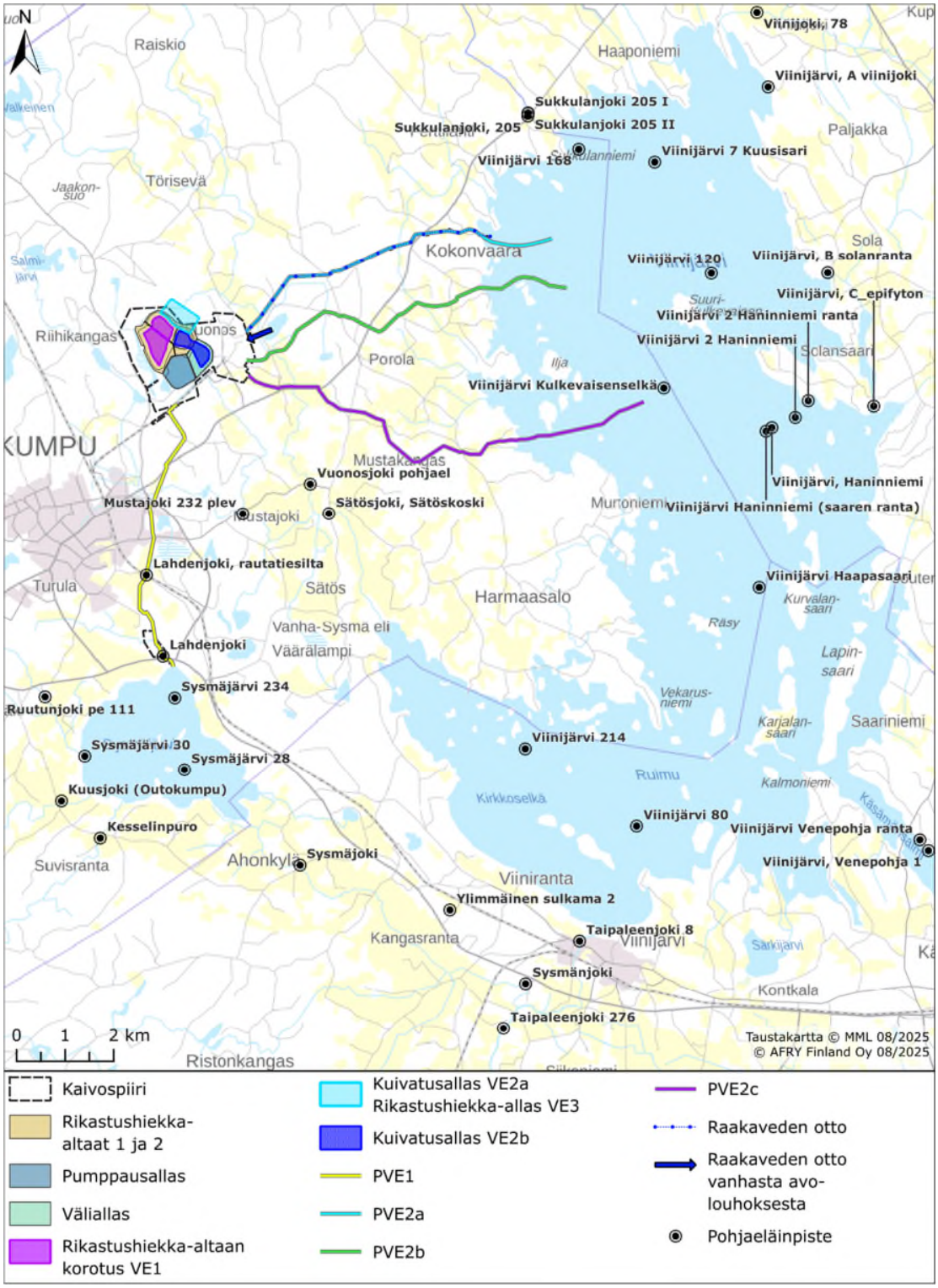
Copyright © AFRY Finland Oy

tasaisena. Biomassakeskiarvo osoitti jokseenkin niukkaravinteista pohjaa Viinijärven syvänneasemalla pohjaeläimistön taksoniluku pysyi edellisten vuosien tasolla. Syvännepohjaeläinindeksin (PICM) mukaan Viinijärven syvänneaseman (asema 7) ekologinen tila on tyydyttävä. Myös edellisessä tarkkailussa PICM-indeksin mukainen ekologinen tila oli tyydyttävä. Prosenttinen mallinkaltaisuus (PMA) osoitti vuoden 2018 tapaan Viinijärven syvänneasemalle välttävää tilaa (KVVY Tutkimus 2022b).

Vuoden 2024 tarkkailussa Viinijärven näyteasemien (168 ja 7) pohjaeläimistö koostui vuoden 2024 näytteiden mukaan pääosin surviaissääsken toukista, sulkasääsken harvasukasmadoista. Viinijärven matalalla näyteasemalla 168 (syvyys noin 2 m) pohjaeläimistön biomassa ja yksilömäärä ovat pysyneet 2000-luvulla melko vakaana, taksoniluvussa on kuitenkin hieman heikkenevää suuntausta. Chironomidi-indeksi indikoi ravinteikkuudeltaan keskimääräistä pohjaa. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2025c).

Viinijärven länsiosan vesimuodostuman pohjaeläimistön ekologinen tila on luokiteltu tyydyttäväksi. Luokitus on tehty havaintopaikan Haninniemi 2 aineistoon pohjautuen (SYKE 2026e). Neljännellä kaudella tila on hyvä.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 12-6. Hankealueen ja sen lähiympäristön pohjaeläinnäyteasemat (SYKE 2026e, POHJE-rekisteri). Kaikilta näyteasemilta ei ole olemassa pohjaeläinnäytteitä.

Copyright © AFRY Finland Oy

12.2.3 Vesikasvillisuus

Sysmäjärvi

Sysmäjärven vesikasvillisuutta on kartoitettu useana vuonna eri vuosikymmeninä 1960-luvulta lähtien. 1980-luvulta siirryttäessä 1990-luvulle vesikasvillisuudessa oli havaittavissa rehevöitymisen merkkejä. Kirkkaan ja/tai happaman veden lajit olivat hävinneet tai vähentyneet ja korvautuneet rehevyyttä ilmentävillä lajeilla. Muun muassa järvikaisla oli lisääntynyt ja ruovikot levinneet yhtenäisinä kasvustoina uusille alueille. Tehdyssä ilmakuvatarkastelussa umpeenkasvun on todettu voimistuneen (Ramboll Finland Oy 2024)

Vuoden 2005 tutkimuksessa havaittiin rikkonaisten kasvillisuusvyöhykkeiden edelleen laajentuneen ja tihentyneen ja rantaniityt olivat pensoittuneet. Sysmäjärven osa-alueista järven kaakkoisosa oli umpeenkasvanutta. Lahdenjoen edusta oli voimakkaasti umpeenkasvanut ja myös Sysmäjokeen ja padolle laskevaa väylää uhkasi umpeenkasvu. Sysmäjärven länsiosan järviruoko- ja järvikortekasvustot levisivät järvelle päin. Vuoden 2005 tutkimuksissa ei havaittu valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaisia putkilokasveja eikä silmälläpidettäviä lajeja. Laajat yhden lajin kasvustot olivat johtaneet monimuotoisuuden vähenemiseen. (Ramboll Finland Oy 2024)

Vuoden 2023 tutkimuksissa kasvillisuuden perusteella arvioitiin ekologinen tilaluokitus indeksilaskennan avulla, missä huomioidaan kolme muuttujaa: 1) tyyppilajien osuus kokonaislajimäärästä, 2) prosenttinen mallinkaltaisuus (PMA), missä kasvien suhteellisia osuuksia verrataan vertailujärven lajirunsauteen ja 3) referenssi-indeksi, missä huomioidaan kuormitusta sietävät lajit, herkät lajit sekä indifferentit lajit. Vuonna 2023 Sysmäjärvestä löytyi 35 lajia. Vallitseva laji rantavyöhykkeellä oli järviruoko. Rannat olivat pitkälle umpeenkasvaneita. Seurantalinjoilla yleisin laji oli ulpukka. Muita yleisiä lajeja olivat järviruoko, viiltosara, pullosara, kiehkuraärviä, uistinvita ja leveäosmankäämi. Pohjalehtisiä vesikasveja ei havaittu seurantalinjoilla lainkaan. Tyyppilajien perusteella vuoden 2023 kasvillisuuskartoituksen tulos kuvasti välttävää tilaa. PMA-vertailuarvon perusteella puolestaan erinomaista tilaa ja referenssi-indeksin perusteella hyvää tilaa. Kokonaisluokittelu vesikasvillisuuden perusteella oli hyvä. (Ramboll Finland Oy 2024)

Sysmäjärven vesikasvillisuuden ekologinen tila on alustavan luokittelun mukaisesti arvioitu hyväksi neljännellä vesienhoitokaudella.

Viinijärvi

Viinijärvellä on tehty päävyöhykelinjamenetelmäkartoitus vuonna 2017 ekologisen tilan luokittelua varten (tiedonanto Suomen ympäristökeskus/Minna Kuoppala 31.3.2025). Linjoista osa sijoittuu purkuputkireittien PVE2a ja PVE2b lähialueille. Ko. linjojen kasvillisuus koostuu lähinnä ilmaversoisista, uposkasveista ja pohjalehtisistä, jonkun verran esiintyy myös kelluslehtisiä. Herkimmiksi lajeiksi arvioidaan pohjalehtiset, lähinnä lahnaruohot, joita esiintyy jopa yli 2 metrin syvyydessä. Ilmakuvatarkastelun perusteella purkuputkireittivaihtoehtojen alueella rannan läheisissä osissa on paikoin runsasta ilmaversois- ja kelluslehtiskasvillisuutta, jopa umpeenkasvua (paikkatietoikkuna.fi 2025). Vesimuodostuman vesikasvillisuuden ekologinen tila on ko. aineiston perusteella luokiteltu

Copyright © AFRY Finland Oy

hyvään tilaan (SYKE 2025d). Myös neljännen vesienhoitokauden luokittelu perustuu vuoden 2017 aineistoon, joten tila on luokiteltu hyväksi.

12.2.4 Piilevät

Lahdenjoen piileviä tutkittiin 7.11.2025 otetuista näytteistä. Näytepisteet sijoittuivat aivan rautatiesillan yläpuolelle (6955983–604945) ja sen alapuolelle (6955942–604927). Tulosten perusteella lajisto ei ilmentänyt erityistä happamuutta, sillä 80–90 % levistä kuului neutraalia tai lievästi emäksistä vedenlaatua suosiviin lajeihin. Eniten happamuutta suosivia leviä, noin 20 %, esiintyi rautatiesilla yläpuolisella pisteellä. Näytteiden rehevyystason arvio on osin puutteellinen, sillä vähintään 80 prosenttia näytteiden levistä kuului lajeihin, joiden rehevyyspreferenssi ei ole tiedossa. Rehevyysluokitteluun sisältyvistä levistä lähes kaikki olivat selkeästi rehevyyttä suosivia lajeja. (Ecomonitor Oy 2026)

Näytepisteeltä Lahdenjoki yläjuoksu (54) 17.11.2025 otetussa näytteessä sähkönjohtavuus on 87 ms/m ja alkaliteetti 0,82 mmol/l, eli luonnonvesien tasoon verrattuna selkeästi koholla. Kokonaistypen pitoisuus on 860 µg/l ja kokonaisfosforin pitoisuus 17 µg/l. Veden pH on 7,1. Vedessä on runsaasti sulfaattia ja arseenin, magnesiumin, natriumin, nikkelin ja sinkin pitoisuudet ovat koholla. Vedenlaadun näytepiste 54 sijaitsee hieman rautatiesillasta alavirtaan. Kummankin Lahdenjoen näytepisteen piilevästön valtalajit ja yleisesti lajisto ovat samankaltaiset. Piilevien lajisto määräytyy voimakkaasti pH-tasoon ja alkaliteettiin liittyvien tekijöiden mukaisesti (esim. Andren & Jarlman 2008). Koordinaattien perusteella yläpuolinen piilevänäytepiste sijaitsee alle kymmenen metrin etäisyydellä purkuputkesta. Tulokset viittaavat siihen, että ainakin näytteenottoaikaan purkuvesi on vaikuttanut myös yläpuoliseen piilevänäytteenottopaikkaan, joten tulosten perusteella ei ole mahdollista arvioida, onko purkuvedellä vaikutusta Lahdenjoen piilevästöön.

Sätösjoesta (6957249-608704) otettiin piilevänäyte 12.11.2025. Sätösjoen piilevästöstä noin 30 % levistä kuului happamuutta suosiviin lajeihin, ja loput suosivat neutraaleja olosuhteita. Rehevyysluokittelun kattavuus jäi hyvin alhaiseksi, ja luokitteluun sisältyneissä levissä esiintyi sekä vähä- että runsasravinteisuutta suosivia leviä. Sätösjoen vesi oli lajiston perusteella lievästi hapan ja humuspitoinen. (Ecomonitor Oy 2026)

Sysmänjoen Salvukoskelta (6949529-609287) ja **Taipaleenjoen** Siikakoskelta (6944752-615222) otettiin piilevänäytteet 20.9.2024. Kummankin näytepaikan piilevälajistossa suurin ryhmä oli neutraalia vettä suosivat levät, mutta etenkin Taipaleenjoessa esiintyi myös lievästi emäksistä ympäristöä suosivia leviä. Sysmänjoen näyte oli varsin vähälajinen, ja ravinnetason arvio jäi epätarkaksi. Taipaleenjoen näytteen lajisto viittasi vähintään keskiravinteisuuteen. (Ecomonitor Oy 2025)

12.3 Vaikutusten arviointi

12.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisaika ei aiheuta nykyisestä poikkeavaa kuormitusta Sysmäjärven suuntaan, joten vesieliöstöön tai vesikasvillisuuteen kohdistuvat vaikutukset vertautuvat nykytilassa havaittuihin vaikutuksiin Lahdenjoessa sekä Sysmäjärvessä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Viinijärven mahdollista purkuputkea asennettaessa putki painotetaan järven pohjaan betonipainoin. Tarvittaessa järven pohja ruopataan ja ruoppauspohja täytetään murskeella tai soralla. Putken asentaminen ja mahdollinen ruoppaus aiheuttavat paikallista pohjan häiriintymistä ja voivat tilapäisesti lisätä veden samentumista sekä kiintoaineen leviämistä. Ruoppaus voi lisäksi poistaa tai peittää pohjaeläimistöä ja vesikasvillisuutta matalammilla alueilla sekä muuttaa paikallisesti pohjan rakennetta ja siten vesieliöstön elinympäristöjä. Pohjaeliöstö voi palautua alueelle häiriön loputtua lukuun ottamatta putken vaatimaa pinta-alaa. Tässä vaiheessa hanketta arvioituna eri purkuputkivaihtoehdoilla ei ole haittavaikutusten tason osalta juurikaan eroa, vaikka eteläisin putki on muita hieman pidempi vesistöön sijoittamisen osalta.

Purkuputkireitin uomien alituskohdissa voi aiheutua veden samentumista sekä kiintoaineen leviämistä, josta aiheutuu lievää tilapäistä haittaa vesieliöstölle.

12.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

12.3.2.1 Lahdenjoki

Esitetyn vesistövaikutusarvion perusteella hankevaihtoehtojen VE1–VE3 aiheuttamat muutokset pohjaeläimistön ja piilevien elinolosuhteisiin arvioidaan pääosin vähäisiksi verraten nykytilaan. Eri aineiden yhteiskuormituksen ei myöskään arvioida aiheuttavan nykyisestä poikkeavia vaikutuksia. Nykyisin kohonneen nikkelipitoisuuden ja purkuveden nikkelipitoisuuden kasvun vuoksi tilan heikkenemistä ei kuitenkaan voida kokonaan sulkea pois vaihtoehdossa VE2b. Lahdenjoen pohjaeläimistö edustaa pääosin pehmeän pohjan lajistoa.

12.3.2.2 Sysmäjärvi

Hankevaihtoehdot eivät muuta Sysmäjärven happi-, ravinne-, kiintoaine- tai sulfaattiolosuhteita pohjaeläimistön tai kasviplanktonin kannalta merkittävästi. Sulfaattipitoisuudet ovat Sysmäjärvessä jo nykytilassa koholla, mutta hankevaihtoehtojen VE1–VE3 aiheuttamat muutokset nykytilaan nähden jäävät mallinnuksen perusteella vähäisiksi. Vaihtoehdoissa VE2b ja VE3 sulfaattikuormitus pienenee, ja myös muissa vaihtoehdoissa pitoisuudet säilyvät lähellä nykytilaa. Koska järven sekoittumis- ja kerrostumiskäyttäytymisen tai alusveden happitilanteen ei arvioida muuttuvan, sulfaattipitoisuuden muutoksista ei arvioida aiheutuvan pohjaeläimistölle tai kasviplanktonille uusia suoria vaikutuksia. Sysmäjärven pohjaeläimistö on nykytilassaan jossain määrin väistämättä sopeutunut esiintyviin sulfaattipitoisuuksiin, mutta myös haittavaikutukset ovat ja ovat olleet mahdollisia, sillä ympäristölaatunormit ovat ylittyneet useasti vuosien aikana. Tarkkailun perusteella pohjaeläimistö kuvastaa rehevää ja hyvin rehevää pohjaa, mutta lajisto on niukkaa. Lajisto heijastelee lähinnä rehevän ja matalan järven olosuhteita, joten sulfaatin tai muiden aiheuttavien tekijöiden vaikutusten erottelu on varsin haastavaa. Kasviplanktonin tila viittaa nykytilassa kuormittuneisiin olosuhteisiin, sillä sinilevien esiintyminen on kokonaisuutena poikkeavan vähäistä vertailujärviin ja historiallisiin tietoihin verrattuna. Järvi on saatavilla olevien tietojen perusteella suureksi osaksi fosforirajoitteinen, mikä osaltaan hillitsee biomassan kasvua, mutta eri vedenlaadun osatekijöiden vaikutuksen erotteleminen on myös kasviplanktonin osalta erittäin haastavaa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b nikkelipitoisuuden nousu voi aiheuttaa vähäistä paikallista haittaa etenkin Lahdenjoen suun läheisyydessä, mutta koko järven pohjaeläin- ja kasviplanktonyhteisöjen rakenteeseen tai ekologiseen tilaluokkaan ei arvioida kohdistuvan havaittavaa muutosta. 2000-luvun alussa tehdyn ekologisen riskinarvion mukaisesti korkeat nikkelipitoisuudet eivät ole aiheuttaneet Sysmäjärven pohjaeläimistössä epämuodostumia (surviaissääskien suuosat) (Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistys ry 2002), eikä viime vuosien tarkkailussa ole ollut havaittavissa selkeitä metallikuormituksen vaikutuksia.

Sysmäjärven vesikasvillisuuden kehitystä ohjaa jatkossakin ensisijaisesti järven rehevyys eikä niinkään suola- tai metallikuormitus. Vaihtoehdossa VE0 kasvillisuuden tila säilyy nykyisen kaltaisena. Vaihtoehdossa VE1 vedenlaadun muutokset ovat vähäisiä, eikä vaikutuksia kasvillisuuteen arvioida syntyvän. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b nikkelipitoisuus voi nousta paikallisesti Lahdenjoen suun läheisyydessä, mutta muutos ei todennäköisesti vaikuta kasvillisuuden lajistoon tai runsauteen. Vaihtoehdossa VE3 kuormitus pääosin vähenee, mutta muutos ei ole todennäköisesti kasvillisuudessa havaittava, sillä kasvillisuuden kehitykseen vaikuttaa eniten järveen kohdistuva muu kuormitus. Koska arvioitavat vaihtoehdot eivät olennaisesti muuta järven ravinnetasoa, veden kirkkautta eikä näin ollen kasvillisuuden kasvuolosuhteita, niiden ei arvioida myöskään vaikuttavan kasvillisuusvyöhykkeiden laajuuteen tai lajikoostumukseen. Vesikasvillisuuden ekologisen tilan (hyvä) ei arvioida muuttuvan.

12.3.2.3 Sysmäjoki, Taipaleenjoki, Heposelkä

Hankevaihtoehdossa VE2b Sysmänjoen nikkelipitoisuuden arvioidaan kasvavan lievästi nykytilaan verrattuna. Laskennallinen biosaatavan nikkelin pitoisuus kasvaa tasolta 4,1 µg/l tasolle 4,4 µg/l, mutta jää vuositason ympäristölaatunormin (5 µg/l) alapuolelle. Sysmänjoessa esiintyy jo nykytilassa ajoittain korkeita nikkelipitoisuuksia ja hetkellisen pitoisuustason laatunormin ylityksiä. Näin ollen lyhytaikaisia vaikutuksia herkimpään vesieliöstöön ei voida kokonaan sulkea pois jo nykytilassa. Hankkeen aiheuttama nikkelipitoisuuden muutos on kuitenkin pieni suhteessa nykyiseen pitoisuusvaihteluun ja pienenee alavirtaan laimenemisen seurauksena. Muiden tarkasteltujen vedenlaatumuuttujien ei arvioida heikkenevän hankkeen seurauksena. Näin ollen hankkeen ei arvioida aiheuttavan sellaisia pitkäaikaisia vedenlaadun muutoksia, jotka johtaisivat merkittäviin lisämuutoksiin Sysmänjoen pohjaeläin-, piilevä- tai vesikasviyhteisöissä. Taipaleenjokeen tai Heposelkään ei arvioida kohdistuvan vesistövaikutuksia eikä näin ollen myöskään vaikutuksia vesieliöstöön.

12.3.2.4 Viinijärvi

Pohjaeläimistöön kohdistuvat vaikutukset painottuvat purkupaikan läheisiin syvänteisiin, joissa sulfaatti-, nikkeli- ja arseenipitoisuudet sekä paikoin muiden haitta-aineiden, kuten raudan ja sinkin, pitoisuudet kohoavat talvikerrostuneisuuden aikana. Pohjaeläimet altistuvat paikallaan elävinä vedenlaadun ja sedimentin laadun muutoksille esim. kaloja suoremmin. Pitkäkestoinen suolaisuuden tai metallien ja muiden haitta-aineiden pitoisuuksien nousu voi vähentää herkimpien lajien runsautta ja suosia surviaissääsken toukkien ja harvasukasmatojen kaltaisia kuormitusta sietäviä ryhmiä. Muun muassa arseeni ja muutkin metallit voivat lisäksi kertyä sedimenttiin ja lisätä pohjaeläinten altistumista, mutta

Copyright © AFRY Finland Oy

kadmiumin, kuparin, lyijyn, elohopean ja sinkin arvioidut pitoisuuslisäykset ovat pääosin pieniä. Arseenin osalta haittavaikutusten riski arvioidaan kuitenkin pieneksi, sillä pitoisuus jää alle Euroopan kemikaaliviraston arvioiman PNEC-arvon (5,6 ug/l.). Huolimatta mahdollisista yksittäisistä nikkelin raja-arvojen ylityksistä, sama pätee myös nikkeliin. Myöskään sulfaattipitoisuuksilla ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta esiintyvään pohjaeläimistöön.

Ravinnekuormitus voi periaatteessa lisätä pohjalle päätyvän orgaanisen aineksen määrää ja hapenkulutusta, mutta fosfori- ja typpipitoisuuksien nousut ovat pääosin vähäisiä eivätkä aiheuta järvessä merkittävää rehevöitymistä. Mallinnetut pitoisuusnousut ovat kausittaisia, rajautuvat pääosin alusveteen ja tasoittuvat kevätkierron yhteydessä. Siten pohjaeläinyhteisön muutosten arvioidaan jäävän kokonaisuudessaan paikallisiksi ja vähäisiksi, mutta vaihtoehdoissa PVE2a ja PVE2b vaikutus on muita vaihtoehtoja suurempi pitoisuustason tai vaikutusalueen laajuuden vuoksi. Haitta-aineiden mahdollinen yhteisvaikutus sekä syvänteiden nykyinen happivaje lisäävät arvioinnin epävarmuutta. Purkuputkien lähialueiden syvännepohjaeläimistöstä ei myöskään ole tietoja, mutta lajisto arvioidaan samankaltaiseksi kuin Viinijärven tutkituilla syvänteillä, joissa lajisto koostuu lähinnä reheviä olosuhteita ilmentävistä lajeista kuten *C. plumosus*. Viinijärven länsiosan syvännepohjaeläimistön ekologisen tilan ei arvioida heikkenevän.

Kasviplankton reagoi voimakkaimmin ravinnepitoisuuksissa tapahtuviin muutoksiin. Viinijärven fosforipitoisuudet eivät käytännössä muutu hankevaihtoehtojen myötä ja hankevaihtoehtojen aiheuttama päällysveden typpilisäys on vähäinen. Kasviplanktonin biomassan tai lajiston ei arvioida muuttuvan nykyisestä, sillä järven rehevyys säilyy käytännössä nykytasolla. Kasviplankton elää pääasiassa järven valaistussa päällyskerroksessa ja talviaikana biomassa on yleisesti vähäistä. Talviaikaiset metallien pitoisuusnousut alusvedessä ovat kasviplanktonin kannalta vähämerkityksellisiä, eikä niiden arvioida aiheuttavan haitallisia vaikutuksia kasviplanktonyhteisössä. Sulfaatti- ja metallipitoisuuksien nousu voi aiheuttaa haitallisia vaikutuksia myös kasviplanktonille. Aineiden pitoisuustason on kuitenkin noustava huomattavasti suuremmaksi kuin missään hankevaihtoehdossa on nyt arvioitu. Päällysveden ainepitoisuuden nousut ovat kasvukaudella hyvin vähäisiä, eikä niiden arvioida aiheuttavan haittaa kasviplanktonille.

Vesikasvillisuuteen kohdistuvat käytönaikaiset vaikutukset arvioidaan pääosin hyvin vähäisiksi. Purkuveden sulfaatti-, metalli- ja arseenipitoisuuksien sekä muiden haitta-aineiden pitoisuusnousut painottuvat syvänteiden alusveteen ja talvikauteen, kun taas kasvillisuus sijaitsee pääosin matalilla litoraalialueille, joilla päällysveden pitoisuusmuutokset jäävät mallinnuksen mukaan pieniksi. Kadmiumin, kuparin, lyijyn, elohopean ja sinkin pitoisuuslisäykset ovat niin vähäisiä, ettei niiden arvioida heikentävän kasvillisuuden kasvua tai muuttavan lajistoa. Myös fosfori- ja typpikuormituksen aiheuttamat pitoisuuslisäykset ovat päällysvedessä pieniä, eikä niiden arvioida lisäävän perustuotantoa, kasviplanktonin määrää tai veden samentumista siten, että vesikasvillisuuden valo-olosuhteet heikkenisivät. Tämän vuoksi ilmaversois-, kelluslehtis- ja uposkasvillisuuden levinneisyyden tai lajiston ei arvioida muuttuvan järven mittakaavassa. Syvemmällä kasvavien pohjalehtisten, kuten lahnaruohojen, altistus arseenille, nikkelille, raudalle ja muille purkuveden sisältämille aineille voi olla paikallisesti muuta kasvillisuutta suurempaa, jos purkuvesi ulottuu niiden kasvusyvyyteen. Pitoisuusmuutosten kausittaisuuden, vähäisen ravinnevaikutuksen ja

Copyright © AFRY Finland Oy

rajallisen vaikutusalueen vuoksi merkittäviä kasvillisuusmuutoksia ei kuitenkaan arvioida aiheutuvan eikä järven vesikasvillisuuden ekologisen tilan heikkenevän.

12.3.2.5 Vuonosjoki

Hankevaihtoehtojen VE1–VE3 vaikutukset Vuonosjoen pohjaeläimistöön ja vesikasvillisuuteen liittyvät ensisijaisesti metallipitoisuuksien muutoksiin. Hanke ei lisää rehevöitymisestä, liettymisestä, happamoitumisesta tai happitilanteen heikkenemisestä aiheutuvia vaikutuksia. Joen jo nykyisin kohonnut nikkelipitoisuus kasvaa hankevaihtoehdoissa keskimäärin 0,6–1,5 µg/l, eniten vaihtoehdossa VE2a. Vaihtoehdossa VE3 kadmiumin keskipitoisuus nousee nykyisestä 0,03 µg/l:sta 0,07 µg/l:aan, mutta jää tarkastelussa käytetyn vuosikeskiarvon laatunormin alapuolelle. Muiden tarkasteltujen aineiden pitoisuusmuutosten ei arvioida olennaisesti lisäävän pohjaeläimistöön tai vesikasvillisuuteen kohdistuvaa kuormituspainetta. Sulfaattipitoisuudet ovat koholla jo nykytilassa.

12.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päättymisen jälkeen vesien johtaminen tehdasalueelta Lahdenjoen kautta **Sysmäjärveen** päättyy. Tällöin järveen kohdistuva kuormitus vähenee, ja järven suola-, ravinne- ja metallipitoisuudet todennäköisesti laskevat jonkin verran. Vuonoksen kuormituksen lakattua Sysmäjärven vedenlaatu määräytyy valuma-alueen muun piste- ja haja-kuormituksen kehityksen mukaisesti. Järven hydrologiset olosuhteet palautuvat lähemmäs luonnontilaista, kun sinne ei enää johdeta vesiä toiselta valuma-alueelta. Nykyisin Vuonoksen alueelta tuleva purkuvesi on lievästi emäksistä, ja tarkkailussa on havaittu, että Ruutunjoen suunnalta sekä Lahdenjoen kautta muualta valuma-alueelta tuleva vesi on ajoittain hyvin hapanta. On mahdollista, että Vuonoksen vesien johtamisen päättyminen johtaa järvessä alkaliteetin ja pH-arvojen laskuun, kun happamia vesien vaikutus muuttuu aiempaa määräävämmäksi tekijäksi järvessä.

Toiminnan päättyessä Sysmäjärveen kohdistuvan ravinne-, suola- ja metallikuormituksen väheneminen voi pitkällä aikavälillä parantaa vesikasvillisuuden ja pohjaeläimistön elinolosuhteita, mikäli tarkastelun ulkopuolelle jätetään alueen muut kuormittajat. Ravinnekuormituksen väheneminen voi hillitä rehevöitymistä ja vähentää siihen liittyviä haitallisia muutoksia, mutta samalla perustuotanto ja reheviä olosuhteita suosivien kasvilajien runsaus voivat vähentyä. Toisaalta alkaliteetin ja pH:n mahdollinen lasku voi suosia happamia olosuhteita sietäviä lajeja (esimerkiksi tietyt vesisammalet) ja vähentää happamuudelle herkkien vesikasvi- ja pohjaeläinlajien esiintymistä (esimerkiksi tietyt kotilot ja simpukat). Lajisto ja yhteisörakenne voivat siten muuttua, mikäli happamat olosuhteet voimistuvat tai niiden esiintyminen yleistyy.

Vaikutusten voimakkuus riippuu yleisesti ottaen pH:n muutoksen suuruudesta ja kestosta, joka ei tässä vaiheessa ole arvioitavissa tarkemmin. Huomioitava on, että Sysmäjärvessä tapahtuvat prosessit ovat monen tekijän summa; kuormitus nyt ja historiassa, happiolot, hapetus, happamat pohjavedet, sedimentit ja järven umpeenkasvaminen (Ramboll 2024).

Vuonosjokeen kohdistuvat vaikutukset on käsitelty nykyisen toiminnan sulkemissuunnitelmassa (luku 10.4.3). Viinijärveen kohdistuvat purkuvesien vaikutukset lakkaavat purkuputken käytön loppuessa.

Copyright © AFRY Finland Oy

12.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

VE0 ei rakenneta uusia rakenteita. Vaihtoehdossa VE0 tehdasalueen purkuvesien käsittely tehdään nykyisellä vesienkäsittelyjärjestelmällä ja puhdistetut vedet johdetaan Lahdenjokeen, joka laskee Sysmäjärveen. Vaihtoehdossa VE0 vesistö- ja vesieliöstövaikutukset ovat kuten nykytilassa. Vaihtoehdon mukainen toiminta loppuisi vaihtoehtoja VE1–VE3 aiemmin.

12.4 Yhteisvaikutukset

12.4.1 Sysmäjärvi

Hautalammen hankkeen ja Vuonoksen toiminnan yhteiskuormitus voi vaikuttaa Sysmäjärven vesikasvillisuuteen ja pohjaeliöstöön erityisesti sulfaatti-, metalli- ja typpikuormituksen kautta. Hautalammen hankkeen ja Mondon eri hankevaihtoehtojen yhteiskuormitus lisää Sysmäjärven sulfaattipitoisuuksia vain vähän nykytilanteeseen verrattuna, ja vaikutus on pääosin samankaltainen kuin Mondon hankevaihtoehdon VE2b vaikutus yksinään. Pitoisuusnousu on suurin Ruutunjoen suualueella, mutta järven sekoittumisolosuhteiden ei arvioida muuttuvan. Sulfaattipitoisuudet ylittävät kuitenkin yhteiskuormitustilanteessa sulfaatille ehdotetun vuositason laatunormin, ja myös hetkelliselle enimmäispitoisuudelle esitetty taso voi ylittyä.

Järven sekoittumisolosuhteiden ei arvioida muuttuvan nykytilanteesta, eikä yhteiskuormituksen siten arvioida lisäävän pysyvää kerrostuneisuutta tai siitä aiheutuvaa syvännealueiden happitilanteen heikkenemistä, millä olisi haitallista vaikutusta syvännepohjaeläimistöön. Sulfaatille ehdotettujen vuosi- ja enimmäispitoisuuksien laatunormitasojen mahdollisen ylittymisen vuoksi sulfaatin vesikasvillisuuteen ja pohjaeläimistöön kohdistuvia haittavaikutuksia ei voida kuitenkaan kokonaan poissulkea. Pohjaeläimistön osalta vaikutusten erottelu on kuitenkin kaikkiaan haastavaa, kuten edellä on todettu. Vesikasvillisuus ei ole kaiken kaikkiaan kovin herkkä sulfaatille, mutta sulfaatti voi mm. lisätä sedimentin fosforin vapautumista, mikä voi heikentää herkempien vesikasvien (mm. tietyt pohjalehtiset) elinolosuhteita ja osaltaan voimistaa rehevöitymisestä aiheutuvia kasvillisuusmuutoksia. Pohjalehtisiä ei viimeaikaisissa kartoituksissa ole tavattu lainkaan Sysmäjärvestä (mm. Ramboll 2024) ja muuttuminen karusta humusjärvestä, jossa esiintyi myös mm. lahnaruohoja-reheväksi järveksi on alkanut jo 1930-luvulla (Ramboll 2024). Tehtyjen arvioiden mukaan (Ramboll 2024, Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2021b) fosforin vapautumista sedimentistä ei ole kuitenkaan merkittävästi tapahtunut.

Vesikasvillisuuteen kohdistuvat yhteisvaikutukset arvioidaan kokonaisuutena vähäisiksi. Hautalammen hankkeen aiheuttama typpipitoisuuden keskimääräinen nousu ei muuta Sysmäjärven typen tilaluokkaa, ja koska järven perustuotanto on pääosin fosforirajoitteista eikä hankkeista aiheudu merkittävää fosforikuormituksen kasvua, yhteiskuormituksen ei arvioida olennaisesti lisäävän rehevöitymistä tai muuttavan vesikasvillisuuden määrää ja lajistosuhteita koko järven tasolla. Paikallisia muutoksia voi kuitenkin ilmetä Ruutunjoen suualueella, jossa kuormitusmuutokset ovat suurimpia. Mahdollisesti runsastuva levätuotanto voi tällöin heikentää uposkasvien valo-olosuhteita sekä lisätä kasvipinnoille kertyvää ainesta, mutta vaikutuksen arvioidaan jäävän paikalliseksi ja nykytilanteen vaihteluun nähden

Copyright © AFRY Finland Oy

vähäiseksi. Sysmäjärven uposkasvillisuus on pääosin rehevistä olosuhteista hyötyvää mm. karvalehteä.

Nikkelin yhteiskuormituslisäys on pieni, ja Hautalammen hanke vähentää sinkkikuormitusta nykytilanteeseen verrattuna. Sinkkipitoisuudet säilyvät tästä huolimatta koholla ja biosaatavalle sinkille ehdotettu vuositason laatunormitaso voi ylittyä edelleen. Tämän vuoksi pohjaeliöstöön jo nykytilassa kohdistuva metallikuormituksen aiheuttama paine säilyy, vaikka yhteiskuormituksen ei arvioida olennaisesti lisäävän sitä. Pohjaeläinyhteisön rakenteen merkittävää muuttumista ei arvioida aiheutuvan.

Kokonaisuutena Hautalammen ja Vuonoksen yhteisvaikutukset Sysmäjärven vesikasvillisuuteen ja pohjaeliöstöön arvioidaan kohtalaisen kielteiseksi. Vaikutukset painottuvat Ruutunjoen suualueelle, kun taas koko vesimuodostuman tasolla biologisten laatutekijöiden tilan ei arvioida kuitenkaan heikkenevän yhteiskuormituksen seurauksena.

12.4.2 Viinijärvi

Vesistövaikutusarvioon perustuen Horsmanahon-Karnukan ja Vuonoksen purkupaikkojen vaikutusalueet jäävät pääosin erillisiksi ja purkuvesien vaikutukset paikallisiksi, minkä vuoksi purkupaikat eivät juuri vaikuta toisiinsa eikä vesikasvillisuuteen, kasviplanktoniin tai pohjaeläimistöön arvioida kohdistuvan merkittäviä yhteisvaikutuksia. Pohjaeläimistöön kohdistuvat mahdolliset vaikutukset rajautuvat purkupaikkojen lähialueille ja syvänteiden alusveteen, kun taas matalien ranta-alueiden vesikasvillisuuteen kohdistuvat vaikutukset jäävät vähäisiksi. Syvemmillä alueilla ei esiinny vesikasvillisuutta.

12.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Eri vesistöjen herkkyydet muutoksille on kuvattu luvussa 10.3.5

Hankevaihtoehtojen vesieliöstövaikutukset kohdistuvat eri vesistöalueille purkuvesien johtamisvaihtoehdon mukaan. Nykytilassa (VE0) sekä hankevaihtoehdoissa VE1–VE3, kun purkuvedet johdetaan nykyistä reittiä Sysmäjärveen (PVE1), vaikutusalueeseen kuuluvat Lahdenjoki ja Sysmäjärvi. Hankevaihtoehdossa VE2b Sysmäjokeen arvioidaan lisäksi kohdistuvan lievä nikkelivaikutus. Mikäli purkuvedet johdetaan vaihtoehtojen PVE2a–PVE2c mukaisesti Viinijärveen, vaikutukset rajautuvat Viinijärven läntisen altaan pohjois- ja keskiosiin. Taipaleenjokeen tai Heposelkään ei arvioida kohdistuvan vesieliöstövaikutuksia.

Hankevaihtoehtojen vertailussa on tarkasteltu erityisesti kuormituksen aiheuttamia olennaisia ja suuruusluokaltaan merkittäviä pitoisuusmuutoksia, jotka voivat johtaa mitattavissa tai muutoin havaittavissa oleviin muutoksiin purkureittien vedenlaadussa ja vesieliöstössä. Purkupaikkavaihtoehtojen vertailun tavoitteena on ollut tunnistaa vesieliöstön kannalta Viinijärveen johtavista reiteistä vähiten haitallinen vaihtoehto sekä arvioida Viinijärven ja Sysmäjärven purkupaikkojen suhteellisia etuja ja haittoja.

Vaihtoehtojen vertailu on tehty näin ollen purkupaikkavaihtoehdon mukaan vesistöille (Taulukko 12-3, Taulukko 12-4.)

Copyright © AFRY Finland Oy

Vaihtoehdolla VE0 ei arvioida olevan vaikutusta nykytilaan nähden, sillä toiminta jatkuu nykyisen kaltaisena ja purkupaikkana toimii aiempaan tapaan Lahdenjoki, josta vedet laskevat Sysmäjärveen.

Kokonaisuutena vaihtoehtojen väliset erot jäävät vähäisiksi Sysmäjärvessä huomioiden koko vesieliöstö. Sysmäjärven herkkyys on arvioitu kohtalaiseksi ja järvellä on monikuormitteinen historia, joka on muuttanut sen tilaa merkittävästi ja tila on heikentynyt. Minkään arvioitavana olleen hankevaihtoehdon ei arvioida muuttavan olennaisesti Sysmäjärven vesieliöstön nykyistä tilaa. Vaikutus arvioidaan näin ollen vähäiseksi kielteiseksi vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b ja merkityksettömäksi vaihtoehdoissa VE1 ja VE3 (Taulukko 12-3). Yhteisvaikutusten muutosten suuruus on kuvattu luvussa 11.4.1 (kohtalaisen kielteinen kaikille hankevaihtoehdoille).

Taulukko 12-3. Vesieliöstöön kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa, mikäli purkuvedet johdetaan Sysmäjärveen.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen									
	Kohtalainen				VE2a VE2b	VE0 VE1 VE3				
	Suuri									
	Erittäin suuri									

Viinijärven herkkyys on arvioitu kohtalaiseksi. Kuormituksen määrää merkittävämpi Viinijärven vaikutuksia säätelevä tekijä on purkuputken sijoituspaikka. Kuormituksen määrässä on lievää vaihtelua hankevaihtoehtojen välillä, mutta purkuputken sijainti määrittelee vesieliöstöön kohdistuvan vaikutuksen suuruuden, joten vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu purkuputkivaihtoehtojen kautta. Viinijärven osalta vesieliöstöön kohdistuvat vaikutukset arvioidaan kaikissa vaihtoehdoissa lähinnä paikallisiksi. Vaikutukset ovat suurimmat vaihtoehdossa PVE2a korkeampien ainepitoisuuksien vuoksi ja PVE2b:ssä laajimman vaikutusalueen vuoksi. Pienimmiksi vaikutukset jäivät vaihtoehdossa PVE2c ja vertailuvaihtoehdossa 2d sekä vaikutusalueen koon että ainepitoisuuksien vähäisen nousun takia. Kokonaisuutena purkuputkivaihtoehtojen PVE2a–b vaikutukset arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi ja vaihtoehdon PVE2c vaikutukset vähäiseksi kielteiseksi (Taulukko 12-4). Vuonoksen kuormituksen ja Horsmanahon ja Karnukan laajennusten yhteisvaikutusta on käsitelty luvussa 10.5, ja vaikutus jää hyvin lieväksi.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 12-4. Vesieliöstöön kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa, mikäli purkuvedet johdetaan Viinijärveen.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen									
	Kohtalainen			PVE2 a–b	PVE2c	VE0				
	Suuri									
	Erittäin suuri									

12.6 Arvioinnin epävarmuudet

Vesieliöstöarvion epävarmuudet liittyvät ennen kaikkea vesistövaikutusarvioon ja sen luotettavuuteen. Vesistövaikutusarvion suurimmat epävarmuudet liittyvät lähtötietojen tarkkuuteen, joita kuvataan tarkemmin luvussa 10.7. Vesieliöstön osalta on olemassa paljon seurantatietoa osasta hankealueen vesistöjä (esimerkiksi Sysmäjärvi), jonka avulla osaltaan on voitu lieventää epävarmuuksia. Toisaalta hankealueella on myös vesistöjä, joista yhtä tarkkoja tietoja ei ole (Vuonosjoki, Viinijärvi). Tästä huolimatta arvio on pystytty tekemään riittävällä tarkkuudella. Sysmäjärven osalta epävarmuutta aiheuttaa järven monikuormitteinen historia, ja se, että osa järven tilaan vaikuttavista tekijöistä ovat epäselviä (Ramboll 2024). Eri haitta-aineiden yhteisvaikutusten arviointiin liittyy teknistä epävarmuutta.

12.7 Vaikutusten lieventäminen

Yleisesti vesistövaikutuksia lievennetään tehokkaimmin vesienkäsittelyyn liittyvillä ratkaisuilla. Viinijärvessä purkuveden vaikutuksia voidaan lieventää tehostamalla vesien sekoittumista teknisillä ratkaisuilla, ja tämä lievennyskeino on huomioitu vaikutusten arvioinnissa. Vesistövaikutusten vähentyminen vähentää myös vesieliöstöön kohdistuvia vaikutuksia. Toimintaa ja vesieliöstön tilaa tarkkaillaan viranomaisen hyväksymällä tavalla.

Copyright © AFRY Finland Oy

13 KALAT JA KALASTUS



13 KALAT JA KALASTUS

YHTEENVETO

- Sysmäjärven nykytila on jo kuormituksen heikentämä. Kalaston ekologinen tila on tyydyttävä, ja kohonneisiin sulfaatti- ja metallipitoisuuksiin liittyy haittavaikutusten riski jo nykytilassa. Vaihtoehtojen VE2a ja VE2b vaikutukset arvioidaan vähäisen kielteisiksi erityisesti Lahdenjoen suualueella nikkelipitoisuuden nousun vuoksi. Vaihtoehtojen VE1 ja VE3 vaikutukset ovat merkityksettömiä suhteessa nykytilaan.
- Viinijärvellä vaikutukset painottuvat purkupaikkojen lähisyvänteisiin talvella. Vaikutukset ovat suurimmat purkuputkivaihtoehdossa VE2a. Merkittäviä kalastovaikutuksia ei arvioida syntyvän.
- Hautalammen ja Vuonoksen hankkeiden yhteisvaikutukset Sysmäjärven kalastoon arvioidaan kohtalaisen kielteisiksi, erityisesti Ruutunjoen suualueella, vaikka koko järven kalaston ekologisen tilan ei arvioida heikkenevän. Viinijärvellä merkittäviä yhteisvaikutuksia ei arvioida syntyvän.
- Hankevaihtoehtojen vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu IMPERIA-menetelmän mukaisesti, jossa hankkeen muutoksen merkittävyyttä verrataan nykytilaan. Sysmäjärvessä hankevaihtoehdot VE2a–b tuottavat vähäisen kielteisen muutoksen. Vaihtoehdot VE1 ja VE3 eivät poikkea nykytilasta. Viinijärvessä purkuputkivaihtoehdot PVE2a–c johtavat vähäiseen kielteiseen muutokseen.

13.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Vaikutusarvio on laadittu asiantuntijatyönä, ja sen lähtöaineistona ovat toimineet hankkeeseen liittyvä suunnitteluaineisto, arvioitavaan kohteeseen liittyvä taustatieto mm. vesistön, kalaston ja muun vesieliöstön nykytilasta, tieto nykyisen kuormituksen aiheuttamista vaikutuksista sekä kokemus aiempien vastaavien hankkeiden vaikutusarvioinnista ja niissä ilmenneistä ympäristövaikutuksista. Arvioinnissa on lisäksi hyödynnetty tarkoitukseen soveltuvien tutkimusartikkeleiden ja selvitysten tietoja erilaisen kuormituksen aiheuttamista vesistö- ja eliöstövaikutuksista.

Velvoitetarkkailutiedon lisäksi on laadittu erillisselvityksenä puhelinhaastattelu Viinijärven sekä Sysmäjärven kalatalousyhteisöjen edustajille (AFRY Finland 2026d, liite 17).

Kaivostoiminnan kalastovaikutukset syntyvät yleisesti ottaen pääasiassa vedenlaadun, hydrologisten ja mahdollisten kalojen elinympäristöjen muutosten kautta. Muutokset voivat vaikuttaa kalojen lisääntymiseen, poikastuotantoon, ravinnon saatavuuteen, elinympäristöjen soveltuvuuteen ja vaellusyhteyksiin sekä edelleen kalaston rakenteeseen ja runsauteen.

Copyright © AFRY Finland Oy

13.2 Nykytila

Lahdenjoen ja **Vuonosjoen** (Sätösjoki-Vuonosjoki) kalastosta ei ole tietoa. Kummassakaan ei ole myöskään tehty koekalastuksia, eikä arvioitu kalaston ekologista tilaa.

Sysmäjärven kalaston tilaa seurataan koekalastuksin. Kalasto oli vuoden 2021 koekalastuksen perusteella Sysmäjärvessä aiempien vuosien tavoin runsas niin yksikkösaaliin kappalemäärien kuin biomassankin osalta, ilmentäen reheviä olosuhteita. Yksikkösaaliit olivat tutkimusjaksolle keskimääräisellä tasolla ja laskivat hieman edelliseen koekalastukseen verrattuna. Kalaston rakenne on ahvenkalavaltainen, särkikalojen osuuden pysyessä järven rehevyyteen nähden pienenä. Ahvenkannan rakenne on myös tasapainoinen, petokoon ahventen osuuden ollessa järvessä erittäin suuri. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2022b). Vuoteen 2024 mentäessä koeverkkokalastuksen yksikkösaaliit olivat Sysmäjärvessä vesimuodostumatyypin vertailuarvoihin nähden suuria niin kappalemäärän kuin biomassankin osalta. Yksikkösaaliit nousivat edelliseen koekalastukseen verrattuna ja olivat tutkimusjakson keskiarvoa korkeampia. Sysmäjärvi luokittuu yksikkösaaliiden perustella huonoksi, mutta kalaston rakenteen osalta tilanne on parempi. Särkikalojen biomassaosuus on verrattain pieni ja petokalaston (sisältäen petokoon ahvenen) osuus kalastosta kohtalainen. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2025e)

Sysmäjärven kalaston ekologinen tila on arvioitu tyydyttäväksi kolmannella vesienhoitokaudella (SYKE 2026d). Neljännen kauden alustavan arvion mukaan tila on myös tyydyttävä.

Sysmäjärven ja sen alapuolisen Heposelän haukien ja ahventen metallimäärityksiä on tehty 1980-luvulta alkaen. Vuoden 2021 määrityksissä molempien järvien molempien kalalajien kohdalla arseenin ja nikkelin pitoisuudet olivat alle määritysrajan. Sinkkipitoisuudet ovat sen sijaan nousseet etenkin haukien osalta. Haukien keskimääräinen sinkkipitoisuus olikin molemmilla järvillä tutkimusjakson korkein. Sysmäjärven pitoisuus oli hieman korkeampi kuin alapuolisella Heposelällä. Yksi Sysmäjärven hauista oli poikkeuksellisen kookas, mutta kyseinen yksilö ei nostanut pitoisuuksien keskiarvoa, sillä ko. kalan pitoisuudet olivat Sysmäjärven hauista pienimpiä. Ahventen pitoisuus on Sysmäjärvellä ollut viime vuosina noususuunnassa, ollen vuonna 2021 tutkimusjakson korkein. Heposelällä pitoisuus oli sen sijaan Sysmäjärveä pienempi, tutkimusjaksolle keskimääräisellä tasolla. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2022b) Vuoteen 2024 mentäessä kalojen raskasmetallipitoisuudet olivat pääosin pieniä niin Sysmäjärvellä kuin Heposelälläkin. Arseenin ja nikkelin pitoisuudet olivat molemmilla alueilla alle määritysrajojen, eli pitoisuudet olivat niin pieniä, etteivät ne olleet määritettävissä. Sinkkipitoisuudet olivat sen sijaan hieman korkeampia, mutta korkeimmillaankin lähellä luontaiseksi luokiteltuja. Sekä ahvenen että hauen pitoisuudet olivat Heposelällä hieman korkeampia kuin Sysmäjärvellä. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2025e)

Sysmäjärvellä kalastus on kotitarve- ja virkistyskalastusta. Kalastus painottuu avovesikauteen, mutta myös talvikalastusta harjoitetaan. (AFRY Finland 2026d)

Haastatellun mukaan Sysmäjärvellä käytetyimmät pyyntimuodot ovat heitto- ja vetouistelu, sekä verkot ja katiskat. Talvella pyynti tapahtuu pääasiassa pilkkivavoilla ja koukuilla. Pyydyslupia myydään vuodessa arviolta 40 kpl.

Copyright © AFRY Finland Oy

Sysmäjärven tärkeimmät saalislajit ovat kuha ja hauki, joiden lisäksi saadaan myös ahventa. Näiden lisäksi saadaan särkeä, pasuria ja lahnaa sekä toisinaan järveen aikoinaan istutettuja karppeja. Järveen istutetaan kuhaa.

Sysmäjärven kuhakanta on pysynyt vakaana istutusten ansiosta, ja istutetut kalat ovat kasvaneet hyvin. Järvessä on tiettävästi suuria haukia, joiden pyytäjät osallistuvat myös valtakunnalliseen Hauenkalastajat Open -kilpailuun, jossa pyydä ja päästä menetelmällä pyydetään suuria haukia. Hauen lisäksi myös ahven ja lahna ovat järvessä suuria.

Kalastusta haittaavia tekijöitä Sysmäjärvellä on särkikalojen suuri määrä, rehevöityminen ja happikadot. Sysmäjärvi on jo ainakin 50-luvulta asti paikallisten keskuudessa tunnettu siitä, että joidenkin kaivosten, ja myös Outokummun kaupungin jätevedenpuhdistamon käsitellyt jätevedet päätyvät Lahdenjoen kautta järveen. Tästä syystä osa paikallisista ei nykyäänkään hyödynnä järven kaloja ruokakalana. Särkikalojen määrää on aiemmin ollut tarkoitus vähentää hoitokalastamalla, mutta hanke ei edennyt. Sysmäjärvessä on hapetin, mutta haastateltavan käsityksen mukaan vanha hapetin sekoittaa vain hapettimen alapuolista vettä, eikä ole yhtä tehokas, kuin nykyaikainen hapetin. (AFRY Finland 2026d)

Sysmäjärvestä lähtevän **Sysmäjoen** Salvukosken sähkökalastuksen tulos oli vuonna 2021 tavanomainen, saaliin koostuessa ahvenista ja särjistä. Myös vuonna 2024 tulos oli vastaavan kaltainen. **Taipaleenjoen** saaliissa oli sen sijaan vuonna 2021 edellisen kalastuksen tavoin useita, vaateliaita virtavesilajeja, eli taimenia, kivisimppuja ja kivennuoliaisia. Taimenen osalta määrät laskivat edelliseen koekalastukseen verrattuna, kivisimppujen tiheys sen sijaan pysyi ennallaan, kivennuoliaisten tiheyden noustessa. On huomionarvoista, että kaikki koekalastuksissa saaliiksi saadut taimenyksilöt ovat olleet rasvaevällisiä. Koska mädin tai vastakuoriutuneiden poikasten istutuksia ei ole tehty istutusrekisterin mukaan, ovat kalat erittäin todennäköisesti peräisin luonnonkudusta. Vuonna 2024 Taipaleenjoen saaliissa oli järvikalojen (ahven, salakka, särki) lisäksi myös ympäristömuutoksille herkiksi luokiteltuja virtavesilajeja: kivisimppuja ja taimenia sekä virtavesilaji kivennuoliaisia. Taimenen kesänvanhoja poikasia ei kuitenkaan havaittu vuonna 2024 lainkaan, mikä osaltaan kertoo vaikeista olosuhteista vuonna 2024. Kesä oli kuiva ja lämmin. Virtaamat laskivat loppukesästä hyvin pieniksi, mikä on todennäköisesti vaikuttanut virtavesikalojen olosuhteisiin. Sysmänjoen vedenlaatu todennäköisesti heikentää virtavesikalojen olosuhteita joessa, sillä Viinijärvestä pääosan vetensä saavan Taipaleenjoen kalasto on virtavesikalojen osalta selkeästi paremmassa tilassa. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2022b, Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2025e)

Sysmänjoen kalaston ekologinen tila on välttävä, Taipaleenjoen tyydyttävä kolmannella vesienhoitokaudella (SYKE 2026d). Neljännen kauden alustavien tietojen mukaan molemmat joet ovat välttävässä tilassa kalaston perusteella.

Viinijärvellä esiintyy luontaisesti ahventa, kuhaa, haukea, madetta, muikkua, siikaa, kuoretta ja särkikaloja. Viinijärven länsiosassa purkuputkireittivaihtoehtojen alueella kalastettavien kalalajien kantojen runsaus on arvioitu runsaiksi ahvenen ja kuoreen osalta, hyväksi kuhan, hauen, mateen ja siian osalta, tyydyttäväksi muikun ja särkikalojen osalta, ja heikoiksi sekä täplä- että jokiravun osalta.

Copyright © AFRY Finland Oy

Viinijärven länsiosaan istutetaan säännöllisesti kuhaa ja planktonsiikaa. Järvitaimenkanta on istutusten varassa. Viinijärveltä on saatu saaliiksi joitakin täplärapuja. Runsaimmat jokirapukannat keskittyvät alueen pienvesiin. (Pohjois-Karjalan kalatalouskeskus 2022).

Viinijärvellä toimii yhteensä noin 10 kaupallista kalastajaa. Kaupallista kalastusta harjoitetaan rysillä, verkoilla, katiskalla ja nuottaamalla. Tärkein saaliskala on kuha, mutta myös särkikalojen kalastus on kehittynyt ja edelleen nousussa. Viinijärvi on vapaa-ajan kalastuksen kannalta tärkeää aluetta. (Pohjois-Karjalan kalatalouskeskus 2022).

Viinijärvellä on seurattu kalojen metallipitoisuuksia osana Karnukan kaivoksen tarkkailua. Näytekalojen lihaksen kadmium- ja nikkelipitoisuudet ovat olleet alle määritysrajan viimeisissä tarkkailuissa. Kuparia ja sinkkiä esiintyy kalojen lihaksissa mitattavia määriä ja viitteitä kasvaneista pitoisuuksista esiintyy (Savo-Karjalan ympäristötutkimus 2021a).

Osana yhtiön Vuonoksen YVA-menettelyä on Viinijärven kalaston ja kalastuksen nykytilaa selvitetty puhelinhaastatteluna toukokuussa 2026. Puhelinhaastattelu kohdennettiin Viinijärven ns. tumman puolen osakaskuntien (Taipaleen ja Sotkuman osakaskunnat) puheenjohtajille, kalatalousalueen toiminnanjohtajalle ja puhelinhaastatteluiden yhteydessä esiin nousseelle Viinijärven länsiosassa pitkäaikaisesti toimineelle ammattikalastajalle. (AFRY Finland 2026d).

Viinijärven länsiosassa on virkistys- ja kotitarvekalastusta, sekä kaupallista- ja ammattikalastusta. Osakaskuntien vapaa-ajankalastuksen luvanmyynnissä painottuu alueen mökkiläiset ja siten kesäaikainen kalastus, mutta kotitarve- ja kaupallinen kalastus on ympärivuotista. Haastateltujen mukaan kaikkia pyydystyyppejä käytetään. Vapaa-ajan merkkimyynti oli menneistä vuosista vähentynyt, mutta osakaskunnat myivät edelleen vapaa-ajankalastukseen arviolta ainakin yli 1000 yksikkömerkkiä vuosittain. (AFRY Finland Oy 2026d)

Viinijärven tumman puolen hehtaarikohtainen tuottavuus arvioitiin Pohjois-Karjalan mittapuulla hyvin tuottavaksi. Tärkeimmiksi saalislajeiksi mainittiin kuha, ahven ja hauki. Näiden lisäksi saaliiksi saadaan madetta, särkeä ja muikkua, sekä lähinnä sivusaaliina lahnaa ja pasuria. Särkikalojen, ja etenkin särjen, kalastus Viinijärvellä on kehittynyt, ja sillä on myös kaupallista arvoa. Järveen istutetaan kuhan lisäksi siikaa, jota kuitenkin saadaan saaliiksi harvoin. (AFRY Finland Oy 2026d)

Muikkukannan arvioitiin vahvistuneen viime vuosien aikana, minkä lisäksi filekokoista ahventa saadaan aiempaa enemmän. Toisaalta kuhakannan kerrottiin jopa romahtaneen vuonna 2021, mistä kanta ei ole ainakaan täysin palautunut. Kuhan luontaista lisääntymistä Viinijärven tummalla puolella vaikeuttaa haastateltavien mukaan veden humuspitoisuus. (AFRY Finland Oy 2026d)

Kalastusta haittaavina tekijöinä pidettiin yleisesti pyydysten likaantumista ja syvänteiden happikatoa, joka johtaa myös alueelliseen kalattomuuteen. Uutena ilmiönä rihmalevän esiintyminen oli runsasta kesällä 2025. (AFRY Finland Oy 2026d)

Viinijärvessä on vuonna 2008 tehty Luonnonvarakeskuksen, silloisen RKTL:n toimesta verkkokoekalastuksia. Viinijärven länsiosan koekalastussaalis koostui kymmenestä eri

Copyright © AFRY Finland Oy

kalalajista. Painosaaliin runsaimmat lajit olivat särki (459,7 g/verkko), ahven (331, 3 g/verkko) ja salakka (128 g/verkko). Yksilömäärältään runsaimmat lajit olivat ahven (20 kpl/verkko), särki (17 kpl/verkko) ja salakka (8 kpl/verkko). Kokonaissaalis sekä kokonaisyksilömäärä olivat karuille järville tyypilliseen tapaan melko alhaisia. Lievä särkikalavaltaisuus (53 %) saattaa arvion mukaan kieliä lievästä rehevöitymisestä. Kalaston ekologinen tila arvioitiin hyväksi (RKTL 2011).

13.3 Vaikutusten arviointi

13.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisaika ei aiheuta nykyisestä poikkeavaa kuormitusta Sysmäjärven suuntaan, joten kalastokseen tai kalastoon kohdistuvat vaikutukset vertautuvat nykytilassa havaittuihin vaikutuksiin Lahdenjoessa sekä Sysmäjärvessä.

Viinijärven mahdollista purkuputkea asennettaessa putki painotetaan järven pohjaan betonipainoin. Tarvittaessa järven pohja ruopataan ja ruoppauspohja täytetään murskeella tai soralla. Putken asentaminen ja mahdollinen ruoppaus aiheuttavat paikallista pohjan häiriintymistä ja voivat tilapäisesti lisätä veden samentumista sekä kiintoaineen leviämistä.

Toimet voivat tilapäisesti heikentää kalojen elinympäristön laatua ja karkottaa kaloja rakentamisalueelta. Pohjan muokkaaminen voi lisäksi paikallisesti vaikuttaa kalojen ravintona toimivaan pohjaeläimistöön sekä mahdollisiin kutu- ja poikasalueisiin. Rakentamisen aikainen samentuminen ja työskentely vesialueella voivat myös aiheuttaa lyhytaikaista haittaa kalastukselle esimerkiksi heikentämällä pyydysten käyttömahdollisuuksia ja kalastusolosuhteita työn lähialueella. Haitta on kuitenkin lyhytaikaista. Tässä vaiheessa hanketta arvioituna eri purkuputkivaihtoehdoilla ei ole haittavaikutusten tason osalta juurikaan eroa, vaikka eteläisin putki on muita hieman pidempi vesistöön sijoittamisen osalta.

Purkuputkireitin uomien alituskohdissa voi aiheutua veden samentumista sekä kiintoaineen leviämistä, josta aiheutuu lievää tilapäistä haittaa kalastolle niissä uomissa, jossa sitä esiintyy.

Copyright © AFRY Finland Oy

13.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

13.3.2.1 Lahdenjoki

Esitetyn vesistövaikutusarvion perusteella hankevaihtoehtojen VE1–VE3 aiheuttamat muutokset kalaston elinolosuhteisiin arvioidaan pääosin vähäisiksi verraten nykytilaan. Eri aineiden yhteiskuormituksen ei myöskään arvioida aiheuttavan nykyisestä poikkeavia vaikutuksia. Nykyisin kohonneen nikkelipitoisuuden ja purkuveden nikkelipitoisuuden kasvun vuoksi tilan heikkenemistä ei kuitenkaan voida kokonaan sulkea pois vaihtoehdossa VE2b. Lahdenjoen kalastosta ei ole seurantatietoa.

13.3.2.2 Sysmäjärvi

Hankevaihtoehtojen vaikutukset Sysmäjärven kalastoon voivat muodostua ensisijaisesti veden nikkeli- ja muiden metallipitoisuuksien muutoksista sekä suolaisuuden (sulfaatti), ravinnepitoisuuksien, happitilanteen ja niistä seuraavan mahdollisen elinympäristöjen laadun muutoksen kautta. Vesistövaikutusarvioon perustuen veden pH, kiintoainepitoisuus, kemiallinen hapenkulutus, lämpötila, ravinnepitoisuudet ja järven virtaus- tai kerrostumisolosuhteet eivät muutu kalaston kannalta merkityksellisesti. Hankevaihtoehdot eivät siten lisää veden happamuutta, samentumista, rehevöitymistä tai hapen kulumista eivätkä siten heikennä kalojen lisääntymis-, poikas- tai ruokailualueita näiden tekijöiden kautta.

Sulfaattipitoisuudet ovat Sysmäjärvessä jo nykytilassa koholla, mutta hankevaihtoehtojen VE1–VE3 aiheuttamat muutokset jäävät mallinnuksen perusteella vähäisiksi. Vaihtoehdoissa VE2b ja VE3 sulfaattikuormitus pienenee, ja muissa vaihtoehdoissa pitoisuudet säilyvät lähellä nykytilaa. Koska järven sekoittumis- ja kerrostumiskäyttäytymisen tai alusveden happitilanteen ei arvioida muuttuvan, sulfaattipitoisuuden muutoksista ei arvioida aiheutuvan kalastolle uusia suoria vaikutuksia eikä suolakerrostumisen kautta syntyviä välillisiä vaikutuksia. Nykytilan ajoittainen suolapitoisemman veden kerrostuminen ja siihen mahdollisesti liittyvä paikallinen elinympäristön laadun vaihtelu voivat kuitenkin jatkua. Sysmäjärven kalasto on nykytilassaan jossain määrin väistämättä sopeutunut esiintyviin sulfaattipitoisuuksiin, mutta myös haittavaikutukset ovat mahdollisia.

Liiallinen sulfaatti voi vahingoittaa vesieliöitä sekä makeassa että murtovedessä. Kohonneen sulfaattipitoisuuden haitallisuuteen makean veden eliöille vaikuttaa veden kovuus. Pehmeämmässä vedessä esiintyvät lajit ovat usein herkempiä sulfaatille kuin kovassa vedessä esiintyvät lajit. Viimeaikaisessa suomalaisiin olosuhteisiin sopeutetussa tutkimuksessa (Hu 2025) selvitettiin yhteensä 15 makean veden lajin herkkyyttä eri sulfaattipitoisuuksille. Herkimmät makean veden lajit ovat vesikirput *Daphnia longispina* ja *Ceriodaphna dubia*. Altistuskokeiden perusteella varovaisuusperiaatteen mukainen haitaton pitoisuus vesieliöille (PNEC) on 42 mg/l.

Sulfaatin haittavaikutusten kannalta kaloilla kaikista herkin kehityksen vaihe on tutkimusten mukaan hedelmöitysvaihe sekä varhainen alkionkehitys. Herkimmäksi lajiksi tutkimuksissa (Mäkinen 2025) osoittautui järvikutuinen muikku, jolle pitkäkestoisen altistuksen laskennallisesti alin haitallinen pitoisuus oli 335 mg/l. Vastaavasti esimerkiksi särjellä taso on

Copyright © AFRY Finland Oy

yli 1000 mg/l. Tutkimusten perusteella kalat sietävät sulfaatin vaikutusta muihin vesieliöihin nähden hyvin (Mäkinen 2025, Karjalainen ym. 2023).

Kalaston kannalta merkittävin hankevaihtoehtojen välinen ero liittyy nikkeliin. Vaihtoehdoissa VE0 ja VE1 nikkelipitoisuudet säilyvät pääosin nykyisellä tasolla ja vaihtoehdossa VE3 ne voivat hieman laskea. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b nikkelipitoisuus kasvaa eniten Lahdenjoen suun läheisyydessä, keskimäärin noin 4,7 µg/l, ja lievemmin järven keski- ja eteläosassa. Nikkeli voi suurina biosaatavina pitoisuuksina heikentää kalojen fysiologista toimintaa, kasvua, lisääntymistä sekä mädin ja poikasten selviytymistä (mm. Brix ym. 2017). Arvioidut pitoisuuslisäykset ovat kuitenkin verrattain pieniä suhteessa Sysmäjärven nykyiseen pitoisuustasoon, jossa havaitaan ympäristölaatunormin ylityksiä. Vaikutukset painottuisivat talviaikaan Lahdenjoen suun ja järven koillisosan alueelle, eivätkä ne ulottuisi saman voimakkuisina koko järveen.

Sysmäjärven kalakannassa ei ole tarkkailussa todettu nikkelin tai arseenin kertymistä huolimatta nikkelin ympäristölaatunormien ylityksistä, ja kalojen sinkkipitoisuudet ovat olleet korkeimmillaankin lähellä luontaista tasoa. Hankevaihtoehdot eivät myöskään lisää kadmiumin, kuparin, elohopean, lyijyn tai sinkin pitoisuuksia. Raudan pitoisuuden vähäisen nousun vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b ei arvioida aiheuttavan vaikutuksia kalastoon. Näin ollen muiden metallien kuin nikkelin osalta kalojen terveyteen, ravinnonkäyttöön tai lisääntymiseen kohdistuvia vaikutuksia ei arvioida syntyvän. Jo aiemmin Sysmäjärvessä esiintyneiden kasvaneiden nikkelipitoisuuksien vaikutuksia kalastoon ei voida kokonaan poissulkea, mutta selkeitä kalastovaikutuksia ei ole tähän astisella tarkkailulla viime vuosina todettu ja näin voidaan todeta myös sulfaatin osalta huolimatta ympäristölaatunormien ylityksistä.

Sysmäjärvessä eri haitta-aineiden yhteiskuormituksen aiheuttama kalastoon kohdistuva riski (luku 10.5) haitallisten vaikutusten ilmenemiselle on olemassa sekä nykytilassa että eri hankevaihtoehtojen toteutuessa, mutta hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteutuminen ennemmin laskee riskilukua kuin nostaa sitä.

Kalaston nykyinen rakenne kuvastaa ennen kaikkea järven reheviä olosuhteita ja valuma-alueelta pitkään jatkunutta kokonaiskuormitusta. Koska Vuonoksen osuus järven ravinnekuormituksesta on pieni ja hankevaihtoehdot eivät muuta ravinnepitoisuuksia tai edelleen elinympäristötekijöitä, kalaston runsauteen, lajisuhteisiin, särkikalojen osuuteen ei arvioida kohdistuvan muutosta. Myöskään kalaston ekologisen tilan ei arvioida hankevaihtoehtojen seurauksena heikkenevän nykyisestä tyydyttävästä ekologisesta tilasta.

Kokonaisuutena vaihtoehtojen VE1 ja VE3 vaikutus kalastoon arvioidaan merkityksettömäksi kuormituksen säilyessä nykyistä pienempänä tai sen lähellä. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b vaikutus arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi, koska nikkelipitoisuuden nousun aiheuttamaa haittavaikutusta kalastoon ei voida kokonaan poissulkea erityisesti Lahdenjoen suulla. Nikkeli voi häiritä muun muassa kalojen ionitasapainoa, hengitystä ja energia-aineenvaihduntaa, ja vaikutukset voivat ilmetä kasvun ja lisääntymisen heikkenemisenä (mm. Brix ym. 2017). Muutos ei kuitenkaan todennäköisesti aiheuta havaittavaa muutosta koko järven kalaston rakenteessa, runsaudessa tai lisääntymisedellytyksissä. Vaikutukset alueella harjoitettavaan kalastukseen arvioidaan vähäisiksi, sillä huolimatta järven kuormitushistoriasta, kalastusta harjoitetaan mm. vapakalastamalla (AFRY Finland 2026d, liite 17).

Copyright © AFRY Finland Oy

13.3.2.3 Sysmänjoki, Taipaleenjoki, Heposelkä

Hankevaihtoehdossa VE2b Sysmänjoen nikkelipitoisuus kasvaa lievästi nykytilaan verrattuna. Biosaatavan nikkelin laskennallinen pitoisuus jää kuitenkin vuositason ympäristölaatunormin alapuolelle. Sysmänjoessa esiintyy jo nykytilassa ajoittain korkeita nikkelipitoisuuksia. Hankevaihtoehdon VE2b aiheuttama pitoisuusmuutos on kuitenkin pieni suhteessa nykyiseen vaihteluun ja pienenee alavirtaan laimenemisen seurauksena. Pitkäaikaisten haitallisten vaikutusten riskiä kalastolle ei arvioida olennaisesti lisääntyvän, ja kokonaisuutena muut ainepitoisuudet huomioiden vaikutukset Sysmänjoen kalastoon arvioidaan vähäisiksi. Sysmänjoen kalasto on niukkaa koostuen lähinnä järvilajeista, kalaston ekologinen tila on välttävä. Ekologinen tila ei heikkene minkään hankevaihtoehdon johdosta. Taipaleenjokeen tai Heposelkään ei arvioida kohdistuvan vesistövaikutuksia eikä näin ollen myöskään vaikutuksia kalastoon.

13.3.2.4 Viinijärvi

Vesistövaikutusarvion perusteella hankkeen keskeiset kalastoon kohdistuvat vaikutusmekanismit liittyvät purkuveden sisältämien sulfaatin ja muiden ainepitoisuuksien (nikkelin, arseenin) pitoisuuksien nousuun sekä suolapitoisen veden talviaikaiseen kerrostumiseen purkupaikan läheisiin syvänteisiin. Vaikutukset painottuvat alusveteen ja jääpeitteiseen kauteen, jolloin veden sekoittuminen on vähäistä. Avovesikaudella purkuvesi sekoittuu tehokkaammin, ja päällysveden pitoisuusmuutokset jäävät kaikissa vaihtoehdoissa vähäisiksi.

Sulfaattia tarkastellen vaihtoehdoissa VE2a–c purkuvesi kertyy talvella 2–4 metrin paksuiseksi kerrokseksi purkupaikan lähisyvänteiden alusveteen. Vaikutus on voimakkain vaihtoehdossa VE2a, jossa alusveden sulfaattipitoisuus nousee lähisyvänteessä enimmillään noin tasolle 64 mg/l. Vaihtoehdossa VE2b sulfaatin pitoisuusnousu on yksittäistä syvännettä lievempi, mutta ulottuu laajemmalle alueelle. Vaihtoehdossa VE2c vaikutukset ovat pienempiä, ja vaihtoehdossa VE2d purkuvesien talviaikainen kertyminen syvänteisiin jää vähäiseksi. Pitoisuuserot tasoittuvat kevään täyskierron yhteydessä.

Sulfaatin mallinnetut hetkelliset pitoisuudet jäävät arvioinnissa käytetyn ehdotetun laatunormitason alapuolelle, mutta vaihtoehdossa PVE2a arvioitu vuosikeskipitoisuus, noin 38 mg/l, on lähellä ehdotettua vuosikeskiarvon tasoa 42 mg/l. Vaihtoehdossa PVE2b alusveden keskipitoisuudeksi arvioidaan pisteellä Ms3_1 taso 32 mg/l, eli todennäköisesti sulfaatille esitetty vuositason laatunormi alittuisi. Purkuputkivaihtoehdoissa PVE2c ja vertailuvaihtoehdossa 2d kesän ja talven keskipitoisuudet ovat lähellä toisiaan, eikä vuositason laatunormiehdotuksen arvioida ylittyvän.

Vaihtoehdossa VE2a nikkelin talviaikainen enimmäispitoisuus lähisyvänteen alusvedessä, noin 25–30 µg/l, jää mallinnuksen perusteella hieman alle hetkellisen enimmäispitoisuuden laatunormin 34 µg/l, mutta yksittäinen paikallinen ylitys on arvioinnin epävarmuudet huomioon ottaen mahdollinen. Muissa purkuputkivaihtoehdoissa hetkellisen laatunormin ylitystä ei pidetä todennäköisenä, eikä biosaatavan nikkelin vuositason laatunormin arvioida ylittyvän missään vaihtoehdossa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Sulfaatin ja nikkelin osalta kalastoon kohdistuvien vaikutusten arvioidaan jäävän melko vähäisiksi. Päällysveden pitoisuusmuutokset ovat pieniä, eikä arvioitu vaikutus kohdistu laajasti ranta- ja matalikkoalueisiin, joilla muun muassa hauki, ahven ja särkikalat lisääntyvät. Myöskään kuhan lisääntymisolosuhteiden ei arvioida olennaisesti muuttuvan. Syvänteissä tai niiden reuna-alueilla talvehtivien ja pohjan tuntumassa ravintoa käyttävien lajien altistus voi olla suurempaa, mutta vaikutusalueen rajallisuuden ja kevätkierron palauttavan vaikutuksen vuoksi seuraukset kalakantojen lisääntymiselle ja kasvulle arvioidaan vähäisiksi.

Sulfaatin osalta kalastukseen kohdistuvat vaikutukset muodostuvat pääasiassa mahdollisista paikallisista muutoksista kalojen talviaikaisessa sijoittumisessa. Vaihtoehdoissa PVE2a ja PVE2b kalat voivat välttää purkupaikan lähisyvänteitä talvikerrostuneisuuden loppupuolella, mikä voi tilapäisesti heikentää syvänteisiin kohdistuvan verkko- tai muun pyydyskalastuksen saalisvarmuutta ja siirtää kalastusta vaikutusalueen ulkopuolelle. Vaikutus ei kohdistu merkittävästi kesäaikaiseen vapaa-ajankalastukseen, joka painottuu mökkikauteen ja päällysveteen, eikä sen arvioida heikentävän myöskään Viinijärven kaupallisen kalastuksen toimintaedellytyksiä kokonaisuutena.

Arseenikuormituksen vaikutukset Viinijärven kalastoon arvioidaan koko järven mittakaavassa vähäisiksi, koska pitoisuusnousut painottuvat talvikerrostuneisuuskaudella purkupaikkojen lähisyvänteiden alusveteen ja tasoittuvat kevään täyskierron myötä. Purkuputkivaihtoehdoissa PVE2a–b, erityisesti kuormitustilanteessa VE1, paikallisesti ja ajoittain kohonneet pitoisuudet voivat mahdollisesti aiheuttaa kaloille pitkäaikaisessa altistuksessa fysiologista haittaa. Arseeni voi kertyä kalojen kudoksiin ja häiritä aineenvaihduntaa, lisätä oksidatiivista stressiä sekä heikentää kasvua, lisääntymistä ja vastustuskykyä (mm. Kumari ym. 2017). Korkeat arseenipitoisuudet (>100 µg/l) vaikuttaa kalojen kasvuun ja muihin fysiologisiin toimintoihin (Datta ym. 2009). Arseenin toksisuus riippuu sen esiintymismuodosta (orgaaninen/epäorgaaninen) sekä arseenin hapetusasteesta (Agusa ym. 2008), mutta myös bioottiset ja abioottiset tekijät (mm. pH, veden lämpötila) vaikuttavat sen toksisuuteen. Arseenille ei ole määrätty laatunormia, mutta verraten ruotsalaisiin pitoisuuslisäysten hyvän tilan raja-arvoihin, haittavaikutuksia ei voida kokonaan poissulkea, vaikka ilmenemisen riski arvioidaan pieneksi. Pitoisuustasoa voidaan myös verrata Euroopan kemikaaliviraston arvioimaan suurimpaan haitattomaan arseenin pitoisuuteen (ns. PNEC-arvo), joka on sisävesille pitkäaikaisessa altistuksessa 5,6 µg/l ja näin ollen merkittäviä kalastovaikutuksia ei arvioida syntyvän, mutta lähisyvänteiden talviaikainen altistus voi olla muuta järveä suurempaa.

Elohopean, kadmiumin, kuparin, sinkin ja lyijyn kuormituksesta ei arvioida aiheutuvan haitallisia vaikutuksia Viinijärven kalastoon, koska pitoisuusmuutokset ovat hyvin pieniä ja ympäristönlaatunormit alittuvat. Raudan pitoisuus voi talvella paikallisesti nousta purkuputken lähisyvänteiden alusvedessä, mutta lisäys jää järvessä nykyisin esiintyvän vaihtelun sisälle eikä sen arvioida aiheuttavan suoria kalastovaikutuksia. Kokonaisuutena edellä mainituista haitta-aineista aiheutuvat vaikutukset kalojen elinolosuhteisiin, käyttökelpoisuuteen ravintona tai kalastukseen jäävät vähäisiksi ja rajautuvat pääosin purkupaikan lähialueen syvänteisiin talvikerrostuneisuuden aikana. Nykyisessä tarkkailussa Viinijärven pohjoisosassa kalan lihaksen nikkeli- ja kadmiumpitoisuudet ovat olleet alle

Copyright © AFRY Finland Oy

määritysrajan, joten merkittävää kertymistä ei arvioida aiheutuvan jatkossakaan. Arseenin lievää kertymistä ei voida käytettävissä olevan tiedon perusteella kokonaan poissulkea, mutta toisaalta verraten Sysmäjärveen, riski arvioidaan pieneksi, sillä mainittavaa kertymistä ei ole sielläkään tapahtunut viime vuosien tarkkailun perusteella. Eri haitta-aineiden yhteisvaikutusten esiintymisen riskiä ei voida kokonaan poissulkea tehdyn laskennan perusteella, vaikka laskentaan liittyykin epävarmuuksia.

Purkuveden ravinne-, kiintoaine- ja pH-vaikutusten arvioidaan jäävän niin vähäisiksi, etteivät ne aiheuta Viinijärven rehevöitymistä, happitilanteen merkittävää heikkenemistä tai kalojen lisääntymis- ja elinympäristöjen laadun muutoksia. Talvella vaihtoehtojen PVE2a–b lähisyvänteissä voi esiintyä paikallisia typpipitoisuuden ja pH:n nousuja, mutta niiden ei arvioida vaikuttavan merkittävästi kalojen elinolosuhteisiin, kalakantojen rakenteeseen tai runsauteen. Lämpökuormaa toiminnasta ei aiheudu, mutta purkuputken ja diffuusorin toiminta voi aiheuttaa paikallista jääolosuhteiden heikentymistä purkuputken suun lähialueella talviaikana, mikä voi lievästi heikentää talvikalastuksen turvallisuutta pienellä alueella.

Kokonaisuutena kalastoon kohdistuvat vaikutukset arvioidaan kaikissa vaihtoehdoissa vähäisiksi, mutta vaikutusten voimakkuus ja alueellinen laajuus vaihtelevat. Vaihtoehdossa VE2a vaikutukset ovat suurimmat ja painottuvat talvella purkupaikan lähisyvänteen alusveteen, jossa sulfaatin, nikkelin ja arseenin pitoisuudet voivat paikallisesti kohota ja kalat voivat mahdollisesti välttää aluetta. Vaihtoehdossa VE2b pitoisuusnousut ovat lievempiä mutta ulottuvat laajemmalle alueelle. Vaihtoehdossa VE2c vaikutukset jäävät selvästi vähäisemmiksi, ja vertailuvaihtoehdossa VE2d purkuveden kertyminen syvänteisiin sekä kalastovaikutukset ovat vähäisimmät. Missään vaihtoehdossa ei arvioida aiheutuvan merkittäviä muutoksia kalakantojen lisääntymiseen, kasvuun tai rakenteeseen eikä kaupallisen tai vapaa-ajankalastuksen toimintaedellytyksiin. VE2a–b-vaihtoehdoissa lähisyvänteiden talvikalastuksen jäällä liikkumisen turvallisuus voivat kuitenkin paikallisesti heikentyä lievästi.

13.3.2.5 Vuonosjoki

Hankevaihtoehtojen VE1–VE3 vaikutukset Vuonosjoen kalastoon liittyvät ensisijaisesti metallipitoisuuksien muutoksiin. Kalaston tila ei ole tiedossa. Hanke ei lisää rehevöitymisestä, liettymisestä, happamoitumisesta tai happitilanteen heikkenemisestä aiheutuvia vaikutuksia. Joen jo nykyisin kohonnut nikkelipitoisuus kasvaa hankevaihtoehdoissa keskimäärin 0,6–1,5 µg/l, eniten vaihtoehdossa VE2a. Vaihtoehdossa VE3 kadmiumin keskipitoisuus nousee nykyisestä 0,03 µg/l:sta 0,07 µg/l:aan, mutta jää tarkastelussa käytetyn vuosikeskiarvon laatunormin alapuolelle. Muiden tarkasteltujen aineiden pitoisuusmuutosten ei arvioida olennaisesti lisäävän kalastoon kohdistuvaa kuormituspainetta. Sulfaattipitoisuudet ovat koholla jo nykytilassa.

13.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päättymisen jälkeen vesien johtaminen tehdasalueelta Lahdenjoen kautta **Sysmäjärveen** päättyy. Tällöin järveen kohdistuva kuormitus vähenee, ja järvet suola-, ravinne- ja metallipitoisuudet todennäköisesti laskevat jonkin verran. Vuonoksen

Copyright © AFRY Finland Oy

kuormituksen lakattua Sysmäjärven vedenlaatu määräytyy valuma-alueen muun piste- ja hajakuormituksen kehityksen mukaisesti. Järven hydrologiset olosuhteet palautuvat lähemmäs luonnontilaista, kun sinne ei enää johdeta vesiä toiselta valuma-alueelta. Nykyisin Vuonoksen alueelta tuleva purkuvesi on lievästi emäksistä, ja tarkkailussa on havaittu, että Ruutunjoen suunnalta sekä Lahdenjoen kautta muualta valuma-alueelta tuleva vesi on ajoittain hyvin hapanta. On mahdollista, että Vuonoksen vesien johtamisen päättyminen johtaa järvessä alkaliteetin ja pH-arvojen laskuun, kun happamia vesien vaikutus muuttuu aiempaa määräävämmäksi tekijäksi järvessä.

Toiminnan päättyminen ja Sysmäjärveen kohdistuvan suola-, ravinne- ja metallikuormituksen väheneminen voivat pitkällä aikavälillä parantaa kalaston elinolosuhteita, mikäli tarkastelun ulkopuolelle jätetään alueen muut kuormittajat. Toisaalta Vuonoksen lievästi emäksisten vesien johtamisen päättyessä järven alkaliteetti ja pH voivat laskea, mikä voi heikentää kalaston elinolosuhteita etenkin happamien valumavesien vaikutusjaksoina. Happamuus voi aiheuttaa kaloille fysiologista stressiä sekä heikentää erityisesti mädin ja kalanpoikasten selviytymistä ja siten myös kalojen lisääntymisedellytyksiä. Esimerkiksi happamuudelle herkkien särkikalojen lisääntymismenestys voi heikentyä. Kalasto on tosin jo nyt ahvenvaltainen ja särkikalojen osuus on järven rehevyyteen nähden pieni, mikä voi johtua Sysmäjärven pH-olosuhteista jo nykyisellään.

Vaikutusten voimakkuus riippuu yleisesti ottaen pH:n muutoksen suuruudesta ja kestosta, joka ei tässä vaiheessa ole arvioitavissa tarkemmin. Huomioitava on, että Sysmäjärvessä tapahtuvat prosessit ovat monen tekijän summa; kuormitus nyt ja historiassa, happiolot, hapetus, happamat pohjavedet, sedimentit ja järven umpeenkasvaminen (Ramboll 2024).

13.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 ei rakenneta uusia rakenteita. Vaihtoehdossa VE0 tehdasalueen purkuvesien käsittely tehdään nykyisellä vesienkäsittelyjärjestelmällä ja puhdistetut vedet johdetaan Lahdenjokeen, joka laskee Sysmäjärveen. Vaihtoehdossa VE0 vesistö- ja kalastovaikutukset ovat kuten nykytilassa. Vaihtoehdon mukainen toiminta loppuisi vaihtoehtoja VE1–VE3 aiemmin.

13.4 Yhteisvaikutukset

13.4.1 Sysmäjärvi

Hautalammen hankkeen ja Vuonoksen toiminnan yhteiskuormitus voi vaikuttaa Sysmäjärven kalastoon erityisesti sulfaatti-, metalli- ja ravinnekuormituksen sekä niiden välillisten vedenlaatuvaikutusten kautta. Hautalammen hankkeen ja Mondon eri hankevaihtoehtojen yhteiskuormitus lisää Sysmäjärven sulfaattipitoisuuksia vain vähän nykytilanteeseen verrattuna, ja vaikutus on pääosin samankaltainen kuin Mondon hankevaihtoehdon VE2b vaikutus yksinään. Pitoisuusnousu on suurin Ruutunjoen suualueella, mutta järven sekoittumisolosuhteiden ei arvioida muuttuvan. Sulfaattipitoisuudet ylittävät kuitenkin

Copyright © AFRY Finland Oy

yhteiskuormitustilanteessa sulfaatille ehdotetun vuositason laatunormin, ja myös hetkelliselle enimmäispitoisuudelle esitetty taso voi ylittyä.

Yhteiskuormituksen ei arvioida lisäävän pysyvää kerrostuneisuutta tai siitä aiheutuvaa alusveden happitilanteen heikkenemistä. Näin ollen kalojen käytettävissä olevan elinympäristön ei arvioida laaja-alaisesti supistuvan nykyisestä eikä syvännealueiden merkityksen esimerkiksi viileää vettä suosiville kaloille olennaisesti heikkenevän, joskin tällaisten lajien (esim. made) määrä on jo nykyisellään joko olematon tai hyvin vähäinen. Sulfaatille ehdotettujen vuosi- ja enimmäispitoisuuksien laatunormitasojen ylittymisen vuoksi suoria tai välillisiä haittavaikutuksia kalastoon ei voida kuitenkaan kokonaan poissulkea, vaikka sellaisia ei ole viimeaikaisiin tarkkailutuloksiin perustuen ole suoraan havaittukaan. Kalaston ekologinen tila on tyydyttävä.

Hautalammen hankkeen aiheuttama typpipitoisuuden keskimääräinen nousu ei muuta Sysmäjärven typen tilaluokkaa, ja koska järven perustuotanto on pääosin fosforirajoitteista eikä hankkeista aiheudu merkittävää fosforikuormituksen kasvua, yhteiskuormituksen ei arvioida olennaisesti lisäävän rehevöitymistä tai muuttavan kalaston elinolosuhteita, ravintoverkon toimintaa tai lajistosuhteita koko järven tasolla.

Nikkelin yhteiskuormituslisäys on pieni, ja Hautalammen hanke vähentää sinkkikuormitusta nykytilanteeseen verrattuna. Sinkkipitoisuudet säilyvät tästä huolimatta koholla ja biosaatavalle sinkille ehdotettu vuositason laatunormitaso voi ylittyä edelleen. Tämän vuoksi kalastoon jo nykytilassa kohdistuva metallikuormituksen aiheuttama paine säilyy, vaikka yhteiskuormituksen ei arvioida olennaisesti lisäävän kalojen metallialtistusta tai siitä aiheutuvia vaikutuksia kasvuun tai lisääntymiseen tai metallien kertymiseen kaloihin. Kutu- ja poikasalueiden liettymistä, hapettomien alueiden kasvua tai kalayhteisön rakenteen merkittävää muuttumista ei arvioida aiheutuvan. Kalaston ekologisen tilan ei arvioida heikkenevän.

Huolimatta järven monikuormitteisuudesta, siellä harjoitetaan jonkin verran kalastusta mm. kookkaiden haukien sekä kuhakannan vuoksi. Mondon ja Hautalammen hankkeen yhteisvaikutusten ei arvioida aiheuttavan muutosta tähän.

Kokonaisuutena Hautalammen ja Vuonoksen yhteisvaikutukset Sysmäjärven kalastoon arvioidaan **vähäisen kielteiseksi.** Vaikutukset painottuvat Ruutunjoen suualueelle, kun taas koko vesimuodostuman tasolla kalaston tilan, lajistosuhteiden tai lisääntymisedellytysten ja ekologisen tilan ei arvioida kuitenkaan heikkenevän yhteiskuormituksen seurauksena.

13.4.2 Viinijärvi

Vesistövaikutusarvioon perustuen Horsmanahon-Karnukan ja Vuonoksen purkupaikkojen vaikutusalueet jäävät pääosin erillisiksi ja purkuvesien vaikutukset paikallisiksi, minkä vuoksi purkupaikat eivät juuri vaikuta toisiinsa eikä kalastoon ja kalastukseen arvioida kohdistuvan merkittäviä yhteisvaikutuksia. Kalastuksen osalta vaikutus voi näkyä myös vedenlaadun

Copyright © AFRY Finland Oy

heikkenemistä koskevana huolena koskien useampaa purkualuetta, joka voi vähentää purkualueiden kalastuksellista houkuttelevuutta.

13.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Eri vesistöjen herkkyydet muutoksille on kuvattu luvussa 10.3.5

Sysmäjärven osalta vaihtoehdolla VE0 ei arvioida olevan vaikutusta nykytilaan nähden, sillä toiminta jatkuu nykyisen kaltaisena ja purkupaikkana toimii aiempaan tapaan Lahdenjoki, josta vedet laskevat Sysmäjärveen. Vaihtoehdossa VE1 vaikutus kalastoon on merkityksetön kuormituksen säilyessä nykyistä pienempänä tai sen lähellä. Vastaavasti vaihtoehdossa VE3 vaikutus on merkityksetön nikkeli- ja sulfaattikuormituksen pienentyessä. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b vaikutus on edellistä suurempaa nikkelipitoisuuden nousun vuoksi, mutta koko järven kalastossa ei arvioida tapahtuvan havaittavia, nykytilasta poikkeavia muutoksia, joten vaikutus arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.

Taulukko 13-1. Kalastoon ja kalastukseen kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa Sysmäjärvessä.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen									
	Kohtalainen				VE2a VE2b	VE0 VE1 VE3				
	Suuri									
	Erittäin suuri									

Viinijärven herkkyys on arvioitu kohtalaiseksi. Kuormituksen määrää merkittävämpi Viinijärven vaikutuksia säätelevä tekijä on purkuputken sijoituspaikka. Kuormituksen määrässä on lievää vaihtelua hankevaihtoehtojen välillä, mutta purkuputken sijainti määrittelee kalastoon kohdistuvan vaikutuksen suuruuden, joten vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu purkuputkivaihtoehtojen kautta.

Viinijärven osalta kokonaisuutena kalastoon kohdistuvat vaikutukset arvioidaan kaikissa vaihtoehdoissa vähäisiksi kielteisiksi, mutta vaikutusten voimakkuus ja alueellinen laajuus vaihtelevat. Vaihtoehdossa PVE2a vaikutukset ovat suurimmat ja painottuvat talvella purkupaikan lähisyvänteen alusveteen, jossa sulfaatin, nikkelin ja arseenin pitoisuudet voivat paikallisesti kohota ja kalat voivat mahdollisesti välttää aluetta. Vaihtoehdossa PVE2b pitoisuusnousut ovat lievempiä mutta ulottuvat laajemmalle alueelle. Vaihtoehdossa PVE2c vaikutukset jäävät selvästi vähäisemmiksi, ja vertailuvaihtoehdossa PVE2d purkuveden kertyminen syvänteisiin sekä kalastovaikutukset ovat vähäisimmät. Missään vaihtoehdossa ei

Copyright © AFRY Finland Oy

arvioida aiheutuvan merkittäviä muutoksia kalakantojen lisääntymiseen, kasvuun tai rakenteeseen eikä kaupallisen tai vapaa-ajankalastuksen toimintaedellytyksiin. PVE2a–b-vaihtoehdoissa lähisyvänteiden talvikalastuksen jäällä liikkumisen turvallisuus voivat kuitenkin paikallisesti heikentyä lievästi (Taulukko 13-2).

Taulukko 13-2. Kalastoon ja kalastukseen kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa Viinijärvessä.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen									
	Kohtalainen				PVE2a PVE2b PVE2c	VE0				
	Suuri									
	Erittäin suuri									

13.6 Arvioinnin epävarmuudet

Kalastoon ja kalastukseen liittyvän vaikutusarvion suurimmat epävarmuudet liittyvät lähtötietojen tarkkuuteen. Kalaston osalta on olemassa paljon seurantatietoa osasta hankealueen vesistöjä (esimerkiksi Sysmäjärvi), jonka avulla osaltaan on voitu lieventää epävarmuuksia. Toisaalta hankealueella on myös vesistöjä, joista yhtä tarkkoja tietoja ei ole (Vuonosjoki, Viinijärvi). Tästä huolimatta arvio on pystytty tekemään riittävällä tarkkuudella. Sysmäjärven osalta epävarmuutta lisää se, että kyseessä on monikuormitteinen järvi, johon vaikuttavat prosessit ovat osin epäselviä (Ramboll 2024). Eri haitta-aineiden yhteisvaikutusten arviointiin liittyy teknistä epävarmuutta niin Viinijärvessä kuin Sysmäjärvessäkin.

13.7 Vaikutusten lieventäminen

Yleisesti vesistövaikutuksia lievennetään tehokkaimmin vesienkäsittelyyn liittyvillä ratkaisuilla. Viinijärvessä purkuveden vaikutuksia voidaan lieventää tehostamalla vesien sekoittumista teknisillä ratkaisuilla, ja tämä lievennyskeino on huomioitu vaikutusten arvioinnissa. Vesistövaikutusten vähentyminen vähentää myös kalastoon kohdistuvia vaikutuksia.

Copyright © AFRY Finland Oy



14 VESIENHOITO JA VESIMUODOSTUMIEN TILA

14 VESIENHOITO JA VESIMUODOSTUMIEN TILA

Ympäristöhallinnon ekologisessa luokittelussa pintavedet luokitellaan eri tyyppeihin mm. valuma-alueen maaperän perusteella ja eri luokittelutekijöille on määritelty tyyppikohtaiset luokkarajat. Luokittelussa arvioidaan ihmistoiminnan aiheuttamaa muutosta verrattuna vesistön luonnontilaan ja ensisijaisesti tarkastellaan vesistön biologisia tekijöitä kuten planktonleviä, piileviä, vesikasveja, pohjaeläimiä ja kaloja. Lisäksi arvioinnissa otetaan huomioon veden fysikaalis-kemiallinen laatu sekä vesimuodostuman hydrologis-morfologinen tila luokittelua tukevina muuttujina. Kaikista vesimuodostumista ei ole kattavaa seuranta-aineistoa saatavilla, jolloin luokittelu on jouduttu tekemään osin asiantuntija-arviona. Luokkia on viisi: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. (Aroviita ym. 2019)

Pintavesimuodostumien kemiallinen tila määritetään vertaamalla EU-tasolla valittujen aineiden pitoisuuksia niiden ympäristönlaatunormeihin valtioneuvoston asetuksen (1022/2006 ja muutokset) mukaisesti. Mikäli yhdenkin aineen pitoisuus ylittää normin, kemiallinen tila on hyvää huonompi. Kemiallisen tilan osalta luokkia on vain kaksi: hyvä ja hyvää huonompi tila. (Aroviita ym. 2019)

Vesienhoidon yleisenä tavoitteena on vähintään hyvän tilan saavuttaminen tai hyvän/erinomaisen tilan säilyttäminen. Keinotekoisten tai voimakkaasti muutettujen vesimuodostumien osalta tavoitteena on saavuttaa tai säilyttää hyvä ekologinen tila suhteessa parhaaseen mahdolliseen saavutettavissa olevaan tilaan ts. ekologiseen potentiaaliin. (Aroviita ym. 2019)

Vesienhoidon neljännen kauden ohjeistuksen (Aroviita ym. 2025) mukaan ekologisen ja kemiallisen tilan arviointi tehdään pitkälti samoilla perusperiaatteilla kuin aiemmin, mutta luokitteluun on tehty myös joitakin uudistuksia, joista merkittävin on One-out, all-out-periaatteen (OoAo) käyttöönotto. Jatkossa vesimuodostuman tila määräytyy heikoimman laatutekijän mukaan, ja yhdennetyn tarkastelun periaatteen mukainen aineiston edustavuuden tarkastelu tehdään laatutekijöittäin. Vesienhoidon neljännellä kaudella ekologisen tilan luokittelun laatutekijät ovat:

Olosuhde	Laatutekijä	Huomautukset
Biologinen	Kasviplankton	
Biologinen	Vesikasvillisuus ja päällyslevät (joet ja järvet)	2 osalaatutekijää
Biologinen	Makrolevät (rannikkovedet)	2 osalaatutekijää: rakkohaurun alakasvuraja ja punalevien esiintymissyvyys
Biologinen	Pohjaeläimet (järvet)	2 osalaatutekijää: litoraali- ja syvännepohjaeläimet
Biologinen	Kalat (joet ja järvet)	

Copyright © AFRY Finland Oy

Olosuhde	Laatutekijä	Huomautukset
Fysikaalis-kemiallinen	Kokonaisfosfori	
Fysikaalis-kemiallinen	Kokonaistyppi	
Fysikaalis-kemiallinen	Minimi-pH (joet)	
Fysikaalis-kemiallinen	Näkösyvyys (rannikkovedet)	
Fysikaalis-kemiallinen	Kansalliset haitalliset aineet	13 aineen ympäristönlaatunormit
Hydrologis-morfologinen	Hydrologia (joet ja järvet)	
Hydrologis-morfologinen	Morfologia	
Hydrologis-morfologinen	Esteettömyys	

Fysikaalis-kemialliset laatutekijät voivat yksinään laskea vesimuodostuman tilaluokkaa hyvään tai tyydyttävään tilaan ja hydrologis-morfologiset tekijät hyvään tilaan. Kansallisesti määriteltyjen haitallisten aineiden pitoisuuksien ylittäessä laatunormin voi ekologisen tilan luokka olla korkeintaan tyydyttävä.

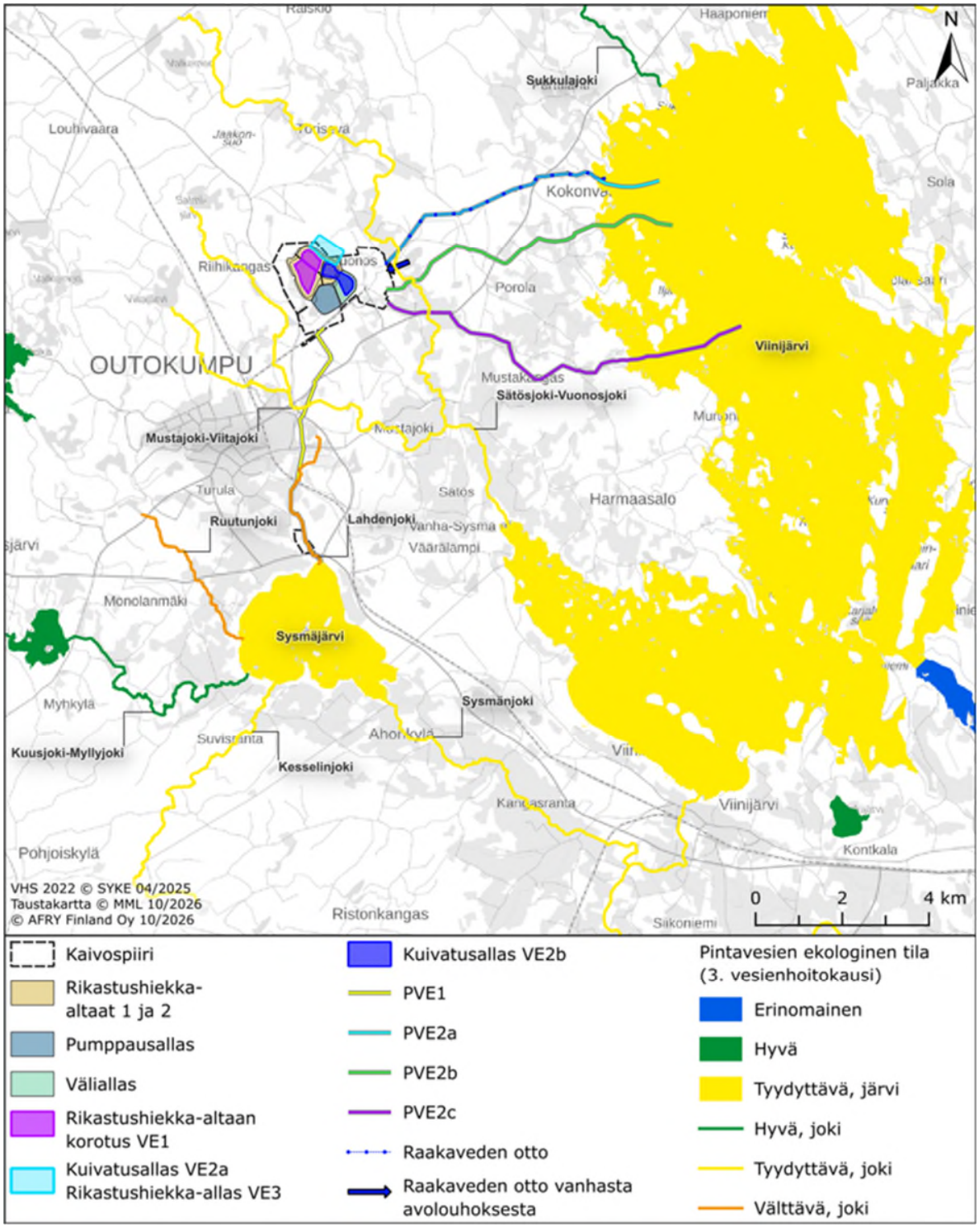
Elementis Minerals B. V. Branch Finland mainitaan yhtenä vesienhoitoalueen kaivannaistoimijoista. Vesienhoidon toimenpideohjelman mukaan vesienhoitotoimenpiteitä edistetään vesienhoidon ohjauskeinoilla mm. kehittämällä kaivostoiminnan ympäristölupamenettelyä, vahvistamalla BAT-tiedonvaihtoa ja BAT-päätelmien soveltuvuuden hyvällä arvioinnilla sekä vesivastuusitoumusten edistämistä alueellisella tasolla (Kotanen, J. ym. 2022).

14.1 Ekologinen ja kemiallinen tila

14.1.1 Vesienhoidon kolmas kausi 2022–2027

Vuonoksen alueen lähimmät vesimuodostumat on esitetty kuvassa 14-1, muodostumien pintavesityypit taulukossa 14-1, pintavesimuodostumiin kohdistuvat ihmistoiminnan paineet taulukossa 14-2 ja luokittelun yksityiskohdat taulukoissa 14-3…14-9. Vesienhoidon kolmannella kaudella em. muodostumien ekologinen tila on tyydyttävä lukuun ottamatta Lahdenjoen välttävää tilaa. Vesimuodostumien tavoitetila on tarkoitus saavuttaa vuoteen 2027 mennessä. Kaikkien seitsemän vesimuodostuman määräaikaa on pidennetty luonnonolosuhteiden ylivoimaisuuden ja teknisen kohtuuttomuuden vuoksi. (SYKE 2026d)

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 14-1. Lähivesistöjen ekologinen tila pintavesien kolmannella luokittelukierroksella (Suomen ympäristökeskus ja ELY-keskukset 2026d). Sininen = erinomainen ekologinen tila, vihreä = hyvä tila, keltainen = tyydyttävä tila, oranssi = välttävä tila, punainen = huono tila.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 14-1. Lähialueen pintavesimuodostumat ja niiden pintavesityypit (SYKE 2026d)

Pintavesimuodostuma	Pintavesityyppi
Viinijärvi länsiosa 04.352.1.001_002	Suuret vähähumuksiset järvet (SVh)
Sysmäjärvi 04.353.1.019_001	Matalat humusjärvet (Mh)
Sätösjoki-Vuonosjoki 04.354_001	Keskisuuret turvemaiden joet (Kt)
Lahdenjoki 04.353_003	Pienet kangasmaiden joet
Sysmänjoki 04.353_004	Keskisuuret kangasmaiden joet
Taipaleenjoki 04.351_001	Suuret kangasmaiden joet
Orivesi Heposelkä 04.311.1.001_002	Suuret vähähumuksiset järvet (SVh)

Taulukko 14-2. Lähialueen pintavesimuodostumiin kohdistuvat ihmistoiminnan paineet (SYKE 2026d)

Pintavesimuodostuma	Paine
Viinijärvi länsiosa	Kaivosvesien aiheuttama pistekuormitus, maatalouden hajakuormitus, laskeumaperäinen hajakuormitus, sisäinen kuormitus tai muu rehevöityminen
Sysmäjärvi	Yhdyskuntien jätevesien aiheuttama pistekuormitus, teollisuuspäästödirektiivin ulkopuolisten laitosten aiheuttama pistekuormitus, maatalouden hajakuormitus, laskeumaperäinen hajakuormitus, hydrologinen muutos (pato)
Sätösjoki-Vuonosjoki	Teollisuuspäästödirektiivin ulkopuolisten laitosten aiheuttama pistekuormitus, maatalouden hajakuormitus, laskeumaperäinen hajakuormitus, kaivannaisteollisuuden hajakuormitus, morfologinen muutos (uoman perkaus)
Lahdenjoki	Yhdyskuntien jätevesien aiheuttama pistekuormitus, teollisuuspäästödirektiivin ulkopuolisten laitosten aiheuttama pistekuormitus, maatalouden hajakuormitus, morfologinen muutos (uoman perkaus)
Sysmänjoki	Yhdyskuntien jätevesien aiheuttama pistekuormitus, teollisuuspäästödirektiivin ulkopuolisten laitosten aiheuttama pistekuormitus, maatalouden hajakuormitus, laskeumaperäinen hajakuormitus, maatalouden aiheuttama morfologinen muutos
Taipaleenjoki	Maatalouden hajakuormitus, laskeumaperäinen hajakuormitus, morfologinen muutos (kiintoainekuormitus/liettyminen)
Orivesi Heposelkä	Kaivosvesien aiheuttama pistekuormitus, maatalouden hajakuormitus, laskeumaperäinen hajakuormitus, sisäinen kuormitus tai muu rehevöityminen

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 14-3. Viinijärven länsiosan vesimuodostuman ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon kolmannella kaudella (SYKE 2026d).

	3. luokittelu (laaja)	
	Lukuarvo	Arvio
Viinijärvi länsiosa		
Biologinen	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Kasviplankton (skaalattu ELS mediaani)	0,56	Tyydyttävä
Perifyton (skaalattu ELS mediaani)	0,70	Hyvä
Vesikasvit (skaalattu ELS mediaani)	0,71	Hyvä
Pohjaeläimet, syvänne (skaalattu ELS mediaani)	0,53	Tyydyttävä
Fysikaalis-kemialliset olosuhteet	Hyvä	Tyydyttävä
Kokonaisfosfori (µg/l)	15,57	Hyvä
Kokonaistyppi (µg/l)	418,8	Hyvä
HyMo-muuttuja	1	Erinomainen
Hydrologia	0	
Esteettömyys	0	
Morfologia	1	
kokonaistilaluokitus:	**Tyydyttävä**	

Taulukko 14-4. Sysmäjärven vesimuodostuman ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon kolmannella kaudella (SYKE 2026d).

	3. luokittelu (laaja)	
	Lukuarvo	Arvio
Sysmäjärvi		
Biologinen	Hyvä	
Kasviplankton (skaalattu ELS mediaani)	0,7	Hyvä
Vesikasvit (skaalattu ELS mediaani)		
Kalat	0,51	Tyydyttävä
Fysikaalis-kemialliset olosuhteet	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Kokonaisfosfori (µg/l)	32,74	Hyvä
Kokonaistyppi (µg/l)	865,6	Tyydyttävä
HyMo-muuttuja	7	Tyydyttävä
Hydrologia	4	Tyydyttävä
Esteettömyys	2	Tyydyttävä
Morfologia	1	Hyvä
kokonaistilaluokitus:	**Tyydyttävä**	

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 14-5. Sätösjoki-Vuonosjoki vesimuodostuman ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon kolmannella kaudella (SYKE 2026d).

	3. luokittelu	
	Lukuarvo	Arvio
Sätösjoki-Vuonosjoki		
Biologinen		
Pohjaeläimet (skaalattu ELS mediaani)		
Fysikaalis-kemialliset olosuhteet	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Kokonaisfosfori (µg/l)	39,3	Hyvä
Kokonaistyppi (µg/l)	1005,83	Tyydyttävä
pH-minimi	5,45	Tyydyttävä
HyMo-muuttuja	3	Tyydyttävä
Hydrologia	0	Erinomainen
Esteettömyys	0	Erinomainen
Morfologia	3	Tyydyttävä
	Tyydyttävä	

Taulukko 14-6. Lahdenjoen vesimuodostuman ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon kolmannella kaudella (SYKE 2026d).

	3. luokittelu (suppea)	
	Lukuarvo	Arvio
Lahdenjoki		
Biologinen		Tyydyttävä
Päällyslevät (skaalattu ELS mediaani)		Tyydyttävä
Pohjaeläimet (skaalattu ELS mediaani)		
Fysikaalis-kemialliset olosuhteet	Välttävä	
Kokonaisfosfori (µg/l)	53,75	Tyydyttävä
Kokonaistyppi (µg/l)	6275	Huono
pH-minimi	6,2	Erinomainen
HyMo-muuttuja	4	Tyydyttävä
Hydrologia	0	Erinomainen
Esteettömyys	0	Erinomainen
Morfologia	4	Tyydyttävä
	Välttävä	

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 14-7. Sysmänjoen vesimuodostuman ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon kolmannella kaudella (SYKE 2026d).

	3. luokittelu (suppea)	
	Lukuarvo	Arvio
Sysmänjoki		
Biologinen	Välttävä	
Kalat	0,26	Välttävä
Fysikaalis-kemialliset olosuhteet	Tyydyttävä	
Kokonaisfosfori (µg/l)	42,8	Tyydyttävä
Kokonaistyppi (µg/l)	926,4	Tyydyttävä
pH-minimi	5,8	Erinomainen
HyMo-muuttuja	6,0	Tyydyttävä
Hydrologia	1	Hyvä
Esteettömyys	1	Hyvä
Morfologia	4	Tyydyttävä
	Tyydyttävä	

Taulukko 14-8. Taipaleenjoen vesimuodostuman ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon kolmannella kaudella (SYKE 2026d).

	3. luokittelu (laaja)	
	Lukuarvo	Arvio
Taipaleenjoki		
Biologinen	Hyvä	
Päällyslevät (skaalattu ELS mediaani)	0,79	Hyvä
Pohjaeläimet (skaalattu ELS mediaani)	0,75	Hyvä
Vesikasvit (skaalattu ELS mediaani)		
Kalat	0,55	Tyydyttävä
Fysikaalis-kemialliset olosuhteet	Hyvä	
Kokonaisfosfori (µg/l)	18,16	Hyvä
Kokonaistyppi (µg/l)	568,09	Hyvä
pH-minimi	6,59	Erinomainen
HyMo-muuttuja	2	Erinomainen
Hydrologia	1	Hyvä
Esteettömyys	0	Erinomainen
Morfologia	1	Hyvä
	Tyydyttävä	

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 14-9. Orivesi Heposelkä vesimuodostuman ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon kolmannella kaudella (SYKE 2026d).

	3. luokittelu (laaja)	
	Lukuarvo	Arvio
Orivesi Heposelkä		
Biologinen	Tyydyttävä	
Kasviplankton (skaalattu ELS mediaani)	0,47	Tyydyttävä
Perifyton (skaalattu ELS mediaani)	0,4	Tyydyttävä
Vesikasvit (skaalattu ELS mediaani)	0,73	Hyvä
Pohjaeläimet, litoraali (skaalattu ELS mediaani)	0,69	Hyvä
Pohjaeläimet, syvänne (skaalattu ELS mediaani)	0,42	Tyydyttävä
Fysikaalis-kemialliset olosuhteet	Hyvä	Tyydyttävä
Kokonaisfosfori (µg/l)	15,16	Hyvä
Kokonaistyppi (µg/l)	395,1	Erinomainen
HyMo-muuttuja	2	Hyvä
Hydrologia	0	Erinomainen
Esteettömyys	0	Erinomainen
Morfologia	2	Hyvä
kokonaistilaluokitus:	**Tyydyttävä**	

Vesimuodostumien kemiallinen tila on 3. luokittelukierroksella määritetty hyvää huonommaksi, sillä bromattujen difenyylieetterien mitattu tai arvioitu pitoisuus ylittää ympäristönlaatunormin tason. Hajakuormituksen (laskeuma) takia ko. aineiden pitoisuuden on arvioitu ylittyvän kaikissa Suomen ja Euroopan vesimuodostumissa (Suomen ympäristökeskus 2020b). Sysmäjärvessä, Sätösjoki-Vuonosjoessa ja Viinijärven länsiosassa myös nikkelin laatunormit ylittyvät kaivosperäisen kuormituksen takia ja kalan elohopeapitoisuus ylittyy kaukokulkeumariskin ja luonnonolosuhteiden perusteella. Orivesi Heposelän elohopean laatunormi ylittyy samojen syiden takia. (SYKE 2025d)

14.1.2 Vesienhoidon neljäs kausi 2028–2033

Vesienhoidon neljännen kauden mukainen vesimuodostumien luokittelutyö on valmistumassa vuoden 2026 aikana. Luokittelu tehdään pääsääntöisesti vuosina 2018–2023 kerättyjen tarkkailutietojen perusteella, minkä lisäksi luokittelussa voidaan käyttää tarvittaessa myös mallinnus- ja kaukokartoitusaineistoa (Aroviita ym. 2025).

Taulukoissa 14-10…14-16 on esitetty Vuonoksen alueen lähimpien vesimuodostumien alustava ekologisen tilan luokittelu vesienhoidon neljännellä kaudella. Vesienhoidon neljännen luokittelukierroksen tulokset vastaavat pitkälti kolmannen kauden ekologista luokittelua. Vesimuodostumien ekologinen tila on muuttunut ainoastaan Sysmänjoen ja Taipaleenjoen kohdalla. Sysmänjoen ja Taipaleenjoen tilaluokka on laskemassa tyydyttävästä välttävään. Molempien jokien kohdalla kalaston tila on välttävä, jolloin one out, all out -periaatteen

Copyright © AFRY Finland Oy

mukaisesti huonoimmassa tilassa oleva biologinen tekijä määrittää vesimuodostuman tilan. (LVV 2026)

Sätösjoki-Vuonosjoessa, Lahdenjoessa ja Sysmänjoessa hydrologis-morfologinen tila on määritelty tyydyttäväksi uomien perkauksen takia (LVV 2026).

Taulukko 14-10. Viinijärven länsiosan vesimuodostuman alustavat ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon neljännellä kaudella (LVV 2026).

	4. alustava luokittelu	
	Seuranta-aineistoon perustuva luokka	Asetettu tilaluokka
Viinijärvi länsiosa		
Biologinen	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Kasviplankton (skaalattu ELS mediaani)	0,59	Tyydyttävä
Perifyton (skaalattu ELS mediaani)	0,556	Tyydyttävä
Vesikasvit (skaalattu ELS mediaani)	0,711	Hyvä
Pohjaeläimet, syvänne (skaalattu ELS mediaani)	0,664	Hyvä
Fysikaalis-kemialliset olosuhteet	Hyvä	Hyvä
Kokonaisfosfori (µg/l)	16,813	Hyvä
Kokonaistyppi (µg/l)	380,808	Erinomainen
HyMo-muuttuja	Erinomainen	
Hydrologia	0	
Esteettömyys	0	
Morfologia	0,5	
kokonaistilaluokitus:	**Tyydyttävä**	

Taulukko 14-11. Sysmäjärven vesimuodostuman alustavat ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon neljännellä kaudella (LVV 2026).

	4. alustava luokittelu	
	Seuranta-aineistoon perustuva luokka	Asetettu tilaluokka
Sysmäjärvi		
Biologinen	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Kasviplankton (skaalattu ELS mediaani)	0,761	Hyvä
Vesikasvit (skaalattu ELS mediaani)	0,663	Hyvä
Kalat	0,538	Tyydyttävä
Fysikaalis-kemialliset olosuhteet	Hyvä	Hyvä
Kokonaisfosfori (µg/l)	22,304	Erinomainen
Kokonaistyppi (µg/l)	603,381	Hyvä

Copyright © AFRY Finland Oy

	4. alustava luokittelu	
	Seuranta-aineistoon perustuva luokka	Asetettu tilaluokka
Sysmäjärvi		
HyMo-muuttuja	Hyvä	
Hydrologia	1,5	
Esteettömyys	1,0	
Morfologia	0,5	
kokonaistilaluokitus:	**Tyydyttävä**	

Taulukko 14-12. Sätösjoki-Vuonosjoen vesimuodostuman alustavat ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon neljännellä kaudella (LVV 2026).

	4. alustava luokittelu	
	Seuranta-aineistoon perustuva luokka	Asetettu tilaluokka
Sätösjoki-Vuonosjoki		
Biologinen	Hyvä	Hyvä
Pohjaeläimet (skaalattu ELS mediaani)	0,763	Hyvä
Fysikaalis-kemialliset olosuhteet	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Kokonaisfosfori (µg/l)	39,8	Hyvä
Kokonaistyppi (µg/l)	648,6	Hyvä
pH-minimi	5,1	Tyydyttävä
HyMo-muuttuja	Tyydyttävä	
Hydrologia	0,5	
Esteettömyys	0	
Morfologia	1,5	
	Tyydyttävä	

Taulukko 14-13. Lahdenjoen vesimuodostuman alustavat ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon neljännellä kaudella (LVV 2026).

	4. alustava luokittelu	
	Seuranta-aineistoon perustuva luokka	Asetettu tilaluokka
Lahdenjoki		
Biologinen	Välttävä	Välttävä
Päällyslevät (skaalattu ELS mediaani)	0,432	Tyydyttävä
Pohjaeläimet (skaalattu ELS mediaani)	0,292	Välttävä

Copyright © AFRY Finland Oy

	4. alustava luokittelu	
	Seuranta-aineistoon perustuva luokka	Asetettu tilaluokka
Lahdenjoki		
Fysikaalis-kemialliset olosuhteet	Välttävä	Välttävä
Kokonaisfosfori (µg/l)	27,3	Hyvä
Kokonaistyppi (µg/l)	2072,5	Välttävä
pH-minimi	5,7	Hyvä
HyMo-muuttuja	Tyydyttävä	
Hydrologia	1,5	
Esteettömyys	0	
Morfologia	2,0	
	Välttävä	

Taulukko 14-14. Sysmänjoen vesimuodostuman alustavat ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon neljännellä kaudella (LVV 2026).

	4. alustava luokittelu	
	Seuranta-aineistoon perustuva luokka	Asetettu tilaluokka
Sysmänjoki		
Biologinen	Välttävä	Välttävä
Kalat	0,278	Välttävä
Fysikaalis-kemialliset olosuhteet	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Kokonaisfosfori (µg/l)	30,3	Hyvä
Kokonaistyppi (µg/l)	808,9	Tyydyttävä
pH-minimi	5,9	Erinomainen
HyMo-muuttuja	Tyydyttävä	
Hydrologia	1	
Esteettömyys	0	
Morfologia	1,5	
	Välttävä	

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 14-15. Taipaleenjoen vesimuodostuman alustavat ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon neljännellä kaudella (LVV 2026).

	4. alustava luokittelu	
	Seuranta-aineistoon perustuva luokka	Asetettu tilaluokka
Taipaleenjoki		
Biologinen	Välttävä	Välttävä
Päällyslevät (skaalattu ELS mediaani)	0,894	Erinomainen
Pohjaeläimet (skaalattu ELS mediaani)	0,764	Hyvä
Vesikasvit (skaalattu ELS mediaani)	0,912	Erinomainen
Kalat	0,37	Välttävä
Fysikaalis-kemialliset olosuhteet	Hyvä	Hyvä
Kokonaisfosfori (µg/l)	18,48	Hyvä
Kokonaistyppi (µg/l)	433,573	Hyvä
pH-minimi	6,6	Erinomainen
HyMo-muuttuja	Erinomainen	
Hydrologia	0,5	
Esteettömyys	0	
Morfologia	0,5	
	Välttävä	

Taulukko 14-16. Orivesi-Heposelän vesimuodostuman alustavat ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon neljännellä kaudella (LVV 2026).

	4. alustava luokittelu	
	Seuranta-aineistoon perustuva luokka	Asetettu tilaluokka
Orivesi Heposelkä		
Biologinen	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Kasviplankton (skaalattu ELS mediaani)	0,548	Tyydyttävä
Perifyton (skaalattu ELS mediaani)	0,562	Tyydyttävä
Vesikasvit (skaalattu ELS mediaani)	0,762	Hyvä
Pohjaeläimet, litoraali (skaalattu ELS mediaani)	0,794	Hyvä
Pohjaeläimet, syvänne (skaalattu ELS mediaani)	0,521	Tyydyttävä
Fysikaalis-kemialliset olosuhteet	Hyvä	Hyvä
Kokonaisfosfori (µg/l)	15,69	Hyvä
Kokonaistyppi (µg/l)	358,571	Erinomainen
HyMo-muuttuja	Hyvä	
Hydrologia	0	

Copyright © AFRY Finland Oy

	4. alustava luokittelu	
	Seuranta-aineistoon perustuva luokka	Asetettu tilaluokka
Orivesi Heposelkä		
Esteettömyys	0	
Morfologia	1	
kokonaistilaluokitus:	**Tyydyttävä**	

Vesimuodostumien kemiallinen tila on 4. luokittelukierroksella määritetty hyvää huonommaksi, sillä bromattujen difenyylieetterien mitattu tai arvioitu pitoisuus ylittää ympäristönlaatunormin tason. Hajakuormituksen (laskeuma) takia ko. aineiden pitoisuuden on arvioitu ylittyvän kaikissa Suomen ja Euroopan vesimuodostumissa (LVV 2026). Sysmäjärvessä, Sätösjoki-Vuonosjoessa ja Viinijärven länsiosassa myös nikkelin laatunormit ylittyvät kaivosperäisen kuormituksen takia ja kalan elohopeapitoisuus ylittyy kaukokulkeumariskin ja luonnonolosuhteiden perusteella. Orivesi Heposelän elohopean laatunormi ylittyy samojen syiden takia. Nikkelin sekoittumisvyöhykkeet on merkitty Lahdenjoen ja Sysmäjärven alueille. (LVV 2026)

14.2 Vaikutukset vesimuodostuminen tilaan ja vesienhoidon tavoitteisiin

Vaikutukset vesimuodostumien tilaan ja vesienhoidon tavoitteisiin on arvioitu luvuissa 10, 11, 12 ja 13 esitettyjen vedenlaatuun, vesieliöstöön sekä kaloihin ja kalastukseen liittyvien vaikutusarvioiden perusteella.

Ekologinen tila

Hankevaihtoehdot VE1–3 tai purkuputkivaihtoehdot PVE1–PVE2a–c eivät aiheuta hydrologis-morfologisten laatutekijöiden tilaluokan laskua Lahdenjoen, Sysmäjärven, Vuonosjoen-Sätösjoen tai Viinijärven länsiosan vesimuodostumissa.

Kokonaisfosforin ja -typen tilaluokka säilyy nykyisenä kaikissa em. vesimuodostumissa hankevaihtoehtojen toteutuessa. Virtavesimuodostumien pH-tilaluokka ei heikenny missään hankevaihtoehdossa.

Biologisten laatutekijöiden (piilevät, kasviplankton, pohjaeläimet, vesikasvillisuus ja kalasto) tilaluokka ei laske missään vesimuodostumassa hankevaihtoehtojen VE1–3 tai purkuputkivaihtoehtojen PVE1 ja PVE2a–c toteutumisen takia.

Hankevaihtoehtojen toteutuminen ei estä vesienhoidon tavoitteiden saavuttamista.

Kemiallinen tila

Lahdenjoessa ja Sysmäjärvessä on asetuksen 1022/2006 mukainen sekoittumisvyöhyke. Nykytilassa nikkelin laatunormit ylittyvät vesimuodostumissa, ja tilanne säilyy samankaltaisena myös hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteutuessa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vuonosjoessa on todettu nikkelin laatunormien ylityksiä jaksolla 2021–2025. Tilanne säilyy samankaltaisena hankevaihtoehtojen VE1–VE3 toteutuessa.

Viinijärvessä on jaksolla 2021–25 havaittu nikkelin laatunormien ylityksiä järven pohjoisosan syvänteen alusvedessä. Syvänteeseen on haettu nikkelin sekoittumisvyöhykettä Horsmanahon laajennuksen ympäristölupahakemuksessa. Hankevaihtoehtojen VE1–VE3 ja purkuputkivaihtoehtojen PVE1 ja PVE2a–c toteutuessa tilanne säilyy nykyisen kaltaisena.

Copyright © AFRY Finland Oy



15 KASVILLISUUS JA LUONTOTYYPIT

15 KASVILLISUUS JA LUONTOTYYPIT

YHTEENVETO

- Alueen kasvillisuutta ja luontotyyppejä selvitettiin kesällä 2025 rikastushiekka-allasvaihtoehdon VE2a ja VE3 alueella ja purkuputkireiteillä PVE2a–c.
- Uuden rikastushiekka-altaan VE2a ja VE3 hankealue on luonnontilaltaan muuttunutta kasvatusmetsää, eikä sen hankealueella esiinny erityisiä kasvillisuus- ja luontotyyppiarvoja. Vaihtoehtojen VE1 ja VE2b alueella ympäristö on luonnontilaltaan muuttunutta. Vaikutukset kasvillisuuteen arvioidaan vähäisiksi rikastushiekka-altaan vaihtoehdoissa VE1–VE3.
- Purkuputkivaihtoehdolla PVE1 ei ole vaikutuksia kasvillisuuteen tai luontotyyppeihin, sillä purkuvedet johdetaan nykyisen ympäristöluvan mukaisesti Sysmäjärveen olemassa olevaa putkea pitkin.
- Purkuputkivaihtoehtojen PVE2a–c suunnitellut reitit ovat pääosin ihmisvaikutteista ja luonnontilaltaan eriasteisesti muuttuneita ympäristöjä. Purkuputkivaihtoehtojen monimuotoisuuden kannalta huomioitavat luontokohteet sijoittuvat reittien rantametsiin ja yksittäisille pienialaisille soistumille sekä rehevämpiin lehtoihin. PVE2a selvitysalueella havaittiin lisäksi haitallisen vieraslajin, jättipalsamin, esiintymä.
- PVE2a osalta kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvat vaikutukset arvioidaan kohtalaisiksi, ja PVE2b sekä PVE2c osalta vähäisiksi. Eniten kielteisiä vaikutuksia arvioidaan syntyvän vaihtoehdossa PVE2a, jonka reitin varrelle sijoittuu eniten huomionarvoisia kohderajauksia, ja vähiten vaihtoehdossa PVE1.

15.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Suoria vaikutuksia kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin aiheutuu elinympäristömenetyksistä kasvillisuuden poistamisesta ja/tai muuttumisesta, joita aiheutuu hankkeen mukaisen rakentamisen toteutuessa. Kasvillisuudelle ja luontotyypeille voi aiheutua haittaa myös epäsuorien vaikutusmekanismien kautta. Tällaisia vaikutuksia voi aiheutua esimerkiksi lisääntyvästä pölystä, muutoksista alueiden hydrologiassa, valo-olosuhteissa, pienilmastossa ja pohjaveden tasossa, vesistöjärjestelyistä sekä rakennusalueilta pintavesistöihin päätyvän kiintoaineskuormituksen lisääntymisestä. Rakentamisesta ja sen edellyttämistä hakkuista aiheutuu elinympäristöjen pirstoutumista, mikä taas vaikuttaa laajemmin alueen linnustoon ja eläimistöön.

Arvioinneissa on huomioitu sekä luonnonympäristössä tapahtuvat pysyvät muutokset että rakentamisaikaan rajoittuvat vaikutukset. Myös toiminnan loppumisen jälkeisiä vaikutuksia alueen luonnonoloihin on käsitelty lyhyesti. Kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa on keskitytty hankealueen kasvimaantieteellisiin erityispiirteisiin sekä alueella esiintyviin suojeltuihin ja uhanalaisiin luontotyyppeihin ja kasvilajeihin (Kontula & Raunio 2018), joilla on alueen monimuotoisuuden kannalta erityistä merkitystä. Erityistä

Copyright © AFRY Finland Oy

huomiota on kiinnitetty uusien rakenteiden ja toimintojen sijoittumiseen luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaisiin kohteisiin nähden.

Hankkeesta aiheutuu vaikutuksia lähinnä varsinaiselle rikastushiekka-altaan hankealueelle sekä Sysmäjärveen (PVE1), Viinijärveen (PVE2a–c) ja hankealueelta Viinijärveen (PVE2a–PVE2c) johdettavan purkuputken reitille. Vaikutusten arvioinnissa käsitellään kuitenkin myös hankkeen laaja-alaiset vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen, luonnonalueiden pirstoutumiseen sekä ekologisiin yhteyksiin. Vaikutusarvioinnissa huomioidaan sekä luonnonympäristössä tapahtuvat pysyvät muutokset että ajallisesti rajatut vaikutukset. Lisäksi huomioidaan yhteisvaikutukset kaivoksen nykyisen toiminnan, muiden läheisyydessä käynnissä olevien hankkeiden sekä toiminnan loppumisen jälkeisten luontovaikutusten kanssa.

Hankkeen välittömät ja välilliset kasvillisuus- ja luontotyyppivaikutukset sekä vaikutusten merkittävyys arvioitiin pohjautuen olemassa olevaan tietoon sekä maastokaudella 2025 ja 2026 tehtyihin luontoselvityksiin (AFRY Finland Oy 2025b & 2026b). Lähtötietoina on käytetty myös ilmakuvia ja karttoja (Maanmittauslaitos 2026), Suomen Lajitietokeskuksen (2026) ylläpitämän Laji.fi-palvelun havaintoaineistoja sekä Suomen ympäristökeskuksen (SYKE 2026) ja Metsäkeskuksen (2026) avoimia aineistoja. Arviointityön tukena on hyödynnetty myös muista vastaavista hankkeista kertyneitä kokemuksia.

Luontokohteisiin ja lajeihin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin ovat toteuttaneet kokeneet biologit ympäristöhallinnon laatimien ohjeiden mukaisesti. Vaikutusten arviointi on tehty ympäristöhallinnon laatimien uusimpien ohjeiden mukaisesti (Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi", Mäkelä ja Salo 2024).

15.1.1 Maastotyöt ja niiden kohdentaminen

Vuonoksen rikastushiekka-altaan hankealueelle ja suunniteltujen purkuputkien PVE2a– PVE2c reitille laadittiin kesän 2025 aikana kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitys (AFRY Finland Oy 2025b). Purkuputkireitin PVE1 osalta ei laadittu erillistä kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitystä, sillä alueelle ei kohdistu uudisrakentamista, joka muuttaisi ympäristön nykytilaa. Kasvillisuuden yleispiirteiden lisäksi tarkoituksena oli rajata selvitysalueelle sijoittuvat luonnonarvoiltaan merkittävät kohteet. Kasvillisuutta ja luontotyyppejä selvitettiin yhteensä kahtena maastopäivänä (30.–31.7.2025) ja alueen kasvillisuutta tarkkailtiin myös muiden maastokäyntien yhteydessä kevään ja kesän 2025 sekä 2026 aikana. Selvitykset arvioidaan riittäviksi rikastushiekka-altaan hankealueen (VE1–VE3) sekä purkuputkireittien (PVE1, PVE2a- PVE2c) vaikutusarviointia varten. Selvitystulokset on raportoitu kokonaisuudessaan luontoselvitysraporteissa (liitteet 7 ja 8).

Erityistä huomiota kiinnitettiin suojeltuihin ja uhanalaisiin luontotyyppeihin, direktiiviluontotyyppeihin ja -lajistoon ja muihin huomionarvoisiin kohteisiin, joita ovat:

- luonnonsuojelulailla (9/2023) suojellut luontotyypit (64 §) ja tiukasti suojellut luontotyypit (65 §),
- uhanalaiset luontotyypit (Kontula & Raunio 2018),
- uhanalaisten ja suojelullisesti huomioitavien kasvilajien esiintymät (EU:n 92/43/ETY liitteen IV (b) lajit; Hyvärinen ym. 2019),

Copyright © AFRY Finland Oy

- vesilain (2:11 §:n) lähteet, norot, alle hehtaarin kokoiset lammet ja järvet sekä vesilain (3:2 §:n) purot,
- metsälain 3:10 §:n mukaiset metsien monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeät elinympäristöt,
- muut luonnon monimuotoisuuden kannalta huomionarvoiset kohteet, kuten alueellisesti ja paikallisesti edustavat luontokohteet (esimerkiksi iäkkäämpää lahopuustoa sisältävät metsäkuviot, luonnontilaiset kosteikot, virtavesien ranta-alueet),
- haitallisten vieraslajien esiintymät.

Maastossa tehtiin muistiinpanoja ja otettiin valokuvia. Paikannukseen käytettiin GPS-laitetta. Selvitykset tehtiin oppaan ”Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi” mukaisesti (Mäkelä & Salo 2024). Maastokäyntejä pyrittiin kohdentamaan kartta- ja ilmakuvatarkastelun sekä muiden luontoselvitysten yhteydessä saatujen tietojen perusteella luonnontilaisemmille tai luonnontilaisen kaltaisille alueille, varttuneemmille metsäkuvioille tai potentiaalisesti vesilain määritelmän täyttävien vesistöjen ja uomien läheisyyteen. Maastokäynneillä selkeästi ihmistoiminnan vaikutuksessa olevat alueet (tuoreet hakkuukuviot, taimikot, peltoaukeat, kaivosalue) kartoitettiin väljemmin.

15.2 Nykytila

Outokummussa sijaitseva hankealue sijoittuu luonnonmaantieteellisessä jaossa Pohjois-Karjalan eliömaakuntaan ja kasvimaantieteellisessä jaossa Järvi-Suomen eteläboreaaliselle (2b) metsäkasvillisuusvyöhykkeelle. Suokasvillisuusvyöhykkeistä alue sijoittuu pääjaossa Pohjois-Karjalan vietto- ja rahkakeitaille. (Maanmittauslaitos 2026). Uhanalaisten luontotyyppien osalta alue kuuluu Etelä-Suomen tarkastelualueeseen (Kontula & Raunio 2018).

Hankesuunnittelun kannalta merkittävimmät tulokset on esitetty tässä YVA-selostuksessa ja laajempi selvitysraportti kaikista alueella laadituista luontoselvityksistä on selostuksen liitteissä (liitteet 7 ja 8).

Rikastushiekka-altaan korottamisen (VE1) ja kuivaläjittämisen (VE2b) hankealueella ympäristö on luonnontilaltaan muuttunutta teollista aluetta. Uuden rikastushiekka-alueen (VE2a, VE3) alueella kasvaa sekapuustoista tuoreen kankaan ja lehdon sekoitusta, jossa valtapuuna ovat varttuneet kuuset ja koivut (Kuva 15-1). Alue on luonnontilaltaan muuttunutta, puusto on pääosin melko tasaikäistä ja metsätalouden muokkaamaa. Loukonpuron rannat ovat entistä peltoa, joka on nykyisin metsittynyttä ja pensoittunutta. Alueella on myös useita ojia, jotka laskevat Loukonpuroon. Loukonpuro on uomaltaan oikaistu eikä se ole vesilain 3:2 §:n mukainen luonnontilainen puro. Alueella ei esiinny erityisiä luontoarvoja. Loukonpuron varressa noin 0,5 kilometrin etäisyydellä kaivospiirin rajasta on maastokarttaan merkitty lähde.

Kaivospiirin lähialueella ja suunniteltujen purkuputkireittien (PVE2a–c) keskivaiheilla olevan pohjoiseteläsuuntaisen harjujakson alueella metsät ovat mäntyvaltaisia. Purkuputkireittivaihtoehto PVE1 alueen metsät ovat pääosin mäntyvaltaisia kivennäismaita tai rämemuuttumia. Kuusivaltaisia metsiä alueella on laajimmin Viinijärven ranta-alueilla.

Copyright © AFRY Finland Oy

Puusto on pääasiassa melko nuorta. Vanhempaa puustoa alueella on vain pienialaisesti. Harjun alueella on kuivaa ja kuivahkoa kangasta. Tuoretta ja lehtomaista kangasta on Viinijärven suunnalla. Putkireittien varrella esiintyvät suoalueet ovat pääosin voimakkaasti ojituksien kuivattamia puustoisia turvemuuttumia (Kuva 15-2).



Kuva 15-1. Sekapuustoista ja melko tasaikäistä metsää Vuonoksen tehdasalueen koillispuolella.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 15-2. Ojitettua isovarpurämemuuttumaa, jossa esiintyy tasaikäistä kasvatusmännikköä.

Purkuputkireitti PVE1 sijoittuu pääosin melko voimakkaasti ihmisvaikutteiseen ympäristöön. Reitti sijoittuu Outokummun kaupungin itäosan maaseututaajamaan sekä asuin- ja teollisuusalueiden ympäristöön. Reitin varrelle sijoittuu myös peltoaukeita ja maa-aineksen ottoalue sekä sen kanssa risteää junaratoja ja maanteitä. Alue on puustoltaan nuorta kivennäismaan ja ojitettujen turvemuuttumien sekoitusta. Kalattoman alueella sijaitsee pieni ojittamaton räme. PVE1 loppupää sijoittuu Sysmäjärven Natura-alueen (FI0700001) pohjoisrantaan, jossa sijaitsee rehevää rantalehtoa ja laaja rehevöitynyt rantaruovikko (Kuva 15-3).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 15-3. Sysmäjärven rehevää rantalehtoa.

Purkuputkireitti PVE2a ylittää Vuonosjoen. Joen länsipuolella on peltoa ja pohjoispuoli on soinen. Reitti sijoittuu Lappalankankaan alueella mäntyvaltaisen harjun poikki (Kuva 15-4). Mahalamminsuo ja Roopensuo harjun molemmin puolin ovat pääosin ojitettuja soita. Kokonvaaran alueella reitti sijoittuu vaaran pohjoisrinteen alla suurimmaksi osaksi pellolle. Reittivaihtoehto PVE2b ylittää Vuonosjoen laajojen peltoaukeiden kohdalla, jonka jälkeen se sijoittuu voimakkaasti ojitetun Heinäsuon poikki. Peräkankaalla on harjumaastoa ja Polvijärventien ja Viinijärven välisellä alueella vaihdellen peltoaukeita ja metsää. Reiteistä eteläisin, PVE2c, ylittää Vuonosjoen peltoaukeiden kohdalla. Tämän reitin varrella on eniten peltoalaa muihin verrattuna. Metsää on Polvijärventien varressa ja Viinijärven rannassa. Reitti ylittää laajan ojitetun Leksunsuon.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 15-4. Kuivaa mäntykangasta Lappalankankaan harjualueella.

15.2.1.1 Arvokkaat kasvillisuus ja luontotyyppikohteet

Alueella ei havaittu luonnonsuojelulain (9/2023) 64 §:n tai 65 §:n mukaisia luontotyyppejä. Hankealueella sijaitsevien metsälakikohteiden rajaukset tarkastettiin Suomen metsäkeskuksen paikkatietoaineistoista (Metsäkeskus 2026). Rajattuja metsälain (3:10 §) tarkoittamia erityisen tärkeitä elinympäristörajauksia sijaitsee 100 metrin säteellä purkuputkireittien PVE2a ja PVE2b hankealueesta yhteensä kolme. Lappalankankaan ja Roopensuon kuviot ovat suoelinympäristöjä, ja Kokonlahden kuvio on rehevä lehtolaikku. Rikastushiekka-altaan hankealueella, PVE1 ja PVE2b reiteillä tai niiden läheisyydessä ei sijaitse metsälain 10 §:n kohteita.

Karttatarkastelun ja maastoselvitysten perusteella hankealueella ei sijaitse vesilain 2:11 § mukaisia suojeltuja vesiluontotyyppejä, kuten lähteitä, noroja tai alle hehtaarin kokoisia luonnontilaisia lampia. Hankealueella ei sijaitse Metsähallituksen (2026) rajaamia alue-ekologiakohteita, kuten puronvarsia, monikäyttömetsiä tai suokohteita.

Luontoselvityksissä havaitut huomionarvoiset kohteet sijoittuivat luonnontilaisille tai sen kaltaisille metsä- ja suoalueille purkuputkien PVE2a–PVE2c alueella ja kohteita tunnistettiin yhteensä kuusi. Rikastushiekka-altaan alueella ei havaittu arvokkaita luontokohteita. Luontotyyppien yhteydessä on esitetty niiden uhanalaisuusluokitus (Etelä-Suomen osa-alue) luontotyyppien punaisen kirjan mukaan (Kontula & Raunio 2018), kansainvälisen luonnonsuojeluliiton (IUCN) uhanalaisluokituksen mukaisesti. Huomioitaville kohteelle on

Copyright © AFRY Finland Oy

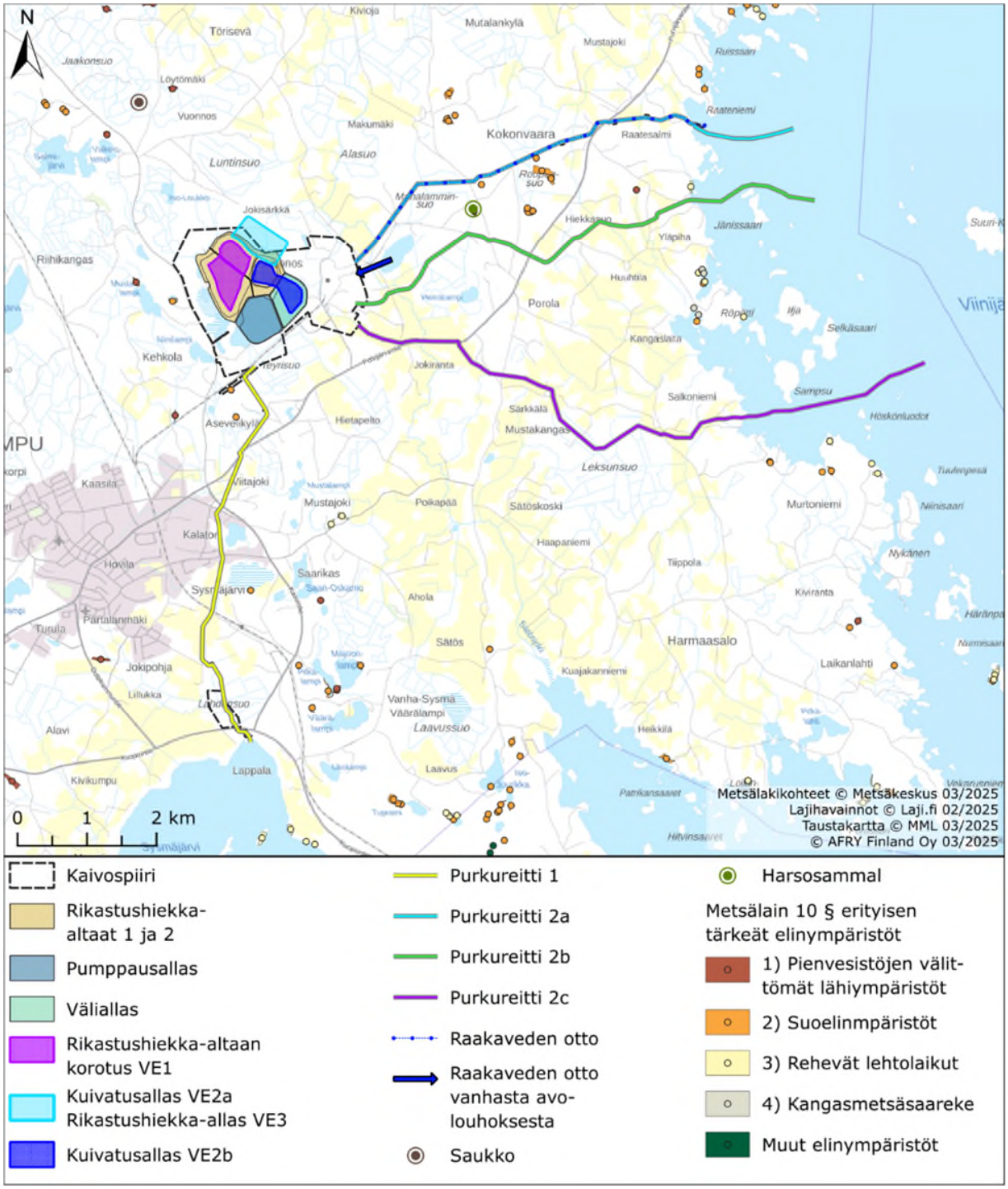
esitetty arvoluokitus Suomen ympäristökeskuksen oppaan (Mäkelä & Salo 2024) mukaan (Taulukko 15-1).

Hankealueella havaitut ja rajatut arvokkaat ja huomionarvoiset luontokohteet on esitetty kokonaisuudessaan seuraavilla kartoilla (**Kuva 15-5**) ja taulukossa (Taulukko 15-2). Tarkemmat kohdekuvaukset ja rajaukset on esitetty luontoselvitysraportissa sekä sen liitteessä (liite 7).

Taulukko 15-1. Uhanalaisluokituksen (IUCN) lyhenteet sekä Mäkelä ja Salo (2024) mukainen kohteiden arvoluokitus.

Uhanalaisten luontotyyppien IUCN-luokitus	Arvoluokitus, Mäkelä & Salo 2024
CR = äärimmäisen uhanalainen EN = erittäin uhanalainen VU = vaarantunut NT = silmälläpidettävä (ei uhanalainen) LC = säilyvä DD = puutteellisesti tunnettu	luokka 1 = Lainsäädännöllä turvattu kohde luokka 2 = Erityisen tärkeä kohde luokka 3 = Monimuotoisuutta turvaava kohde luokka 4 = Monimuotoisuutta tukeva kohde

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 15-5. Luontoselvityksessä (AFRY Finland Oy 2025b, Taulukko 15-2) havaitut arvokkaat kasvillisuus- ja luontotyyppikohteet, Metsälain 10 § mukaiset erityisen tärkeät elinympäristöt hankealueen ympäristössä Metsäkeskuksen (2026) kuviotietojen mukaan ja suojelullisesti huomioitavan lajiston havainnot Suomen Lajitietokeskuksen (2026) havaintotietokannan mukaan.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 15-2. Hankealueelta 2025 kartoitetut kasvillisuus- ja luontotyyppikohteet (AFRY Finland Oy 2025b), niissä todettujen luontotyyppien uhanalaisuus Etelä-Suomessa Kontula & Raunion (2018) mukaan sekä kohteiden arvoluokka Mäkelä & Salo (2024) mukaan. Luontotyyppien uhanalaisuus on ilmoitettu Etelä-Suomen arvion osalta (Kontula & Salo 2018). Säilyviä (LC) ja puutteellisesti tunnettuja (DD) kasvillisuustyyppejä ei ole merkitty ylös erikseen. Luontotyyppien valtakunnallinen ja tarvittaessa alueellinen uhanalaisuus on esitetty kohdekuvauksen yhteydessä.

No – Kohde	Lakiperuste ja uhanalaisuus	Kohdekuvaus	Arvoluokka
1 – Vuonosjoki ja rantalehto	kostea runsasravinteinen lehto (VU), havumetsävyöhykkeen purot ja pikkujoet (EN)	Vuonosjoki on peltojen läpi virtaava tummavetinen joki, jonka vedenlaatua ympäröivät ojitukset ja viljely ovat heikentäneet. Alueella majavan syömiä ja kaatamia puita. Tyypiltään rantametsä on kosteisiin runsasravinteisiin lehtoihin kuuluva suurruoholehto. Alueen luonnontilaisuutta heikentävät alueella tehdyt metsänkäsittelytoimet, muu ihmistoiminta sekä joen oikaiseminen, mutta uoma on ekologisen verkoston kannalta arvokas kulkuyhteys.	4
2 – Lappalankangas	ML 10 §, kangasräme (EN)	Lappalankankaan harjualueella sijaitsee kuivan mäntykankaan ympäröimä kangasrämepainauma. Kohde on rajattu metsälain 10 §:n erityisen tärkeänä suoelinympäristönä (Metsäkeskus 2025). Kohde sijoittuu Makumäen pohjavesialueelle. Kohde on paikallisesti huomionarvoinen ja arvokas. Soistuman ympärillä kasvaa kuiva, tasaikäinen, nuorehkoista männyistä koostuva	3

Copyright © AFRY Finland Oy

No – Kohde	Lakiperuste ja uhanalaisuus	Kohdekuvaus	Arvoluokka
		kangasmaan kasvatusmetsä.	
3 – Roopensuo	ML 10 §, isovarpuräme (VU)	Roopensuon pohjoisosassa ojitusten ja kangasmaan välisellä suoalueella sijaitseva isovarpuräme. Kohteen luonnontila on osittain muuttunut voimakkaiden metsäojituksien myötä, jotka ovat kuivattaneet kohdetta. Alue on kuitenkin luonnontilaisen kaltainen.	3
4 – Leppäaho	EU:n luontodirektiivin IV(a) lajin lisääntymis- ja levähdyspaikka (liito-orava), tuore runsasravinteinen lehto (EN)	Sekapuustoinen lehtipuuvaltainen rehevä lehtometsä, jossa esiintyy melko runsaasti lahopuuta sekä maapuuna että pystypökkelöinä. Luontotyypiltään kohde on tuore runsasravinteinen lehto. Alue on kasvillisuuden perusteella paikallisesti arvokas ja metsikössä sijaitsee myös liito-oravan elinpiiri.	1
5 – Lukanlahden rantametsä (5a) ja -luhta (5b)	EU:n luontodirektiivin IV(a) lajin lisääntymis- ja levähdyspaikka (viitasammakko), varttunut havupuuvaltainen tuore kangas (VU)	Rantaviivan tuntumassa on kapea ja pienialainen vanhemman kuusikon alue. Tyypiltään alue on varttunut havupuuvaltainen tuore kangas. Rantametsä on osittain luonnontilaltaan muuttunutta. Alue on paikallisesti huomionarvoinen kohde. Rannassa on rehevä ja matalakasvuinen luhta, jossa havaittiin keväällä 2025 lisäksi viitasammakoiden	4 (5a) 1 (5b)

Copyright © AFRY Finland Oy

No – Kohde	Lakiperuste ja uhanalaisuus	Kohdekuvaus	Arvoluokka
		lisääntymis- ja levähdyspaikka.	
6 – Korpilahden kuusikko	tuore keskiravinteinen lehto (VU), varttunut havupuuvaltainen tuore kangas (VU), uhanalaista ja silmälläpidettävää linnustoa	Korpilahden ranta-alueen ja Salkoniemen väliselle alueelle sijoittuu melko laaja vanhemman kuusimetsän alue. Osa kuusista on kooltaan suuria sekä paikoin puusto on iäkästä ja ikärakenteeltaan vaihtelevaa. Alueella on melko runsaasti lahopuuta sekä maapuuna että pystypökkelöinä. Alueen kosteammilla rantaosilla esiintyy tuoretta keskiravinteista lehtoa ja kuivemmilla mäen lakialueilla esiintyy varttunutta havupuuvaltaista tuoretta kangasta. Alueella on lisäksi arvoa linnuston kannalta, sillä alueella havaittiin useita vanhan metsän huomionarvoisia lajeja.	3

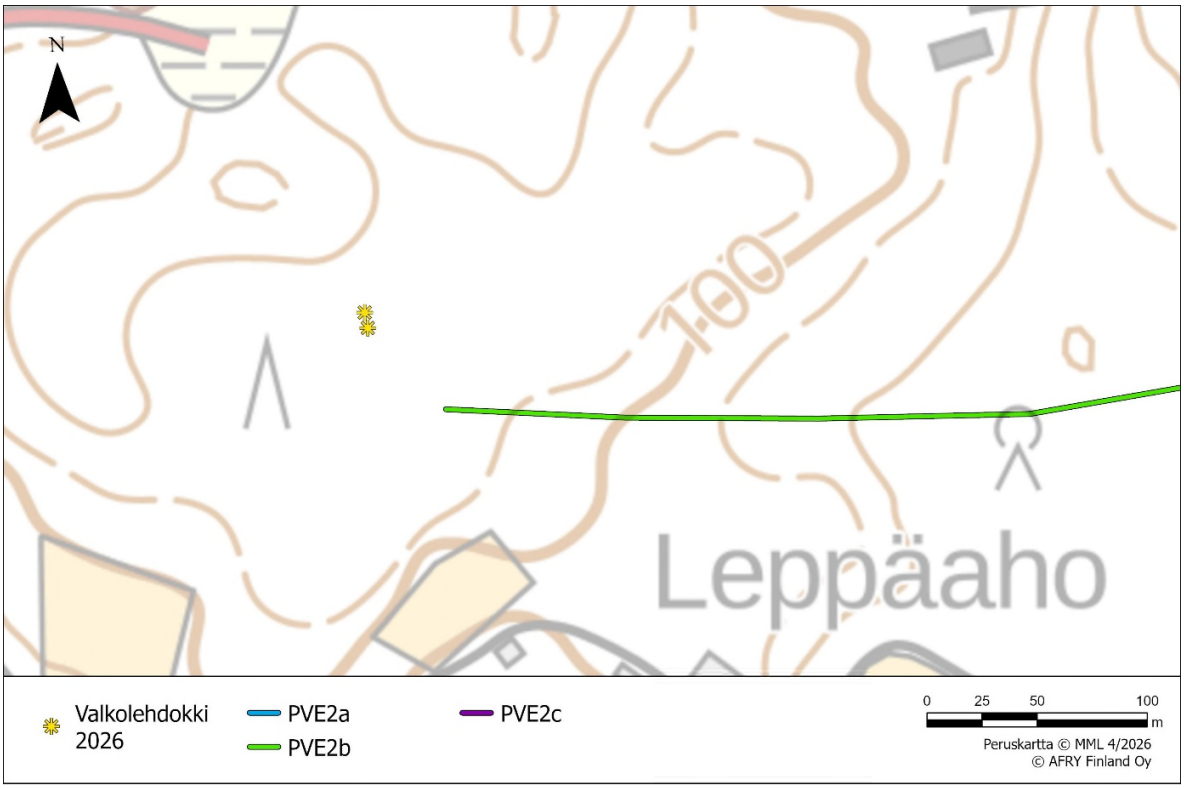
15.2.1.2 Huomionarvoiset kasvilajit

Selvitysalueelta ei ole tiedossa havaintoja luontodirektiivin liitteen IV (b) lajeista eikä luonnonsuojelulain mukaan rauhoitetuista, erityisesti suojeltavista, silmälläpidettävistä (Hyvärinen ym. 2019) tai alueellisesti uhanalaisista lajeista (Suomen Lajitietokeskus 2026). Lähin havainto on uhanalaisuudeltaan vaarantuneesta (VU) harsosammalesta Mahalamminkummun lähteikköalueelta noin 370–400 metrin etäisyydeltä PVE2a ja PVE2b reiteistä. Vuoden 2026 maastoselvityksissä purkuputkireitin PVE2b reitin alkupäässä, noin 50 metrin etäisyydellä, Leppäahon alueella havaittiin rauhoitetun valkolehdokin esiintymä, jossa kasvoi yhteensä 18 kukkinutta yksilöä (Kuva 15-6). Muita suojelullisesti huomionarvoisia kasvi- tai sienilajien esiintymiä ei havaittu.

Hankealueelta on olemassa runsaasti havaintoja haitallisista vieraslajeista, mm. komealupiinista (Vieraslajit.fi 2026). Kesän 2025 selvitysten aikana PVE2a lähistöllä Raatesalmi-Vanhamäki alueella havaittiin haitallisista vieraslajeista jättipalsamia sekä muista

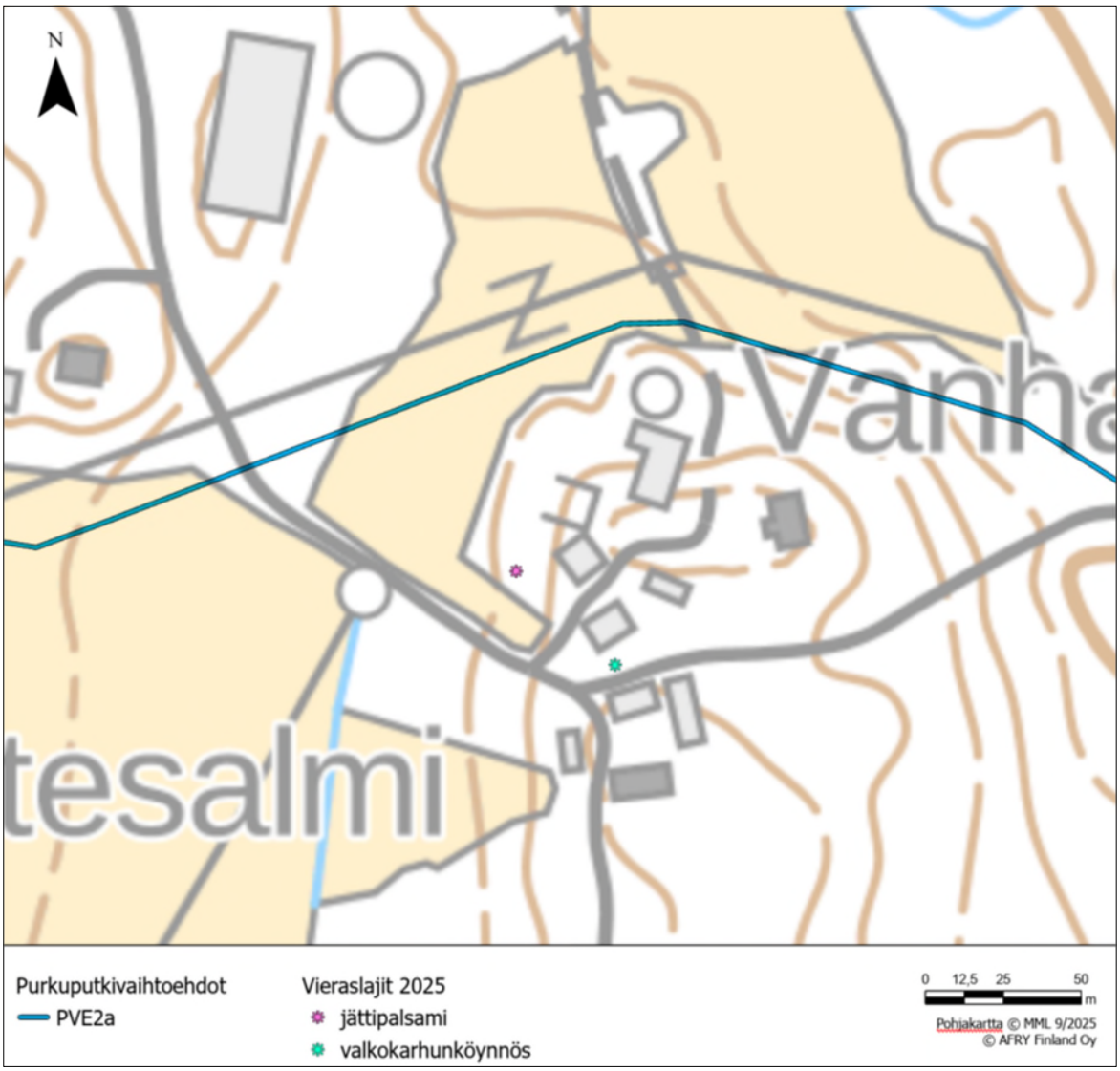
Copyright © AFRY Finland Oy

vieraslajeista valkokarhunköynnöstä (Kuva 15-7) ja vuoden 2026 selvityksien aikana komealupiinia PVE2c reitillä lähellä Tervashakoa (Kuva 15-8).



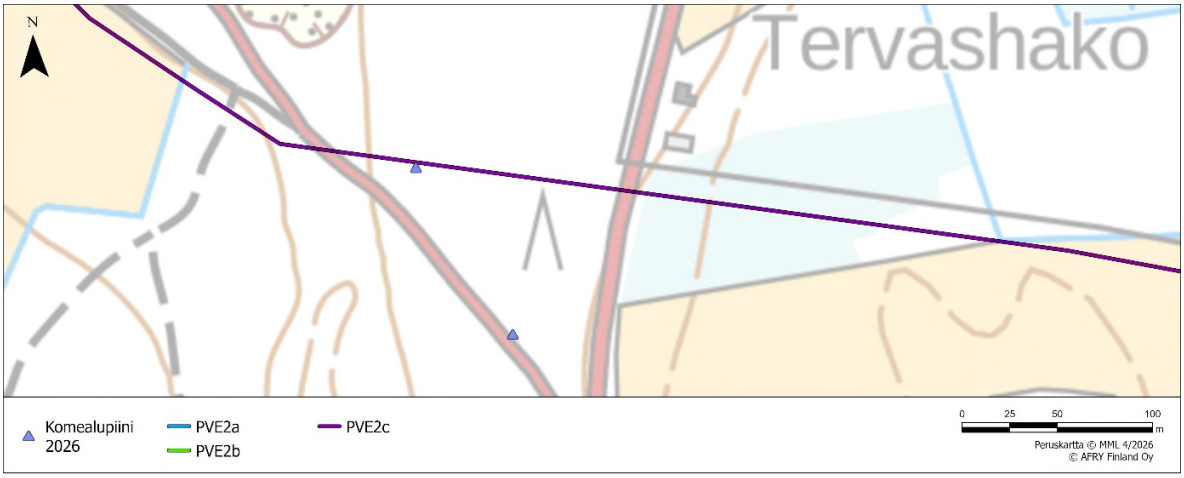
Kuva 15-6. PVE2b reitin alkuosan valkolehdokkihavainnot.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 15-7. PVE2a reitti ja sen läheisyydessä vuonna 2025 havaitut vieraslajit.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 15-8. PVE2c reitti ja sen läheisyydessä vuonna 2026 havaitut vieraslajit.

15.3 Vaikutusten arviointi

15.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Vaikutukset kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin keskittyvät hankkeen rakennusvaiheeseen, kun luonnonympäristöt muuttuvat rakennetuksi ympäristöksi. Rakentamisesta aiheutuu vaikutuksia kasvillisuuteen, kun puustoa kaadetaan ja maaperää muokataan uuden rikastushiekka-altaan VE2a ja VE3 sekä PVE2a–PVE2c reittien alueilla. Osa kasvillisuus- ja luontotyyppivaikutuksista jää tilapäisiksi rajoittuen rakentamisvaiheeseen. Pysyviä vaikutuksia aiheutuu lähinnä rikastushiekka-altaan VE2a ja VE3 alueelle, jossa alueen kasvillisuus häviää. Putken rakentamisen aikana vaadittava työalue on leveydeltään noin 26 metriä. Putkikaivannon syvyys vaihtelee noin 2,8–3,0 m välillä. Puusto ja kasvillisuus poistetaan työalueelta, mutta se palautuu osittain rakentamisen päätyttyä. Putkilinjan viereen rakennetaan tarvittavilta osin huoltotie laitekaivoille.

Tarkemmat tiedot rakentamisen vaatimista aloista on esitetty luvussa 22 Luonnonvarojen hyödyntäminen. Näillä alueilla olemassa oleva kasvillisuus häviää tai muuttuu. Arvokkaat luontokohteet on huomioitu hankesuunnittelussa, jolloin vaikutukset kohdistuvat pääasiassa alueellisesti sekä valtakunnallisesti yleisiin metsäluontotyyppeihin, joissa alueen luonnontila on eriasteisesti muuttunutta ihmis- ja metsätaloustoimien myötä.

Rakentamisalueilla hydrologiset olosuhteet tulevat puuston ja muun kasvillisuuden poistumisen seurauksena muuttumaan paikallisesti ja maanmuokkauksen seurauksena pintavesiin voi päätyä kiintoainesta. Pintavesivaikutusten arvioinnin perusteella pintavesivaikutukset jäävät kuitenkin lyhytkestoisiksi ja varsin paikallisiksi, kohdistuen lähinnä rakentamisalueiden läheisyyteen ja erityisesti rakentamisaikaan. Purkuputkireitit PVE2a–PVE2c sijoittuvat osittain peltoaukeille ja teiden varsille, jolloin niiden vaikutus ympäristöön on vähäisempi.

Varsinaisten rakennusalueiden ympäristössä kasvillisuutta voi vaurioitua ja kulua muun muassa työkoneiden liikkumisen vuoksi. Muilla kuin rakennettavilla alueilla vaikutukset ovat

Copyright © AFRY Finland Oy

kuitenkin tilapäisiä ja kasvillisuus palautuu vähitellen luontaisesti. Herkimpiä kasvillisuuden kulumiselle ovat hyvin karut ja toisaalta hyvin rehevät tai kosteat kasvupaikat, kuten kalliot, suot ja lehdot. Kasvupaikan muuttumisesta avoimemmaksi hyötyvät ns. pioneerilajit eli kasvillisuuden ensimmäisten kehitysvaiheiden lajit ja avoimiin tai paahteisiin ympäristöihin sopeutunut lajisto (From 2005). Esimerkiksi purkuputkireittien ja huoltoteiden varsilla kasvillisuus vaihtuu metsäkasvillisuudesta avoimien alueiden lajistoksi. Tältä osin vaikutukset tavanomaiselle metsälajistolle arvioidaan vähäiseksi. Hankealueelle sijoittuvien metsäkuvioiden nykytila on yleisesti hyvin reunavaikutteista ja avointa runsaiden pienten päätehakkuiden, peltoaukeiden sekä puuston nuoren iän vuoksi. Tämän perusteella vaikutukset tavanomaiselle metsälajistolle arvioidaan vähäiseksi.

Rakentamisesta voi aiheutua välillisiä vaikutuksia myös lisääntyvän reunavaikutuksen ja pölyämisen vuoksi. Reunavaikutuksen voimakkuus vaihtelee sen mukaan, minkä tyyppinen ympäristö on (Kuva 15-9). Reunavaikutuksen arvioidaan yltävän keskimäärin 2–3 puun pituuden verran sulkeutuneeseen metsään, mikä vastaa noin 50 metrin levyistä vyöhykettä. Luontaisesti avoimilla alueilla reunavaikutus on verrattain vähäistä. Reunavaikutus aiheuttaa muutoksia ympäröivien alueiden valoisuudessa, lämpötilassa, tuulisuudessa, maaperän kosteudessa ja niiden vaihtelevuudessa. Muutokset reuna-alueilla eivät ole yhtä suuria kuin johtoaukealla, mutta metsälajisto taantuu mm. valoisuuden lisääntyessä. Reunavaikutus voi vähentää tiettyjen lajien tiheyksiä tai aiheuttaa jonkin lajin siirtymisen kokonaan reunan läheisyydestä toisaalle. Toisaalta reuna-alueella ympäristöt ovat usein monipuolisempia käsittäen sekä avointa että sulkeutuneempaa ympäristöä, mikä voi lisätä tiettyjen lajien tiheyksiä tai alueelle voi tulla uusia lajeja. Reunavaikutus hyödyttää mm. heinäkasveja. (Päivinen ym. 2011)



Kuva 15-9. Reunavaikutuksen todettuja ulottuvuuksia eri lajiryhmissä ja pienilmastossa (Bentrup 2008).

Rakennustöiden yhteydessä aiheutuu ilma- ja pölypäästöjä hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3, kun maanpintaa muokataan läjitysalueilla ja ympärille tehdään padot ja ojitukset. Purkureittivaihtoehdoissa PVE2a, PVE2b ja PVE2c voi aiheutua ilma- ja

Copyright © AFRY Finland Oy

pölypäästöjä, kun purkuputkia kaivetaan maahan. Maansiirtotöissä esiintyy pölyämistä, etenkin kuivina aikoina. Maarakentamisesta muodostuva pöly on pääasiassa suurikokoisia hiukkasia, joka ei leviä kauas kohteesta. Pölyämisellä arvioidaan olevan vähäisiä kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvia vaikutuksia.

Rakentaminen voi aiheuttaa paikallisia muutoksia hankealueen vesitaloudessa. Rakentamisen aiheuttama maakerrosten tiivistyminen ja muutokset veden pintavalunnassa sekä vesistöihin kulkeutuvien kiintoaineksien määrissä voivat vaikuttaa myös rakentamisalueiden välittömässä läheisyydessä sijaitseviin luontotyyppeihin. Hankealueella on ojituksia ja uomia sekä Vuonosjoki, joihin voi kohdistua rehevöittäviä ja samentavia vaikutuksia, mikäli rakentamisen aikana kiintoainepäästöjen määrä väliaikaisesti kasvaa.

Rakentamisen kasvillisuusvaikutukset ovat suurimmat luonnontilaisilla tai luonnontilaisen kaltaisilla alueilla. Kasvillisuusvaikutusten seurauksena vaikutuksia voi aiheutua myös muulle eliöstölle elinympäristömuutosten ja elinympäristöjen häviämisen myötä. Hankesuunnitelmaan sijoitetut rakenteet sijoittuvat luonnontilaltaan pääosin eriasteisesti muuttuneille metsäalueille ja ojituksen muuttamille kosteikoille sekä turvemaille. Talousmetsissä myös hakkuut ja harvennukset vaikuttavat metsäkasvillisuuteen sekä ojitetuilla kosteikoilla suokasvillisuus on jo muuttunutta.

Laajemmassa mittakaavassa uusi rakentaminen lisää luonnonalueiden pirstoutumista eli yhtenäisten luonnonympäristöjen muutosta toisistaan erillisiksi saarekkeiksi. Elinympäristöjen pirstoutumisella on kielteisiä vaikutuksia mm. luonnon monimuotoisuuteen. Vaikka rakentaminen on suunniteltu kohdistumaan suurelta osin valmiiksi ihmistoiminnan vaikutuksen alaisille alueille (talousmetsät, ojitetut kosteikot), on hankealueella myös luonnontilaisia suo- ja metsäalueita. Pirstoutumisvaikutuksia vähentää osin se, että hankkeessa tullaan hyödyntämään ihmisvaikutteisia alueita, kuten peltoaukeita mahdollisimman paljon. Vaikutukset kohdistuvat pääosin talousmetsiin ja tavanomaiseen metsäkasvillisuuteen.

Maastoselvityksissä reittivaihtoehtojen varrella havaittuihin huomionarvoisiin ja luonnontilaltaan arvokkaisiin kohteisiin kohdistuvia vaikutuksia on tarkasteltu oheisessa taulukossa (Taulukko 15-3).

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 15-3. Alueella sijaitsevat arvokkaat luontokohteet, lähimmän rakenteen etäisyys ja hankkeen vaikutus niihin. Kohteiden sijainnit on esitetty nykytilakuvauksessa (luku 15.2) olevilla kartoilla. Uhanalaisuusluokat: CR = äärimmäisen uhanalainen, EN = erittäin uhanalainen, VU = vaarantunut, NT = silmälläpidettävä (ei uhanalainen), LC = säilyvä. Luontotyyppien uhanalaisuus on ilmoitettu Etelä-Suomen arvion osalta (Kontula & Salo 2018). Arvoluokitus (Mäkelä & Salo 2024): luokka 1 = Lainsäädännöllä turvattu kohde, luokka 2 = Erityisen tärkeä kohde, luokka 3 = Monimuotoisuutta turvaava kohde, luokka 4 = Monimuotoisuutta tukeva kohde. Vaikutusarvioinnissa käytetyt värit ks. Taulukko 5-2 ns. IMPERIA-taulukko, missä punaiset sävyt kuvaavat vaikutusten kielteisyyttä, värin tummuessa suuruuden mukaan.

Kohdenumero (viittaa nykytilakuvauksen karttakuvien aluerajauksiin) ja kohteen kuvaus	Lähin rakenne (etäisyys, suunta)	Arvoluokka	Vaikutus
1 – Vuonosjoki ja rantalehto kostea runsasravinteinen lehto (VU), havumetsävyöhykkeen purot ja pikkujoet (EN)	purkuputki PVE2a (risteää kohteen läpi noin 70 m)	4	Purkuputken PVE2a reitti sijoittuu noin 70 m matkalta kohteen läpi. Kohde supistuu ja siitä noin puolet jää rakentamisalueelle (26 m). Puuston poiston seurauksena alue muuttuu avoimemmaksi ja reunavaikutus lisääntyy. Joen kiintoaineskuorma voi hetkellisesti lisääntyä rakennusaikana pintavesien valuman vaikutuksesta. Suuri haitallinen vaikutus kohteelle.
2 – Lappalankangas ML 10 §, kangasräme (EN)	purkuputki PVE2a (risteää kohteen läpi noin 54 m)	3	Purkuputken PVE2a reitti risteää kohteen kanssa noin 54 m matkalta. Kohde supistuu ja siitä osa jää rakentamisalueelle (26 m). Puuston poiston seurauksena alue muuttuu avoimemmaksi ja reunavaikutus lisääntyy. Suurin osa

Copyright © AFRY Finland Oy

Kohdenumero (viittaa nykytilakuvauksen karttakuvien aluerajauksiin) ja kohteen kuvaus	Lähin rakenne (etäisyys, suunta)	Arvoluokka	Vaikutus
			kohteesta jää rakentamisen ulkopuolelle. Kasvillisuus kuluu. Vähäinen haitallinen vaikutus kohteelle.
3 – Roopensuo ML 10 §, isovarpuräme (VU)	purkuputki PVE2a (0 m)	3	Purkuputken PVE2a reitti sivuaa kohteen pohjoisreunaa. Kohde supistuu ja osa siitä jää rakennusalueelle (26 m). Puuston poiston seurauksena alue muuttuu avoimemmaksi ja reunavaikutus lisääntyy. Kohtalainen haitallinen vaikutus.
4 – Leppäaho EU:n luontodirektiivin IV(a) lajin lisääntymis- ja levähdyspaikka (liito-orava), tuore runsasravinteinen lehto (EN)	purkuputki PVE2b (10 m etelä)	1	Purkuputken PVE2b reitti sijoittuu noin 10 metrin etäisyydelle. Kohde jää pieniltä osin rakentamisalueelle, joka voi aiheuttaa kasvillisuuden kulumista. Alueelta joudutaan poistamaan puustoa pieniltä osin. Vähäinen kielteinen vaikutus.
5 – Lukanlahden rantametsä (5a) ja -luhta (5b) EU:n luontodirektiivin IV(a) lajin lisääntymis- ja levähdyspaikka (viitasammakko), varttunut havupuuvaltainen tuore kangas (VU)	purkuputki PVE2b (risteää 5a läpi noin 30 m ja 5b noin 15 m)	4 (5a) 1 (5b)	Purkuputken PVE2b reitti risteää 5a kohteen kanssa noin 30 metrin ja 5b kanssa noin 15 metrin matkalta. Kohde 5a supistuu ja siitä suurin osa jää rakentamisalueelle (26 m). Puuston poiston

Copyright © AFRY Finland Oy

Kohdenumero (viittaa nykytilakuvauksen karttakuvien aluerajauksiin) ja kohteen kuvaus	Lähin rakenne (etäisyys, suunta)	Arvoluokka	Vaikutus
			seurauksena alue muuttuu avoimemmaksi, pirstaloituu ja reunavaikutus lisääntyy. Suurin osa alueesta muuttuu luonnontilaltaan. Kohteella 5b kiintoaineskuorma voi hetkellisesti lisääntyä rakennusaikana pintavesien valuman vaikutuksesta. Suuri haitallinen vaikutus.
6 – Korpilahden kuusikko tuore keskiravinteinen lehto (VU), varttunut havupuuvaltainen tuore kangas (VU), uhanalaista ja silmälläpidettävää linnustoa	purkuputki PVE2c (risteää kohteen läpi noin 325 m)	3	Purkuputken PVE2c reitti risteää kohteen läpi noin 325 metrin matkalta. Kohde supistuu ja osa jää rakentamisalueelle (26 m). Puuston poiston seurauksena alue muuttuu avoimemmaksi, pirstaloituu voimakkaasti ja reunavaikutus lisääntyy. Osa alueesta muuttuu luonnontilaltaan. Ranta-alueella kiintoaineskuorma voi hetkellisesti lisääntyä rakennusaikana pintavesien valuman vaikutuksesta. Suuri haitallinen vaikutus.

Copyright © AFRY Finland Oy

15.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikana kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvia vaikutuksia aiheutuu lähinnä pölyämisestä. Pölyämistä aiheutuu pääasiassa tehdasalueella mm. malmin kuljetuksista ja kippauksista sekä rikastushiekka-altaalta voi aiheutua pölyämistä etenkin kuivina aikoina. Pöly voi kulkeutua kaivospiirin reunaosiin, mutta pääasiassa se on suurikokoisia hiukkasia, jotka eivät leviä kauas kohteesta.

Pölyämisellä ei arvioida olevan kuin vähäisiä kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvia vaikutuksia.

15.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päätyttyä alueelle sijoittuvat altaat peitetään ja niiden annetaan kasvittua. Osa alueista voidaan metsittää. Uudet elinympäristöt ovat kuitenkin hyvin erityyppisiä kuin hankkeen toteuttamisen seurauksena menetetyt alueet. Toiminnan päättyessä pölyäminen alueella päättyy, millä voi olla lieviä myönteisiä vaikutuksia alueen kasvillisuuteen, puustoon ja luontotyyppeihin.

15.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Hankevaihtoehdossa VE0 tehtaan toiminta jatkuu nykyisenkaltaisena eikä kaivoksen toiminnoille avata uusia alueita. Myös vesienhallinta säilyy nykyisenkaltaisena. Rikastushiekka-altaan pölyämisellä ei ole arvokkaisiin kasvillisuus- ja pienvesikohteisiin kohdistuvia vaikutuksia pitkästä etäisyydestä johtuen.

Vaihtoehdon VE0 eli nykyisten toimintojen ja rikastushiekka-altaan korotuksen aiheuttamat vaikutukset kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin ovat enintään vähäisen kielteiset, jolloin alueen luonto jatkaa luontaista kehitystään. Muutoksia nykytilaan voi tapahtua muiden hankkeiden tai toimintojen, kuten alueella harjoitettavan metsätaloustoiminnan, seurauksena.

15.4 Yhteisvaikutukset

Tiedossa ei ole sellaisia hankkeita, joilla olisi kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvia yhteisvaikutuksia tämän hankkeen kanssa.

15.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaihtoehdossa VE1 ja VE2b rikastushiekka-allas rakennetaan olemassa olevalle tehdasalueelle, jossa ympäristö ei ole luonnontilaista. Vaikutukset kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin ovat korkeintaan vähäiset epäsuorien vaikutusten, kuten pölyämisen, kautta. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 rikastushiekka-allas rakennetaan uudelle alueelle, jonka luonnontila tulee muuttumaan. Alue on kuitenkin tavanomaista kasvatusmetsää, joten herkkyys ja haitalliset vaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

Purkuputkivaihtoehdolla PVE1 ei ole vaikutuksia kasvillisuuteen tai luontotyyppeihin, sillä purkuvedet johdetaan nykyisen ympäristöluvan mukaisesti Sysmäjärveen olemassa olevaa reittiä pitkin. Vaihtoehdot PVE2a–c sijoittuvat uuteen maastokäytävään, joiden alueella luonto on kuitenkin eriasteisesti muuttunutta ja ihmisen muokkaamaa. Selvitysten perusteella

Copyright © AFRY Finland Oy

paikallisesti arvokkaiksi luokiteltuihin kasvillisuus- ja luontotyyppikohteisiin kohdistuu haitallisia vaikutuksia kaikissa vaihtoehdoissa. Suurin osa kohteista on luokiteltu kuuluvan monimuotoisuutta turvaaviksi ja tukeviksi kohteiksi (arvoluokka 3 ja 4, Mäkelä & Salo 2024). Osalle pienialaisista monimuotoisuuskohteista purkuputkireitillä on suuria kielteisiä vaikutuksia, jos kohde sijoittuu putkireitille tai siitä jää merkittävä osa rakentamisen alle.

Purkuputkireitin PVE2a luontoarvojen herkkyys arvioidaan kohtalaiseksi, sillä reitillä sijaitsee luonnontilaisia tai sen kaltaisia kohteita. Vaikutukset kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin arvioidaan kohtalaisiksi. PVE2b ja PVE2c herkkyys arvioidaan vähäiseksi, sillä reitit sijoittuvat suurelta osin muuttuneisiin peltoympäristöihin. PVE2b reitin alkupäässä sijaitsevat valkolehdokit sijoittuvat rakennusalueen ulkopuolelle ja ne voidaan huomioida hankesuunnittelussa sekä rakentamisen aikana. PVE2b ja PVE2c osalta kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvat vaikutukset arvioidaan vähäisiksi. Eniten kielteisiä vaikutuksia arvioidaan syntyvän vaihtoehdossa PVE2a ja vähiten vaihtoehdossa PVE1.

Alla olevaan taulukkoon (Taulukko 15-4) on koottu hankkeeseen liittyvän rikastushiekka-altaan (VE1–VE3) ja purkuputkien toteutusvaihtoehtojen (PVE1, PVE2a–c) arvioidut vaikutukset kasvillisuuteen ja luontotyyppikohteisiin verrattuna nykytilanteeseen ja hankkeen toteuttamatta jättämiseen (VE0).

Taulukko 15-4. Kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen				VE1, VE2a/ VE2b, VE3 PVE2b PVE2c	VE0 PVE1				
	Kohtalainen				PVE2a					
	Suuri									
	Erittäin suuri									

15.6 Arvioinnin epävarmuudet

Hankkeen vaikutuskanavat luontoon ovat pääosin hyvin tunnistettavissa ja vaikutusarvioinnit on laadittu kokeneiden asiantuntijoiden toimesta. Alueella on kesällä 2025 tehty kattava kasvillisuuden ja luontotyyppien kartoitus, minkä ansiosta alueen kasvillisuuden ja luontotyyppien nykytila tunnetaan hyvin.

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankealueen luontoarvoiltaan merkittävimmät alueet on kartoitettu vuonna 2025 tehtyjen maastotöiden aikana. Kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kiinnitettiin myös huomiota vuoden 2026 täydentävien luontoselvitysten yhteydessä. Vaikutusten arviointiin ei arvioida liittyvän merkittäviä epävarmuuksia.

15.7 Vaikutusten lieventäminen

Rikastushiekka-altaan osalta vähäisiä haitallisia vaikutuksia kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin aiheutuu lähinnä vaihtoehdoissa VE2a ja VE3, joissa rakentaminen kohdistuu uudelle alueelle. Valitsemalla toteutusvaihtoehdoksi VE1 tai VE2b, jossa rakentaminen tapahtuu ennestään luonnontilaltaan muuttuneilla alueilla, vaikutuksia voidaan vähentää.

Purkuputkireittien osalta PVE2a–c vaihtoehdoissa huomionarvoisia elinympäristöjä jää rakentamisen alle kaikissa vaihtoehdoissa. Näitä vaikutuksia voidaan vähentää valikoimalla vaihtoehto PVE1, joka ei vaadi uuden putkireitin rakentamista. PVE2a–c reittien osalta vaikutuksia voidaan ehkäistä ja lieventää reittisuunnittelulla. Kiertämällä arvokkaat luontokohteet, ajoittamalla rakentaminen routa-aikaan ja minimoimalla hakkuut voidaan arvokkaille kohteille kohdistuvia vaikutuksia lieventää tai jopa poistaa. Suunnittelua, rakentamista ja kunnossapitoa varten toimintaa ohjeistetaan arviointiselostuksen ja muiden selvitysten osoittamissa suojeltavissa kohteissa. Arvokkaiden ja herkkien luontokohteiden säilymiseksi laaditaan kohdekohtainen ohjeistus työtavoista ja työajoista rakentamiseen ja kunnossapitoon. Tarvittaessa kohteet merkitään maastoon rakentamisajaksi.

Rakentamisen ja kunnossapidon aikana työmaalla varaudutaan etukäteen mahdollisiin polttoaine- ja kemikaalivuotoihin. Erityisesti korostetaan huolellisuutta vesistöjen läheisyydessä. Riskeihin varaudutaan ohjeistamalla toimintatapoja etukäteen sekä varaamalla työmaalle imeytysmateriaaleja ja ensitorjuntavälineitä.

Rakentamistoimia suositellaan ajoitettavaksi talviaikaan, jolloin maa on jäässä ja lumipeitteen suojaama; tällöin koneilla liikkumisesta aiheutuu mahdollisimman vähäistä haittaa kasvillisuudelle. Maanmuokkauksen ajoittuessa talvikaudelle saadaan vähennettyä myös pintavesiin päätyvän kiintoaineksen määrää sekä vähennettyä jossain määrin pölyämistä.

Copyright © AFRY Finland Oy

16 LINNUSTO



16 LINNUSTO

YHTEENVETO

- Hankealueelle sijoittuu merkittävä linnuston pesimäalue ja muutonaikainen levähdysalue (MAALI-alue). Hanketta varten tilattujen Tiira-havaintoaineistojen perusteella alueella on havaittu yli 200 lintulajia viimeisen 50 vuoden aikana.
- Purkuputkireittien alueen lajisto on tehtyjen selvitysten perusteella tavanomaista pelto- ja avomaiden lajistoa sekä metsän yleislajistoa. Purkuputkireitin PVE2c läheisyyteen sijoittuu merikotkan ja sääksen pesäpaikka.
- Hankkeen vaikutukset koostuvat pääosin rakentamisen aikaisista melu- ja häiriövaikutuksista, sekä elinympäristömuutoksista uuden rikastushiekka-altaan rakentamisen myötä. Toiminnan aikaiset vaikutukset ovat lievempiä ja koostuvat lähinnä häiriövaikutuksista sekä vesistövaikutuksista.
- Hankkeen merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat merikotkan ja sääksen pesään purkuputkireitin PVE2c varrella.
- Reittivaihtoehdon PVE1 osalta herkkyydeksi määriteltiin suuri, mutta muutoksia ei tapahdu nykytilaan verrattuna. Reittivaihtoehtojen PVE2a–b osalta vaikutukset arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi negatiiviseksi ja reittivaihtoehdon PVE2c osalta suureksi kielteiseksi. Vaihtoehdossa VE0 linnustoon ei kohdistu uusia vaikutuksia. Vaihtoehdoissa VE1–3 vaikutukset ovat kohtalaisia negatiivisia.

16.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

16.1.1 Vaikutusmekanismien kuvaus

Kaivos- ja malminjalostustoiminnasta aiheutuvat linnustovaikutukset voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin vaikutuksiin. Suoria vaikutuksia ovat tehdastoimintojen rakentamisesta aiheutuvat elinympäristöjen häviäminen ja erilaiset häiriövaikutukset. Epäsuoria vaikutuksia voi aiheutua vesistövaikutusten aiheuttamista elinympäristömuutoksista. Vaikutukset voidaan jakaa rakentamisen, toiminnan aikaisiin vaikutuksiin, sekä sulkemisen jälkeisiin vaikutuksiin.

Hankkeen merkittävimmät vaikutukset aiheutuvat elinympäristömuutoksista. Tehdastoimintojen tieltä raivataan alueita, jolloin alueilla olevat elinympäristöt häviävät. Luonnontilaisten tai luonnontilaisen kaltaisten elinympäristöjen häviäminen muuttaa alueen elinkelvottomaksi siellä nykytilassa esiintyvälle lajistolle. Tietyille yksittäisille lajeille elinympäristöjen muuttumisella voi olla hyödyttäviä vaikutuksia, mutta pääsääntöisesti elinympäristöjen häviäminen aiheuttaa kielteisiä vaikutuksia. Vaikutukset ovat pääsääntöisesti luonteeltaan pysyviä, eivätkä palaudu toiminnan päättymisen jälkeen.

Hankkeen toiminnan aikana epäsuoria ympäristövaikutuksia voi aiheutua hankkeen purkuvesien aiheuttaman ravinne- ja haitta-ainekuormituksen kasvuna vesistöissä. Kuormituksen kasvu aiheuttaa muutoksia vesiekosysteemissä, joka voi heijastua rehevöitymisen tai lajistomuutosten kautta alueella pesivään linnustoon. Vaikutuksen

Copyright © AFRY Finland Oy

käytännön merkittävyys on lajikohtaista, koska lintulajien elinympäristövaatimukset voivat erota suurestikin lajien välillä.

Toiminnassa syntyy pölypäästöjä, joilla voi olla vaikutusta kasvillisuuteen ja sitä kautta elinympäristöihin. Pölypäästöjä syntyy rakentamisen aikana tehtävistä maanmuokkaustöistä sekä liikenteestä. Toiminnan aikana pölyä syntyy mm. rikastushiekka-altaalta, malmin käsittelystä sekä liikenteestä. Suurina määrinä pölyllä voi olla fysiologisia vaikutuksia lintuihin, mutta näin suuria pölymääriä esiintyy vain toiminnan välittömässä läheisyydessä. Kauempana pölylähteestä pölyn aiheuttamat vaikutukset heijastuvat epäsuorina kasvillisuusvaikutusten kautta linnustoon.

Rakentamisesta ja toiminnasta aiheutuu häiriövaikutuksia ympäristöön. Häiriövaikutuksista merkittävin on melu, jota syntyy hankkeen elinkaaren kaikissa vaiheissa. Melulla voi olla karkottavaa vaikutusta sille herkille lajeille. Melun häiriövaikutuksista linnustoon on tehty runsaasti tutkimuksia (Esim. Reijnen ym. 1995, Waterman ym. 2004). Linnuston herkkyys melulle vaihtelee suuresti lajikohtaisesti. Esimerkiksi monet varpuslinnut sietävät kohonneita melutasoja hyvin, kun taas joillain lajeilla melu voi aiheuttaa karkottavaa vaikutusta kilometrien päähän. Melulla voi olla vaikutusta myös lintujen käyttäytymiseen ja poikastuottoon. Melu vaikuttaa lintuihin esimerkiksi kuuloaistin heikentymisenä ja vaikeuttamalla yksilöiden välistä akustista kommunikaatiota, kuten soidinlaulua ja yhteys- ja varoitusääntelyä. Ryhmäsoidintavilla lajeilla melu voi vaikuttaa soitimiin (Blickley ym. 2012). Melulla voi olla myös vaikutusta lintujen muuhun käytökseen, kuten ympäristön tarkkailuun ja varoitteluun (Brown ym. 1999, Goudie 2006). Tällöin muun muassa ravinnonhankintaan, poikasten ruokkimiseen ja lämmittämiseen saattaa jäädä vähemmän aikaa. Melulla on myös todettu olevan lintuihin samankaltaisia fysiologisia vaikutuksia kuin ihmisiinkin, kuten stressihormonitasojen nousua (Blickley ym. 2012). Melun vaikutuksesta lintuihin on tehty tutkimuksia muun muassa kosteikkolajien ja niittylajien osalta (Reijnen ym. 1995, Waterman ym. 2004). Kosteikkolajeilla liikenteestä aiheutuvan melun todettiin alentavan lintujen pesimätiheyttä, kun äänenvoimakkuus oli 43–60 dB, lajista riippuen. Suomessa Pernajanlahdella tehdyssä tutkimuksessa havaittiin moottoritiehankkeen aiheuttaman melun vähentävän kahlaajien parimääriä lahdella alueella, jossa melu oli vähintään 56 dB (Hirvonen 2001). Metsälajien osalta keskimääräinen pesimätiheys alenee, kun melutaso ylittää keskimäärin 42 dB voimakkuuden (vaihteluvälillä 35–58 dB) (Koskimies 2018).

Häiriövaikutuksia aiheutuu myös toiminnan visuaalisista vaikutuksista. Visuaaliset vaikutukset tarkoittavat ihmistoiminnasta syntyvää näkyvää häiriötä, jonka linnut ja eläimet havaitsevat näköaistin avulla. Häiriö syntyy pääsääntöisesti ihmisten ja koneiden liikkeestä ja on yleensä yhteydessä muihin häiriömekanismeihin, kuten meluun ja valaistukseen. Visuaalinen häiriö vaikuttaa muun muassa eläinten ja lintujen habitaatinvalintaan ja käyttäytymiseen (Esim. Doherty ym. 2021, Reijnen ym. 1995). Ihmisen läsnäolo ja liikkuminen luonnonympäristössä aiheuttaa yleensä pakoreaktion tietyn etäisyyden päässä. Peitteisessä ympäristössä, kuten metsässä visuaaliset vaikutukset rajoittuvat pienemmälle alalle kuin avomailla. Myös erilaiset maastonmuodot vaikuttavat visuaalisten vaikutusten syntyyn olennaisesti. Ihmisvaikutteisissa ympäristöissä, kuten kaupungeissa ja muissa kulttuuriympäristöissä visuaaliset vaikutukset ovat pääsääntöisesti pienemmät, koska alueella esiintyvät linnut ja eläimet ovat lähtökohtaisesti tottuneita ihmistoimintaan.

Copyright © AFRY Finland Oy

Erämaisten ympäristöjen lajit sietävät ihmisen läsnäoloa keskimäärin huonommin. Lintulajeista häiriöherkimpiä ovat suuret petolinnut. Monien petolintujen ravinnonhankinta tapahtuu pitkälti ilmasta tapahtuvaan saaliin etsimiseen erinomaisen näkökyvyn avulla, jolloin ihmistoiminnan visuaaliset vaikutukset voivat yltää kauemmas kuin monilla muilla lajiryhmillä. Tutkimuksissa onkin todettu visuaalisen häiriön olevan monilla petolintulajeilla esimerkiksi melua merkittävämpi häiriön aiheuttaja (Esim. Brown ym. 1999, Efroymson ym. 2001). Hankkeen visuaaliset vaikutukset painottuvat Vuonoksen tehtaan alueelle ja sen lähiympäristöön, kuten teille. Pitkäkestoiset visuaaliset vaikutukset lisäävät lajien välttelykäyttäytymistä, joka voi heijastua esimerkiksi lintujen pesivien parien määrään kaivostoimintojen ympäristössä.

Tehtaan rakenteet ja liikennöinti voivat myös kasvattaa törmäysriskejä, jolla voi olla vaikutusta linnustoon lisääntyneen kuolleisuuden myötä. Linnuilla törmäykset ovat maailmanlaajuisesti merkittävä kuolleisuutta aiheuttava tekijä. Linnut ovat erityisen herkkiä törmäämään lasipintaisiin rakennelmiin. Törmäysalttius vaihtelee lajikohtaisesti ja siihen vaikuttaa myös esimerkiksi sääolosuhteet ja lajin ekologia. Varsinkin ikkunoihin törmäämisten on arvioitu aiheuttavan Suomessa jopa 8–20 miljoonan lintuyksilön menehtymisen vuosittain (Laitinen ym. 2022). Lintujen liikennekuolemia arvioidaan tapahtuvan vuosittain niin ikään miljoonia. Liikenne muodostaa riskin käytännössä kaikille lajeille, jotka hakeutuvat tai liikkuvat teiden läheisyydessä. Myös autojen liikennemäärien lisääntyminen kasvattaa törmäysriskiä. Vuonoksen tehtaan toiminta nykytilassa muodostaa törmäysriskiä tehdasalueella liikkuville lajeille. Tehdasalueelle on rakennettu erilaisia rakenteita, joihin alueella liikkuvilla lajeilla on riski törmätä. Toiminnan vuoksi alueella on myös runsaasti liikennettä. Liikenne keskittyy pitkälti tehdasalueelle, sekä sieltä pois johtaville teille.

16.1.2 Aineistot ja arviointimenetelmät

Vaikutusarvioinneissa on hyödynnetty olemassa olevia aineistoja, sekä tehdasalueelle ja purkuputkireiteille tehtyjä selvityksiä.

Alueella tehtiin kesällä 2025 pesimälinnustoselvitys rikastushiekka-altaan laajennusalueelle sekä purkuputkireittivaihtoehdoille PVE2a–c (AFRY Finland Oy 2025b). Selvityksessä kartoitettiin alueen linnustoa keskittyen erityisesti suojelullisesti huomionarvoisten lajien esiintymiseen alueella, sekä havaintojen sijoittumiseen suhteessa suunniteltuihin hankkeen toimintoihin. Selvityksen menetelmänä oli sovellettu kartoituslaskenta, jossa kierrettiin suojelullisesti arvokkaille lajeille potentiaalisimmat alueen kohteet viitenä päivänä 26.5.2025 ja 27.6.2025 välillä. Tarkemmat tiedot ja työn kuvaukset on esitetty liitteen 7 luontoselvitysraportissa.

Tehtyjen selvitysten lisäksi Suomen Lajitietokeskukselta tilattiin tiedot alueella olevista suojelullisesti huomionarvoisista lintulajeista, sekä petolintujen ja pöllöjen pesäpaikoista ja rengastuksista (Suomen Lajitietokeskus, tietokantaote 12.8.2026). Lisäksi tilattiin Pohjois-Karjalan lintutieteellisen yhdistyksen Tiira-havaintoaineistoja (3.5.2026) erityisesti Vuonoksen MAALI-alueen ja Sysmäjärven ja Viinijärven alueen linnustosta vuosilta 1968–2026. Vaikutusarvio on laadittu kokeneiden biologien toimesta.

Copyright © AFRY Finland Oy

16.2 Nykytila

Hankealue on tehdaskäytössä, jonka vuoksi alue on suurelta osin voimakkaan ihmisvaikutuksen piirissä. Tehdasalueen ja rikastushiekka-altaiden ympäristö on luonnontilaltaan muuttunutta aluetta. Rikastushiekka-altaiden eteläpuolelle sijoittuu pienimuotoisesti kosteikkoa. Uuden rikastushiekka-alueen (VE2a, VE3) alue on nuorehkoa talousmetsää.

Pesimälinnustoselvityksessä havaittiin yhteensä 63 lintulajia rikastushiekka-altaan ja purkuputkireittien alueella (AFRY Finland Oy 2026b). Lajisto koostuu pääasiassa peltojen ja rakennetun maan, sekä metsien yleislajeista. Runsaslukuisimmat lajit olivat peippo ja pajulintu. Suojelullisesti huomionarvoisia lajeja havaittiin yhteensä 26 lajia. Parimäärät olivat yleisesti pieniä. Uuden rikastushiekka-altaan alueella ei havaittu suojelullisesti huomionarvoisia lajeja, vaan havainnot olivat purkuputkireittien varrelta. Alueella havaitut lajit on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 16-1):

Taulukko 16-1. Vuoden 2025 pesimälinnustoselvityksissä havaitut lintulajit, lajien suojeluasema (Hyvärinen ym. 2019), sekä suojelullisesti huomionarvoisten lajien parimäärät. Lyhenteet: EN = erittäin uhanalainen; VU = vaarantunut; NT = silmälläpidettävä; LC = elinvoimainen; EU = EU:n lintudirektiivin liitteen I laji, + = parimäärää ei voitu tarkasti arvioida. Elinvoimaisia (LC) lajeja ei ole erikseen merkitty.

Laji	Uhanalaisuus ja hallinnollinen asema	Parimäärä ja lisätietoja
Laulujoutsen	**EU**	**1**
Valkoposkihanhi	**EU**	- **(muutolla)**
Tavi	LC	2
Teeri	**EU**	**+10**
Kaulushaikara	**EU**	**+**
Ruskosuohaukka	**EU**	**1**
Merikotka	**EU**	**1**
Ruisrääkkä	**EU**	**1**
Nokikana	**EN**	**1**
Kurki	**EU**	- **(muutolla)**
Töyhtöhyyppä	LC	1 + 3 poikasta
Kuovi	**NT**	**1**
Rantasipi	LC	-
Metsäviklo	LC	-
Lehtokurppa	LC	-
Taivaanvuohi	**NT**	**1**
Kalatiira	**EU**	**1**
Pikkulokki	**EU**	- **(lepäilevä)**
Kalalokki	LC	-
Selkälokki	**EN**	- **(ei pesi hankealueella)**

Copyright © AFRY Finland Oy

Laji	Uhanalaisuus ja hallinnollinen asema	Parimäärä ja lisätietoja
Sepelkyyhky	LC	-
Käki	LC	-
Palokärki	**EU**	**1**
Käpytikka	LC	-
Kiuru	**NT**	**1**
Haarapääsky	**VU**	**+5**
Metsäkirvinen	LC	-
Västäräkki	**NT**	**1**
Tilhi	LC	-
Peukaloinen	LC	-
Rautiainen	LC	-
Punarinta	LC	-
Leppälintu	LC	-
Mustarastas	LC	-
Räkättirastas	LC	-
Laulurastas	LC	-
Punakylkirastas	LC	-
Kulorastas	LC	-
Ruokokerttunen	**NT**	**1**
Hernekerttu	LC	-
Lehtokerttu	LC	-
Tiltaltti	LC	-
Pajulintu	LC	-
Hippiäinen	LC	-
Pikkusieppo	**EU**	**1**
Kirjosieppo	LC	-
Sinitiainen	LC	-
Talitiainen	LC	-
Kuusitiainen	LC	-
Töyhtötiainen	**VU**	**1**
Hömötiainen	**EN**	**1**
Puukiipijä	LC	-
Närhi	**NT**	**1**
Harakka	**NT**	**1**
Varis	LC	-
Korppi	LC	-

Copyright © AFRY Finland Oy

Laji	Uhanalaisuus ja hallinnollinen asema	Parimäärä ja lisätietoja
Peippo	LC	-
Järripeippo	**NT**	**1**
Vihervarpunen	LC	-
Isokäpylintu	LC	-
Punatulkku	LC	-
Keltasirkku	LC	-
Pajusirkku	**VU**	**2**

Selvitetyiltä alueilta ei tunnistettu linnustoselvityksissä linnustollisesti arvokkaita alueita. Rikastushiekka-altaan pohjoispuolinen laajennusalue sijoittuu talousmetsään, jonka linnustolliset arvot ovat selvityksen perusteella niukat. Myös purkuputkireittien PVE2a–c varrelta ei tunnistettu linnustollisesti arvokkaita alueita.

Suomen Lajitietokeskuksen (2026) aineistoissa on satunnaisia havaintoja nykyiseltä rikastushiekka-alueelta. Havainnot ovat lähinnä irtohavaintoja, sekä rengastustietoja. Purkuputkireittien varrelta niiden välittömästä läheisyydestä ei ole havaintoja käytännössä lainkaan. Petolintujen pesäpaikka- ja rengastustietojen perusteella tehdasalueen läheisyydessä ei ole petolintujen tai pöllöjen pesäpaikkoja. Purkuputkireittivaihtoehto VE2b läheisyyteen sijoittuu merikotkan ja sääksen pesä noin 480 metrin etäisyydelle purkuputkireitistä. Tarkemmat tiedot pesäpaikan sijainnista on esitetty erillisessä viranomaiskarttaliitteessä (liite 7b).

Pohjois-Karjalan lintutieteellisen yhdistyksen Tiira-havaintoaineisto kattaa havainnot Vuonoksen tehdasalueelta sekä suunniteltujen purkuputkireittien alueelta. Lisäksi havaintoja on Sysmäjärven alueelta runsaasti. Havaintoaineisto kattaa kaikkiaan yli 20 000 havaintoa vuodesta 1968 lähtien. Suuri osa havainnoista sijoittuu välille 2007–2026, kun havaintojärjestelmä on ollut olemassa. Havaittuja lajeja aineistossa on kaikkiaan yli 260.

Vuonoksen tehdasalueelta ja sen läheisyydestä on yhteensä noin 5000 havaintoa yhteensä noin 145 000 lintuyksilöstä. Lajeja alueella on havaittu 201. Havaituista yksilöistä suurin osa koostuu hanhi- ja lokkilajeista, joita on havaittu noin 100 000 yksilöä. Vesilintuja ja kahlaajia on myös havaittu runsaasti laji- ja yksilömäärissä. Alueelta on runsaasti havaintoja uhanalaisista lajeista. Äärimmäisen uhanalaisista (CR) lajeista alueella on havaittu haarahaukka, kiljuhanhi, mustatiira, peltosirkku, pikkusirri, punasotka, rantakurvi, suokukko, tunturikiuru ja tunturipöllö. Havainnot koskevat lähinnä muutolta pysähtyneitä yksilöitä, sekä vanhempia, lähinnä 1900-luvun puolella tehtyjä pesimähavaintoja. Yhdestäkään lajista ei ole tehty pesintään viittaavia havaintoja viimeiseen 10 vuoteen alueella. Erittäin uhanalaisista (EN) lajeista merkittävimmät havainnot ovat pesivien lajien osalta törmäpääskykolonia, josta on tehty alueella useita pesimäaikaisia havaintoja, kuten kesäkuussa 2023 130 yksilöä. Pesimäkolonian tarkka sijainti ei ole havaintojen perusteella tiedossa. Selkälokista on runsaasti havaintoja sekä pesimäkaudella, että sen ulkopuolella.

Copyright © AFRY Finland Oy

Purkuputkireittivaihtoehtojen PVE2a–c varrelta on niukasti havaintoja. Havainnot painottuvat lähinnä reittien läheisyyteen sijoittuville peltoalueille.

16.3 Vaikutusten arviointi

16.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisen aikaiset vaikutukset linnustoon muodostuvat elinympäristömuutoksista ja häiriövaikutuksista. Elinympäristömuutokset kohdistuvat lähinnä alueille, joille suunnitellaan hankkeen myötä uusia toimintoja. Vaihtoehdossa VE2a rakennettava uusi kuivaläjitysallas ja vaihtoehdossa VE3 rakennettava rikastushiekka-allas sijoittuu nykyisellään metsäiseen elinympäristöön. Altaan rakentaminen aiheuttaa pysyvää elinympäristöjen häviämistä alueelta. Hanketta varten tehdyn linnustoselvityksen perusteella alueelle ei sijoitu linnustollisesti huomionarvoisia kohteita, eikä selvityksessä havaittu uhanlaisia lajeja alueella. Nykyisten rikastushiekka-altaiden korotus sekä läjitysvaihtoehdot hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2b kohdistuvat alueisiin, jotka ovat nykyisten toimintojen vaikutuspiirissä. Rikastushiekka-alue on Tiira-aineistojen perusteella merkittävä lintujen pesimä- ja levähdysalue. Alueen merkittävimmät osat sijoittuvat kuitenkin altaiden eteläosaan, johon ei kohdistu rakentamistoimia hankevaihtoehdoissa. Koska toiminnan luonne pysyy alueella samankaltaisena hankkeen myötä, ei elinympäristömuutosten arvioida heikentävän alueen arvoa linnuston pesimä- ja levähdysalueena hankkeen myötä merkittävästi.

Rakentamisen aikaisia vaikutuksia aiheutuu myös häiriövaikutuksista, joita rakentamisvaiheessa tehtävistä toimista syntyy, kuten liikenteestä ja koneellisesta rakentamistöistä. Häiriövaikutuksia arvioidaan muodostuvan eniten melusta sekä visuaalisista vaikutuksista. Tehdasalueen ympäristössä on nykytilassa ihmistoiminnan aiheuttamia häiriövaikutuksia, mutta rakentamisen myötä häiriö alueella lisääntyy tilapäisesti laajemmalla alueella rikastushiekka-altaiden ympäristössä vaihtoehdoissa VE1–3. Rakentamisen aikaiset häiriövaikutukset ovat luonteeltaan tilapäisiä, eikä niiden arvioida kestävän ajallisesti pitkään. Rakentamisesta syntyvän melun ei myöskään arvioida levittäytyvän erityisen laajalle alueelle (luku 8).

Purkuputkireittien rakentamisesta aiheutuu elinympäristömuutoksia metsäisille osuuksille puuston poistumisen vuoksi. Vaikutus kohdistuu reiteille PVE2a–c, jotka sijoittuvat luonnontilaiseen tai sen kaltaiseen ympäristöön nykytilassa. Vaihtoehto PVE1 valmiiksi olemassa olevana rakenteena ei aiheuta elinympäristömuutoksia. Elinympäristömuutokset voivat haitata metsäisten elinympäristöjen lajeja, mutta toisaalta avoimissa elinympäristöissä eläviä ja reunavaikutuksesta hyötyviä lajeja. Purkuputkireittien PVE2a–c alueelta ei selvityksissä tunnistettu linnustollisesti huomionarvoisia kohteita, vaan vaikutukset kohdistuvat ensisijaisesti tavanomaiseen lajistoon. Purkuputkireiteillä häiriövaikutuksia aiheutuu nauhamaisen rakenteen vuoksi laajalla alueella putkireitin varrella, mutta häiriö ei ole yhdellä paikalla erityisen pitkäkestoinen.

Reittivaihtoehdon PVE2c lähelle sijoittuu merikotkan ja sääksen käyttämä pesäpaikka. Sääksen ja merikotkan pesäpuun ympärille tulee jättää 50 metrin suojavyöhyke, jonka alueella ei harjoiteta mitään metsätaloustoimia, joihin puuston poisto ja rakentaminen rinnastuvat. Lisäksi pesän ympärille tulisi jättää 500 metrin suojavyöhyke, jonka alueella ei

Copyright © AFRY Finland Oy

harjoiteta metsätaloustoimia sääksen pesimäaikana 15.4.–31.7. ja merikotkan pesimäaikana 15.2.–31.7. Koska pesä sijoittuu alle 500 metrin etäisyydelle suunnitellusta putkireitistä, voisivat rakentamisesta syntyvät pesimäaikaiset häiriövaikutukset pahimmillaan aiheuttaa pesinnän epäonnistumisen ja pesän hylkäämisen.

16.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikaiset vaikutukset muodostuvat häiriövaikutuksista ja elinympäristömuutoksista. Hankkeen toiminnan aikaiset vaikutusmekanismit ovat pitkälti vastaavanlaisia kuin tehdasalueen nykytilassa aiheutuvat ympäristövaikutukset. Hankkeen myötä vaikutukset kohdistuvat hieman laajemmille alueille nykytilaan nähden, hankevaihtoehdosta riippuen.

Häiriövaikutukset muodostuvat melusta ja visuaalisista vaikutuksista. Näistä melun vaikutusten arvioidaan yltävän laajimmalle alueelle kaikissa hankkeen vaihtoehdoissa. Visuaalisten vaikutusten muodostumiseen vaikuttaa toiminnan luonteen lisäksi ympäristön peitteisyys. Häiriövaikutuksia voi muodostua laajemmalle alueelle etenkin vaihtoehdoissa VE2a ja VE3, joissa hankealueelle sijoittuu uusia toimintoja. Vaikutukset kohdistuvat lähinnä hankealueen pohjoispuolisille metsäalueille. Melusta aiheutuva välttely supistaa linnuille soveltuvia elinympäristöjä tehdasalueen läheisyydessä. Toisaalta tutkimusten mukaan suora visuaalinen häiriövaikutus pesäpaikalla voi olla linnuille melua merkittävämpi tekijä välttelyn aiheuttajana (Ruddock & Whitfield 2007). Toiminnan aikaiset meluvaikutukset kohdistuvat voimakkaimmin hankealueen rikastushiekka-altailla pesivään ja levähtävään lajistoon. Alue on kuitenkin nykytilassa niin voimakkaan ihmistoiminnan vaikutuksessa, ja käytännössä sen vuoksi linnustollisesti arvokkaaksi alueeksi muodostunut, ettei hankkeen toiminnan arvioida merkittävästi heikentävän alueen soveltuvuutta linnuston pesimä- ja levähdysalueena. Alueella pesivä ja levähtävä lajisto on siis tottunut ihmistoiminnasta aiheutuneeseen häiriöön, jota nykytilassa myös muodostuu. Purkuputkireittien alueella ei arvioida syntyvän häiriövaikutuksia käytännössä lainkaan, koska alueella ei toiminnan aikana ole tarpeellista liikkua tai tehdä koneellisia töitä.

Purkuputkireitin PVE1 purkuvesien osalta vedenlaadussa ei arvioida tapahtuvan merkittäviä muutoksia nykytilaan verrattuna (kts. kpl 10.4), joten hankkeen ei arvioida muuttavan Sysmäjärven tilaa siinä määrin, että linnustoon kohdistuisi heikentäviä vaikutuksia.

Purkuputkireittien PVE2a–c toiminnan aikaiset vaikutukset linnustoon arvioidaan vähäisiksi. Purkuveden sulfaatti-, metalli- ja arseenipitoisuuksien sekä muiden haitta-aineiden pitoisuusnousut painottuvat Viinijärven syvänteiden alusveteen ja talvikauteen, jolloin ranta-alueiden pitoisuusmuutokset jäävät mallinnuksen mukaan pieniksi. Metallien, fosforin ja typen pitoisuuslisäykset ovat niin vähäisiä, ettei niiden arvioida muuttavan ranta-alueiden eläinlajistoa (ks. luku 10.4 ja 12.3).

16.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päätyttyä alueelle sijoittuvat kasat peitetään ja muu infra puretaan ja niiden annetaan kasvittua. Osa alueista voidaan metsittää. Ympäristö muuttuu maisemoinnin ja siihen kasvavan kasvillisuuden myötä pikkuhiljaa uudenlaiseksi, luonnontilaisen kaltaiseksi ympäristöksi. Melua voi syntyä jossain määrin vielä sulkemistoimenpiteisiin liittyen, mutta melukuormitus sekä ihmistoiminnan aiheuttama visuaalinen häiriö vähenevät selvästi

Copyright © AFRY Finland Oy

toiminnan aikaisesta ja loppuvat vähitellen kokonaan. Avoimien alueiden umpeenkasvun myötä alueen merkitys avomaiden ja kosteikkojen linnuston kannalta heikkenee nykytilaan nähden.

Purkuputkireitin PVE1 osalta toiminnan päättymisen jälkeinen purkuvesien kuormituksen loppuminen aiheuttaa järven pH-tasapainon muuttumisen, koska hankkeen purkuvedet neutraloivat Sysmäjärveen muualta valuvaa, järven vesiä happamoittavaa kuormitusta. Vaikutuksia on käsitelty hankkeessa laaditussa Natura-arviossa (liite 16).

16.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Hankevaihtoehdossa VE0 tehdasalueen toiminta jatkuu lähes nykyisenkaltaisena eikä hankealueelle toiminnoille avata uusia alueita. Myös vesienhallinta säilyy nykyisenkaltaisena. Linnustoon ei kohdistu yllä kuvailtuja uusia vaikutuksia.

16.4 Yhteisvaikutukset

Hankkeella voi olla yhteisvaikutuksia Sysmäjärveen Outokummun kaupungin jokipohjan jätevedenpuhdistamon, Outokummun lakkautetun Keretin kaivoksen ja GTK koerikastamon kanssa. FinnCobalt Oy on hakenut 29.4.2024 päivätyllä ympäristölupahakemuksellaan muutosta Hautalammen kaivosta koskevaan lainvoimaiseen ympäristölupaan. Vuonoksen alueen ympäristössä on pääosin maa- ja metsätalousalueita. Lähin teollinen toimija on Pielisen Betoni Oy:n tehdas välittömästi rikastamon luoteispuolella. Toiminta alueella on alkanut 1970-luvulla.

Hankealueen vaikutuspiiriin ei sijoitu muita sellaisia hankkeita, joista muodostuisi uusia yhteisvaikutuksia linnustoon hankkeen kanssa.

Hankkeen purkuputkireitin PVE1 yhteisvaikutuksia Sysmäjärven kuormitukseen on arvioitu hankkeessa laaditussa Natura-arviossa (liite 16). Vaikutukset muodostuvat muiden toimijoiden järveä happamoittavasta yhteiskuormituksesta, jota Vuonoksen purkuvedet neutraloivat hankkeen nykytilassa. Hankkeen päättymisen tai purkuputkivaihtoehtojen PVE2a–c toteutuksen myötä hankkeen purkuvesiä ei enää ohjata Sysmäjärveen, jolloin mahdollisesti merkittävät happamoitumisen aiheuttamat vesistömuutokset voivat heikentää järven tilaa linnuston näkökulmasta.

16.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaikutusten merkittävyys muodostettiin Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi -oppaassa (Mäkelä, K. ja Salo, P. 2023) mukaisesti arvioimalla kohteen herkkyys ja muutoksen suuruus. Kohteen herkkyyden ja muutoksen suuruuden määrittelyssä käytettiin soveltaen apuna Ikäheimon (2015) ohjeistusta.

Hankealueen **herkkyydeksi määriteltiin kohtalainen**. Alue on MAALI-alue, jossa on havaittu suuri määrä uhanalaisia lajeja sekä pesivänä, että muutolla levähtävänä. Alueen linnustollista arvoa arvioitaessa tulee tosin huomioida, että alue on kehittynyt merkittäväksi lintualueeksi nimenomaan tehdastoiminnan johdosta.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vaihtoehdossa VE0 linnustoon **ei kohdistu uusia vaikutuksia**. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2b rikastushiekka-allas rakennetaan olemassa olevalle tehdasalueelle. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 rikastushiekka-allas rakennetaan uudelle alueelle, jonka luonnontila tulee muuttumaan. Täten elinympäristömuutokset arvioidaan hieman suuremmiksi vaihtoehdoissa VE2a ja VE3, mutta ei siinä määrin, että vaikutuksilla olisi käytännössä olennaista eroa muihin hankevaihtoehtoihin nähden. Nykyisen rikastushiekka-altaiden ympäristöön kohdistuu muutoksia sekä häiriövaikutuksia kaikissa hankevaihtoehdoissa. Pesimä- ja muuttolinnuston osalta kokonaisvaikutukset arvioidaan **kohtalaiseksi kielteiseksi** (kohtalainen herkkyys, kohtalainen muutos) kaikissa hankevaihtoehdoissa. Alue on nykyisellään tehdastoiminnan piirissä, eikä hankkeen myötä alueen ympäristöjen arvioida muuttuvan siinä määrin, että hankkeella olisi merkittävästi heikentäviä vaikutuksia linnuston pesimä- ja levähdysalueena.

Reittivaihtoehdon PVE1 osalta **herkkyydeksi määriteltiin suuri.** Sysmäjärven alue on Natura-alue, sekä merkittävä lintukosteikko, joka on kärsinyt rehevöitymisestä ja happikadosta. Lisäksi alueen pH ja metallipitoisuudet ovat muuttuneet. Hankkeen toiminnan aikana reittivaihtoehdossa PVE1 ei arvioida muodostuvan vaikutuksia Sysmäjärven linnustoon, koska Sysmäjärven vedenlaadussa tai vesieliöstössä ei arvioida tapahtuvan juuri lainkaan muutoksia nykytilaan verrattuna (kts. kpl 10.4, kpl 12.3).

Reittivaihtoehtojen PVE2a–b osalta **herkkyydeksi määriteltiin vähäinen**. Reittien varrelle ei sijoitu linnustollisesti huomionarvoisia kohteita. Rakentamisen aikaisista elinympäristömenetyksistä ja häiriöstä aiheutuvat **vaikutukset arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi.**

Reittivaihtoehdon PVE2c osalta **herkkyys arvioidaan suureksi**, koska reitin läheisyyteen sijoittuu merikotkan ja sääksen säännöllisesti käyttämä pesäpuu. Purkuputken rakentaminen voi aiheuttaa häiriötä pesäpaikalle, jolla voi olla heikentäviä vaikutuksia reviiriin ja sen poikastuottoon, vaikkakin häiriötä muodostuu vain melko lyhyen aikaa rakentamisen aikana. Vaikutukset arvioidaan kokonaisuudessaan **suureksi kielteiseksi** (suuri herkkyys, kohtalainen muutos).

Alla olevaan taulukkoon (Taulukko 16-2Taulukko 16-2. Linnustoon kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.) on koottu hankkeeseen liittyvän rikastushiekka-altaan (VE1–VE3) ja purkuputkien toteutusvaihtoehtojen (PVE1, PVE2a–c) arvioidut vaikutukset linnustoon verrattuna nykytilanteeseen ja hankkeen toteuttamatta jättämiseen (VE0).

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 16-2. Linnustoon kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen		Muutoksen suuruus					Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen					VE0				
	Kohtalainen			VE1 VE2a VE2b VE3	PVE2a PVE2b					
	Suuri			PVE2c		PVE1				
	Erittäin suuri									

16.6 Arvioinnin epävarmuudet

Käytössä oleviin ympäristötietoihin ja vaikutusten arviointiin liittyy aina oletuksia ja yleistyksiä. Tiedon puutteet voivat aiheuttaa epävarmuutta ja epätarkkuutta arviointityössä. Maastoselvitysalueet on pääsääntöisesti tutkittu kattavasti, mutta kaikkia alueella mahdollisesti esiintyviä uhanalaisia lajeja ei ole välttämättä havaittu, mikä voidaan lukea epävarmuudeksi arviointiin. Pesimälinnuston ja muuttolinnuston vuosittaisen vaihtelun voi laskea myös epävarmuudeksi, vaikka hankkeeseen tilattu Tiira-aineisto kattaa laajan jakson, jolloin havainnointia on rikastushiekka-altaiden alueella tehty.

Tehdyt linnustoselvitykset ja hankkeessa käytetyt aineistot ovat kokonaisuudessaan kattavia, joten niiden avulla saatua kokonaiskuvaa alueen lajistosta ja sen merkityksestä voidaan pitää riittävänä hankkeen vaikutusten arvioimiseksi. Vaikutusarviointi on tehty varovaisuusperiaatteen mukaisesti, millä pyritään varmistamaan se, ettei vaikutuksia aliarvioida.

16.7 Vaikutusten lieventäminen

Pesimälinnustoon kohdistuvia haitallisia vaikutuksia voidaan lieventää erityisesti rakentamisen aikaan ajoittamalla rakennus- ja raivaustyöt lintujen lisääntymiskauden (huhti-heinäkuu) ulkopuoliseen ajankohtaan. Erityisen herkkää aikaa lintujen pesinnöille on touko-kesäkuu. Purkuputkireitillä PVE2c olevaan merikotkan ja sääkseen pesään kohdistuvat vaikutukset voidaan vähentää kokonaan valitsemalla jokin vaihtoehtoisista purkuputkireiteistä. Muuttolinnuston osalta rikastushiekka-altaan rakentamistoimien ajoittaminen muuttokausien (maalis-toukokuu ja elo-lokakuu) ulkopuolelle vähentää muuttolinnustoon kohdistuvia vaikutuksia.

Copyright © AFRY Finland Oy

17 MUU ELÄIMISTÖ



17 MUU ELÄIMISTÖ

YHTEENVETO

- Alueella on selvitetty luontodirektiivin liitteen IV (a) lajien esiintymistä saukon, liito-oravan, viitasammakon, sudenkorentojen ja kirjoverkkoperhosen osalta vuosina 2025 ja 2026. Alueella ei esiinny tehtyjen selvitysten perusteella saukon, lampi- ja kirjojokikorennon tai kirjoverkkoperhosen elinpiirejä.
- Rikastushiekka-altaan VE3 ja VE2a alueella ei havaittu liitteen IV (a) lajeja tai niille soveltuvia elinympäristöjä.
- Purkuvesiputkien PVE2b ja PVE2c ranta-alueilla havaittiin viitasammakoiden lisääntymisalue. PVE1 rantautumispaikalla Sysmäjärven alueella esiintyy lajille runsaasti potentiaalisia elinympäristöjä. PVE2b reitin läheisyydessä havaittiin liito-oravan lisääntymis- ja levähdyspaikka.
- Hankkeen merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat viitasammakkoon, jonka lisääntymis- ja levähdyspaikkoihin kohdistuu suuria vaikutuksia purkuputkien PVE2b ja PVE2c rantautumispaikoilla. Muihin liitteen IV(a) lajeihin kohdistuu korkeintaan vähäisiä vaikutuksia.
- Alueen lajisto on pääpiirteissään tyypillistä metsätalousvaltaiselle alueelle. Muulle alueella esiintyvälle eläimistölle hankkeesta arvioidaan kohdistuvan vähäisiä kielteisiä vaikutuksia.
- Eniten kielteisiä vaikutuksia arvioidaan syntyvän purkuputkivaihtoehdossa PVE2b ja PVE2c (kohtalainen), ja vähiten vaihtoehdossa PVE2a (vähäinen). PVE1 osalta vaikutukset eivät eroa merkittävästi nykytilanteeseen verrattuna.

17.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Eläimistöön kohdistuu suoria vaikutuksia elinympäristöjen pinta-alan menetyksenä rikastushiekka-altaan VE2a ja VE3 sekä purkuputkien PVE2a–c rakennuspaikoilla sekä niiden lähiympäristössä. Vaikutuksia voi myös aiheutua rakentamisen aikaisesta melusta, häiriöstä, pölystä sekä elinympäristöjen pirstoutumisesta. Elinympäristöjen pirstoutumisella voi lisäksi olla välillisiä ja toissijaisia vaikutuksia ekologisiin yhteyksiin eri elinympäristöjen sekä lajien elinkiertoon liittyvien alueiden välillä. Eläinten käyttämiin vesielinympäristöihin voi myös kohdistua rehevöittäviä ja samentavia vaikutuksia, mikäli kiintoainepäästöjen määrä väliaikaisesti kasvaa rakentamisen aikana tai pölyämisestä johtuen.

Hankealueen (rikastushiekka-allas ja purkuputket) vaikutusten arviointi on tehty olemassa olevan tiedon sekä hankkeeseen vuosina 2025–2026 tehtyjen maastoselvitysten pohjalta (liitteet 7 ja 8). Maastoselvityskohteiden valinta tehtiin kartta- ja ilmakuvatarkastelun avulla. Apuna käytettiin olemassa olevia avoimia lajitietoaineistoja suojeltavista ja uhanalaisista lajeista (Suomen Lajitietokeskus 2026).

Vaikutusten arvioinnissa keskityttiin suojelullisesti arvokkaaseen ja EU:n luontodirektiivin liitteen IV (a) lajistoon. Hankkeeseen tehdyt maastoselvitykset on kuvattu seuraavissa luvuissa. Kaikkien hankealueelle tehtyjen luontoselvitysten yhteydessä kiinnitettiin huomiota

Copyright © AFRY Finland Oy

mahdollisiin luontodirektiivin liitteen IV (a) lajien elinympäristöihin. Suurpetojen ja riistaeläinten esiintymisestä kerättiin tietoja olemassa olevasta aineistosta.

Vaikutusten arvioinnissa hyödynnetiin myös kasvillisuus- ja luontotyyppi- sekä linnustoselvitysten yhteydessä kerättyä tietoa hankealueen elinympäristöistä. Vaikutusarviointi on toteutettu asiantuntija-arviointina olemassa olevien ohjeiden mukaisesti (Mäkelä & Salo 2024).

Arviointityössä on hyödynnetty muista vastaavista hankkeista kertyneitä kokemuksia. Kaikissa luontoselvityksissä käytetyt kartoitusmenetelmät, olosuhteet ja kartoitusajankohdat, sekä tulokset on raportoitu yksityiskohtaisemmin YVA-selostuksen liitteenä olevissa luontoselvityksissä (Liitteet 7 & 8).

17.1.1 Liito-oravaselvitys

Liito-oravaselvityksessä kartoitettiin toukokuussa 2025 (AFRY Finland Oy 2025b) liito-oravan elinpiirien sijaintia ja reviirien välisiä kulkuyhteyksiä etsimällä liito-oravan papanoita mahdollisten pesimä-, oleskelu- ja ruokailupuiden alta liito-oravaselvitysohjeiden mukaisesti (Nieminen & Ahola 2017; Sulkava 2024). Kartoitus kattoi kaikki alueen varttuneet kuusikot ja haavikot rikastushiekka-altaan laajennuksen (VE2a ja VE3) sekä purkuputkireittien PVE2a–PVE2c hankealueilla. Maastossa kiinnitettiin huomiota erityisesti suurikokoisiin kuusiin ja haapoihin. Lisäksi kartoitettiin liito-oravan pesäpaikoiksi sopivat kolopuut, risupesät ja pöntöt sekä havainnoitiin metsän rakennetta ja soveltuvuutta liito-oravalle kiinnittäen huomiota myös mahdollisiin lajille sopiviin kulkuyhteyksiin. Selvityksiin käytettiin yhteensä kaksi maastotyöpäivää (19.–20.5.2025). Varsinaisen liito-oravakartoituksen lisäksi papanoita ja sopivia pesäpaikkoja havainnoitiin sopivista ympäristöistä myös muiden selvitysten yhteydessä.

17.1.2 Viitasammakkoselvitys

Viitasammakoiden esiintymistä selvitettiin keväällä 2025 purkuputkireittien PVE2a–PVE2c rantautumispaikkojen alueella (AFRY Finland Oy 2025b). Selvityksiä täydennettiin keväällä 2026 purkuputken PVE1 rantautumispaikalla Sysmäjärvellä sekä PVE2c reitin rantautumispaikalle Korpilahdelle tehtiin toinen tarkistuskäynti (AFRY Finland Oy 2026b). Viitasammakoiden selvityskohteet valittiin alueen lähtötietoihin sekä kartta- että ilmakuvatarkasteluun perustuen. Rikastushiekka-altaan laajennuksen (VE2a ja VE3) alueella tai purkuputkireittien PVE1 ja PVE2a–PVE2c varrella tai niiden välittömässä läheisyydessä ei esiinny viitasammakolle elinympäristöksi soveltuvia lampia, pieniä järviä tai kosteikkoalueita. Lajille potentiaaliset järvien rantakosteikot ja -luhdat kierrettiin kattavasti läpi ilta-aikaan kuuntelemassa lajille tyypillistä soidinääntelyä. Samalla kiinnitettiin huomiota läheisiin muihin lajille potentiaalisiin elinympäristöihin, kuten lampareisiin ja ojiin. Maastopäiviä oli yhteensä kaksi (19.5.2025 ja 3.5.2026), mutta lajiin kiinnitettiin huomiota myös muiden selvitysten yhteydessä.

17.1.3 Saukkoselvitys

Saukon esiintymistä purkuputkien PVE2a–PVE2c reiteillä selvitettiin lumijälkiselvityksellä talvella 2025, jolla selvitettiin saukkojen esiintymistä ja lisääntymispaikan ekologisen

Copyright © AFRY Finland Oy

toimivuuden kannalta kriittisten alueiden eli elinalueiden ja lajin käyttämien kulkuyhteyksien sijaintia. Menetelmän on todettu olevan luotettava, ja se soveltuu laajoille kartoitusalueille (Sulkava 2017; Sulkava 2007; Sulkava & Liukko 2007). Saukkoselvityksen lähtötietoina käytettiin purkuputkireittien aiempia saukkohavaintoja, jotka tilattiin Suomen Lajitietokeskuksen (2026) ylläpitämästä Laji.fi -tietojärjestelmästä. Maastoselvityspäiviä oli yhteensä kaksi (18.–19.3.2025).

17.1.4 Sudenkorentoselvitys

Vuonna 2026 laadittu selvitys keskittyi EU:n luontodirektiivin liitteissä IV (a) mainittuihin sudenkorentolajeihin, joista alueella voi esiintyä lummelampi- tai kirjojokikorentoa. Maastoselvitykset laadittiin putkivaihtoehtojen PVE2a–PVE2c reittien Vuonosjoen sekä Viinijärven rantautumispaikkojen alueille sekä PVE1 reitillä Sysmäjärven ranta-alueelle. Maastopäiviä oli yhteensä kolme. Lampikorentoselvitykseen käytettiin kaksi maastopäivää (14.–15.7.2026). Kirjojokikorentoselvityksessä maastopäiviä oli yksi (16.7.2026).

Selvitykset toteutettiin inventointiohjeistuksen mukaisesti (Nieminen & Ahola 2017). Lajien esiintymistä selvitettiin kävelemällä hitaasti kohdevesistöjen rantaviiva läpi ja määrittämällä kiikaria apuna käyttäen havaitut sudenkorennot, joilla on taipumus oleskella elinympäristönsä kasveilla tai kivillä. Läheltä lentäneet yksilöt pyydettiin hetkellisesti haavilla tunnistusta varten.

17.1.5 Kirjoverkkoperhosselvitys

Kirjoverkkoperhosten esiintymistä selvitettiin etsimällä lajin toukkien suojakseen tekemiä seittipesiä maitikkakasvustoista. Maastopäiviä oli yhteensä kolme (26.–28.8.2026). Selvityksessä havaitut merkittävät yhtenäiset maitikkakasvustot ja seittimuodostelmat kirjataan ylös GPS-laitteella. Seittien- ja lajihavaintojen sekä potentiaalisten lisääntymispaikkojen perusteella laaditaan lisääntymisalueen rajaus.

17.2 Nykytila

17.2.1 EU:n luontodirektiivin liitteen (a) lajit

EU:n luontodirektiivin liitteen IV (a) mukaiset lajit ovat ns. tiukan suojelujärjestelmän lajeja, joiden lisääntymis- ja levähdyspaikkojen heikentäminen ja hävittäminen on Suomen luonnonsuojelulain 75 §:n nojalla kielletty. Luontodirektiivin liitteen IV (a) eläinlajeista rikastushiekka-altaan vaihtoehtojen VE2a ja VE3 sekä putkireittien PVE1 ja PVE2a–c voi levinneisyystietojen mukaan esiintyä kaikkia suurpetoja (ilves, karhu ja susi), saukko, liito-orava, koivuhiiri, lepakoita (lähinnä pohjanlepakko), viitasammakko sekä neljää lajia sudenkorentoja (Suomen ympäristökeskus 2020a). Lisäksi alueella esiintyy luontodirektiivin liitteen II lajeista ahmaa ja metsäpeuraa.

17.2.1.1 Lepakot

Kaikki Suomessa esiintyvät 13 lepakkolajia ovat luonnonsuojelulain 68 §:n mukaan rauhoitettuja (LsL 9/2023). Hankealueelle ei tehty YVA-menettelyn yhteydessä lepakkoselvitystä, koska rikastushiekka-altaan laajennusosan (VE2a ja VE3) tai purkuputkireittien PVE2a–c rakentamisesta ei arvioida kohdistuvan lepakoille sellaisia

Copyright © AFRY Finland Oy

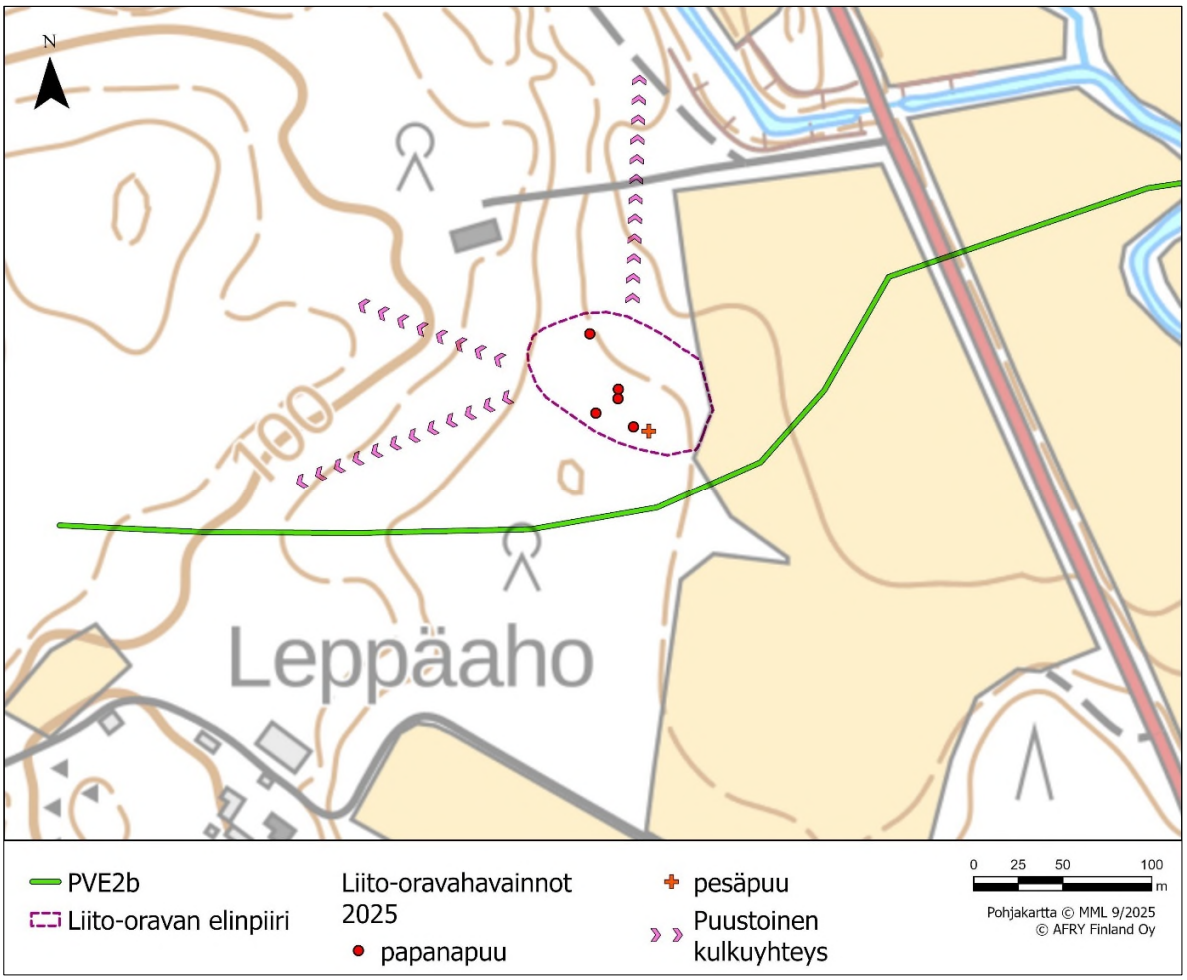
vaikutuksia, jotka voisivat heikentää lepakoiden populaatioita tai lisääntymis- ja levähdysalueita. Hankealueelta ei ole aiempia havaintoja lepakoista (Suomen Lajitietokeskus 2026). On kuitenkin todennäköistä, että hankealueella alueella voi liikkua yksittäisiä lepakkoyksilöitä, joista todennäköisin on pohjanlepakko, jota esiintyy lähes kaikkialla Suomessa. Myös viiksi- tai vesisiippoja voi esiintyä alueella. Hankealueen ulkopuolella sijaitsee rakennuksia, joita lepakot voivat hyödyntää päiväpiiloinaan tai talvehtimiseen.

17.2.1.2 Liito-orava

Liito-oravan papanoita havaittiin kevään 2025 selvityksessä ainoastaan purkuputkireitin PVE2b varrella Leppäahossa (AFRY Finland Oy 2025b), joka rajattiin liito-oravan elinpiirinä. PVE2b reitti sijoittuu noin 35 metrin etäisyydellä lähimmästä papanapuusta ja noin 20 metrin päässä elinpiirin rajauksesta (Kuva 17-1).

Liito-oravalle soveltuvaa elinympäristöä havaittiin lisäksi Korpilahden rantametsässä PVE2c reitin loppuosassa, mutta alueella ei havaittu papanoita. Alueella voi esiintyä liito-oravia, mikäli alueelle säilyy puustoinen kulkuyhteys. Muilla PVE2a–PVE2c reittien selvitysalueilla ei havaittu liito-oravan papanoita tai lajille soveltuvia elinympäristöjä. Rikastushiekka-altaan laajennusosan (VE2a ja VE3) ja purkuputkireittien metsät olivat rakenteelta pääosin joko liian yksipuoleisia ja nuoria talousmetsiä tai kuivahkoja mäntykankaita sekä -turvemuuttumia, jotka eivät sovellu liito-oravalle elinympäristöiksi. Hankealueelta tai sen läheisyydestä ei ole tiedossa aiempia havaintoja lajista (Suomen Lajitietokeskus 2026).

Copyright © AFRY Finland Oy

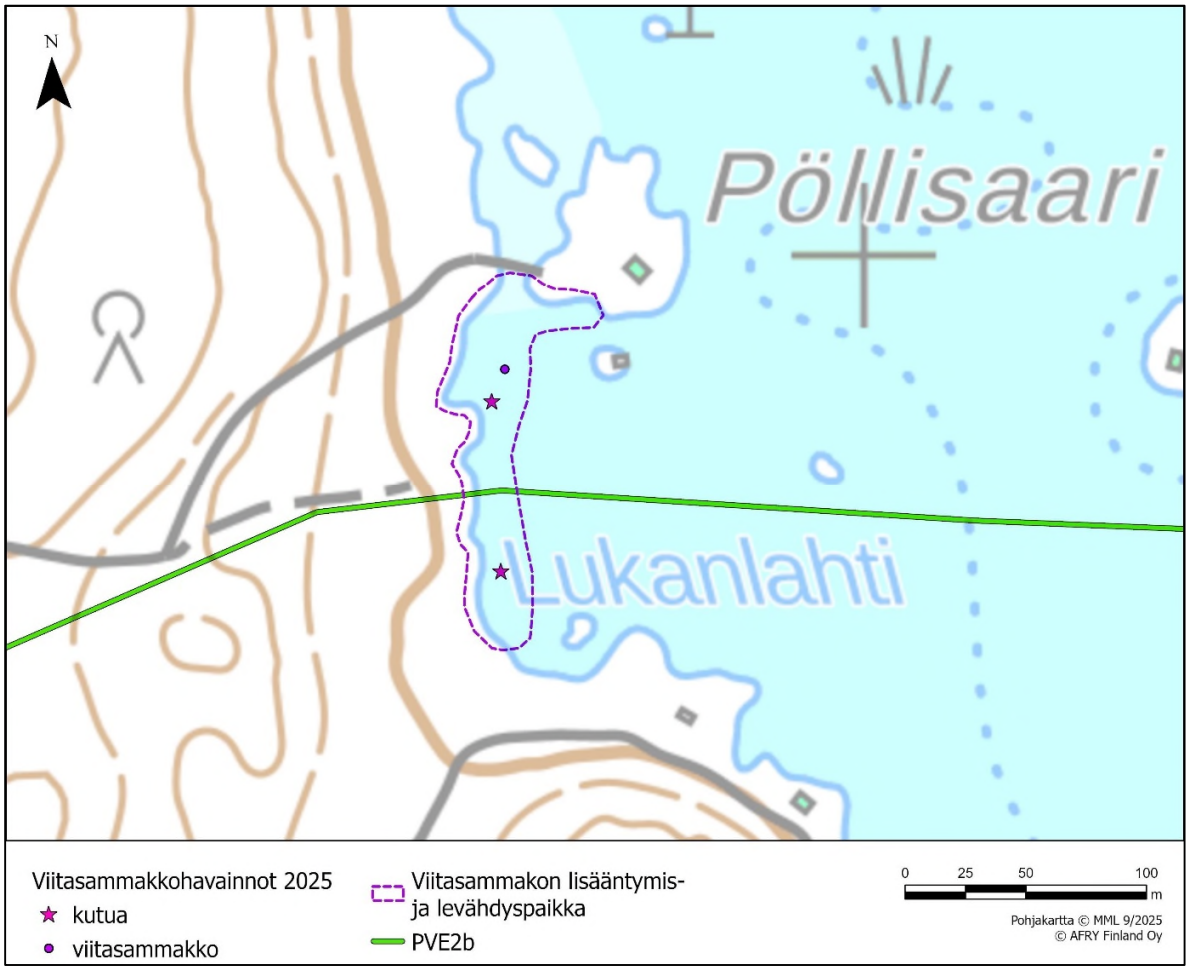


Kuva 17-1. Leppäahon liito-oravan elinpiiri purkuputkireitin PVE2b varrella. Kartalla on esitetty alueella keväällä 2025 havaitut papana- ja pesäpuut sekä puustoiset kulkuyhteydet.

17.2.1.3 Viitasammakko

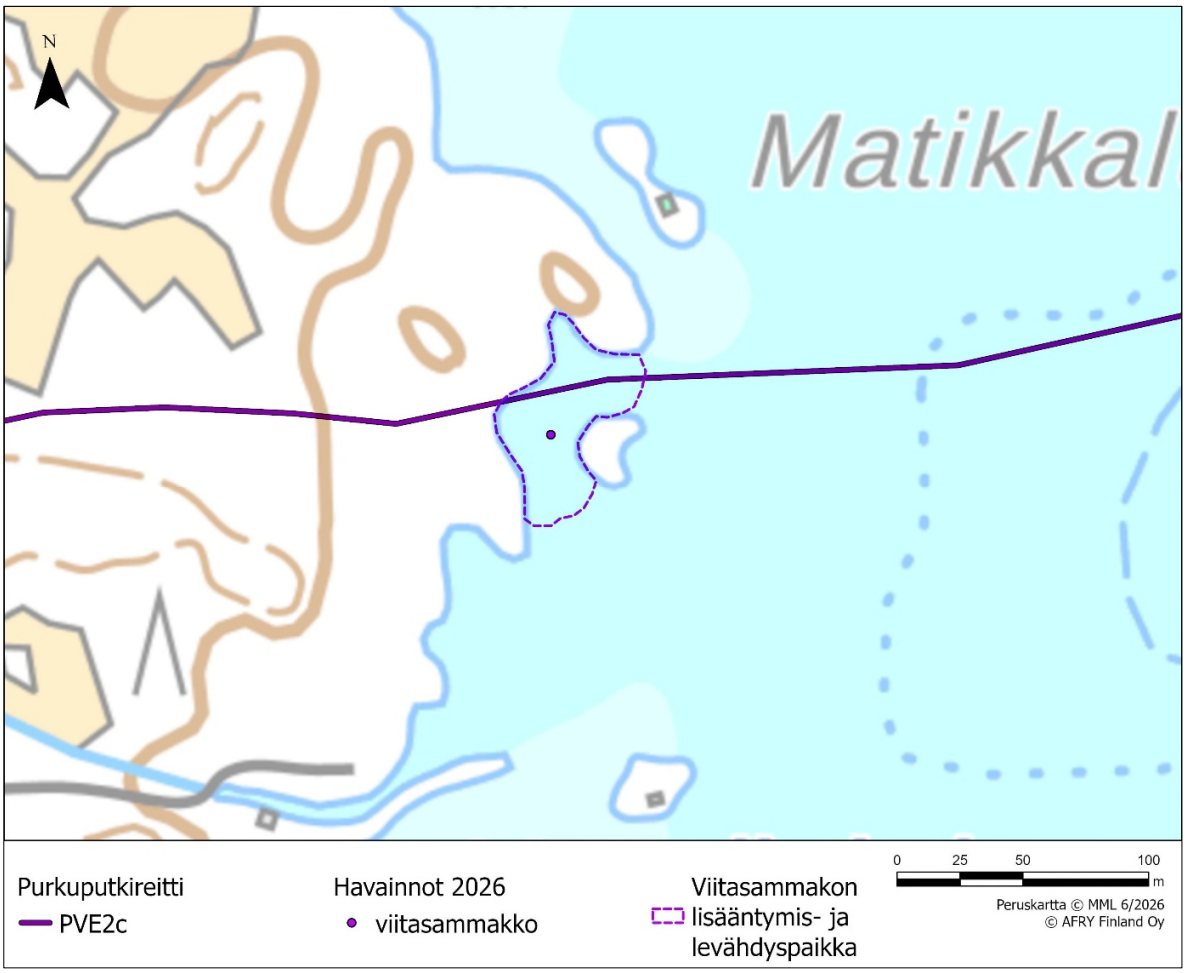
Soidintavia viitasammakoita havaittiin kevään 2025 selvityksessä purkuputkireittivaihtoehdolla PVE2b Lukanlahden rehevällä ranta-alueella ja kevään 2026 selvityksessä PVE2c Korpilahden rehevällä rantaluhdalla (AFRY Finland Oy 2025b & 2026b) (Kuva 17-2, Kuva 17-3). Purkuputkireitin PVE1 rantautumispaikalla Sysmäjärvellä ei havaittu merkkejä viitasammakoista tai niiden kudusta, mutta rantautumispaikasta noin 185 metrin päässä lintutornin alueella oli äänessä selvitysaikana arviolta noin kolme viitasammakkoa (Kuva 17-4). PVE1 rantautumisalueella Sysmäjärvellä esiintyy kuitenkin runsaasti ja laaja-alaisesti viitasammakolle soveltuvaa suojaisaa matalaa ranta- ja saraluhtaa sekä ruovikkoa, minkä lisäksi laji on mainittu Sysmäjärven (FI0700001) Natura-alueen tietolomakkeella alueelle tärkeänä lajina (Natura-tietolomake 2018). PVE2a rantautumispaikan, Raatelahden alueen, rannat ovat todennäköisesti lajille mahdollisesti liian karuja ja suojattomia. Aiemmin tehdyt havainnot viitasammakoista sijoittuvat lähimmillään Viinijärven pohjoisosaan yli kuuden kilometrin etäisyydelle hankealueesta (Suomen Lajitietokeskus 2026).

Copyright © AFRY Finland Oy



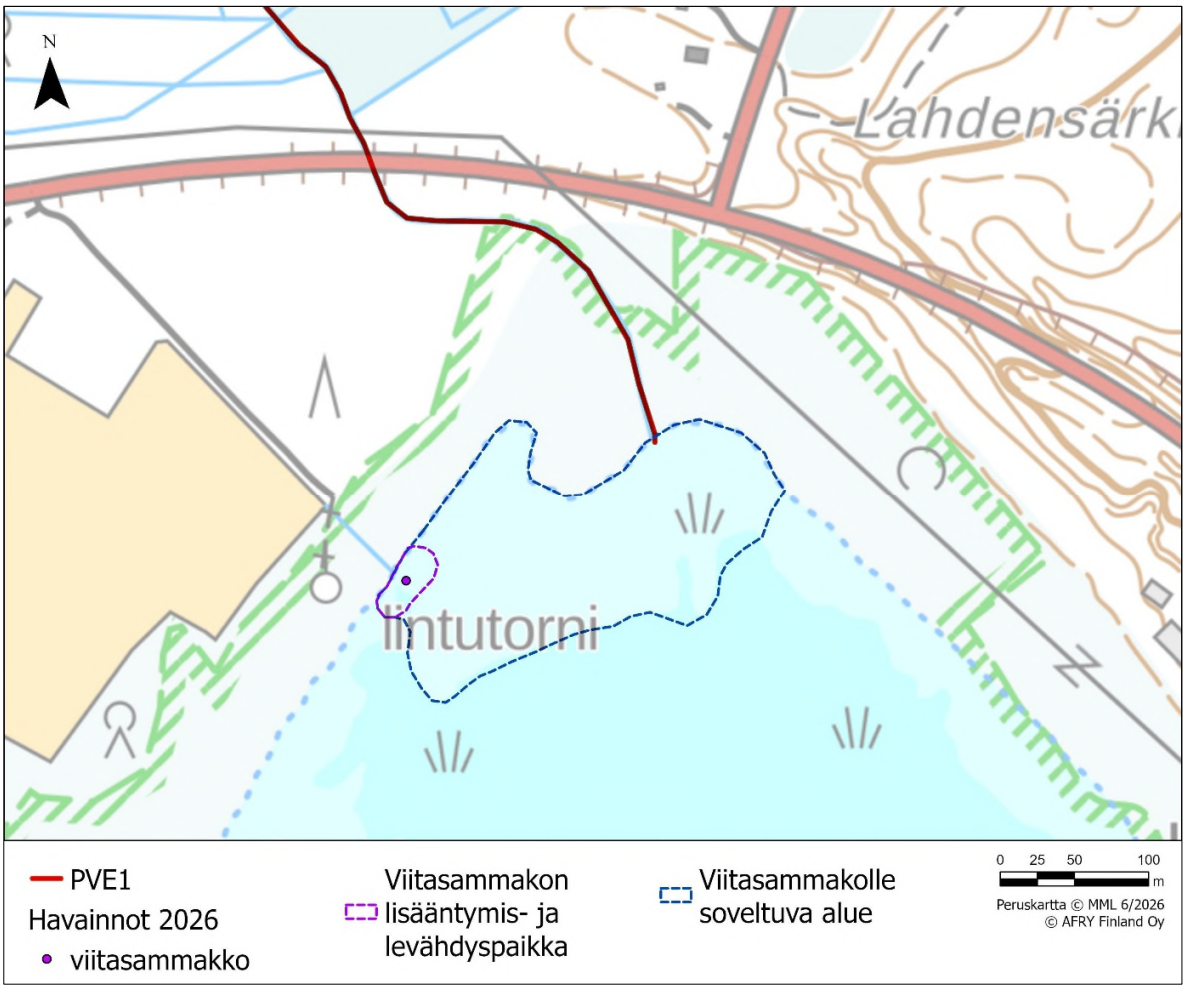
Kuva 17-2. Viitasammakon lisääntymis- ja levähdyspaikan rajaus sekä vuonna 2025 tehdyt viitasammakkohavainnot PVE2b reitin Lukanlahdella.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 17-3. Purkuputken PV2c rantautumispaikka Korpilahdella, viitasammakon lisääntymis- ja levähdyspaikan rajaus sekä vuonna 2026 tehdyt viitasammakkohavainnot.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 17-4. Purkuputken PVE1 rantautumispaikka, viitasammakon lisääntymis- ja levähdyspaikan sekä lajille potentiaalisen elinalueen rajaus ja vuonna 2026 tehdyt viitasammakkohavainnot Sysmäjärvellä.

17.2.1.4 Saukko

Vuoden 2025 maastoselvityksissä reittivaihtoehtojen PVE2a–c varrelta ei havaittu merkkejä saukoista, kuten lumijälkiä, ulostetta tai lumiluolia (AFRY Finland Oy 2025b). Lähin vuonna 2023 tehty saukkohavainto sijoittuu noin 2,1 km etäisyydelle Vuonoksen teollisuusalueen pohjoispuolelle ja 3,8 km etäisyydelle putkireiteistä (Suomen Lajitietokeskus 2026). Selvitysalueen uomat ovat pääosin saukolle heikosti soveltuvia, ja rantojen tai Vuonosjoen varrella ei havaittu lajille elinpaikoiksi sopivia sulapaikkoja. Selvityksen perusteella hankealue ei ole aktiivisesti saukon käytössä, eikä sisällä lajin lisääntymis- tai lisääntymispaikkoja. On mahdollista, että saukkoja voi liikkua ajoittain Vuonosjoen uomassa ja Viinijärven rannoilla, mikäli talviaikaiset olosuhteet muodostavat alueille sulapaikkoja. Laji voi myös hyödyntää Vuonosjokea kulkuyhteytenä alueelta toisella, mutta selvitysalueet eivät kuulu lajin aktiivisessa käytössä olevaan reviiriin.

Copyright © AFRY Finland Oy

17.2.1.5 Suurpedot

Hankealueelta ja sen läheisyydestä on viimeisen kahden kuukauden ajalta (tietokantaote 8/2026) havaintoja karhuista ja ilveksistä (Luke 2026b). Havainnot ovat 10 x 10 km ruuduilla, jolloin lajien tarkat sijainnit eivät ole tiedossa, mutta hankealueella voi ajoittain esiintyä em. lajeja. Alueet ovat todennäköisesti vain osa suurpetojen reviiriä ja niiden kulkuyhteyksiä.

17.2.1.6 Sudenkorennot

Vuoden 2026 sudenkorentoselvityksissä reittivaihtoehtojen PVE1 ja PVE2a–c varrelta ei havaittu merkkejä kirjojoki- tai lummelampikorennoista (AFRY Finland Oy 2026b). Hankealueelta ei ole aiempia havaintoja luontodirektiivin liitteen IV (a) sudenkorentolajeista (Suomen Lajitietokeskus 2026). Lummelampikorennolle mahdollisesti soveltuvia elinympäristöjä sijaitsee PVE1-reitillä Sysmäjärven alueella ja PVE2a ranta-alueella Raatelahdella.

17.2.1.7 Kirjoverkkoperhonen

Vuoden 2026 selvityksessä ei havaittu kirjoverkkoperhosen toukkien seittipesiä reittivaihtoehtojen PVE1 ja PVE2a–c tai kuivatusaltaan VE2a / rikastushiekka-altaan vaihtoehdon VE3 hankealueella. Myöskään aikuisia kirjoverkkoperhosia ei havaittu muiden selvitysten yhteydessä. Kangas- ja metsämaitikoita esiintyi paikoittain selvitysalueilla, mutta pääosin selvitysalueet olivat joko liian kuivia kangasmetsiä tai liian reheviä ja umpeenkasvaneita lajille eikä alueella havaittu merkittäviä yhtenäisiä maitikkakasvustoja. Kirjoverkkoperhosen esiintymiselle mahdollinen maitikkaa melko runsaasti kasvava alue sijaitsi PVE2b-reitin Leppäahon selvitysalueella.

17.2.1.8 Muut lajit

Rikastushiekka-altaan ja putkireittien hankealueiden nisäkäslajisto koostuu maastoselvitysten ja alueen lähtötietojen mukaan pääosin metsätalousvaltaisille alueille tyypillisestä nisäkäslajistosta (metsäjänis, orava, hirvi, kettu, pikkunisäkkäät), jotka viihtyvät myös jossain määrin myös ihmisvaikutteisissa ympäristöissä. Alueella voi liikkua myös vanhoja metsiä ja häiriöttömiä alueita suosivia lajeja kuten näätiä. Metsien vaihtelevan ikärakenteen, taimikoiden ja peltoaukeiden takia alue on hirvelle ja kauriille sopivaa elinympäristöä. Suurpedoista alueella on havaittu susia viimeisen kahden kuukauden aikana (tietokantaote 8/2026, Luke 2026c). Hankealue sijaitsee lisäksi lähes kokonaan Halivaaran perhelauman reviirialueella (Luke 2026c), joten on mahdollista, että susia liikkuu alueella. Reviirialueissa on luontaisesti vaihtelua vuosien välillä riippuen ihmistoiminnan aiheuttamasta paineesta, saaliseläinten liikkumisesta ja yleisestä ravinnon saatavuudesta (Karlsson ym. 2007).

17.3 Vaikutusten arviointi

17.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisen aikaiset vaikutukset eläimistöön muodostuvat häiriövaikutuksesta sekä elinympäristöjen muutoksista alueilla, joille uusia toimintoja suunnitellaan (VE2a, VE3 ja PVE2a–c). Mahdollisen uuden rikastushiekka-altaan (VE2a ja VE3) rakentamisen myötä

Copyright © AFRY Finland Oy

alueen luonnonympäristö muuttuu pysyvästi. Uusien purkuputkien (PVE2a–c) alueella tapahtuu myös elinympäristön menetyksiä ja muutoksia, mutta osa vaikutuksista on palautuvia. Elinympäristöjen muutoksen vaikutuksen merkittävyys riippuu siitä, onko kyseessä lajin lisääntymis- tai levähdyspaikka vai reviirin muu osa. Lisääntymispaikkoja heikentäviä tai hävittäviä toimia voivat olla mm. rakentaminen, metsätaloustoimenpiteet ja maankäytön muutokset, jotka tuhoavat tai muuttavat synnytyspesän pesäalueen ja sen välittömän lähiympäristön.

Lisäksi hankkeen toimintojen laajenemisen myötä syntyvä melu ja siitä aiheutuva häiriö laajenee teollisuusalueen ulkopuolelle laajemmalle alueelle. Myös lisääntyvä liikenne alueella lisää eläimiin kohdistuvaa liikennekuolemien riskiä mahdollisten ajoneuvoihin törmäämisten kautta. Hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 teollisuusalueen sisällä voi aiheutua liikennemäärien kasvua ja melua lähinnä rakentamisvaiheessa rikastushiekka-alueen pohjien ja patojen sekä uusien vesienhallintarakenteiden rakentamisen aikaisista maanrakennustöistä. Myös purkuputkivaihtoehtojen PVE2a–c rakentaminen voi lisätä liikennemääriä ja kaivutöistä aiheutuu melua, kun purkuputkia kaivetaan maahan.

Lepakot

Lepakoiden osalta puuston raivaaminen vähentää potentiaalisia pesimispaikkoja ja päiväpiiloja, kuten kolopuita ja kaarnan rakoja. Hankealueella ei juuri ole ihmisen tekemiä rakenteita tai muita kohteita, joissa todennäköisesti sijaitsisi suuria lepakoiden lisääntymisyhdyskuntia. Suunnitelluilla rakentamisalueilla (VE2a, VE3, PVE2a–c) ei sijaitse louhikoita, luolia tai muita lepakoiden talvehtimiseen soveltuvia paikkoja, eikä pesimiseen soveltuvia rakennuksia. Pohjanlepakot saalistavat usein metsänreunassa, joten purkuputkireittien raivaaminen saattaa paikallisesti lisätä tälle lajille soveltuvia ruokailualueita.

Kokonaisuudessaan lepakoihin kohdistuvien vaikutusten haitallisten vaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä.

Liito-orava

Liito-oravalle merkittävimmät rakentamisen aikaiset vaikutukset aiheutuvat puuston poistosta, joka voi hävittää tai kaventaa lajin elinpiirejä sekä heikentää puustoisia kulkuyhteyksiä. Vuoden 2026 selvityksessä hankealueella havaittiin yksi liito-oravan elinpiiri purkuputkireitin PVE2b varrella Leppäahossa. PVE2b reitti sijoittuu noin 35 metrin etäisyydellä lähimmästä papanapuusta ja noin 20 metrin päähän elinpiirin rajauksesta. Rakentamisalueen leveys on noin 26 metriä, jolloin elinpiiri kaventuu hieman. Rakentamisesta aiheutuu myös häiriötä ja melua alueelle. Putkireitti ei hävitä liito-oravan lisääntymis- ja levähdyspaikkaa tai heikennä merkittävästi lajin kulkuyhteyksiä alueella.

Liito-oravaan kohdistuvat haitalliset vaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

Viitasammakko

Viitasammakoihin kohdistuu suoria rakentamisen aikaisia vaikutuksia purkuputkien PVE2b ja PVE2c rantautumisalueilla Lukanlahdella ja Korpilahdella, joissa sijaitsee lajin lisääntymis- ja levähdyspaikkoja. Rakentaminen hävittää ranta-alueelta osittain lajin lisääntymis- ja

Copyright © AFRY Finland Oy

levähdyspaikkoja sekä lajille soveltuvaa elinympäristöä ja heikentää niiden laatua. Lisäksi rakentamisen aikainen toiminta todennäköisesti aiheuttaa veden samentumista ja lisää kiintoaineskuormaa, jotka voivat vaikuttaa heikentävästi veden laatuun. Rakentamisesta syntyy elinpiireille myös häiriötä ja melua. Lisäksi purkuputkivaihtoehdoilla voi olla epäsuoria vaikutuksia viitasammakon elinympäristöihin purkuvesien laadun muutoksien kautta.

Viitasammakoihin kohdistuvat vaikutukset arvioidaan kokonaisuudessaan suuriksi.

Saukko

Tehdyissä selvityksissä ei havaittu merkkejä saukkojen elinympäristöistä eikä rikastushiekka-altaan tai purkuputkien rakentamisesta kohdistu virtavesistöihin merkittäviä vaikutuksia. Näin ollen saukkoon ei arvioida kohdistuvan merkittäviä haittavaikutuksia, vaikka laji saattaakin alueen virtavesissä ja järvialueilla satunnaisesti esiintyä (esim. uutta elinpiiriä hakevat nuoret yksilöt).

Suurpedot

Rakentamisen aikaisen melun ja häiriön lisääntyminen voi saada suurpedot hetkellisesti välttelemään hankealuetta. Rakennusvaiheen vaikutukset käyttäytymisessä saattavat johtua myös saaliseläimiin, kuten hirviin mahdollisesti kohdistuvista karkotusvaikutuksista (Tolvanen ym. 2023). Vaikutukset ovat kuitenkin lyhytkestoisia ja paikallisia, joten on todennäköistä, että suurpedot palaavat alueelle rakentamisen päätyttyä. Rakentaminen kohdistuu pieniin pinta-aloihin suhteessa suurpetojen reviirin kokoon, jolloin vaikutukset suurpetoihin arvioidaan vähäisiksi.

Sudenkorennot

Purkuputkien reittien varrelta tai lähistöltä ei ole tiedossa havaintoja luontodirektiivin liitteen IV sudenkorentolajeista eikä niitä havaittu alueelle tehdyissä selvityksissä. Niille on myös niukasti sopivia elinympäristöjä eikä rakentamistoimista arvioida yleisesti aiheutuvan merkittäviä vaikutuksia lajeille. Näin ollen sudenkorentolajien osalta vaikutuksia ei katsota olevan tai ne ovat korkeintaan vähäisiä.

Kirjoverkkoperhonen

Purkuputkien reittien tai uuden rikastushiekka-altaan alueella ei havaittu vuoden 2026 selvityksissä kirjoverkkoperhosten lisääntymisalueita tai juurikaan niille soveltuvia elinympäristöjä eikä alueelta ole havaintoja lajista. Kirjoverkkoperhosiin ei arvioida kohdistuvan merkittäviä haittavaikutuksia tai ne ovat korkeintaan vähäisiä.

17.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikaiset eläimistöön kohdistuvat vaikutukset muodostuvat lähinnä häiriövaikutuksesta. Tehdastoimintojen aiheuttama melu aiheuttaa häiriötä, joka voi johtaa eläinten välttelykäyttäytymiseen alueen ympäristössä. Toimintavaiheessa teollisuusalueella aiheutuu melua ja tärinää mm. rekkaliikenteestä sekä malmin kippauksesta ja murskauksesta, mutta melun ja tärinän arvioidaan pysyvän pääosin nykytilan kaltaisena. Myös liikennemäärät eivät kasva nykyisestä, mikäli tuotantomäärät pysyvät nykyisellä tasolla.

Copyright © AFRY Finland Oy

Toiminnasta syntyy myös pölyä, jonka määrän ei arvioida kuitenkaan merkittävästi eroavan nykytilanteesta.

Toiminnan aikaisia vaikutuksia ei arvioida kohdistuvan sudenkorentoihin, saukkoon, liito-oravaan, kirjoverkkoperhosiin ja suurpetoihin edellä mainituin perustein, sillä mahdolliset elinpiirit sijaitsevat hankealueen ulkopuolella. Teollisuusalueen läheisyydessä liikkuva muu eläimistö on myös todennäköisesti tottunut nykyisellään kohonneeseen melutasoon, eikä teollisuusalueen arvioida olevan eläimistölle yleisesti merkittävä alue.

PVE1 purkuvesillä voi olla haitallisia vaikutuksia alueen sammakkoeläinten populaatioihin, jotka ovat herkkiä vesiympäristössä esiintyville metalleille ja kemikaaleille, jotka vaikuttavat negatiivisesti lajien lisääntymiseen ja selviytymiseen (mm. Souza Ferreira ym. 2025; Martin ym. 2024). PVE1 purkuvesien osalta vedenlaadussa ei arvioida tapahtuvan merkittäviä muutoksia nykytilaan verrattuna (ks. luku 10.4.2), jolloin vaikutukset jäävät vähäisiksi.

Purkuputkien PVE2a–c toiminnan aikaiset vaikutukset eläimistöön arvioidaan hyvin vähäisiksi. Purkuveden sulfaatti-, metalli- ja arseenipitoisuuksien sekä muiden haitta-aineiden pitoisuusnousut painottuvat Viinijärven syvänteiden alusveteen ja talvikauteen, jolloin ranta-alueiden pitoisuusmuutokset jäävät mallinnuksen mukaan pieniksi. Metallien, fosforin ja typen pitoisuuslisäykset ovat niin vähäisiä, ettei niiden arvioida heikentävän tai muuttavan ranta-alueiden eläinlajistoa.

Kokonaisuudessaan eläimistöön kohdistuvat haitalliset toiminnan aikaiset vaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

17.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päätyttyä ympäristö muuttuu maisemoinnin ja siihen kasvavan kasvillisuuden myötä pikkuhiljaa uudenlaiseksi, luonnontilaisen kaltaiseksi ympäristöksi. Melua voi syntyä jossain määrin vielä sulkemistoimenpiteisiin liittyen, mutta melukuormitus sekä ihmistoiminnan aiheuttama häiriö vähenee selvästi toiminnan tai rakentamisen aikaisesta. Rakenteiden purkamisen jälkeen alueet palautuvat maa- ja metsätalouskäyttöön, millä on myönteinen vaikutus alueen eläinten elinolosuhteisiin ja liikkumiseen.

17.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Kaivoksen toiminta jatkuu nykyisellään vaihtoehdossa VE0 ja suunniteltuja laajennuksia ei toteuteta. Eläimistöön ei kohdistu edellä kuvattuja uusia vaikutuksia.

17.4 Yhteisvaikutukset

Hankkeella voi olla yhteisvaikutuksia Sysmäjärveen Outokummun kaupungin jokipohjan jätevedenpuhdistamon, Outokummun lakkautetun Keretin kaivoksen ja GTK koerikastamon kanssa. FinnCobalt Oy on hakenut 29.4.2024 päivätyllä ympäristölupahakemuksellaan muutosta Hautalammen kaivosta koskevaan lainvoimaiseen ympäristölupaan. Vuonoksen alueen ympäristössä on pääosin maa- ja metsätalousalueita. Lähin teollinen toimija on Pielisen Betoni Oy:n tehdas välittömästi rikastamon luoteispuolella. Toiminta alueella on alkanut 1970-luvulla. Yhteisvaikutusten ei arvioida merkittävästi muuttuvan nykytilanteeseen verrattuna.

Copyright © AFRY Finland Oy

Merkittävimpiä yhteisvaikutuksia eläimistölle voivat aiheuttaa muut teollisen kokoluokan hankkeet ja kaivoshankkeet. Käytännössä vaikutuksia aiheutuu niille lajeille, joiden reviirit sijoittuvat useiden hankkeiden vaikutuspiiriin. Tällaisia ovat alueella esiintyvät suurpedot, joilla on laajat reviirit, erityisesti susi. Halivaaran perhelauman reviirin reunaosiin sijoittuu nykytilanteessa Horsmanahon ja Karnukan kaivosalueet sekä suunniteltu Hautalammen kaivoshanke. Hankkeista aiheutuvat häiriövaikutukset voivat johtaa susien välttelykäyttäytymiseen reviirin reuna-alueilla. Hanke sijoittuu reviirin eteläreunalle alueelle, joka runsaan ihmisvaikutuksen vuoksi arvioidaan sudelle huonosti soveltuvaksi ympäristöksi. Kaivospiirin toimintojen laajentumisella ei tämän vuoksi arvioida olevan merkittäviä yhteisvaikutuksia muiden susireviirille sijoittuvien hankkeiden kanssa.

Eläimistöön ei arvioida kohdistuvan merkittäviä yhteisvaikutuksia muiden tiedossa olevien hankkeiden kanssa.

17.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaihtoehdossa VE1 ja VE2b rikastushiekan läjitys sijoittuu nykyisen rikastushiekka-altaan alueelle, jossa ympäristö ei ole luonnontilaista ja häiriövaikutukset ovat nykyisen kaltaisia keskittyen teollisuusalueelle ja sen välittömään lähiympäristöön. Vaikutukset eläimistöön ovat korkeintaan vähäiset epäsuorien vaikutusten, kuten melun ja häiriön, kautta. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 rikastushiekka-allas rakennetaan uudelle alueelle, jonka luonnontila tulee muuttumaan. Alueella ei ole havaittu huomionarvoisten eläinlajien reviirejä, ja alueelle liikkuu todennäköisesti ihmisvaikutteisiin ympäristöihin sopeutuneita eläinlajeja. VE2a ja VE3 hankealueen herkkyys arvioidaan vähäiseksi ja vaikutukset eläimistöön jäävät kokonaisuudessaan vähäisiksi.

Purkuputken PVE1 vaikutukset liittyvät toiminnan aikaiseen purkuvesien pitoisuusmuutoksiin Sysmäjärvellä. Sysmäjärven herkkyys arvioidaan suureksi, sillä alue on rajattu Natura-alueena ja järvi kärsii etenkin rehevöitymisestä sekä sen aiheuttamasta umpeenkasvusta ja happikadosta. Lisäksi alueen pH ja metallipitoisuudet ovat muuttuneet. PVE1 vaikutukset eläimistöön arvioidaan haitallisuudeltaan vähäisiksi, koska Sysmäjärven vedenlaadussa ei arvioida tapahtuvan merkittäviä muutoksia nykytilaan verrattuna (ks. kpl 10.4.).

Purkuputkivaihtoehdon PVE2a herkkyys arvioidaan vähäiseksi ja eläimistöön kohdistuvat haitalliset vaikutukset vähäisiksi, sillä reitillä ei havaittu huomionarvoisten eläinlajien elinpiirejä. PVE2b reitin herkkyys ja haitallisten vaikutusten suuruus arvioidaan kohtalaiseksi, sillä reitillä sijaitsee viitasammakoiden lisääntymis- ja levähdyspaikka sekä reitti sivuaa liito-oravan elinympäristöä. Vaihtoehdon PVE2c reitille sijoittuu viitasammakoiden lisääntymis- ja levähdyspaikka, mutta alue on muuten pääosin melko voimakkaasti ihmisvaikutteista. Alueen herkkyys arvioidaan vähäiseksi ja haitallisten vaikutusten suuruus kohtalaiseksi. Eniten kielteisiä vaikutuksia arvioidaan syntyvän vaihtoehdossa PVE2b ja vähiten vaihtoehdossa PVE2a.

Alla olevaan taulukkoon (Taulukko 17-1) on koottu hankkeeseen liittyvän rikastushiekka-altaan (VE1–VE3) ja purkuputkien toteutusvaihtoehtojen (PVE1, PVE2a–c) arvioidut vaikutukset eläimistöön verrattuna nykytilanteeseen ja hankkeen toteuttamatta jättämiseen (VE0).

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 17-1. Eläimistöön kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen			PVE2c	VE1, VE2a/ VE2b, VE3 PVE2a					
	Kohtalainen			PVE2b		VE0				
	Suuri				PVE1					
	Erittäin suuri									

17.6 Arvioinnin epävarmuudet

Luonnonympäristöön kohdistuvien vaikutusten arviointiin liittyy aina epävarmuutta. Vaikutusten arviointi perustuu alueelle tehtyihin luontoselvityksiin sekä muihin olemassa oleviin aineistoihin, minkä vuoksi hankealueen luonnonolosuhteet tunnetaan hyvin.

Suurpetojen osalta epävarmuutta esiintyy saatavilla olevan aineiston hajanaisuuden ja puuttuvien inventointimenetelmien vuoksi, jolloin tarkkaa tietoa suurpetojen esiintymisestä alueella ei ole mahdollista saada. Epävarmuustekijänä pidetään myös yleisesti luontodirektiivin IV-liitteen lajien lisääntymis- ja levähdyspaikan määritelmää. Luontodirektiivissä tai EU-komission ympäristöasioiden pääosaston ohjeessa ei aseteta alarajaa tai ehtoja IV-liitteen lajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen laajuudelle, luonnontilaisuudelle tai paikkaa käyttävien yksilöiden määrälle. Kaikkien kyseisen liitteen lajien yksilöiden lisääntymis- ja levähdyspaikkojen voidaan siten tulkita olevan heikentämis- ja hävittämiskiellon piirissä. Linjanvetona lisääntymispaikan on pysyttävä lisääntymiseen kelvollisena.

17.7 Vaikutusten lieventäminen

Rikastushiekka-altaan osalta vähäisiä haitallisia vaikutuksia eläimistöön aiheutuu lähinnä vaihtoehdoissa VE2a ja VE3, jossa rakentaminen kohdistuu uudelle alueelle. Valitsemalla toteutusvaihtoehdoksi VE1 tai VE2b, jossa rakentaminen tapahtuu ennestään luonnontilaltaan muuttuneilla alueilla, vaikutuksia voidaan vähentää.

Purkuputkireittien osalta PVE2b ja PVE2c vaihtoehdoissa huomionarvoisten eläinlajien elinympäristöjä jää rakentamisen alle. Vaikutuksia voidaan vähentää valikoimalla reittivaihtoehto PVE2a, jonka reitillä ei tunnistettu erityisiä eläimistöarvoja. Yleisesti PVE2a–c reittien osalta vaikutuksia voidaan ehkäistä ja lieventää reittisuunnittelulla. Kiertämällä huomionarvoisten eläinlajien elinpiirit haitalliset vaikutukset voidaan osittain poistaa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaikkien rakentamistoimien ajoittaminen tai keskittäminen herkimmän eläinten lisääntymiskauden ulkopuolelle on yleisesti tunnistettu hyvä toimintatapa pienentämään hankkeen haittavaikutuksia. Rakentamisessa tulee kuitenkin kiinnittää huomiota, ettei Leppäahon liito-oravaelinpiirille kohdistu työkoneilla liikkumista ja rakentaminen oli hyvä ajoittaa liito-oravan lisääntymis- ja poikueajan ulkopuolelle häiriön välttämiseksi. Alueella tulisi myös säästää mahdollisimman paljon reunapuustoa ja kohdistaa mahdollisimman vähän toimenpiteitä reviiriä ympäröivään puustoon. Elinpiiri voidaan ottaa huomioon myöhemmässä suunnittelussa. Purkuputkia rakennettaessa on huolehdittava, että vesistöön päätyvän kiintoaineksen määrä olisi mahdollisimman vähäinen ja varautua mahdollisiin rakentamisaikaisiin polttoainevuotoihin. Työkoneilla ei tule ajaa virtavesien yli.

Copyright © AFRY Finland Oy



18 SUOJELUALUEET

18 SUOJELUALUEET

YHTEENVETO

- Lähin luonnonsuojelualue sijaitsee yli kahden kilometrin etäisyydellä kaivospiiristä ja lähin Natura-alue Sysmäjärvi (FI070001 noin viiden kilometrin etäisyydellä. Sysmäjärvi on myös kansainvälisesti arvokas lintualue (IBA). Kaivospiirin alueelle sijoittuu maakunnallisesti (MAALI) arvokas lintualue Vuonos. Purkuputkireittivaihtoehto PVE1 laskee Sysmäjärveen. Hankkeeseen on laadittu Sysmäjärveä koskeva Natura-arviointi.
- Hankevaihtoehdoista VE1, VE2a, VE2b ja VE3 aiheutuu rakentamisen ajan vähäisiä häiriövaikutuksia Vuonoksen altaiden MAALI-alueelle.
- Purkuputkireitin PVE1 tehdasalueen hankevaihtoehdoista VE2a ja VE2b johtavat nikkelipitoisuuden nousuun ja voivat aiheuttaa herkkyydeltään suurella Sysmäjärvellä paikallista vähäistä haittaa. Muissa hankevaihtoehdoissa ei PVE1 purkuputkireitin tilanteessa ole vaikutuksia Sysmäjärveen.
- Purkuputkireittien PVE2a–c osuuksille Viinijärven FINIBA-alueella kohdistuu rakentamisen aikana vähäisiä häiriövaikutuksia ja toiminnan aikaisia vähäisiä vesistövaikutuksia.
- Vuonoksen ja Hautalammen kaivoshankkeella ei ole merkittäviä yhteisvaikutuksia Sysmäjärven Natura-alueeseen.
- Nykytilassa hankkeen purkuvedet neutralisoivat Sysmäjärveä. Koko Sysmäjärven valuma-alueen mittakaavassa sekä purkuputkireittivaihtoehdon PVE1 toiminnan jälkeiset että purkuputkireittivaihtoehtojen PVE2a–c toiminnan aikaiset yhteisvaikutukset voivat olla Sysmäjärven Natura-alueen kannalta merkittäviä, jos järven pH-taso laskee jo nykyisestä ajoittain alhaisesta tasosta. Vaikutus muodostuu valuma-alueen muusta nykyisestä kuormituksesta.

18.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Vaikutusten arviointi Natura-alueisiin, suojelualueisiin ja linnustollisesti arvokkaisiin alueisiin on tehty asiantuntija-arviona olemassa olevan lähtöaineiston, hanketietojen, hankkeeseen tehtyjen luontoselvitysten ja muiden lähtötietojen perusteella. Arvioinnissa on tarkasteltu hankkeen suoria, rakentamisesta aiheutuvia vaikutuksia, ja epäsuoria rakentamisen ja toiminnan aikaisia vaikutuksia suojelu- ja muiden arvokkaiden alueiden niihin luontoarvoihin, joiden perusteella alueet on suojeltu tai rajattu arvokkaiksi alueiksi. Näitä arvoja ovat esimerkiksi kohteella esiintyvät luontotyypit, huomionarvoinen lajisto, linnusto tai alueen huomattava merkitys luonnon monimuotoisuuden kannalta. Hankkeen toimintojen vaikutusmekanismit ja vaikutusalueen laajuus vaihtelevat aluekohtaisesti. Arvioinnissa on kuvattu hankkeen vaikutusalueella sijaitsevat Natura-alueet, luonnonsuojelualueet, Metsähallituksen suojelutarkoituksiin varatut alueet (valtion muut suojelualueet), valtakunnallisesti, kansallisesti ja maakunnallisesti arvokkaat lintualueet sekä luonnonsuojeluohjelmien kohteet ja arvioitu vaikutukset kohteittain.

Copyright © AFRY Finland Oy

Suojelluille alueille ei ole osoitettu hankkeessa toimintoja, joten suoria vaikutuksia niille ei aiheudu. Epäsuorina vaikutuksina on tarkasteltu hankkeen rakentamisen ja toiminnan aikaisia vaikutuksia, kuten ympäristöön kohdistuvaa häiriötä.

18.2 Nykytila

Hankealueella tai sen välittömässä lähiympäristössä (< 2 km) ei ole Natura-alueita, luonnonsuojelualueita tai luonnonsuojeluohjelmiin kuuluvia kohteita eikä kansainvälisesti (IBA) tai valtakunnallisesti (FINIBA) arvokkaita lintualueita. Lähimmät suojeluun varatut alueet (Valtion muut suojelualueet) sijaitsevat yli viiden kilometrin etäisyydellä kaivospiirin luoteispuolella. Hankealueen ympäristön Natura-alueet, luonnonsuojelualueet ja luonnonsuojeluohjelmien kohteet sekä arvokkaat lintualueet on esitetty kuvassa (Kuva 18-1).

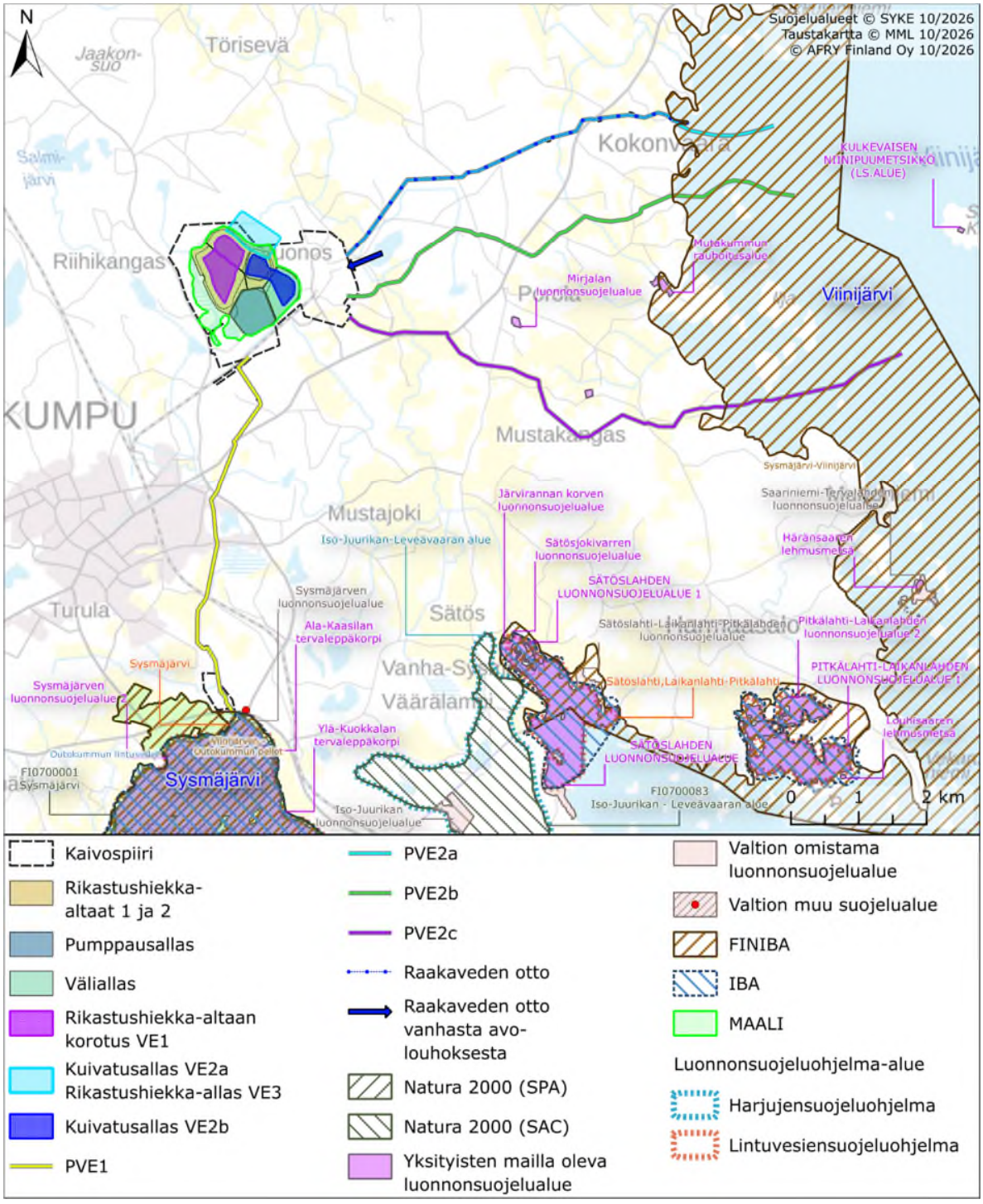
Luonnonsuojelualueista lähin on kaksiosainen Mirjalan luonnonsuojelualue (YSA 207009) (Kuva 18-1), jonka etäisyys kaivospiirin rajaan on noin 2,2 kilometriä, noin 500 metriä purkuputkireittivaihtoehtoon PVE2c ja noin 900 metriä vaihtoehtoon PVE2b. Purkuputkireittivaihtoehdon PVE2b eteläpuolella noin 900 metrin etäisyydellä sijaitsee määräaikainen rauhoitusalue Mutakummun rauhoitusalue (MRA206419) (Kuva 18-1).

Kaivospiirin alueelle sijoittuu maakunnallisesti (MAALI) arvokas lintualue Vuonos (570420) (Kuva 18-1). Alue on erityisesti muutolla levähtävälle kahlaajalajistolle merkittävä kohde. Lisäksi kurjet ja joutsenet käyttävät aluetta muutonaikaisena levähdys- ja yöpymisalueena. Hankealueen länsilaidalla olevat suoalueet ovat useille lajeille tärkeä pesimisalue. Alueella on ollut useina vuosina naurulokkien pesimäkolonia.

Lähin Natura-alue on Sysmäjärvi (FI0700001, SPA), noin 5,5 kilometriä kaivospiirin eteläpuolella (Kuva 18-1). Purkuputkivaihtoehto PVE1 laskee Sysmäjärveen. Sysmäjärvi on Outokummun taajaman lähellä sijaitseva viljelyalueiden ympäröimä rehevä lintuvesikohde. Se on yksi Suomen arvokkaimmista lintuvesistä ja myös kansainvälisesti arvokas kohde. Alueella on monimuotoinen ja arvokas pesimälinnusto. Sysmäjärvellä on huomattava merkitys lintujen muutonaikaisena levähdysalueena. Aluetta on hoidettu vesikasvillisuutta ajoittain niittämällä. Sysmäjärven suojelun perusteena on 70 lintulajia. Sysmäjärvi on luonnonsuojelualue ja kuuluu lintuvesiensuojeluohjelmaan.

Sysmäjärvi kuuluu kansainvälisesti (IBA) arvokkaaseen alueeseen Outokummun lintuvedet (Kuva 18-1). Alueen kriteerilajeina ovat punasotka ja luhtahuitti. Purkuputkireittien PVE2a–c purkupaikat ovat Viinijärvellä, joka kuuluu valtakunnallisesti arvokkaaseen lintualueeseen Sysmäjärvi-Viinijärvi (FINIBA 570376) (Kuva 18-1). Alueen valintaperusteena ovat olleet kaulushaikara, laulujoutsen, taigametsähanhi, lapasotka, ruskosuohaukka, pikkulokki, pikkutikka, rastaskerttunen ja salassa pidettävä uhanalainen laji.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 18-1. Natura- ja suojelualueet, muut arvokkaat alueet sekä arvokkaat lintualueet hankealueen ympäristössä.

Copyright © AFRY Finland Oy

18.3 Vaikutusten arviointi

Hankkeen vaikutuksia on tarkasteltu Natura-alueisiin, luonnonsuojelualueisiin ja luonnonsuojeluohjelmien kohteisiin huomioiden hankkeen suorat ja välilliset vaikutukset. Arviointi on tehty asiantuntija-arviona olemassa olevaan tietoon ja hankkeen vaikutusten kuvaukseen perustuen.

Luonnonsuojelulain 35 §:n mukaan hankkeen vaikutukset vaikutusalueella sijaitsevan Natura 2000 -verkostoon kuuluvan alueen suojeluperusteisiin tulee asianmukaisella tavalla arvioida, jos hanke yksinään tai yhteisvaikutuksena muiden hankkeiden tai suunnitelmien kanssa todennäköisesti merkittävästi heikentää niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty tai tarkoitus sisällyttää Natura 2000 -verkostoon. Hankkeeseen on laadittu Natura-arviointi koskien Natura-aluetta Sysmäjärvi (FI0700001, SPA). Natura-arviointi on selostuksen liitteenä (liite 16).

18.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Hankkeessa ei ole tunnistettu luonnonsuojelualueille ulottuvia vaikutuksia (rakentamisen aikainen häiriö, liikenne, melu, pohja- ja pintavesivaikutukset).

Tilanteessa PVE1 yhdelläkään tehdasalueen hankevaihtoehdolla ei ole rakentamisen aikaisia vaikutuksia Sysmäjärven Natura-alueeseen.

Vuonoksen MAALI-alueelle ja purkuputkireittien PVE2a–c osuuksille Viinijärven FINIBA-alueella kohdistuu rakentamisen aikana häiriövaikutuksia. Vaikutuksen kesto on kuitenkin lyhytaikainen ja vaikutusalue rajautuu melko kapealle alalle työskentelyalueen ympärillä.

18.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Vuonoksen MAALI-alueella vaikutukset rinnastuvat alueen nykytilan vaikutuksiin.

Purkuputkireitin PVE1 tehdasalueen hankevaihtoehdoissa Sysmäjärven Natura-alueeseen ja luonnonsuojelualueeseen kohdistuu korkeintaan vähäisiä vaikutuksia. Hankevaihtoehtojen toiminnan aikaiset vaikutukset ovat nykytilaan nähden joko merkityksettömiä tai vähäisiä. Pääosassa hankevaihtoehtoja vedenlaadun muuttujien kuormitustaso säilyisi joko nykyisellään tai pienenisi hieman. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b nikkelipitoisuuden nousu voi sen sijaan aiheuttaa paikallista haittaa etenkin Lahdenjoen suun läheisyydessä, joten hankevaihtoehtojen VE2a ja VE2b vaikutus on arvioitu vähäisesti haitalliseksi. Vaikutus ei kuitenkaan ole Natura-alueen suojelun perusteena olevien lajien kannalta merkittävä.

Purkuputkireittien PVE2a–c aiheuttaman kuormituksen vaikutukset Viinijärven FINIBA-alueeseen arvioidaan vähäisiksi, eikä niiden arvioida heikentävän alueiden tilaa alueen linnuston kannalta.

18.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan loputtua tehdasalue suljetaan ja maisemoidaan. Vuonoksen alue on muodostunut arvokkaaksi lintualueeksi rikastushiekka-altaiden takia. Sulkeminen ja alueen maisemointi muuttavat ympäristöä nykyisestä, mutta koska kyse on ihmistoiminnan voimakkaasti muokkaamasta alueesta, joka nykykäytössä soveltuu myös linnuille, on selvää, että toiminta

Copyright © AFRY Finland Oy

päättyy alueella joskus. Konkreettinen vaikutus riippuu siitä, miten alue tarkalleen maisemoidaan ja jääkö vesialueita, jotka ovat se olennaisinta linnuston kannalta.

Sysmäjärven osalta sulkemisen jälkeiset vaikutukset koskevat vain purkuvesien vaihtoehtoa PVE1, jossa toiminnan aikana purkuvesiä lasketaan Sysmäjärveen. **Vaihtoehdoissa PVE2a–c toiminnan päättymisellä ei ole vaikutuksia Sysmäjärveen,** koska vesien purkaminen Sysmäjärveen on lopetettu jo siirryttäessä PVE2a–c vaihtoehtoon.

Kun toiminnan päättyessä tai purkureitteihin PVE2a–c siirryttäessä vesien johtaminen tehdasalueelta Lahdenjoen kautta Sysmäjärveen päättyy, järveen kohdistuva kuormitus vähenee, ja järven suola-, ravinne- ja metallipitoisuudet todennäköisesti laskevat jonkin verran. Vuonoksen kuormituksen lakattua Sysmäjärven vedenlaatu määräytyy valuma-alueen muun piste- ja haja-kuormituksen kehityksen mukaisesti.

Toiminnan päätyttyä Sysmäjärven ravinnekuormituksen väheneminen voi hillitä rehevöitymistä ja vähentää siihen liittyviä haitallisia muutoksia, joskin Vuonoksen osuus järven ravinnekuormituksesta on huomattavan pieni. Näin ollen muutos on katsottu vähäiseksi myönteiseksi tai merkityksettömäksi. Toisaalta toiminnan jälkeinen järven alkaliteetin ja pH:n mahdollinen lasku voi muuttaa myös vesieliöstön yhteisörakennetta jo happamat olosuhteet voimistuvat tai niiden esiintyminen yleistyy. Järven pH-arvon lasku itsessään on kuitenkin valuma-alueen muusta nykyisestä kuormituksesta johtuvaa, eikä sitä tarkastella hankkeen vaikutuksena tai yhteisvaikutuksissakaan.

18.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Jos hanketta ei toteuteta, alueen nykytila säilyy.

18.4 Yhteisvaikutukset

Sysmäjärveen kohdistuvia vaikutuksia on tarkasteltu YVAssa ja hankkeen Sysmäjärven Natura-arvioinnissa FinnCobalt Oy:n suunnitteleman Hautalammen kaivoksen osalta. Hautalammen kaivoshankkeen aiheuttama typpipitoisuuden keskimääräinen nousu ei muuta Sysmäjärven typen tilaluokkaa, ja koska järven perustuotanto on pääosin fosforirajoitteista eikä hankkeista aiheudu merkittävää fosforikuormituksen kasvua, yhteiskuormituksen ei arvioida olennaisesti lisäävän rehevöitymistä tai muuttavan vesikasvillisuuden määrää ja lajistosuhteita koko järven tasolla. Haitta-aineista sinkin pitoisuudet ovat Sysmäjärvessä nykytilassa olleet koholla, ja biosaatavalle sinkille ehdotettu vuositason laatunormi 14,4 µg/l on ylittynyt järvessä toistuvasti jaksolla 2021–2025. Tilanne säilyy samana myös kaikissa Mondon hankevaihtoehtojen ja Hautalammen hankkeen yhteiskuormitustilanteissa. Sulfaatille ehdotettujen vuosi- ja enimmäispitoisuuksien laatunormitasojen ylittymisen vuoksi suoria tai välillisiä haittavaikutuksia kalastoon ei voida kuitenkaan kokonaan poissulkea, vaikka sellaisia ei ole viimeaikaisiin tarkkailutuloksiin perustuen ole suoraan havaittukaan. Haitallisia vaikutuksia suojelun perusteena olevien kalaa käyttäville lintulajeille ei voida täysin poissulkea. Kalaston seurantatieto ei kuitenkaan anna viitteitä siitä, että vaikutukset olisivat todennäköisesti merkittäviä. **Edellä esitetyn perusteella Vuonoksen ja Hautalammen hankkeista ei aiheutuisi merkittäviä yhteisvaikutuksia suojelun perusteena oleviin lintulajeihin.**

Copyright © AFRY Finland Oy

Yhteisvaikutuksia on arvioitu myös koko järven valuma-alueen tasolla hankkeen toiminnan jälkeisten vaikutusten osalta. Vuonoksen hankkeen purkuvesien johtaminen Sysmäjärveen päättyisi lyhyellä aikavälillä purkuvesien tilanteessa PVE1 tehdasalueen hankevaihtoehdossa VE0 ja tilanteiden PVE2a–c kaikissa tehdasalueen vaihtoehdoissa. Pidemmällä aikavälillä purkuvesien johtaminen Sysmäjärveen päättyisi tilanteessa PVE1 tehdasalueen hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3. **Kaikissa hankevaihtoehdoissa pH-tason laskulla voi olla haitallisia vaikutuksia järven kalastoon ja muuhun vesieliöstöön, eikä tästä syystä yhdessäkään hankevaihtoehdossa voida poissulkea merkittäviä haitallisia yhteisvaikutuksia Natura-alueen suojelun perusteena olevaan lajistoon (erityisesti herkemmät, taantuneet vesilintulajit: mustakurkku-uikku, jouhisorsa, heinätavi, lapasorsa sekä tukka- ja punasotka).** Vaikutukset muodostuvat yksinomaan Sysmäjärven valuma-alueen olemassa olevasta muusta kuormituksesta.

18.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Hankevaihtoehdoilla voi olla vaikutuksia Natura- tai suojelualueisiin (Taulukko 18-1). Arvioinnin lopputulokseen vaikuttaa vahvimmin Sysmäjärveen kohdistuvat vaikutukset. Arvioinnissa MAALI- ja FINIBA-alueet on luokiteltu herkkyydeltään kohtalaisiksi ja Natura-alueet sekä luonnonsuojelualueet herkkyydeltään suuriksi.

Kaikissa tehdasalueen hankevaihtoehdoissa VE0 lukuun ottamatta aiheutuu vähäisiä häiriövaikutuksia Vuonoksen altaiden MAALI-alueeseen.

Purkuputkireitin PVE1 tehdasalueen hankevaihtoehdoista VE2a ja VE2b johtavat nikkelipitoisuuden nousuun ja voivat aiheuttaa herkkyydeltään suurella Sysmäjärvellä paikallista vähäistä haittaa etenkin Lahdenjoen suun läheisyydessä. Muissa hankevaihtoehdoissa ei PVE1 purkuputkireitin tilanteessa ole vaikutuksia.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 18-1. Suojelualueisiin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa, mikäli purkuvedet johdetaan Sysmäjärveen eli purkuvesien reittivaihtoehdossa PVE1. Taulukkoon ei ole merkitty purkuvesien reittivaihtoehtoa PVE1, koska se vastaa nykytilan kaltaista vesien purkamista.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen									
	Kohtalainen				VE1 VE3	VE0				
	Suuri				VE2a VE2b					
	Erittäin suuri									

Purkuputkireittien PVE2a–c osuuksille Viinijärven FINIBA-alueella kohdistuu rakentamisen aikana vähäisiä häiriövaikutuksia ja toiminnan aikaisia vähäisiä vesistövaikutuksia. Purkuputkireittien PVE2a–c tilanteessa tehdasalueen hankevaihtoehtojen vaikutukset ovat Vuonoksen MAALI-alueen kanssa samanlaiset kuin tilanteessa PVE1.

Taulukko 18-2. Suojelualueisiin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa, mikäli purkuvedet johdetaan Sysmäjärveen eli purkuvesien reittivaihtoehdoissa PVE2a–c. Vaihtoehtojen PVE2a–c välillä ei ole eroja merkittävyydessä (purkuvesireittien vaikutukset Viinijärven FINIBA-alueeseen).

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen									
	Kohtalainen				VE1 VE2a VE2b VE3 PVE2a PVE2b PVE2c	VE0				
	Suuri									
	Erittäin suuri									

Copyright © AFRY Finland Oy

18.6 Arvioinnin epävarmuudet

Sysmäjärveä koskeva arviointi pohjautuu YVA-selostuksen yhteydessä tehtyyn Natura-arviointiin (liite 16) ja edelleen pintavesiä sekä vesieliöstöä koskeviin vaikutusarviointeihin. Merkittävänä epävarmuutena nähdään nykyisenkaltaisen purkuvesien johtamisen Sysmäjärveen (PVE1) päättymisen jälkeiset vaikutukset. YVAn yhteydessä toiminnan päättymisen jälkeisen pH-tason muutoksista ei ole tarkkaa tietoa tai muutoksen vaikutuksesta järven tilaan. Arvioinnissa on noudatettu tältä osin varovaisuusperiaatetta, koska haitallisia vaikutuksia alueen kalastoon tai muuhun vesieliöstöön ei voida poissulkea, eikä vaikutusten mittakaavasta ole tietoa.

18.7 Vaikutusten lieventäminen

Hankkeessa toteutettavat pintavesiä koskevat lievennystoimet on esitetty YVA-selostuksessa ja ne ovat luonteeltaan yleispiirteisiä. Lievennystoimilla ei ole vaikutusta arvioinnin johtopäätöksiin.

Copyright © AFRY Finland Oy



19 ILMANLAATU

19 ILMANLAATU

YHTEENVETO

- Vaikutukset ilmanlaatuun aiheutuvat pääasiassa pölyämisestä. Vuonoksen tehdasalueella syntyy pölypäästöjä lähinnä hajakuormituksesta. Pölyämistä aiheutuu erityisesti rikastushiekka-alueelta, mutta myös kuljetuksista ja malmin jatkokäsittelystä. Lisäksi koko tehdasalueella voi aiheutua pölyämistä etenkin kuivina aikoina tuulen ilmaan nostamana. Pölyämisen suhteen riskialttiimpia vuodenaikoja ovat loppukevät ja alkukesä.
- Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2b pölyvaikutusten laajuuden arvioidaan säilyvän pääosin nykytilanteen kaltaisena. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 pölyävät toiminnot sijoittuvat nykyistä pohjoisemmaksi, jolloin pölyvaikutukset siirtyvät jonkin verran kohti pohjoispuolen asuinkiinteistöjä.
- Kaikissa hankevaihtoehdoissa hiukkaspitoisuuksien arvioidaan pysyvän lähimpien asuinkiinteistöjen kohdalla ilmanlaadun terveysvaikutusperusteisten raja-arvojen alapuolella myös tulevaisuudessa, eikä vaihtoehtojen välille muodostu ilmanlaadun kannalta merkittäviä eroja. Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 toiminta jatkuu noin 20 vuotta pidempään kuin vaihtoehdossa VE0, joten ilmanlaatuvaikutusten ajallinen kesto on huomattavasti pidempi.
- Poikkeustilanteissa, esim. puuskittaisen ja kovan tuulen aikana sekä pitemmän poutajakson aikana, toiminnan aikaiset pölypäästöt voivat aiheuttaa viihtyvyyshaittaa, esim. pinnoilla tai lumessa näkyvänä pölynä.
- Energiantuotannon ilmanlaatuvaikutukset arvioidaan vähäisiksi. Tuotantolaitoksien lämmitykseen käytetyn nestekaasukattilan ja tehdasalueen lisä- ja varalämmitysjärjestelmänä toimivan kevytpolttoöljykattilan savupiippujen korkeudet ovat riittävät takaamaan päästöjen tehokkaan leviämisen ja laimenemisen.
- Liikenteen ilmanlaatuvaikutukset arvioidaan vähäisiksi eikä mahdollisen liikennemäärän kasvun arvioida aiheuttavan merkittäviä muutoksia.
- Purkuputkivaihtoehdoista PVE2a, PVE2b ja PVE2c ei aiheudu toiminnan aikaisia ilmanlaatuvaikutuksia.
- Maanrakennustöiden ja tarvittavan infran rakentamisen pölyvaikutukset ovat paikallisia ja ajoittaisia ja kohdistuvat pääosin rakentamisalueiden välittömään läheisyyteen. Rakentamisvaihe on lyhytaikainen suhteessa toiminta-aikaan eikä aiheuta kokonaisuutena merkittäviä vaikutuksia ilmanlaatuun.
- Toiminnoista aiheutuvien pölypäästöjen määriin ja niiden leviämiseen voidaan merkittävästi vaikuttaa alueella tehtävillä pölyntorjuntatoimilla, kuten kastelulla.
- Hankkeen ilmanlaatuvaikutusten merkittävyys toiminnan aikana arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi kielteiseksi kaikissa hankevaihtoehdoissa.

Copyright © AFRY Finland Oy

19.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Vaikutukset ilmanlaatuun aiheutuvat pääasiassa pölyämisestä. Vuonoksen tehdasalueella syntyy pölypäästöjä lähinnä hajakuormituksesta. Pölyämistä aiheutuu erityisesti rikastushiekka-alueelta, mutta myös kuljetuksista ja malmin jatkokäsittelystä. Malmi tuodaan Vuonoksen rikastamolle rekoilla. Kuormat on peitetty, mutta pölyämistä tapahtuu leukamurskaimen edessä, kun malmia kipataan autosta murskaimeen. Prosessia ei kastella.

Rikastushiekka on hienojakoista, joten kuivana se pölyää herkästi. Rikastushiekka-allas itsessään ei pölyä, koska rikastushiekka on märkää. Padon ulkoluiskat ja erityisesti harjat ovat kuitenkin kuivemmat ja ne voivat sopivissa olosuhteissa pölytä. Pölyämisen suhteen riskialttiimpia vuodenaikoja ovat loppukevät ja alkukesä, jolloin voi olla pidempiä jaksoja kuivaa ja tuulista. Ilmankosteustaso on silloin myös alhaisempi. Syntyvä pöly kertyy pääasiassa tehdasalueen välittömään läheisyyteen, koska ympäröivä metsä pidättää tehokkaasti etäämmälle leviävää pölyä ja vain pieni osa pölystä leviää kauemmas toiminta-alueen ulkopuolelle.

Tuotantolaitokset toimivat seisokkeja lukuun ottamatta keskeytymättä vuorokauden ympäri kaikkina vuoden päivinä. Ilmapäästöjä syntyy lämmityskattiloiden käytöstä (nestekaasu ja kevytpolttoöljy) ja talkin kuivauksesta. Tuotantolaitosten laskennalliset päästömäärät raportoidaan käyntiaikojen perusteella. Koko tehdasalueella voi aiheutua pölyämistä etenkin kuivina aikoina, jolloin maahan laskeutunut pöly nousee uudestaan ilmaan tuulen ilmaan nostamana. Toimintojen ilmanlaatuvaikutuksia voi täten aiheutua kaikkina vuorokauden- ja vuodenaikoina.

Ulkoilmassa epäpuhtauksien pitoisuudet laskevat nopeasti, kun päästöt sekoittuvat ulkoilmaan, laimenevat sekä leviävät ympäristöön. Vallitsevat sääolosuhteet vaikuttavat päästöjen leviämiseen, eikä ilmanlaatu ole tehdasalueella ja sen ympäristössä eri ajankohtina vakio vaan se vaihtelee jatkuvasti.

Vaikutusarvio on laadittu asiantuntijatyönä, ja sen lähtöaineistona ovat toimineet hankkeeseen liittyvä suunnitteluaineisto, arvioitavaan kohteeseen liittyvä taustatieto, tieto nykyisen kuormituksen aiheuttamista vaikutuksista sekä kokemus aiempien vastaavien hankkeiden vaikutusarvioinnista ja niissä ilmenneistä ympäristövaikutuksista. Luvussa 19.2 on käsitelty kesällä 2026 tehtyjä ilmanlaadun mittauksia ja vertailtu niiden tuloksia aikaisempiin mittauksiin vuodelta 2015. Samassa luvussa on myös kerrottu toiminnoille vuonna 2015 tehdystä pölymallinnuksesta, jonka voidaan arvioida kuvaavan hyvin tehdasalueen nykytilannetta. Vaikutukset alueen ilmanlaatuun arvioitiin sanallisesti.

19.1.1 Hiukkasten käyttäytyminen ilmakehässä

Suurikokoiset hiukkaset kulkeutuvat ilmassa vain melko lyhyitä matkoja, kun taas kaikkein pienimpien pienhiukkasten kulkeuma ilmavirtausten mukana voi olla jopa tuhansia kilometrejä. Ihmisten terveyden kannalta tarkasteltavia hiukkaskokojakeita ovat hengitettävät hiukkaset (PM_{10}, hiukkasten halkaisija ≤ 10 µm) ja pienhiukkaset ($PM_{2,5}$, hiukkasten halkaisija ≤ 2,5 µm). Hengitettävät hiukkaset kulkeutuvat hengitysilman mukana keuhkoihin ja pienhiukkaset puolestaan aina keuhkorakkuloihin asti. Näille hiukkaskokoluokille on asetettu ilmanlaadun lainsäädännössä terveysperusteisia raja- ja

Copyright © AFRY Finland Oy

ohjearvoja (Vna 79/2017; Vnp 480/1996) eli pitoisuustasoja, joita ei saa ylittää (tarkemmin luvussa 19.1.2). Näitä hiukkaskokoluokkia suuremmat hiukkaset aiheuttavat pääosin viihtyisyyshaittaa ja likaantumista. Suurimmille hiukkaskokoluokille ei ole olemassa lainsäädännössä määriteltyjä pitoisuuksien raja- tai ohjearvoja.

Malmin ja maa-ainesten käsittelystä syntyvät hiukkaspäästöt ovat pääosin suhteellisen suurikokoista kivi- ja maa-ainespölyä, joka on halkaisijaltaan yli 30 µm kokoluokkaa. Se laskeutuu tyypillisesti alle 100 metrin päähän päästökohteesta. Halkaisijaltaan 10–30 µm oleva pöly kantautuu noin 250–500 metrin etäisyydelle. Hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset kantautuvat tätä kauemmas. Rikastushiekka on hienojakoista, joten kuivana se pölyää herkästi.

Pölyn ympäristöön leviämiseen ja syntyvien pitoisuuksien suuruuteen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. sääolosuhteet, vuodenaika, hiukkaskokojakauma ja maastonmuodot. Sääolosuhteet, kuten tuulen suunta ja voimakkuus sekä ilman lämpötila ja kosteus, vaikuttavat ratkaisevasti pölyn leviämiseen, koska hiukkaset kulkeutuvat ympäristöönsä ilmavirtauksien mukana. Suomessa vallitseva tuulensuunta on tavallisesti lounaasta, jolloin ilman-laatuvaikutukset ovat tyypillisesti suurimmillaan päästölähteiden koillispuolella. Tyynissä tilanteissa tai tuulen nopeuden ollessa erittäin pieni pölyämisen vaikutukset korostuvat välittömästi pölyävien toimintojen kohdalla, eikä päästöjen leviämistä ympäristöönsä juurikaan tapahdu. Hiukkaset poistuvat ilmakehästä tehokkaasti sateen mukana märkä-laskeumana, eikä kostealla ilmalla tapahdu pintojen pölyämistä.

Maaston pinnanmuodoilla ja maaston kasvillisuuspeitteisyydellä sekä puustolla on merkitystä erityisesti suurikokoisimpien hiukkasten leviämiseen, koska ne aiheuttavat depositiota eli hiukkasten poistumista ilmakehästä tarttumalla suoraan johonkin pintaan. Pölyävien toimintojen ja asutuksen väliin jätetyt suojametsävyöhykkeet vähentävät pölyhaittoja. Vaikutuksen suuruus riippuu muun muassa hiukkaskoosta sekä kasvillisuuden tiheydestä, rakenteesta ja etäisyydestä päästölähteeseen. Pienillä hiukkasilla kasvillisuuden sitova vaikutus on vähäisempi ja ne kulkeutuvat siten helpommin pidempiä matkoja.

Suomessa hiukkaspitoisuudet kohoavat yleensä voimakkaasti keväisin maalis-huhtikuussa, ns. kevätpölykaudella, kun maanpinnan kuivuessa talven jälkeen tuuli ja liikenne nostattavat ilmaan hiukkasia. Kevätpölykaudella sekä kesän kuivina poutajaksoina hiukkaspitoisuudet voivat olla koholla yleisesti laajoilla alueilla, eli myös kaukana varsinaisista hiukkaspäästölähteistä, eikä tilanteeseen välttämättä voida vaikuttaa paikallisin toimin. Pienhiukkasten pitoisuuksien kohoamiseen vaikuttaa ajoittain merkittävästi myös ulkomailta peräisin oleva kaukokulkeuma.

19.1.2 Ilmanlaadun raja- ja ohjearvo

Ilmanlaadun raja-arvot ovat terveysperusteisesti asetettuja ilman epäpuhtauksien enimmäispitoisuuksia, jotka on alitettava määräajassa. Ilmanlaadun raja-arvot ovat sitovia ja ne on määritelty valtioneuvoston asetuksessa 79/2017 (ns. ilmanlaatuasetus). Ulkoilman hiukkasia koskevat raja-arvot on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 19-1). Ilmanlaadun raja-arvoja ei sovelleta työpaikoilla eikä tehdas- tai kaivosalueiden sisäpuolella, eikä

Copyright © AFRY Finland Oy

liikenneväylillä tai alueilla, jonne yleisöllä ei ole vapaata pääsyä ja joilla ei ole pysyvää asutusta.

Taulukko 19-1. Ilmanlaadun terveysperusteiset raja-arvot (Vna 79/2017).

Ilman epäpuhtaus	Raja-arvo[1] µg/m³		Sallittujen ylitysten lukumäärä kalenterivuodessa
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	50	24 tuntia	35
	40	Kalenterivuosi	–
Pienhiukkaset ($PM_{2,5}$)	25	Kalenterivuosi	–

Euroopan unionin neuvosto on hyväksynyt lokakuussa 2024 direktiivin, jossa vahvistetaan päivitetyt ilmanlaatunormit kaikkialla EU:ssa (Euroopan unioni 2024). Nämä uudet ilmanlaatunormit on saavutettava vuoteen 2030 mennessä ja ne vastaavat paremmin WHO:n ilmanlaatua koskevia tiukentuneita suosituksia. Uudessa direktiivissä raja-arvoja kiristetään, sallittuja ylityksiä vähennetään, otetaan käyttöön raja-arvoja uusille aikaväleille ja tavoitearvoja muutetaan raja-arvoiksi. Direktiivi kattaa mm. hiukkaset ($PM_{2,5}$ ja PM_{10}) ja metallit. Uudistettu ilmanlaatudirektiivi tullaan saattamaan voimaan Suomessa kansallisella lainsäädännöllä kahden vuoden kuluessa. Uuden direktiivin hiukkasia koskevat raja-arvot on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 19-2).

Taulukko 19-2. Uuden ilmanlaatudirektiivin hiukkasia koskevat raja-arvot vuodelle 2030. Direktiivi tullaan saattamaan osaksi Suomen kansallista lainsäädäntöä viimeistään vuonna 2026.

Ilman epäpuhtaus	Raja-arvo µg/m³		Sallittujen ylitysten lukumäärä kalenterivuodessa
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	45	24 tuntia	18
	20	Kalenterivuosi	–
Pienhiukkaset ($PM_{2,5}$)	25	24 tuntia	18
	10	Kalenterivuosi	–

Suomessa on voimassa myös kansalliset ilmanlaadun ohjearvot (Vnp 480/1996), jotka eivät ole yhtä sitovia kuin raja-arvot. Ilmanlaadun ohjearvot on otettava huomioon suunnittelussa ja niitä sovelletaan mm. alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa sekä ilman pilaantumisen vaaraa aiheuttavien toimintojen sijoittamisessa ja ympäristölupaharkinnassa. Ohjearvojen soveltamisen avulla pyritään ehkäisemään ennakolta ilmansaasteiden aiheuttamia terveysvaikutuksia ja takaamaan hyvän ilmanlaadun säilyminen. Suomessa voimassa oleva hiukkasten pitoisuuksia koskeva ohjearvo on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 19-3).

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 19-3. Ilmanlaadun ohjearvot (Vnp 480/1996).

Ilman epäpuhtaus	Ohjearvo µg/m³		Tilastollinen määrittely
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	70	24 tuntia	Kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo

Ilmanlaatulainsäädännössä ei ole määritelty raja-arvoja ilmansaasteiden laskeumalle. Ilmatieteen laitos seuraa laskeumaa Suomessa taustamittausasemilla osana kansainvälisiä seurantaohjelmia (esim. EMEP- ja AMAP-seurantaohjelmat). Seurattavat komponentit ovat metallit, elohopea, PAH-yhdisteet ja pääionit. Laskeumaseurantaa tehdään vuosikymmenien ajan, tarkoituksena selvittää pitkän ajanjakson trendejä ja ilmansaasteiden aiheuttamia pitkäaikaisia luontovaikutuksia. Laskeuma on yleisesti suurempi etelässä kuin pohjoisessa, sillä Etelä-Suomessa etäisyys Euroopan suuriin päästölähteisiin on lyhempi ja Pohjois-Suomessa myös paikalliset päästöt ovat vähäisemmät. Sademäärän vuosittainen vaihtelu vaikuttaa laskeumatuloksiin. Hiukkasten kokonaislaskeumalle on aiemmin käytetty viihtyvyyshaitan rajana arvoa 10 g/m²/kk (SFS 3865, kumottu 27.1.2014).

19.2 Nykytila

19.2.1 Hankealueen ilmanlaatu

Alueelle tehtyjen ilmanlaatuselvitysten (luvut 19.2.1–19.2.4) sekä Vuonoksen toimintojen sijainnin perusteella voidaan arvioida lähiympäristön ilmanlaadun olevan yleisesti hyvä ja ilmansaasteiden pitoisuuksien melko pieniä. Vuonoksen rikastamoalueen kupeessa sijaitsee betoni- ja betonielementtitehdas, mutta sen lisäksi lähialueella ei sijaitse muita ilmanlaatuun vaikuttavia lupavelvollisia teollisuus- tai energiantuotantolaitoksia. Lähin ilmapäästöjen aiheuttaja on Outokummun kaupunkialue etelälounaassa. Lisäksi kohdealueelle päätyy ilmansaasteita kaukokulkeutumana. Vähäisiä paikallisia ilmapäästöjä aiheutuu lähinnä liikenteen pakokaasuista, kotitalouksien puunpoltosta ja erilaisten maapintojen pölyämisestä kuivina ajankohtina (esim. laajat avoimet peltoalueet, joissa ei ole kasvillisuutta). Hankealueen eteläpuolitse kulkevan Polvijärventien (tie 504) keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä (KVL) vuonna 2025 Talkkitien liittymän kohdalla oli 1 059 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus oli 65 ajoneuvoa vuorokaudessa (6 %). Lähiympäristön pienemmillä teillä liikennemäärät ovat tätä vähäisempiä.

Vuonoksen tehtaalle on tullut valituksia pölystä vain hyvin harvoin. Pölyvalituksia on kirjattu ylös vuosien 2015–2026 välisenä aikana. Tällä jaksolla on tullut ainoastaan 5 valitusta, joista jokainen on tullut eri vuotena. Valitukset ovat koskeneet talkkipölyä, joka on liannut läheisen kiinteistön ikkunoita tai muita pintoja tai kerääntynyt silmin havaittavasti pihapiiriin. Likaantumisen haittoja on korvattu haitankärsijälle. YVA-ohjelmavaiheen seurantaryhmän kokouksessa 15.5.2025 pölyäminen herätti paljon keskustelua. Pölypäästöjen ehkäisemiseen pitäisi seurantaryhmäläisten mielestä kiinnittää erityistä huomiota. Yleisötilaisuudessa 9.9.2025 pölyäminen nostettiin esiin kahdessa puheenvuorossa.

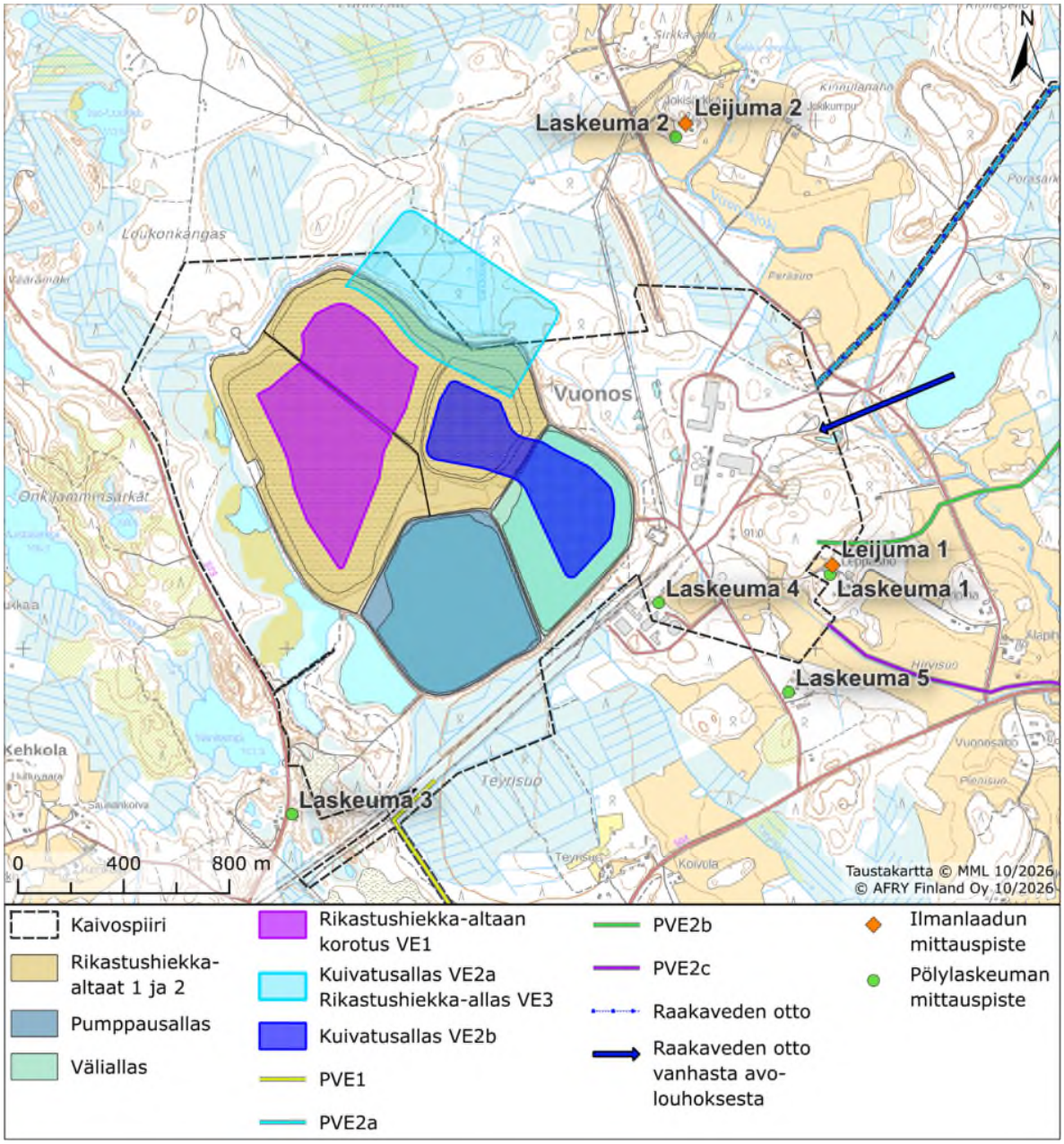
Copyright © AFRY Finland Oy

19.2.2 Ilmanlaadun mittaukset

Vuonoksen tehdasalueen läheisyydessä on tehty ilmanlaadun mittauksia touko-lokakuussa 2026 (Ramboll Finland Oy 2026). Mittaukset jatkuvat edelleen lokakuun loppuun asti ja raportti niiden tuloksista julkaistaan mittausjakson päätyttyä. Hengitettäviä hiukkasia (PM_{10}) ja kokonaisleijumaa mitataan kahdessa mittauspisteessä, joista mittauspiste 1 (Vuonoksentie 3; Leijuma 1) sijaitsee tehdasalueen kaakkoispuolella reilun 800 metrin päässä ja mittauspiste 2 (Vuonoksentie 26; Leijuma 2) koillispuolella noin 800 metrin päässä tehdasalueen toiminnoista. Mittauspisteet ovat lähimmät asuinkiinteistöt vallitsevien tuulensuuntien alapuolella. Näiden mittauspisteiden sijainnit on esitetty kartalla seuraavassa kuvassa (Kuva 19-1). Mittaukset uusitaan vuonna 2027.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuusmittauksista saatiin alustavia tuloksia 14.9.2026. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet jaksolla 6.5.–3.9.2026 olivat korkeimmillaan 26 µg/m³ pisteessä 1 ja 19 µg/m³ pisteessä 2. Vuorokausipitoisuudet alittivat jokaisena mittauspäivänä ilmanlaatuasetuksen (79/2017) mukaisen terveysvaikutusperusteisen vuorokausiraja-arvotason 50 µg/m^3 sekä uuden ilmanlaatudirektiivin mukaisen vuorokausiraja-arvotason 45 µg/m^3 (2881/2024). Korkeimmat leijuvan pölyn kokonaispitoisuudet (TSP, total suspended particles) olivat vuorokausipitoisuutena 78 µg/m³ pisteessä 1 ja 72 µg/m³ pisteessä 2. Kokonaisleijumalle annettu vuorokausipitoisuuden ohjearvotaso on 120 µg/m³ (Vna 480/1996). Pitoisuudet alittavat selvästi lainsäädännön asettamat raja- ja ohjearvot lähimpien asuinkiinteistöjen kohdalla.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 19-1. Ulkoilman hengitettävien hiukkasten (PM10) ja pölylaskeuman mittauspisteiden sijainnit.

Edellisen kerran ilmanlaatumittauksia tehtiin vuonna 2015 Vuonoksen tehdasalueella ja läheisillä asuinkiinteistöillä (Ramboll Finland Oy 2015b). Hiukkaspitoisuudet olivat selvästi suuremmat tehdasalueella kuin tehtaan läheisillä asuinkiinteistöillä. Tehdasalueella kokonaispölypitoisuus ylitti vuorokausipitoisuuden ohjearvotason 120 µg/m³ ja PM_{10}-pitoisuus ylitti vuorokausikeskiarvon raja-arvotason 50 µg/m³. Tehdasalueella raja-arvot eivät ole voimassa. Lähikiinteistöjen mittauspisteillä PM_{10}-vuorokausipitoisuus oli korkeimmillaan 21 µg/m³, joten raja-arvo alittui kaikilla mittauspisteillä. Myös

Copyright © AFRY Finland Oy

asuinkiinteistöillä todetut arseenin, nikkelin ja lyijyn pitoisuudet alittivat niiden vuosikeskiarvoille annetut tavoitearvot.

Vuoden 2026 hiukkasmittausten kanssa samanaikaisesti mitataan lisäksi hiukkasten kuukausilaskeumaa kaikkiaan viidessä mittauspisteessä, joista kaksi on samaa kuin pitoisuusmittauksissa (Kuva 19-1). Myös laskeumamittaukset jatkuvat edelleen lokakuun loppuun asti. Näytteistä analysoidaan kuukausittain kiintoaine, kiintoaineen hehkutusjäännös ja magnesiumpitoisuus (Mg). Laajempi analyysipaketti tehdään kerran tarkkailujakson aikana. Tällöin määritetään kiintoaine, kiintoaineen hehkutusjäännös sekä metallien (As, Cd, Co, Cr, Cu, Mg, Ni, Pb, Sb, V ja Zn) ja asbestikuitujen pitoisuudet. Laskeumamittausten tulokset neljältä ensimmäiseltä 30 vuorokauden jaksolta on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 19-4). Mittausjaksolla 3 näytteistä analysoitiin kaikki metallit, mutta laboratorioanalyysin määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia havaittiin magnesiumin lisäksi ainoastaan kuparista (Cu) ja sinkistä (Zn). Mittausjaksolla 3 näytteistä analysoitiin myös asbesti, mutta näytteissä ei havaittu asbestikuituja ja tulos oli alle määritysrajan kaikissa mittauspisteissä.

Taulukko 19-4. Kuukausilaskeuman arvot (mg/m²) neljän ensimmäisen mittausjakson aikana vuonna 2026 (Ramboll Finland Oy). Alle määritysrajan olleet tulokset on merkitty <DL. Laskeumapisteet esitetty kartalla kuvassa 19-1.

Laskeuma (mg/m² × 30 vrk)	Piste 1	Piste 2	Piste 3	Piste 4	Piste 5
Jakso 1					
Orgaaninen laskeuma	4,9	1,9	2,1	3,1	5,9
Epäorgaaninen laskeuma	1,3	0,2	0,2	1,4	0,5
Magnesium (Mg)	4,4	1,2	3,1	25	1,5
Jakso 2					
Orgaaninen laskeuma	1,4	2	5,1	2,3	2,4
Epäorgaaninen laskeuma	0,2	0,1	0,2	1	0,6
Magnesium (Mg)	35	2,5	0,93	52	26
Jakso 3					
Orgaaninen laskeuma	12	20	4	29	12
Epäorgaaninen laskeuma	0,03	0,86	0,61	2,15	0,62
Magnesium (Mg)	383	172	717	813	263
Kupari (Cu)	4,1	3,8	3,6	8,1	2,6
Sinkki (Zn)	13,6	<DL	<DL	28,7	<DL
Jakso 4					
Orgaaninen laskeuma	2,6	3,6	1,3	2,9	1,4

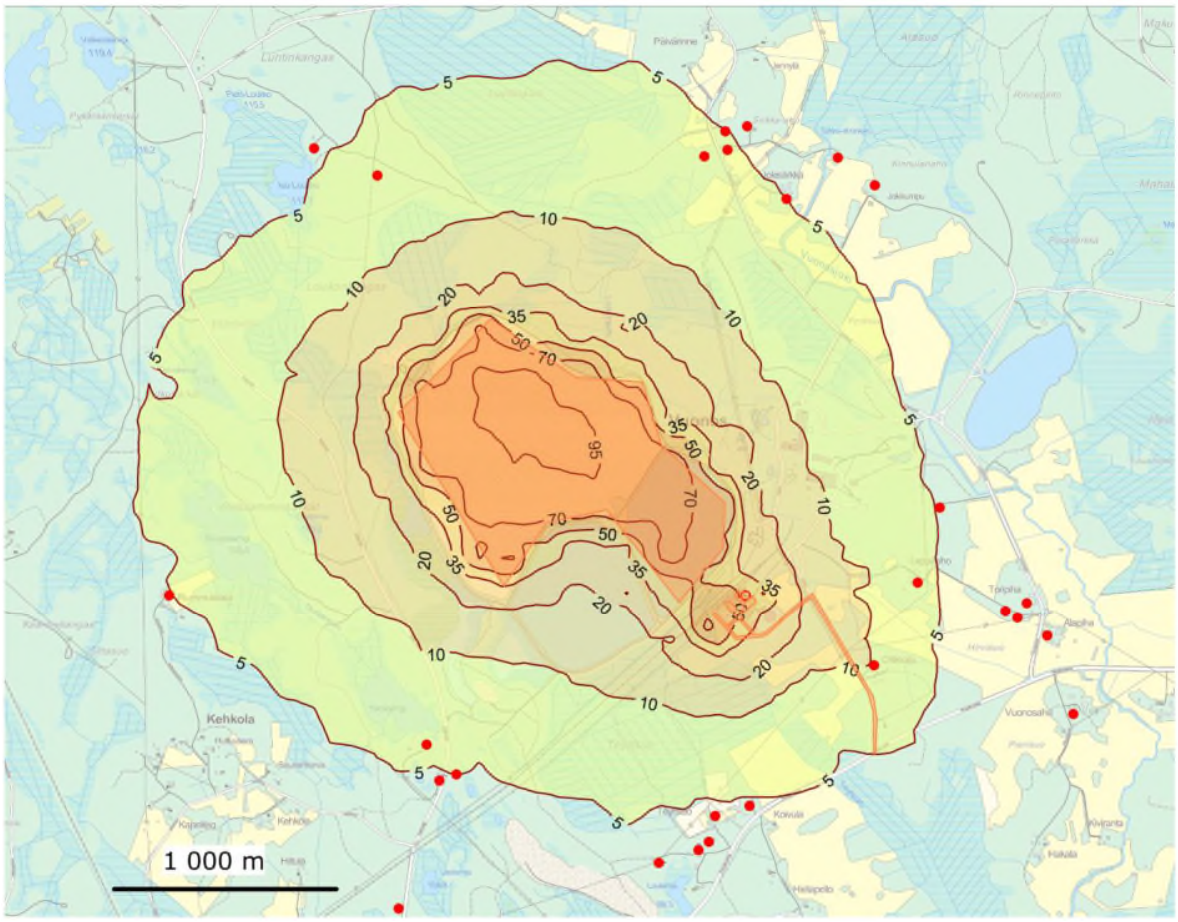
Copyright © AFRY Finland Oy

Laskeuma (mg/m² × 30 vrk)	Piste 1	Piste 2	Piste 3	Piste 4	Piste 5
Epäorgaaninen laskeuma	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
Magnesium (Mg)	188	109	52	952	299

19.2.3 Hiukkaspäästöjen leviämismallilaskelmat

Hankealueen pölypäästöjen leviämistä ja niiden ilmanlaatuvaikutuksia on arvioitu vuonna 2015 tehdyllä leviämismallilaskelmalla (Ramboll Finland Oy 2015a). Mallinnuksessa huomioitiin rikastushiekka-altaiden ja tehdasalueen hajapölypäästöt, liikenteen pölypäästöt sekä prosessipäästöt ja lämpökeskuksen päästöt nykytilanteen mukaisesti. Pölypäästöjen vaikutusalueen arvioitiin olevan suhteellisen pieni. Korkeimmat hiukkaspitoisuudet esiintyivät tehdasalueella, erityisesti rikastushiekka-altaiden kohdalla, ja pitoisuudet pienentyivät nopeasti etäisyyden kasvaessa päästölähteistä. Mallilaskelmien mukaan hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuosikeskiarvopitoisuudet olivat tehdasalueen ulkopuolella alle 30 µg/m³, vuosiraja-arvon ollessa 40 µg/m³. Vuonoksen toimintojen vaikutukset lähimpien asutusalueiden vuosipitoisuuksiin ovat suhteellisen vähäisiä, päästöjen jaksottaisuuden ja pitkien välimatkojen vuoksi. Myös vuorokausiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet jäivät alle raja-arvon (50 µg/m³) tehdasalueen ulkopuolella (Kuva 19-2). Lähimpien asuinrakennusten kohdalla pitoisuudet olivat noin 10–15 % vuorokausiraja-arvosta. Poikkeustilanteissa, esim. puuskittaisen ja kovan tuulen aikana sekä pitemmän poutajakson aikana, voivat toiminnan aikaiset pölypäästöt ja pitoisuudet lyhytaikaisesti olla mallinnettuja arvoja suurempia ja aiheuttaa viihtyvyyshaittaa, esim. pinnoilla tai lumessa näkyvänä pölynä.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 19-2. Hengitettävien hiukkasten (PM10) korkeimmat vuorokausiraja-arvoon (50 µg/m³; 79/2017) verrannolliset pitoisuudet. Punaiset pisteet kuvaavat asuinkiinteistöjä. Kuvan lähde: Ramboll Finland Oy 2015a.

19.2.4 Bioindikaattoriselvitykset

Pohjois-Karjalan ilmanlaatua tutkittiin vuonna 2020 toteutetussa bioindikaattorien seurantatutkimuksessa (Pohjois-Karjalan ELY-keskus 2021). Tutkimus on jatkoa vuosina 1998–1999 ja 2010 toteutetuille maakunnallisille bioindikaattoritutkimuksille. Havaintopaikkoja oli yhteensä 315, ja Outokummun kaupungin alueelle niistä sijoittui yhteensä 25 havaintoalaa, joista osa Vuonoksen tehdasalueen läheisyyteen. Tutkimuksessa selvitettiin ilmanlaatua männyn runkojäkälien kunnon ja sammalnäytteiden metallipitoisuuksien avulla. Tutkimuksen mukaan Pohjois-Karjalan ilmanlaatu on parempaa kuin muilla tutkituilla alueilla Suomessa. (Ruuth ym. 2021)

Jäkäläkartoituksessa parhaiten ilmanlaatua kuvasi männyn rungoilla kasvavan sormipaisukarpeen (*Hypogymnia physodes*) vaurioaste. Vuonna 2020 Outokummun havaintoaloilla sormipaisukarpeen vaurioaste oli keskimäärin 1,8, mikä vastaa lieviä vaurioita. Hankealueen välittömässä läheisyydessä ilman epäpuhtauksiin reagoivien jäkälälajien

Copyright © AFRY Finland Oy

vaurioaste oli kohonnut. Vauriot vaihtelivat selvästi vaurioituneesta pahoin vaurioituneeksi. Myös ilman epäpuhtauksista kärsivien lajien lukumäärä oli alentunut tai lajit puuttuivat kokonaan. Muita kohonneen vaurioasteen ja alhaisemman lajilukumäärän alueita Outokummun kaupungin alueella olivat kaupungin keskustaajama ja Outokummun Energia Oy:n lämpökeskuksen ympäristö. Lajiston kuntoa kuvaava IAP-indeksi (Index of Atmospheric Purity, ilmanpuhtausindeksi) oli Outokummussa keskimäärin 3,2 ja lajilukumäärä keskimäärin 7,5. Näiden tunnuslukujen perusteella Outokummun jäkälälajisto oli kokonaisuutena suhteellisen hyväkuntoista: kunnan IAP-indeksi oli korkeampi ja lajilukumäärä suurempi kuin koko Pohjois-Karjalan vastaavat keskiarvot 2,9 ja 6,9. Outokumpu kuului Kontiolahden, Nurmeksen ja Tohmajärven ohella tutkimusalueen jäkälälajistoltaan luonnontilaisimpiin kuntiin. (Pohjois-Karjalan ELY-keskus 2021)

Vuonoksen tehdasalue erottui selvästi sammalten alkuainepitoisuuksissa. Vuonoksen tehtaan läheisyydessä sijaitsevalla havaintoalalla todettiin koko tutkimusalueen suurimmat arseeni-, kromi-, magnesium- ja nikkelipitoisuudet. Arseenipitoisuus oli 1,3 mg/kg, kromipitoisuus 5,6 mg/kg, magnesiumpitoisuus 2 700 mg/kg ja nikkelipitoisuus 26,8 mg/kg. Lisäksi Vuonoksen tehtaan läheisyydessä todettiin kohonneita kuparin (16,8 mg/kg), raudan (640 mg/kg) ja vanadiinin (1,7 mg/kg) pitoisuuksia. Myös rikkipitoisuus oli Vuonoksen tehdasalueen läheisyydessä tausta-alueita korkeampi. Useimpien alkuaineiden pitoisuudet olivat muualla maakunnassa pieniä. Kohonneita pitoisuuksia havaittiin esimerkiksi Kiteen Puhoksella lakkautetun sahan lähistöllä ja Polvijärvellä Kylylahden kaivoksen lähistöllä. Tutkimuksessa kaivokset ja kaivostuotteiden jatkojalostuslaitokset tunnistettiin merkittäviksi raskasmetallien ja muiden alkuaineiden päästölähteiksi, ja niille ominaisina alkuaineina erottuivat erityisesti arseeni, kromi ja nikkeli. (Pohjois-Karjalan ELY-keskus 2021)

Vuosien 2010 ja 2020 välillä useiden alkuaineiden pitoisuudet pienenivät Vuonoksen tehtaan ympäristössä. Raportin mukaan nikkelin pitoisuus pieneni selvästi Vuonoksen tehtaan läheisyydessä ja edelleen Polvijärven suuntaan. Myös raudan, rikin ja vanadiinin pitoisuudet pienenivät Vuonoksen ympäristössä. Koko Pohjois-Karjalan tasolla useimpien tutkittujen alkuaineiden pitoisuudet olivat vuonna 2020 keskimäärin pienempiä kuin vuonna 2010. (Pohjois-Karjalan ELY-keskus 2021)

19.3 Vaikutusten arviointi

19.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Kaikissa hankevaihtoehdoissa maanrakennustyöt aiheuttavat tavanomaiseen maarakennusalueeseen tai työmaa-alueeseen verrattavaa pölyämistä. Pölyämistä aiheuttavat mm. pintamaiden poisto, rikastushiekka-altaiden rakenteiden ja tarvittavan infran rakentaminen sekä rakentamisesta aiheutuva lisääntynyt liikenne. Työvaiheiden eri toiminnot vaikuttavat suoraan syntyvän pölypäästön määrään ja eri kohdissa hankealuetta syntyy pölypäästöjä eri aikoina aina rakennustöiden edetessä. Lisäksi pölyämistä aiheutuu koko rakentamisalueelta tuulen ilmaan nostamana, silloin kun kuiva maanpinta ei ole kasvillisuuspeitteistä.

Rakentamisen aikaiset pölypäästöt ovat paikallisia ja ajoittaisia. Vaikutukset kohdistuvat pääosin rakentamisalueiden välittömään läheisyyteen. Uusien alueiden ja tarvittavan infran

Copyright © AFRY Finland Oy

rakentamisvaihe on lyhytaikainen suhteessa toiminta-aikaan eikä aiheuta kokonaisuutena merkityksellisiä vaikutuksia ilmanlaatuun. Rakentamisvaiheen ilmanlaatuvaikutukset lakkaavat rakentamistoimien päättyessä.

Vaihtoehdossa VE1 ei kohdistu rakentamista uusille alueille, vaan rakentamisen aikaiset ilmanlaatuvaikutukset (altaan patojen rakentaminen) kohdistuvat nykyisten rikastushiekka-altaiden 1 ja 2 alueelle ja niiden välittömään läheisyyteen.

Vaihtoehdossa VE2a rakennetaan uusi kuivaläjitysallas nykyisten rikastushiekka-altaiden pohjoispuolelle (sama alue kuin vaihtoehdossa VE3). Rakentamisaikaiset ilmanlaatuvaikutukset kohdistuvat erityisesti tämän altaan alueelle ja sen välittömään läheisyyteen.

Vaihtoehdossa VE2b ei kohdistu rakentamista uusille alueille, vaan ilmanlaatuvaikutukset (kuivaläjitysaltaan rakenteiden rakentaminen) kohdistuvat nykyisen rikastushiekka-altaan 2 eteläosan ja välialtaan alueelle ja niiden välittömään läheisyyteen.

Vaihtoehdossa VE3 rakennetaan uusi rikastushiekka-alue sekä vaadittava infra nykyisten rikastushiekka-altaiden pohjoispuolelle (sama alue kuin vaihtoehdossa VE2a). Rakentamisaikaiset ilmanlaatuvaikutukset kohdistuvat erityisesti tämän altaan alueelle ja sen välittömään läheisyyteen.

Purkuputkivaihtoehtojen PVE2a, PVE2b ja PVE2c kaivutöistä ja liikennöinnistä aiheutuu hetkittäisiä ilmanlaatuvaikutuksia kunkin reittivaihtoehdon varrelle. Rakennusvaiheen pölyämistä aiheuttavat maanrakennustyöt ovat sijainniltaan jatkuvasti muuttuvia, joten yksittäisen häiriintyvän kohteen kannalta ilmanlaatuvaikutukset ovat tilapäisiä.

19.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toimintavaiheessa aiheutuvat ilmanlaatuvaikutukset ovat pääosin nykytilanteen kaltaisia. Nykytilan mukaisesti alueella syntyy pölypäästöjä lähinnä hajakuormituksesta. Pölyämistä aiheutuu erityisesti rikastushiekka-alueelta, mutta myös kuljetuksista ja malmin jatkokäsittelystä. Malmi tuodaan Vuonoksen rikastamolle rekoilla. Kuormat on peitetty, mutta pölyämistä tapahtuu leukamurskaimen edessä, kun malmia kipataan autosta murskaimeen. Prosessia ei kastella. Hetkellisiä pölyvaikutuksia ja niistä aiheutuvaa viihtyisyyshaittaa voi esiintyä satunnaisesti lähiympäristössä ja lähimpien kiinteistöjen kohdilla.

Vaihtoehdossa VE1 kaikki toiminnot ja toimintojen sijainnit pysyvät ennallaan ja ainoastaan rikastushiekka-altaan korkeus kasvaa. Ulkoilman hiukkaspitoisuuksien voidaan olettaa pysyvän ennallaan nykytilanteeseen verrattuna. Rikastushiekka-altaan korkeuden kasvaessa sen padon ulkoluiskista ja harjoilta otollisissa olosuhteissa irtoava pöly voi levitä hiukan kauemmaksi kuin matalammasta rikastushiekka-altaasta. Muutosta voidaan kuitenkin pitää merkityksettömänä kokonaisuuden kannalta ja hiukkaspitoisuuksien lähimpien asuinkiinteistöjen kohdalla voidaan olettaa pysyvän alle ilmanlaadun raja-arvojen myös jatkossa.

Vaihtoehdossa VE2a rakennetaan uusi kuivaläjitysallas nykyisten rikastushiekka-altaiden pohjoispuolelle (sama alue kuin vaihtoehdossa VE3). Toimintojen pölypäästöjen voidaan olettaa pysyvän pääosin ennallaan nykytilanteeseen verrattuna, mutta pölyävien toimintojen

Copyright © AFRY Finland Oy

siirtyminen muuttaa pölyämisen vaikutusalueen muotoa ja siirtää pölyvaikutuksia kohti pohjoispuolen asuinkiinteistöjä. Lähimmillään nämä kiinteistöt ovat noin 700 metrin päässä kuivaläjitysaltaasta. Kuivaläjityksestä aiheutuu todennäköisesti hiukan suurempia pölyvaikutuksia kuin märkäläjityksestä, pölyämiselle alttiin kuivan pinta-alan ollessa suurempi. Nykytilanteen leviämismallilaskelmien perusteella näiden kiinteistöjen kohdalla hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat nykyisin vuosipitoisuutena alle 5 µg/m³, vuorokausiraja-arvoon verrannollisena pitoisuutena (79/2017) noin 5 µg/m³ ja korkeimpana vuorokausikeskiarvona noin 10–20 µg/m³. Hiukkaspitoisuuksien voidaan olettaa pysyvän näiden asuinkiinteistöjen kohdalla alle ilmanlaadun raja-arvojen myös tulevaisuudessa, vaikka kuivaläjitysaltaan läheisyys toisikin pitoisuuslisää näille alueille.

Vaihtoehdossa VE2b tehdään kuivaläjitystä nykyisen rikastushiekka-altaan 2 eteläosaan ja välialtaaseen. Toimintojen pölypäästöjen voidaan olettaa pysyvän pääosin ennallaan nykytilanteeseen verrattuna. Uusia alueita ei oteta käyttöön nykyisen alueen ulkopuolelta, joten pölyvaikutusten alueen laajuuden voidaan olettaa pysyvän pitkälti nykytilanteen kaltaisena. Kuivaläjityksestä aiheutuu todennäköisesti hiukan suurempia pölyvaikutuksia kuin märkäläjityksestä, pölyämiselle alttiin kuivan pinta-alan ollessa suurempi. Hiukkaspitoisuuksien voidaan kuitenkin olettaa pysyvän lähimpien asuinkiinteistöjen kohdalla alle ilmanlaadun raja-arvojen myös jatkossa.

Vaihtoehdossa VE3 rakennetaan uusi rikastushiekka-alue sekä vaadittava infra nykyisten rikastushiekka-altaiden pohjoispuolelle (sama alue kuin vaihtoehdossa VE2a). Toimintojen pölypäästöjen voidaan olettaa pysyvän pääosin ennallaan nykytilanteeseen verrattuna mutta pölyävien toimintojen siirtyminen muuttaa pölyämisen vaikutusalueen muotoa ja siirtää pölyvaikutuksia kohti pohjoispuolen asuinkiinteistöjä, samaan tapaan kuin vaihtoehdossa VE2a. Lähimmillään asuinkiinteistöt ovat noin 700 metrin päässä uudesta rikastushiekka-altaasta. Hiukkaspitoisuuksien voidaan olettaa pysyvän lähimpien asuinkiinteistöjen kohdalla alle ilmanlaadun raja-arvojen myös tulevaisuudessa, vaikka rikastushiekka-altaan läheisyys toisikin pitoisuuslisää näille alueille.

Purkuputkivaihtoehdoista PVE2a, PVE2b ja PVE2c ei aiheudu ilmanlaatuvaikutuksia toiminnan aikana.

Kaikissa tarkasteluvaihtoehdoissa tuotantolaitoksia lämmitetään rikastamon 2,9 MW:n kattilalla, jossa polttoaineena käytetään nestekaasua. Kattilan savupiipun korkeus on 20 metriä. Tehdasalueen lisä- ja varalämmitysjärjestelmänä toimii mikrotalkkitehtaan 0,81 MW:n kevytpolttoöljykattila, jonka savupiipun korkeus on 18 metriä, sekä ja vuokrattavat kevytpolttoöljykäyttöiset lisälämmittimet. Kattiloiden savukaasuja ei käsitellä. Nestekaasun ja kevyen polttoöljyn polttamisesta vapautuu pääasiassa typen oksideja (NO_x), ja rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöjen määrät ovat käytännössä merkityksettömiä. Molempien kattilalaitosten piipun korkeutta voidaan pitää riittävänä niiden päästöjen leviämisen ja laimenemisen kannalta, ja ne molemmat täyttävät asetuksen 1065/2017 mukaisen 1–5 MW laitokselle annetun vähimmäispiipunkorkeuden 10 metriä maanpinnasta. Vuonoksen ympäristölupamääräyksissä ei ole velvoitetta ilmapäästöjen tarkkailuun.

Vuonoksen tehdasalueen liikennemäärien ei arvioida muuttuvan merkittävästi, mikäli tuotantomäärät säilyvät nykyisellä tasolla. Nykyisellä tuotantomäärällä malmia kuljetetaan

Copyright © AFRY Finland Oy

Polvijärven kaivoksilta rikastamolle keskimäärin noin 100 kuormaa viikossa. Tilanteessa, jossa rikastamon ja tehtaan tuotantokapasiteetti kasvaisi enimmäistuotannon tasolle keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä kasvaisi nykyisestä noin 107 ajoneuvosta noin 160 ajoneuvoon vuorokaudessa. Raskaan liikenteen määrä kasvaisi vastaavasti noin 41 ajoneuvosta noin 86 ajoneuvoon vuorokaudessa. Toiminnan aiheuttama tieliikenteen määrä on vähäinen verrattuna Polvijärventien kokonaisliikenteeseen (KVL 1059), eikä liikennemäärän mahdollinen lisäys ole ilmanlaadun kannalta merkittävä. Kuljetuksista aiheutuu pakokaasupäästöjä ja pölyämistä. Pakokaasupäästöjen vaikutusalue on koko kuljetusmatka, ja päästöt ovat osa seudun muun tieliikenteen päästöjä. Liikenteen aiheuttamat pölyvaikutukset kohdistuvat etenkin tehdasalueen lähimmille tieosuuksille, jonne voi kulkeutua pölyä piha-alueilta ajoneuvojen renkaissa.

Kaikki hankevaihtoehdot VE1–VE3 mahdollistavat toiminnan jatkamisen noin vuoteen 2050 asti. Ilmastonmuutoksen seurauksena tulevaisuudessa tapahtuva lämpötilojen nousu ja lisääntyvä haihdunta voivat lisätä maaperän kuivuutta ja kesien erittäin kuivia jaksoja. Kuivien jaksojen yleistyminen tai voimistuminen voivat lisätä myös pölyämiselle otollisia olosuhteita hankkeen elinkaaren aikana. Toisaalta ilmastonmuutoksen vaikutuksena on ennustettu rankkasateiden lisääntymistä ja vuosittaisen sademäärän kasvua. Sateella pölyämistä ei tapahdu koska sade kastelee pölyäviä pintoja ja vähentää pölyn irtoamista ja kulkeutumista ilmaan, joten sateisuuden lisääntyminen voi osaltaan myös vähentää pölyämiselle suotuisien olosuhteiden esiintymistä. Pölyämisen kannalta sademäärän kokonaismuutosta olennaisempaa on kuitenkin sateiden ajallinen jakautuminen sekä sateettomien jaksojen pituus. Ilmastonmuutoksen vaikutukseen liittyy siten vastakkaissuuntaisia tekijöitä, minkä vuoksi sen kokonaisvaikutusta hankkeen pölyämiseen on vaikea arvioida yksiselitteisesti.

19.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Vuonoksen tehtaan toiminnan päättyessä prosesseista ja lämmityskattiloista peräisin olevat päästöt ilmaan loppuvat. Tehdasalueen toimintojen päätyttyä rikastushiekka-allas suljetaan peittorakenteella, ja alueella tehdään suunnitellut sulkemistoimenpiteet. Soratiet jätetään paikalleen jälkitarkkailua varten ja alueet kasvitetaan soveltuvin osin. Sulkemistoimenpiteiden pölyvaikutukset vastaavat tavanomaista rakennusten purkutyötä ja maarakennustyötä. Vaikutukset kohdistuvat pääosin tehdasalueelle ja sen välittömään läheisyyteen ja ne ajoittuvat päiväaikaan. Purku- ja maisemointityö aiheuttaa liikennettä ja liikenteen pakokaasupäästöjä. Sulkemisvaiheen kesto on toiminta-aikaan nähden lyhytaikainen. Sulkemisen jälkeen alueelta ei enää aiheudu ilmanlaatuvaikutuksia ympäristöön, lukuun ottamatta tavanomaista maaston paljaiden maanpintojen pölyämistä kuivina ajankohtina ja vähäistä jälkitarkkailuun liittyvää liikennettä.

19.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 toiminta jatkuu nykyisellä ympäristöluvalla niin kauan kuin se on lupaehtojen puitteissa mahdollista. Toiminta päättyy rikastushiekka-altaan saavuttaessa nykyisen ympäristöluvan maksimikorkeuden arviolta vuosina 2030–2032. Ilmapäästöt ja ilmanlaatuvaikutukset jatkuvat nykytilanteen mukaisena aina toiminnan päättymiseen asti. Hetkellisiä pölyvaikutuksia ja viihtyisyyshaittaa voi esiintyä satunnaisesti lähiympäristössä ja

Copyright © AFRY Finland Oy

lähimpien kiinteistöjen kohdilla. Tehtyjen leviämismallinnuksen ja ilmanlaadun mittausten tulokset viittaavat siihen, että tehdasalueelta peräisin olevan pölyn ajoittainen kertyminen (pölylaskeuma) lähialueen maastoon on mahdollista, mutta hiukkasten pitoisuudet alittavat terveysvaikutusperustaiset ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot lähiasutuksen kohdalla.

19.4 Yhteisvaikutukset

Tarkastelualueella ei ole tunnistettu sellaisia tiedossa olevia hankkeita, joista aiheutuisi merkittäviä yhteisvaikutuksia ilmanlaatuun yhdessä Vuonoksen tehtaan kanssa. Välittömästi rikastamoalueen luoteispuolella sijaitsevan betoni- ja betonielementtitehtaan kanssa voi aiheutua satunnaisia yhteispölyvaikutuksia, jotka liittyvät pölyämiselle otollisiin sääolosuhteisiin ja pölyn leviämiseen laitosten piha-alueilta ympäristöön ja pölyn kulkeutumiseen ajoneuvojen renkaissa lähimmille tieosuuksille.

19.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaikutusalueen herkkyys ilmanlaadun muutoksille määräytyy nykyisen ilmanlaadun tason, päästölähteiden määrän ja ilmanlaadulle herkkien kohteiden mukaan. Vaikutusten suuruutta arvioidaan tarkastelemalla ilman epäpuhtauksien pitoisuusmuutoksen suuruutta sekä arvioimalla vaikutuksen ajallista ja alueellista laajuutta.

Vaikutusalueen nykytilan herkkyys on arvioitu kohtalaiseksi. Hankealueen välittömässä läheisyydessä on joitakin vakituisia asuntoja ja tiheämpi asutus alkaa jo noin kilometrin etäisyydellä Outokummun suuntaan mentäessä. Alueella on ollut jo pitkään teollista toimintaa. Ilmanlaatu on hankealueella pääosin hyvä, mutta Vuonoksen tehdasalueen toiminta voi jo nykyisellään aiheuttaa ajoittaisia pölyvaikutuksia ja viihtyisyyshaittaa tehdasaluetta lähimpien kiinteistöjen pihoilla. Pölyvalitukseen johtanutta pölyämistä on ollut alueella keskimäärin joka toinen vuosi.

Pölyäminen voi aiheuttaa kaikissa tarkasteluvaihtoehdoissa ilmanlaatu- ja viihtyisyysvaikutuksia tehdasalueen ympäristössä, ja etenkin vallitsevan tuulensuunnan mukaisesti tehdasalueen pohjois- ja koillispuolen kiinteistöillä. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 hetkelliset pölyvaikutukset voivat olla pohjoispuolen kiinteistöissä suuremmat kuin muissa vaihtoehdoissa, koska nykyisen alueen ulkopuolelle toteutettava kuivaläjitysallas tai rikastushiekka-allas tulee lähemmäksi pohjoispuolen asuinkiinteistöjä. Lähimmillään nämä kiinteistöt ovat noin 700 metrin päässä kuivaläjitysaltaasta tai uudesta rikastushiekka-altaasta. Kuivaläjityksestä (vaihtoehdot VE2a ja VE2b) aiheutuu todennäköisesti hiukan suurempia pölyvaikutuksia kuin märkäläjityksestä, pölyämiselle alttiin pinta-alan ollessa suurempi. Pölyämisestä ei kuitenkaan arvioida aiheutuvan ilmanlaadun raja-arvojen ylityksiä lähimmissä kiinteistöissä eikä haitallisia terveysvaikutuksia missään toteutusvaihtoehdossa. Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 toiminta jatkuu noin 20 vuotta pidempään kuin vaihtoehdossa VE0, joten ilmanlaatuvaikutusten ajallinen kesto on huomattavasti pidempi. Hankevaihtoehtojen välille ei muodostu ilmanlaadun kannalta merkittäviä eroja.

Kaikissa hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 toiminnan aikaisen vaikutuksen suuruus arvioidaan vähäiseksi, jolloin kokonaisvaikutus on vähäinen kielteinen (Taulukko 19-5). Vaihtoehdossa VE0 ei tapahdu muutosta nykytilanteeseen verrattuna. Purkuputkivaihtoehdoista PVE2a, PVE2b ja PVE2c ei aiheudu ilmanlaatuvaikutuksia toiminnan

Copyright © AFRY Finland Oy

aikana vaan niiden pölyvaikutukset ajoittuvat ainoastaan rakentamisaikaan. Kaikissa hankevaihtoehdoissa maanrakennustyöt ja tarvittavan infran rakentaminen aiheuttavat tavanomaiseen maarakennusalueeseen tai työmaa-alueeseen verrattavaa pölyämistä. Pölyvaikutukset ovat paikallisia ja ajoittaisia ja kohdistuvat pääosin rakentamisalueiden välittömään läheisyyteen. Rakentamisvaihe on lyhytaikainen suhteessa toiminta-aikaan eikä aiheuta kokonaisuutena merkityksellisiä vaikutuksia ilmanlaatuun.

Taulukko 19-5. Ilmanlaatuun kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen					PVE1				
	Kohtalainen				VE1 VE2a VE2b VE3	VE0 PVE2a PVE2b PVE2c				
	Suuri									
	Erittäin suuri									

19.6 Arvioinnin epävarmuudet

Hiukkaspitoisuuksien alueellinen jakautuminen pölyävien toimintojen ympärillä ja esimerkiksi suurimpien hetkellisten pitoisuuksien esiintymispaikka vaihtelevat käytännössä säätilanteen mukaan. Todellinen sää vaihtelee hetkittäin, joten myös ilmanlaatu toimintojen ympäristössä on jatkuvasti muuttuvaa ja siihen vaikuttavat merkittävästi myös muut tekijät kuin yksittäisen teollisen toiminnan päästöt tai tehdasalueella tehtävät toimenpiteet pölyämisen torjumiseksi. Toiminnoista aiheutuvien hajapölypäästöjen päästömääriä ei myöskään voida tietää tarkasti, koska esim. rikastushiekka-alueet ovat laajoja päästölähteitä, jonka eri osissa olosuhteet pölyn syntymiseen voivat olla erilaiset. Hiukkaspäästöjen määrä ja myös syntyvä hiukkaskokojakauma vaihtelevat siten jatkuvasti toimintojen aktiivisuuden, pintojen kuivuuden, pintamateriaalin ominaisuuksien ja sääolosuhteiden mukaan.

Nykytilannetta kuvaavassa päästöjen leviämismallilaskelmassa (Ramboll Finland Oy 2015a) on jouduttu tekemään oletuksia ja yksinkertaistuksia, jotta monimutkaisia prosesseja on voitu kuvata laskennallisesti. Lopputuloksen luotettavuus yksittäisessä pisteessä on heikoimmillaan tuntipitoisuuksia laskettaessa ja sen edustavuus paranee pitempiaikaispitoisuuksia (vuorokausi- ja vuosikeskiarvoja) laskettaessa. Mallilaskelmassa ei ole huomioitu kasvillisuuden vaikutusta. Todellisuudessa ympäröivä metsä pidättää tehokkaasti etäämmälle leviävää karkeaa pölyä ja vain pieni osa pölystä leviää kauemmas toiminta-alueen ulkopuolelle. Hankkeen pölyvaikutuksia on arvioitu vakiintuneiden ja yleisesti hyväksyttyjen

Copyright © AFRY Finland Oy

ilmanlaatumallinnuksen menetelmien mukaisesti. Vaikka mallinnustuloksiin liittyy epävarmuustekijöitä, niiden arvioidaan kuvaavan riittävällä luotettavuudella päästöjen leviämistä ja pitoisuustasoja tarkastelualueella. Tuloksia voidaan näin ollen käyttää hankkeen pölyvaikutusten arvioinnin ja siitä tehtävien johtopäätösten perustana.

Ulkoilman hiukkaspitoisuuksien syntymiseen ja leviämiseen voidaan vaikuttaa merkittävästi erilaisten lieventämistoimien avulla, joita on esitetty seuraavassa luvussa.

19.7 Vaikutusten lieventäminen

Hajapäästöistä aiheutuvan pölyämisen rajoittamiseksi alueella voidaan tehdä pölyntorjunta- ja hallintatoimia, joilla voidaan ehkäistä jo ennalta korkeiden pölypitoisuuksien syntymistä sekä estää pölyn leviämistä ympäristöönsä.

Tarkkailuohjelman mukaisesti rikastamon ja talkkitehtaan pölynpuhdistuslaitteiden toimintaa tarkkaillaan säännöllisin väliajoin tehtävillä pölypitoisuusmittauksilla ja silmämääräisen tarkkailun avulla. Lisäksi myllyjen ennakkohuoltojen yhteydessä tehdään suodattimien tarkkailua ja huoltoa.

Lähiasukkaiden tekemät pölyhavainnot kirjataan yhteydenoton perusteella yhteydenottolomakkeeseen, johon kirjataan yhteydenoton aihe ja korjaavat toimenpiteet, joista on sovittu yhteydenottajan kanssa. Tarvittaessa käydään paikan päällä keskustelemassa asiasta ja sovitaan jatkotoimista.

Allasalueen pölyämisen hallinnalle on rajallisesti hallintakeinoja, koska allasalue on suuri. Kesäaikaan molemmat rikastushiekka-altaat pidetään kosteana säätämällä vedenpinnan korkeutta altaissa settikaivojen avulla (myös siinä altaassa, joka ei ole aktiivisessa läjityskäytössä), jotta pölyäminen olisi vähäisempää. Läjittämällä rikastushiekan spigoteilla laajemmalla alueelle rikastushiekka-altaalla suurempi alue pysyy kosteana, mikä vähentää pölyämistä.

Jatkossa kuivalla säällä ajoreittejä ja pölyäviä pintoja (esim. padon ulkoluiskat ja harjat) kokeillaan kastella tarvittaessa vedellä tai pölynsidontakemikaalilla pölyn sitomiseksi. Patoluiskien maisemointia jatketaan rikastushiekka-altaalla 1 ja maisemoinnin aloittamisen mahdollisuutta selvitetään rikastushiekka-altaalla 2.

Tarvittaessa raskaan kaluston renkaat ja pohjat puhdistetaan ennen kuin ne lähtevät alueelta yleiselle tielle, millä saadaan vähennettyä pölyn leviämistä alueen ulkopuolelle. Liikenteen aiheuttamaa pölyämistä pyritään vähentämään optimoimalla reittejä suunnittelun avulla ja yhdistämällä mahdollisuuksien mukaan meno- ja paluukuljetuksia. Tehdasalueelle malmia tuovissa rekoissa käytetään kuormapeitteitä estämään pölyämistä sekä täydellä kuormalla että tyhjällä lavalla. Pölyn leviämistä ympäristöönsä estävät kasvillisuusvyöhykkeet pyritään säilyttämään tehdasalueen ja lähimpien kiinteistöjen välillä. Piha-alueita ja teitä harjataan ja pestään säännöllisesti.

Copyright © AFRY Finland Oy



20 ILMASTO

20 ILMASTO

YHTEENVETO

- Hankkeen toteuttamisen ilmastovaikutusten arvioidaan olevan vähäisen kielteisiä. Hankkeella on arvion perusteella vähäinen maakunnallisen tason kasvihuonekaasupäästöjä lisäävä vaikutus, ja lisäksi syntyy vähäinen kielteinen vaikutus puuston ja maaperän hiilinieluihin ja -varastoihin.
- Hankkeen toteuttamatta jättämisen eli VE0:n vaikutusten arvioidaan olevan toteutusvaihtoehtoja vähäisempiä.
- Elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä syntyy vuosina 2030–2049
    - VE2a:ssa ja VE3:ssa noin 146 000 tCO_2e,
    - VE2b:ssä noin 145 000 tCO_2e sekä
    - VE1:ssä noin 140 000 tCO_2e.
- VE0:n kokonaispäästöt ovat noin 16 100 tCO_2e vuosina 2030–2031.
- Suurin osa kasvihuonekaasupäästöistä syntyy toiminnan aikana. Toteutusvaihtoehdoissa toiminta-aikana syntyy noin 86–90 prosenttia ja VE0:ssa noin 54 prosenttia päästöistä. Rakentamisen aikaisten ja toiminnan päättymisen jälkeisten päästöjen osuudet ovat toteutusvaihtoehdoissa vähäiset.
- Suurin päästölähde ovat kaikissa toteutusvaihtoehdoissa toiminnan aikaiset kuljetukset, joiden osuus elinkaaren aikaisista kokonaispäästöistä on noin 30–32 prosenttia. Muita merkittäviä päästölähteitä ovat polttoaineet noin 24–26 prosentin ja kemikaalit noin 20–21 prosentin osuudella kokonaispäästöistä. VE0:ssa suurin päästölähde ovat polttoaineet noin 19 prosentin osuudella. Kemikaaleista aiheutuu VE0:ssa noin 15 prosenttia ja kuljetuksista noin 12 prosenttia päästöistä.
- Toiminnasta aiheutuu vuosittaisia suoria kasvihuonekaasupäästöjä noin 1 280–1 520 tCO_2e/a. Suorat päästöt vastaavat VE0:ssa noin 0,1 prosenttia ja toteutusvaihtoehdoissa noin 0,2 prosenttia Pohjois-Karjalan maakunnan vuoden 2024 Hinku-laskentasääntöjen mukaisista päästöistä. Outokummun kaupungin vuoden 2024 kasvihuonekaasupäästöistä VE0:n suorat päästöt vastaavat noin 3,7 prosenttia ja toteutusvaihtoehtojen päästöt noin 4,3 prosenttia.
- Sähkökäyttöisten työkoneiden hyödyntäminen sekä nestekaasun ja polttoöljyn korvaaminen sähköenergialla lämmityksessä ja rikasteen kuivatusprosessissa ovat potentiaalisia päästövähennyskeinoja.
- Ilmastonmuutoksen ei arvioida aiheuttavan merkittäviä riskejä hankkeen toteuttamiselle.
- Arviossa kaikkiin hankevaihtoehtoihin on sisällytetty purkuputken rakentamisesta aiheutuva puuston menetys PVE2a:n mukaisesti suurimman vaikutuksen arvioimiseksi.

Copyright © AFRY Finland Oy

20.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Ilmastovaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu sanallisesti ja laskennallisesti hankkeen vaikutuksia ilmastonmuutokseen ja ilmastonmuutoksen vaikutuksia hankkeeseen. Lisäksi hankkeen merkitystä ja vaikutuksia on tarkasteltu EU:n, kansallisten ja alueellisten ilmastotavoitteiden kannalta. Arvioinnissa on hyödynnetty soveltuvin osin ympäristöministeriön ”Ilmastovaikutusten arviointi YVAssa ja SOVAssa” -raporttia (Hildén ym. 2021).

Hankkeen ilmastovaikutuksia on arvioitu laskemalla hankkeen elinkaaren aikainen hiilijalanjälki. Hiilijalanjälki muodostuu rakentamisen ja toiminnan aikaisista sekä toiminnan päättymisen jälkeisistä materiaali- ja energiaperäisistä päästöistä. Lisäksi on arvioitu hankkeen vaikutuksia puuston ja maaperän hiilinieluihin ja -varastoihin. Kokonaisvaikutuksen katsotaan muodostuvan hiilijalanjäljen sekä hiilinielujen ja -varastojen menetyksen yhteenlasketuista vaikutuksista. Toteutusvaihtoehtojen VE1, VE2a, VE2b ja VE3 vaikutuksia on verrattu toteuttamatta jättämisen VE0 vaikutuksiin. Arvioinnin tulokset on suhteutettu alueellisiin päästöihin.

Ilmastovaikutusten arvioinnin lisäksi on tarkasteltu toimenpiteitä, joilla hankkeen suoria tai epäsuoria päästöjä voidaan lieventää, ja arvioitu, miten hanke voi sopeutua ilmastonmuutokseen. Sopeutumisella tarkoitetaan suunnitelmia ja toimenpiteitä, joilla varaudutaan ilmastonmuutoksen myötä lisääntyviin sään ääri-ilmiöihin, kuten tulviin, myrskyihin ja eroosioon (Hildén ym. 2021). Arvioinnissa on käsitelty mahdollisia hankealueella ilmeneviä sään ääri-ilmiöitä, niiden vaikutuksia hankkeeseen ja vaikutusten huomioimisen keinoja.

Ilmastonmuutokseen sopeutumisen osalta vaikutusten arvioinnin tietolähteinä on käytetty ympäristöministeriön julkaisua ”Ilmastovaikutusten arviointi YVAssa ja SOVAssa – vaikutusten tunnistaminen ja johdonmukainen käsittely *(*Hildén ym. 2021*)* ja Pohjois-Karjalan osuutta Suomen ilmastopaneelin raportista 2/2021 ”Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet” *(*Gregow ym. 2021*).*

20.1.1 Hankkeen hiilijalanjäljen laskenta

Ilmastovaikutuksia on arvioitu laskemalla hankkeen elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt eli hankkeen hiilijalanjälki. Laskennan tulokset ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalentteina (CO_2e), eli kaikki laskentaan sisältyvät kaasut ovat yhteismitallistettuja niiden ilmaston lämpenemispotentiaalien mukaisesti.

Laskenta perustuu hankkeen suunnittelutietoihin ja hankevastaavalta saatuihin tietoihin, ja se on toteutettu infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmää mukaillen (Väylävirasto 2023). Menetelmä pohjautuu eurooppalaisiin kestävän rakentamisen standardeihin, kuten EN15643, EN15804 ja EN17472. Menetelmän mukaisesti laskenta on jaettu rakentamisen aikaisiin, toiminnan aikaisiin ja toiminnan päättymisen jälkeisiin päästöihin.

Rakentamisen aikaisissa vaikutuksissa on huomioitu purkuputken ja rikastushiekka-altaan rakentamisessa käytettyjen materiaalien raaka-aineiden hankinta, valmistus ja

Copyright © AFRY Finland Oy

kuljetus, maamassojen kaivu ja kuljetus sekä metsän raivauksen polttoainekulutus ja puuston kuljetus. Lisäksi on arvioitu alueen rakentamisesta aiheutuvat puuston ja maaperän hiilinielujen ja -varastojen menetykset. Rakentamisen aikaisen hiilijalanjäljen laskenta perustuu suunnittelutiedoista saatuihin materiaalien ja kaivumassojen määriin sekä paikkatietoaineistosta saatuun puuston määrään ja maaperän tyyppiin. Maa-ainesten kuljetusetäisyyksissä on käytetty oletuksena yhtä kilometriä sisäisille kuljetuksille ja 30 kilometriä muualta tuotaville aineksille. Purkuputkireiteistä on arvioitu vain PVE2a, jonka varrella on paikkatietoaineiston perusteella eniten puustoa ja jonka ilmastovaikutusten on oletettu siten olevan vaihtoehdoista suurimmat.

Toiminnan aikaisissa vaikutuksissa on huomioitu sähköenergian ja polttoaineiden kulutus, rikastuksen vaatimat kemikaalit, vesienkäsittelyn kemikaalit ja jätteiden käsittely sekä polttoaineiden, kemikaalien ja jätteiden kuljetukset. Raaka-aineena toimivan malmin osalta on huomioitu kuljetukset kaivokselta Polvijärveltä. Toiminnan aikaisen hiilijalanjäljen laskennassa on käytetty hankevastaavalta saatuja tietoja sähköenergian, polttoaineiden ja kemikaalien kulutuksesta ja kuljetusmatkoista sekä jätteiden määrästä ja kuljetusmatkasta. Laskennassa on huomioitu noin 98 massaprosenttia kemikaalien kokonaiskulutuksesta. Osa kemikaaleista on jätetty arvioinnin ulkopuolelle soveltuvien päästökertoimien puuttuessa.

Laskennassa käytetyt määrät perustuvat muutoin vuoden 2025 tietoihin, mutta jätemäärät ovat vuodelta 2024. Toteutusvaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 talkin tuotantomäärän on oletettu kasvavan nykytilanteeseen verrattuna 2,4-kertaiseksi, noin 125 000 tonnista vuodessa noin 300 000 tonniin. Työkoneiden polttoaineen kulutuksen on hankevastaavalta saatujen tietojen perusteella oletettu kasvavan 1,8-kertaiseksi, sähköenergian kulutuksen 1,25-kertaiseksi, rikastuskemikaalien kulutuksen kaksinkertaiseksi ja rikasteen kuivatuksessa käytettävän nestekaasun kulutuksen 1,2-kertaiseksi VE0:an verrattuna. Liettokemikaalien kulutuksen on oletettu pysyvän ennallaan. Polvijärveltä tuotavan malmin määrän on oletettu kasvavan samassa suhteessa talkin tuotannon kanssa.

Toiminnan päättymisen jälkeisissä vaikutuksissa on huomioitu peittorakenteissa käytettävät materiaalit ja niiden kuljetus, maamassojen kaivut ja kuljetukset sekä peittorakenteiden kasvittaminen. Toiminnan päättymisen jälkeisen hiilijalanjäljen laskenta perustuu suunnittelutiedoista saatuihin materiaalien ja maamassojen määriin.

Tuotantotoiminnan on oletettu alkavan toteutusvaihtoehdoissa vuonna 2030 ja jatkuvan 20 vuotta. Nykytoimintaa eli VE0:a on arvioitu kahden vuoden ajalta vuodesta 2030 alkaen.

Laskennassa on hyödynnetty Infrarakentamisen päästötietokantaa, Ecoinvent 3.9.1 -tietokantaa sekä tieteellisistä julkaisuista ja muista luotettavista lähteistä saatuja kertoimia (Taulukko 20-1). Hiilinielujen ja -varastojen muutoksiin liittyvien vaikutusten arvioinnissa käytetyt tietolähteet on esitetty luvussa 0.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 20-1. Laskentaan sisällytetyt päästölähteet ja niiden päästökertoimet.

Päästölähde	Käytetty tietolähde
Kevyt polttoöljy (työkoneet ja lämmitys)	Infrarakentamisen päästötietokanta 2026. https://co2data.fi/infra/ - Kevyt polttoöljy
Nestekaasu	Ecoinvent 3.9.1. - Liquefied petroleum gas production, petroleum refinery operation (nestekaasun valmistus) Tilastokeskus 2025. Polttoaineluokitus. https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html - Nestekaasu (nestekaasun poltto)
Sähköenergia (oletuksena tuulivoiman elinkaaren aikaiset päästöt)	Schlömer ym. 2014. IPCC:n raportin liite. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf
Kemikaalit	Ecoinvent 3.9.1. - Rikastus- ja prosessikemikaalien mukaiset kertoimet
Jätteet	Rakentamisen päästötietokanta 2026. https://co2data.fi/rakentaminen/ - Jätteenkäsittely, metallit - Jätteenkäsittely, puupohjaiset materiaalit - Jätteenkäsittely, lasi - Jätteenkäsittely, tiilet, kipsi ja kalkkihiekkatiilet Ecoinvent 3.9.1. - Treatment of biowaste by anaerobic digestion - Market for waste paperboard - Market for electronics scrap - Treatment of municipal solid waste, incineration - Treatment of hazardous waste, hazardous waste incineration
Kuljetukset	Infrarakentamisen päästötietokanta 2026. https://co2data.fi/infra/ - Merikuljetus, konttilaiva, 2 000 TEU - Painavien rakennusmateriaalien kuljetus, Puoliperävaunuyhdistelmä 40t, 40 %, maantieajo - Massatavaran kuljetus, Maansiirtoautot 32t, 50 %, katuajo Malmin, polttoaineiden, kemikaalien ja kiviainesten kuljetusetäisyydet perustuvat hankevastaavalta saatuihin tietoihin. Maamassojen hankealueen sisäisten kuljetusten osalta on käytetty oletuksena yhden kilometrin kuljetusetäisyyttä. Rakennusmateriaalien osalta on käytetty infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmän oletusetäisyyksiä.
Rakennusmateriaalit	Infrarakentamisen päästötietokanta 2026. https://co2data.fi/infra/ - Putki, vesijohtoputki 110 mm, PE, PN10

Copyright © AFRY Finland Oy

Päästölähde	Käytetty tietolähde
	- Murske, kalliomurske - Muovikalvo, PE, 0,5 mm - Bentoniittimatto - Geolujiteverkko, PET Rakentamisen päästötietokanta 2026. https://co2data.fi/rakentaminen/ - Kivimurske, taustaraportti (louheen päästöt)
Rakentamisen työkoneet	Infrarakentamisen päästötietokanta 2025. https://co2data.fi/infra/ - KKH 30, kaivinkone, tela-alustainen Ecoinvent 3.9.1. - Harvesting, forestry harvester
Peittorakenteiden kasvit	Infrarakentamisen päästötietokanta 2026. https://co2data.fi/infra/ - Siemenseos (verifioimaton tulos)

Hankkeen toteuttaminen edellyttää puuston kaatamista ja maaperän orgaanisen aineksen poistamista rakennettavilta alueilta. Näillä toimenpiteillä on vaikutuksia hankealueen hiilinieluihin ja -varastoihin (Taulukko 20-2). Vaikutuksia arvioitaessa on oletettu, että olemassa olevat puuston nielut ja varastot menetetään hankkeen elinkaaren ajalta kokonaan, ja vaikutusten on oletettu muodostuvan heti hankkeen alkaessa. Todellisuudessa vaikutusten syntyminen kuitenkin riippuu esimerkiksi kaadetun puuston ja poistettujen maamassojen loppukäytöstä. Purkuputkireitin osalta on huomioitu vain vaikutukset puustoon. VE2a:ssa ja VE3:ssa on huomioitu uuden rikastushiekka-altaan rakentamisen vaikutukset sekä puuston että maaperän hiilitaseeseen.

Taulukko 20-2. Hankkeen vaikutukset puuston ja maaperän hiilinieluun ja -varastoon.

Vaikutus	Syntytapa
Hiilinielun muutokset	• Puuston kaataminen poistaa puiden kasvusta muodostuvan nielun • Maaperän hiilinielu menetetään kaivujen yhteydessä
Hiilivaraston menetys	• Kaadettaviin puihin sitoutunut hiili menetetään • Maaperän orgaaniseen ainekseen sitoutunut hiili menetetään

Hankkeen vaikutusta puuston hiilinieluun ja -varastoon on arvioitu yhdistelemällä eri tietolähteitä. Hankealueen puuston keskitilavuus on saatu Luonnonvarakeskuksen avoimesta MVMI-aineistosta (Luonnonvarakeskus 2023a), ja puuston hiilivarasto on laskettu hankevaihtoehtojen rakennettavien alueiden pinta-alojen, puuston keskitilavuuden ja puun laskennallisen hiilipitoisuuden avulla. Hiilipitoisuuden laskennassa on käytetty puuston biomassan määrälle runkopuutilavuutta kohden arvoa 0,76 t/m^3 (Lehtonen ym. 2004), ja

Copyright © AFRY Finland Oy

puun biomassasta on oletettu olevan hiiltä 50 % (Alakangas ym. 2016). Hiilinielu taas on arvioitu Suomen ympäristökeskuksen, Luonnonvarakeskuksen ja Avoin ry:n toteuttaman Hiilikartta-työkalun avulla (Hiilikartta 2026). Hankealueelle määritettiin työkalun avulla keskimääräinen puuston hiilinielu vuosille 2030–2050. Laskennassa käytetyn vuosittaisen hiilinielun suuruus on 1,3 tCO_2e/ha.

Maaperän hiilinielun ja -varaston laskennassa hankealue on jaettu MVMI-aineiston avulla kivennäismaahan ja ojitettuun turvemaahan. Ojitetun turvemaan osalta on lisäksi määritetty kasvupaikkatyyppi. Maaperän hiilivaraston arvioinnissa on hyödynnetty maakuntakohtaisia keskiarvoja turpeen ja siinä olevan hiilen määrälle (Minkkinen & Laine 1998), turvekerroksen keskipaksuudelle (Korhonen ym. 2013) turvemaalla sekä hiilen määrälle kivennäismaalla (Liski ym. 2006). Hiilinielu taas on laskettu käyttämällä maaperälle tehdyn jaottelun mukaisia Tilastokeskuksen kasvihuonekaasuinventaarion kertoimia (Tilastokeskus 2024, taulukko 1 (liite 6f), taulukko 3 (liite 6j) ja taulukko 6.4–6). Kaikkien tulosten osalta hiilen määrä on muutettu hiilidioksidiksi moolimassasuhteen 3,67 mukaisesti (IPCC 2007).

20.2 Nykytila

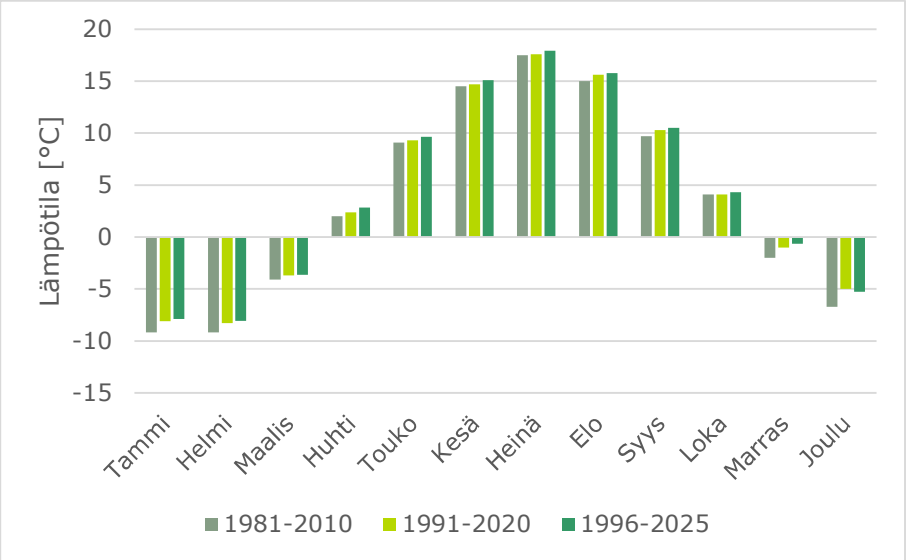
20.2.1 Ilmasto

Hankealue sijaitsee Pohjois-Karjalan maakunnan länsiosan vesistöseudulla eteläboreaalisella ilmastovyöhykkeellä (Ilmatieteen laitos 2026a). Maakunnan keskilämpötila on tavallisesti noin 2–4 celsiusastetta. Lämpimin kuukausi on heinäkuu, jolloin keskilämpötila on noin 17 celsiusastetta, ja hellepäiviä on keskimäärin 12–13 kesässä. Kylmimpinä kuukausina tammi- ja helmikuussa keskilämpötila on noin −9,5 celsiusastetta. Vuotuinen sademäärä on keskimäärin 550–650 millimetriä, ja sateisimmat kuukaudet ovat heinäkuu ja elokuu noin 75–85 millimetrin sademäärällä.

Kasvukauden pituus vaihtelee maakunnan eteläisten osien noin 5,5 kuukaudesta koillisen noin 5 kuukauteen. Ensilumi saadaan keskimäärin lokakuun loppupuolen ja marraskuun alun tienoilla. Pysyvä lumipeite saapuu marraskuun loppupuolella. Lumipeitettä on maaliskuun puolivälissä tyypillisesti 50–80 senttimetriä. Yhtenäinen lumipeite katoaa huhtikuun loppupuolella. (Ilmasto-opas 2022)

Kuopion lentoaseman havaintoasema noin 70 kilometriä hankealueesta länsiluoteeseen on lähin, jolta on saatavilla lämpötilahavaintoja vertailukaudelta 1981–2010 lähtien. Siellä ajanjakson 1996–2025 keskilämpötila oli 4,2 celsiusastetta (Ilmatieteen laitos 2026b), ja vertailukausien 1991–2020 ja 1981–2010 vastaavat arvot olivat 4,0 celsiusastetta (Ilmatieteen laitos 2026c) ja 3,4 celsiusastetta (Pirinen ym. 2012). Keskilämpötila on noussut vertailukaudelta toiselle 0,6 celsiusastetta ja ajanjakso 1996–2025 oli vertailukauden 1991–2020 keskiarvoa 0,2 celsiusastetta lämpimämpi. Keskilämpötilat ovat nousseet kaikkina kuukausina (Kuva 20-1).

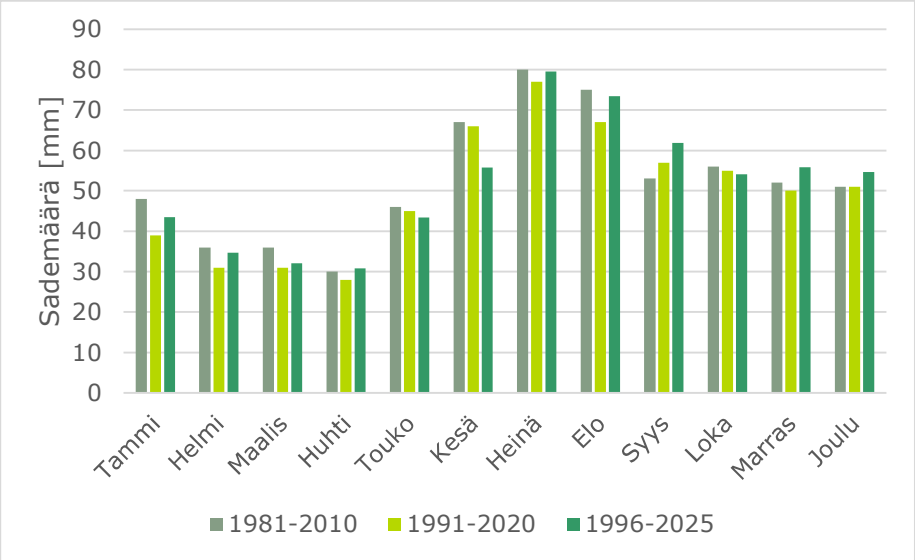
Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 20-1. Kuukauden keskilämpötila Kuopion lentoaseman havaintoasemalla vertailukausilla 1981–2010 ja 1991–2020 sekä ajanjaksolla 1996–2025. (Ilmatieteen laitos 2026b, Pirinen ym. 2012 & Ilmatieteen laitos 2026c)

Kuopion Karttulan ja Savilahden havaintoasemilta on saatavilla pitkän aikavälin sadetilastoja (Kuva 20-2). Karttulan asemalla vuosien 1996–2025 keskimääräinen vuotuinen sademäärä oli 620 millimetriä, ja vertailukauden 1991–2020 vastaava arvo oli 597 millimetriä (Ilmatieteen laitos 2026d). Vertailukauden 1981–2010 sademäärä Kuopion Savilahden asemalla oli 630 millimetriä (Pirinen ym. 2012). Sademäärä on laskenut noin 5 prosenttia vertailukaudelta toiselle ja kasvanut noin 4 prosenttia vertailukaudelta 1991–2020 ajanjaksolle 1996–2025.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 20-2. Keskimääräinen kuukausittainen sademäärä Kuopion Karttulan havaintoasemalla vertailukaudella 1991–2020 ja ajanjaksolla 1996–2025 sekä Kuopion Savilahden asemalla vertailukaudella 1981–2010. (Ilmatieteen laitos 2026b, Ilmatieteen laitos 2026d & Pirinen ym. 2012)

20.2.2 Kansainväliset, kansalliset ja alueelliset tavoitteet

EU-maissa ilmastopolitiikka pohjaa YK:n ilmastosopimukseen, sitä täydentävään Kioton pöytäkirjaan ja Pariisin ilmastosopimukseen. EU on sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 55 % vuodesta 1990 vuoteen 2030, ja tavoitteena on olla ilmastoneutraali vuoteen 2050 mennessä. Päästövähennystavoitteet on kirjattu vuonna 2021 voimaan tulleeseen eurooppalaiseen ilmastolakiin (Ympäristöministeriö 2026a). Tavoitteet pannaan toimeen niin sanotun 55-valmiuspaketin (Fit for 55) avulla (Eurooppa-neuvosto & Euroopan unionin neuvosto 2023).

Kansallinen uudistettu ilmastolaki (423/2022) astui voimaan 1.7.2022. Lain mukaan kasvihuonekaasupäästöjä on vähennettävä vuoteen 2030 mennessä vähintään 60 prosenttia, vuoteen 2040 mennessä vähintään 80 prosenttia ja vuoteen 2050 mennessä vähintään 90 prosenttia verrattuna vuoteen 1990. Lisäksi Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä ja hiilinegatiivinen pian sen jälkeen. Laki laajeni koskemaan myös maankäyttösektoria ja siihen on lisätty nielujen vahvistamista koskeva tavoite. (Ympäristöministeriö 2026b)

Valtioneuvoston selontekoon maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmasta on kirjattu tavoitteita ja toimenpiteitä liittyen muun muassa metsien hiilinielujen vahvistamiseen, ilmaston huomioimiseen maankäytössä, suometsien kestävään käyttöön ja metsäkadon ehkäisemiseen (Maa- ja metsätalousministeriö 2022). Kiertotalouden strategisessa ohjelmassa taas on asetettu tavoitteita muun muassa uusiutuvien luonnonvarojen kestävään käyttöön ja uusiutumattomien luonnonvarojen kulutuksen vähentämiseen liittyen (Ympäristöministeriö 2021).

Copyright © AFRY Finland Oy

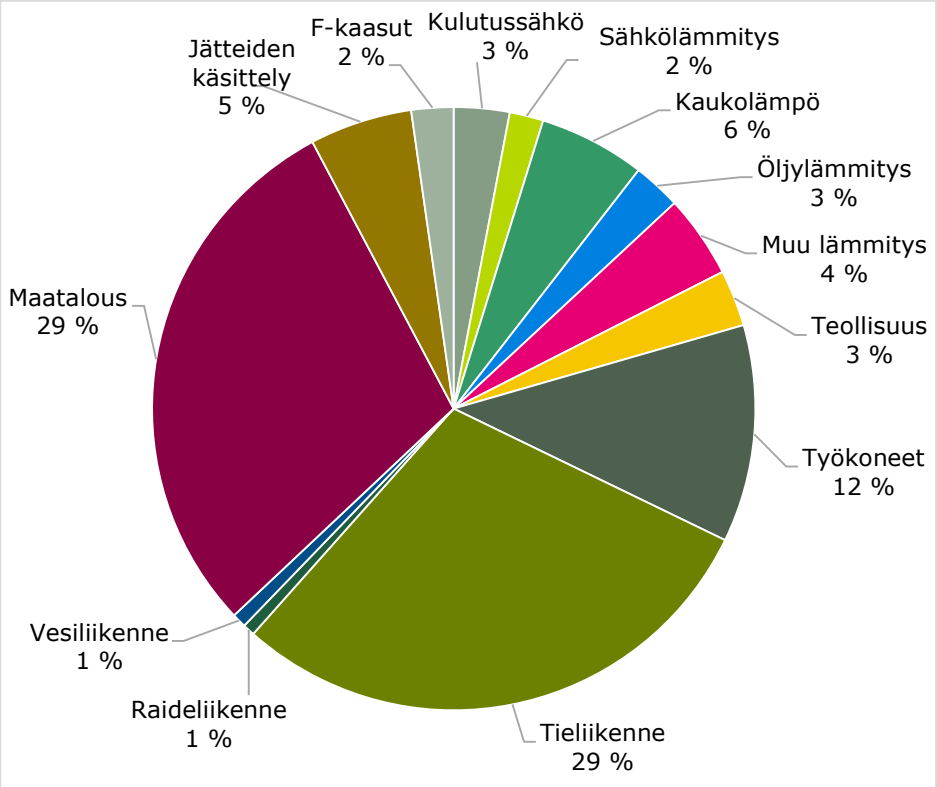
Sekä Outokummun kaupunki että Pohjois-Karjalan maakunta kuuluvat Hiilineutraalit kunnat (Hinku) -verkostoon ja ovat siten sitoutuneet verkoston tavoitteeseen vähentää kasvihuonekaasupäästöjään 80 prosenttia vuoteen 2030 mennessä vuoden 2007 tasosta (Suomen ympäristökeskus 2026a). Päästövähennyksiin pyritään esimerkiksi uusiutuvan energian käytön lisäämisellä ja energiatehokkuuden parantamisella. Pohjois-Karjalan Ilmasto- ja energiaohjelman päätavoitteena on, että maakunta olisi ilmastokestävyyden edelläkävijä vuoteen 2030 mennessä (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2021). Ohjelmassa asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi on esitetty toimenpiteitä erillisessä toimenpidesuunnitelmassa (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto, n.d.). Luonnonvarojen kestävään käyttöön liittyvinä toimenpiteinä on mainittu esimerkiksi raaka-aineiden jalostaminen mahdollisimman korkean jalostusasteen tuotteiksi ja teollisuuden symbioosien kehittäminen tuotannon sivutuotteiden jalostamiseksi syntypaikalla. Myös metsien hiilinielujen ja -varastojen säilyminen pyritään varmistamaan.

20.2.3 Kasvihuonekaasupäästöt

Pohjois-Karjalan maakunnan ja Outokummun kaupungin Hinku-laskentasääntöjen mukaiset kasvihuonekaasupäästöt olivat 910,5 ktCO_2e ja 35,1 ktCO_2e vuonna 2024 (Suomen ympäristökeskus 2026b). Päästöt ovat laskeneet Pohjois-Karjalassa noin 46 prosenttia ja Outokummussa noin 49 prosenttia vuodesta 2007. Hinku-verkoston tavoitteen mukaisen 80 prosentin päästövähennyksen saavuttamiseksi päästöjen tulisi laskea maakunnan osalta tasolle 336,9 ktCO_2e ja Outokummun kaupungin osalta tasolle 13,7 ktCO_2e vuoteen 2030 mennessä.

Maatalous ja tieliikenne olivat 29 prosentin osuuksilla Pohjois-Karjalan suurimmat kasvihuonekaasupäästöjen lähteet vuonna 2024 (Kuva 20-3). Seuraavaksi suurin päästöjen lähde olivat työkoneet 12 prosentin osuudella. Teollisuuden osuus päästöistä oli noin 3 prosenttia 27,5 ktCO_2e:n päästöillä. Hinku-laskentamenetelmässä teollisuuden päästölähteisiin sisällytetään vain polttoaineiden kulutus. Jos lisäksi huomioidaan teollisuuden osuus kaukolämmön kulutuksesta ja työkoneista, teollisuuden osuus maakunnan kokonaispäästöistä oli noin 5 prosenttia 46,8 ktCO_2e:n päästöillä. Outokummun kaupungin kokonaispäästöistä teollisuuteen liittyvien päästöjen osuus oli noin 6 prosenttia vuonna 2024. (Suomen ympäristökeskus 2026b)

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 20-3. Pohjois-Karjalan vuoden 2024 kasvihuonekaasupäästöt jaoteltuna Suomen ympäristökeskuksen alueellisten päästöjen laskentamallin mukaisiin luokkiin. Laskentaperusteina on käytetty Hinku-laskentaa ilman päästöhyvityksiä. (Suomen ympäristökeskus 2026b)

20.3 Vaikutusten arviointi

20.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

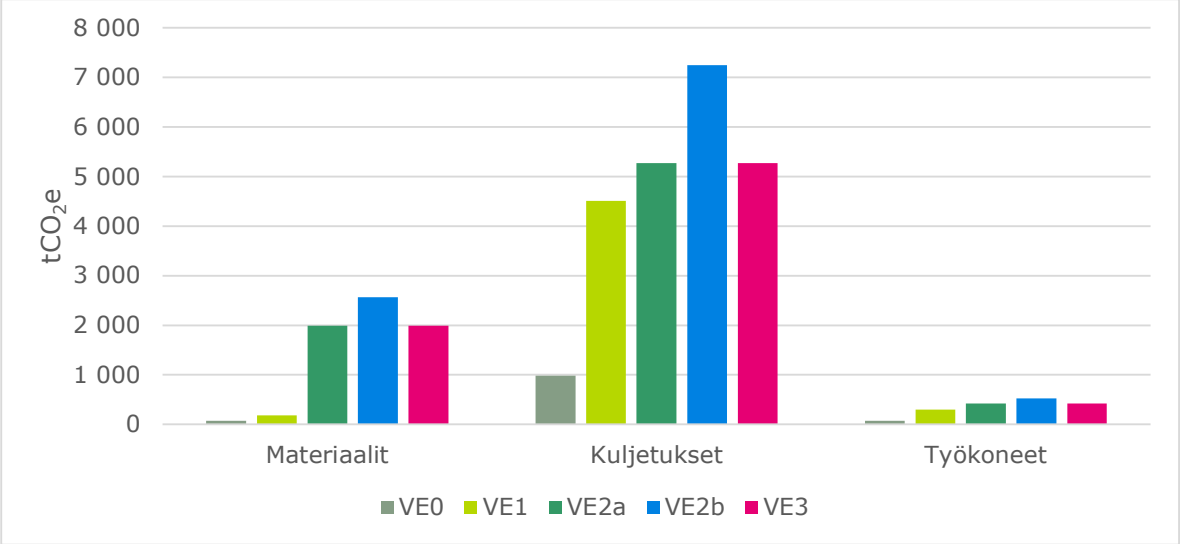
Rakentamisen aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä muodostuu toteutusvaihtoehdoissa noin 4 980–10 300 tCO_2e (Taulukko 20-3). Päästöt koostuvat purkuputkireitin rakentamisessa, nykyisen rikastushiekka-altaan korottamisessa ja uuden rikastushiekka-altaan rakentamisessa käytettyjen materiaalien valmistuksesta ja kuljetuksista, maamassojen kaivusta ja kuljetuksista sekä metsän raivauksen polttoainekulutuksesta ja puuston kuljetuksista. VE0:ssa rakentamiseen liittyviä päästöjä muodostuu noin 1 120 tCO_2e.

Taulukko 20-3. Arvio hankkeen rakentamisen aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä.

Hankevaihtoehto	Päästöt [tCO_2e]
VE0	1 120
VE1	4 980
VE2a	7 670
VE2b	10 300
VE3	7 670

Copyright © AFRY Finland Oy

Arviolta 69–91 prosenttia rakentamisen aikaisista päästöistä aiheutuu kuljetuksista (Kuva 20-4). Erityisesti kiviainesten suuri massa johtaa suhteellisen korkeisiin kuljetuspäästöihin. Materiaaleista aiheutuu noin 4–26 prosenttia päästöistä. VE0:ssa ja VE1:ssä altaiden pengertä on oletettu rakennettavan rikastushiekasta, jolloin ei synny kiviaineksen valmistuksesta aiheutuvia päästöjä. Työkoneiden polttoaineen kulutuksesta aiheutuvien päästöjen osuus on arvion perusteella vähäinen, noin 5–6 prosenttia.



Kuva 20-4. Rakentamisen aikaisten kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen päästölähteisiin.

20.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä muodostuu kaikissa toteutusvaihtoehdoissa noin 126 000 tCO_2e (Taulukko 20-4). Toiminnan on oletettu jatkuvan 20 vuotta vuosina 2030–2049. VE0:ssa päästöjä muodostuu noin 8 720 tCO_2e vuosina 2030–2031.

Taulukko 20-4. Arvio hankkeen elinkaaren aikana muodostuvista toiminnan aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä. Toiminnan on oletettu vertailussa jatkuvan VE0:ssa kaksi vuotta ja toteutusvaihtoehdoissa 20 vuotta alkaen vuodesta 2030.

Hankevaihtoehto	Päästöt [tCO_2e]
VE0	8 720
VE1	126 000
VE2a	126 000
VE2b	126 000
VE3	126 000

Vuosittaisia toiminnasta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä muodostuu kaikissa toteutusvaihtoehdoissa noin 6 290 tCO_2e/a (Taulukko 20-5). VE0:ssa vastaava määrä on noin

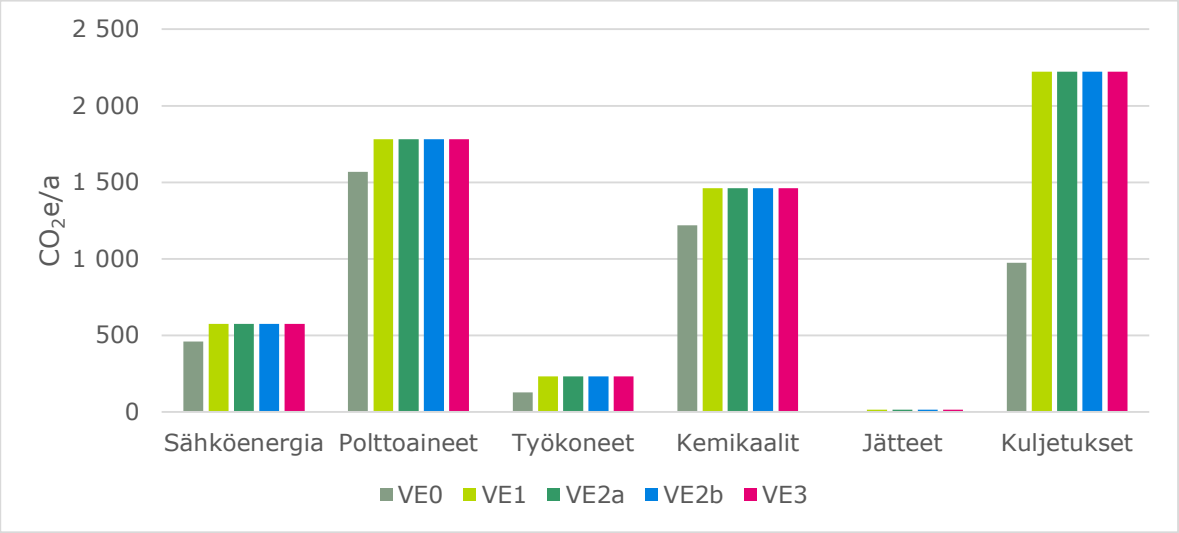
Copyright © AFRY Finland Oy

4 360 tCO_2e/a. Toteutusvaihtoehdoissa tuotannon on oletettu kasvavan 2,4-kertaiseksi, jolloin myös sähkön, polttoaineiden ja joidenkin kemikaalien kulutuksen on oletettu kasvavan.

Taulukko 20-5. Arvio hankkeen toiminnan aikaisista vuosittaisista kasvihuonekaasupäästöistä.

Hankevaihtoehto	Päästöt [tCO_2e/a]
VE0	4 360
VE1	6 290
VE2a	6 290
VE2b	6 290
VE3	6 290

Suurin osa, noin 28–36 prosenttia, vuosittaisista toiminnan aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu lämmitykseen ja rikasteen kuivatukseen käytettävien polttoaineiden kulutuksesta (Kuva 20-5). Kuljetuksista aiheutuu noin 22–35 prosenttia, kemikaaleista 23–28 prosenttia ja sähköenergian kulutuksesta 9–11 prosenttia päästöistä. Laskennassa on huomioitu päästöttömälle sähköenergialle tuulivoimatuotannon mukaiset epäsuorat elinkaaren aikaiset ilmastovaikutukset. Työkoneiden ja jätteiden käsittelyn osuudet päästöistä ovat noin 3–4 prosenttia ja 0,1–0,3 prosenttia.



Kuva 20-5. Toiminnan aikaisten vuosittaisten kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen päästölähteittäin.

20.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

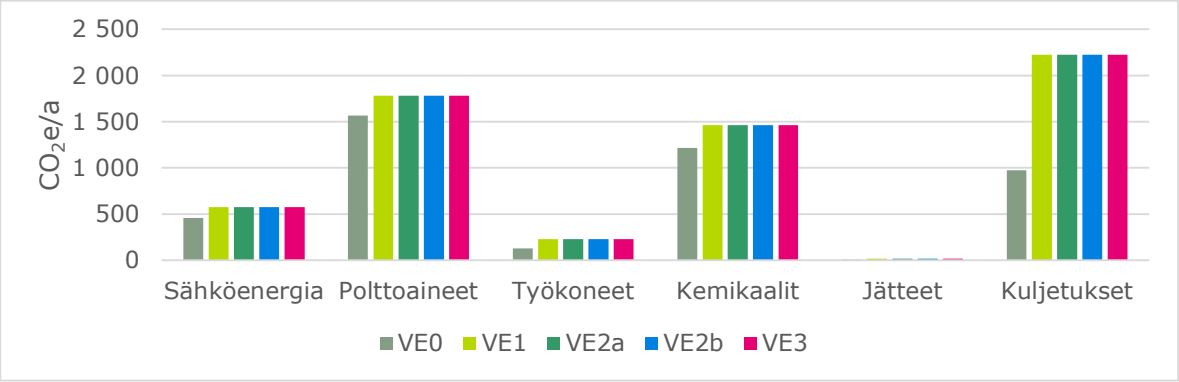
Toiminnan päättymisen jälkeisiä kasvihuonekaasupäästöjä muodostuu noin 6 290–8 530 tCO_2e (Taulukko 20-6). VE2a:ssa ja VE3:ssa päästöt ovat muita vaihtoehtoja suuremmat peitettävien alueiden suuremman pinta-alan takia.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 20-6. Arvio toiminnan päättymisen jälkeisistä kasvihuonekaasupäästöistä.

Hankevaihtoehto	Päästöt [tCO_2e]
VE0	6 290
VE1	6 290
VE2a	8 530
VE2b	6 290
VE3	8 530

Suurin osa, noin 84 prosenttia, päästöistä aiheutuu sulkemistoimenpiteissä käytetyistä materiaaleista (Kuva 20-6). Kuljetusten ja työkoneiden polttoainekulutuksen osuudet ovat noin 6 ja 10 prosenttia.



Kuva 20-6. Toiminnan päättymisen jälkeisten kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen päästölähteisiin.

20.3.4 Vaikutukset hiilinieluihin ja -varastoihin

Rakentamisvaiheessa poistettavan puuston kokonaismäärä on arviolta noin 1 670 kuutiometriä VE1:ssä ja VE2b:ssä sekä noin 2 370 VE2a:ssa ja VE3:ssa (Taulukko 20-7). Vastaavat hakkuupinta-alat ovat noin 12 hehtaaria ja 17 hehtaaria. Hakattavien alueiden suuruus riippuu rakennettavien alueiden pinta-alasta, joka on suurempi VE2a:ssa ja VE3:ssa uusien rikastushiekka-alueiden rakentamisen vuoksi. Kaikkiin hankevaihtoehtoihin on sisällytetty purkuputken rakentamisesta aiheutuva puuston menetys PVE2a:n mukaisesti suurimman vaikutuksen arvioimiseksi. VE0:ssa ei aiheudu vaikutuksia hiilinieluihin ja -varastoihin.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 20-7. Paikkatietoaineiston (Luonnonvarakeskus 2023b) mukaiset puuston määrät hankkeen rakennettavilla alueilla.

Hankevaihtoehto	Hakkuupinta-ala [ha]	Puuston määrä yhteensä [m³]
VE0	0	0
VE1	12	1 670
VE2a	17	2 370
VE2b	12	1 670
VE3	17	2 370

Uudet rakennettavat alueet VE2a:ssa ja VE3:ssa sijaitsevat pääosin kivennäismaalla. Turvemaata niistä on noin 7 prosenttia. Purkuputkireitin varrella olevasta metsämaasta noin 20 prosenttia on turvemaata. Maalajilla on merkitystä maankäytön muutoksen kannalta, sillä orgaaninen maaperä toimii kivennäismaata suurempana hiilivarastona ja sen hiilinielu on herkempi maanmuokkauksen vaikutuksille (Mäkipää ym. 2023).

Rakentamisen myötä tapahtuva puuston ja maaperän hiilinielujen ja -varastojen menetys on arviolta noin 2 460 tCO_2e VE1:ssä ja VE2b:ssä sekä noin 4 510 tCO_2e VE2a:ssa ja VE3:ssa (Taulukko 20-8). Uusien rikastushiekka-alueiden osalta laskennassa on huomioitu puuston lisäksi sekä kivennäismaan pintakerrosten orgaanisen aineksen että turvemaan turpeen hiili. Purkuputkireittien osalta on arvioitu vain vaikutus puustoon.

Taulukko 20-8. Arvio rakentamisen yhteydessä menetettävien puuston ja maaperän hiilinielujen ja -varastojen suuruudesta elinkaaren aikana. Vaikutusten on oletettu vertailussa jatkuvan VE0:ssa kaksi vuotta ja toteutusvaihtoehdoissa 20 vuotta alkaen vuodesta 2030.

Hankevaihtoehto	Puuston hiilivaraston menetys [tCO_2e]	Puuston hiilinielun menetys [tCO_2e]	Maaperän hiilivaraston menetys [tCO_2e]	Maaperän hiilinielun menetys [tCO_2e]	Vaikutus yhteensä [tCO_2e]
VE0	0	0	0	0	0
VE1	2 330	130	0	0	2 460
VE2a	3 300	422	788	0	4 510
VE2b	2 330	130	0	0	2 460
VE3	3 300	422	788	0	4 510

20.4 Yhteisvaikutukset

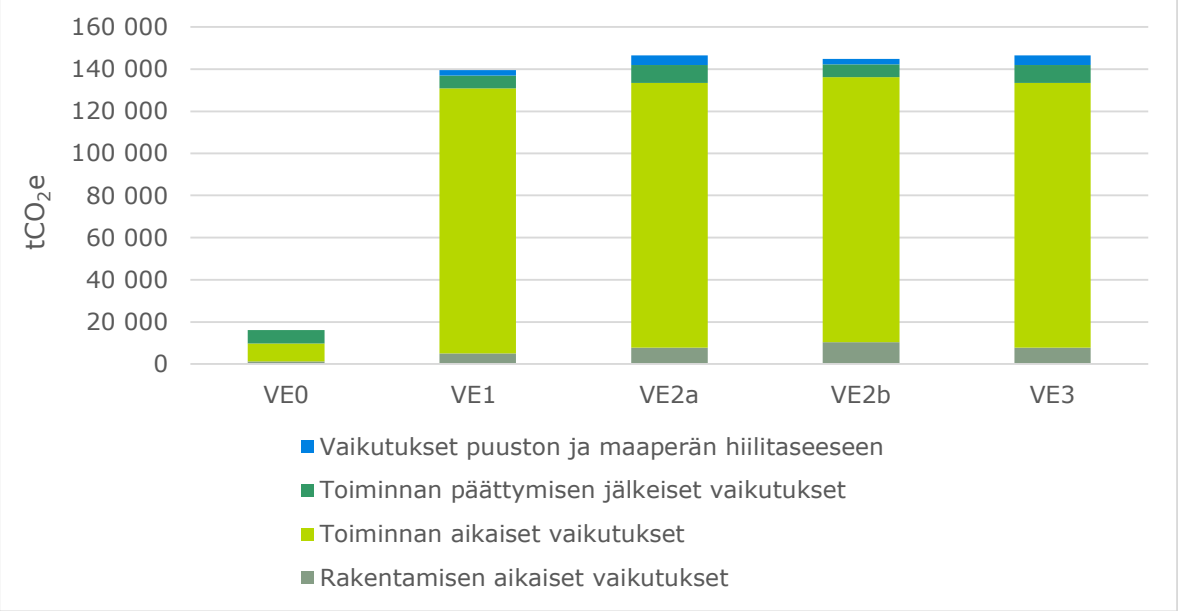
Hankkeella ei arvioida olevan ilmastoon liittyviä yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden kanssa.

20.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Hankkeen elinkaaren aikaiset kokonaiskasvihuonekaasupäästöt ovat noin 16 100–146 000 tCO_2e (Kuva 20-7). Kokonaispäästöt ovat kaikissa toteutusvaihtoehdoissa selvästi VE0:a korkeammat erityisesti pitemmän toiminta-ajan mutta myös tuotantomäärän oletetun nostamisen takia. Toteutusvaihtoehdoissa noin 86–90 prosenttia kokonaispäästöistä

Copyright © AFRY Finland Oy

muodostuu toiminnan aikana. Rakentamisvaiheen osuus kokonaispäästöistä on noin 4–7 prosenttia sekä puuston ja maaperän hiilitasevaikutusten osuus noin 2–3 prosenttia. Toiminnan päättymisen jälkeen muodostuu noin 4–6 prosenttia päästöistä. VE0:ssa rakentamisen osuus on noin 7 prosenttia, toiminta-ajan noin 54 prosenttia ja toiminnan päättämisen osuus noin 39 prosenttia. VE0:ssa toiminnan päättymisen jälkeisten vaikutusten suhteellinen osuus on huomattavasti toteutusvaihtoehtoja suurempi lyhyemmän toiminta-ajan ja siten pienempien kokonaispäästöjen takia.



Kuva 20-7. Arvio hankkeen elinkaaren aikaisista kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä. Tarkastelujakso alkaa vuodesta 2030 ja toiminnan on oletettu jatkuvan VE0:ssa kaksi vuotta ja toteutusvaihtoehdoissa 20 vuotta.

Toteutusvaihtoehdoissa suurin päästölähde ovat toiminnan aikaiset kuljetukset, joiden osuus hankkeen elinkaaren aikaisista kokonaispäästöistä on noin 30–32 prosenttia (Taulukko 20-9). Muita merkittäviä päästölähteitä ovat polttoaineet noin 24–26 prosentin ja kemikaalit noin 20–21 prosentin osuudella kokonaispäästöistä. VE0:ssa suurin päästölähde ovat polttoaineet noin 19 prosentin osuudella. Kemikaaleista aiheutuu VE0:ssa noin 15 prosenttia ja kuljetuksista noin 12 prosenttia päästöistä.

Taulukko 20-9. Arvio hankkeen elinkaaren aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä päästölähteittäin. Toiminnan on oletettu jatkuvan VE0:ssa kaksi vuotta ja toteutusvaihtoehdoissa 20 vuotta alkaen vuodesta 2030.

Päästöt [tCO_2e]	VE0	VE1	VE2a	VE2b	VE3
Rakentaminen	**1 120**	**4 980**	**7 670**	**10 300**	**7 670**
Materiaalit	68	178	1 980	2 560	1 980
Kuljetukset	978	4 510	5 270	7 250	5 270
Työkoneiden polttoaineet	70	294	421	521	421
Toiminta-aika	**8 710**	**126 000**	**126 000**	**126 000**	**126 000**

Copyright © AFRY Finland Oy

Sähköenergia	920	11 500	11 500	11 500	11 500
Polttoaineet	3 140	35 600	35 600	35 600	35 600
Työkoneet	257	4 620	4 620	4 620	4 620
Kemikaalit	2 440	29 200	29 200	29 200	29 200
Jätteet	13	332	332	332	332
Kuljetukset	1 950	44 500	44 500	44 500	44 500
Toiminnan päättyminen	**6 290**	**6 290**	**8 530**	**6 290**	**8 530**
Materiaalit	5 280	5 280	7 150	5 280	7 150
Kuljetukset	362	362	494	362	494
Työkoneiden polttoaineet	654	654	890	654	890
Puusto ja maaperä	**0**	**2 460**	**4 510**	**2 460**	**4 510**
Puuston hiilivaraston menetys	0	2 330	3 300	2 330	3 300
Puuston hiilinielun menetys	0	130	422	130	422
Maaperän hiilivaraston menetys	0	0	788	0	788
Maaperän hiilinielun menetys	0	0	0	0	0
Yhteensä	**16 100**	**140 000**	**146 000**	**145 000**	**146 000**

Toiminnasta aiheutuu vuosittaisia suoria kasvihuonekaasupäästöjä noin 1 280–1 520 tCO_2e/a. Suoria päästöjä syntyy lämmitykseen ja rikasteen kuivatukseen käytetyistä polttoaineista ja työkoneiden käytöstä. Toiminnan suorat päästöt vastaavat VE0:ssa noin 0,1 prosenttia ja toteutusvaihtoehdoissa noin 0,2 prosenttia Pohjois-Karjalan maakunnan vuoden 2024 Hinku-laskentasääntöjen mukaisista päästöistä (Suomen ympäristökeskus 2026b). Maakunnan teollisuuden päästöistä osuus on VE0:ssa noin 2,7 prosenttia ja toteutusvaihtoehdoissa noin 3,3 prosenttia. Alueellisten päästöjen arviointiin käytettävässä Hinku-laskennassa teollisuuden osalta ovat mukana polttoaineet, työkoneet ja kaukolämpö. Hankkeen myötä menetettävän puuston hiilinielun suuruus taas on VE1:ssä ja VE2b:ssä noin 0,001 prosenttia sekä VE2a:ssa ja VE3:ssa noin 0,002 prosenttia arvioidusta Pohjois-Karjalan metsätalousmaan puuston kokonaisnielusta vuonna 2021 (Luonnonvarakeskus 2026a).

Outokummun kaupungin vuoden 2024 kasvihuonekaasupäästöistä VE0:n suorat päästöt vastaavat noin 3,7 prosenttia ja toteutusvaihtoehtojen päästöt noin 4,3 prosenttia. Teollisuuden päästöistä VE0 vastaa noin 64,1 prosenttia ja toteutusvaihtoehdot noin 76,1 prosenttia. Koko Suomen vuoden 2024 päästöistä hankkeen vuosittaiset päästöt vastaavat VE0:ssa noin 0,008 prosenttia ja toteutusvaihtoehdoissa noin 0,012 prosenttia, kun mukaan luetaan suorien päästöjen lisäksi sähkönenergian kulutus, kuljetukset ja jätteiden käsittely.

Hankkeen elinkaaren aikaiset kokonaiskasvihuonekaasupäästöt tuotettua talkkia kohden ovat noin 0,023–0,064 tCO_2e/t (Taulukko 20-10), jos vuosituotannoksi oletetaan VE0:ssa 125 000 t ja toteutusvaihtoehdoissa 300 000 t. Päästöt ovat toteutusvaihtoehdoissa alhaisemmat kuin VE0:ssa, koska polttoaineiden ja kemikaalien kulutuksen ei ole oletettu kasvavan samassa suhteessa tuotantomäärän kanssa. Arviossa eivät ole mukana Polvijärven kaivoksella

Copyright © AFRY Finland Oy

syntyvät kasvihuonekaasupäästöt, joten lisääntyneen louhintamäärän vaikutus päästöihin ei näy tuloksissa.

Taulukko 20-10. Arvio kasvihuonekaasupäästöistä tuotettua talkkitonnia kohden.

Hankevaihtoehto	Kaikki päästöt [tCO_2e/t]	Suorat päästöt [tCO_2e/t]
VE0	0,064	0,010
VE1	0,023	0,005
VE2a	0,024	0,005
VE2b	0,024	0,005
VE3	0,024	0,005

Kokonaisuutena hankkeen toteuttamisella arvioidaan olevan vähäinen kielteinen vaikutus ilmastoon. Muodostuvilla kasvihuonekaasupäästöillä on vaikutusta maakunnallisen tason päästöihin, mutta valtakunnallisella tasolla tarkasteltuna päästövaikutus on hyvin pieni. Hankkeella on lisäksi hiilinieluja pienentävä vaikutus, mutta vaikka hanke onkin tältä osin Pohjois-Karjalan metsien hiilinielujen ja -varastojen säilyttämiseen pyrkivien tavoitteiden vastainen, on vaikutus vain vähäinen. VE0:n vaikutusten arvioidaan olevan toteutusvaihtoehtojen vaikutuksia vähäisempiä lyhyemmän toiminta-ajan ja alhaisempien kokonaispäästöjen takia.

20.6 Ilmastonmuutos

20.6.1 Yleiset ennusteet ilmastonmuutoksen vaikutuksista

RCP-skenaariot

Ilmastonmuutoksen etenemistä voidaan ennustaa erilaisilla skenaarioilla, jotka perustuvat arvioihin ilmakehän kasvihuonekaasujen ja pienhiukkasten pitoisuuksien kehittymisestä tulevina vuosikymmeninä. Vuosina 2013–2014 julkaistussa hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin arviointiraportissa esitetyt arviot ilmastonmuutoksen tulevasta kehityksestä perustuvat RCP-skenaarioihin (Representative Concentration Pathways), joita on yhteensä neljä (Lehtonen 2020). Niissä kasvihuonekaasujen maailmanlaajuisten päästöjen oletetaan kehittyvän seuraavasti (Ilmasto-opas 2017):

- RCP8.5-skenaario: kasvihuonekaasupäästöjen kasvu jatkuu nopeana tulevaisuudessakin.
- RCP6.0-skenaario: päästöt pysyvät aluksi suunnilleen nykyisellä tasollaan, mutta ovat myöhemmin tällä vuosisadalla melko suuria.
- RPC4.5-skenaario: päästöt kasvavat aluksi hieman mutta kääntyvät laskuun vuoden 2040 tienoilla.
- RPC2.6-skenaario: päästöt kääntyvät jyrkkään laskuun jo vuoden 2020 jälkeen ja ovat vuosisatamme lopulla lähellä nollatasoa.

Tällä hetkellä RCP4.5-skenaarion toteutuminen vaatisi järeitä toimenpiteitä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Ilmastopolitiikassa lähtökohdaksi on kuitenkin asetettu tätäkin kunnianhimoisemmat tavoitteet. Jotta Pariisin ilmastosopimuksen tiukimmat

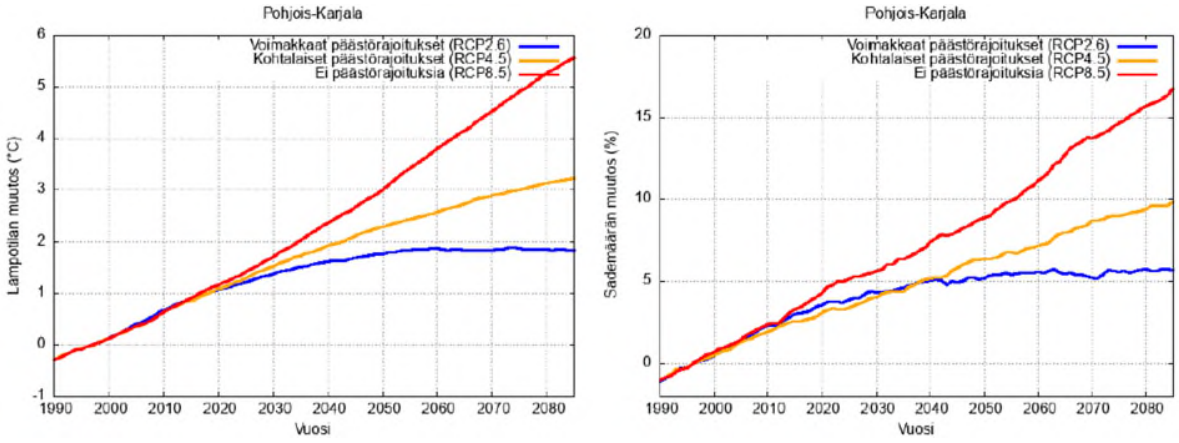
Copyright © AFRY Finland Oy

tavoitteet saavutettaisiin, täytyisi käytännössä tehdä jopa skenaariota RCP2.6 nopeampia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistoimia. *(Lehtonen 2020)*

Sään muutokset

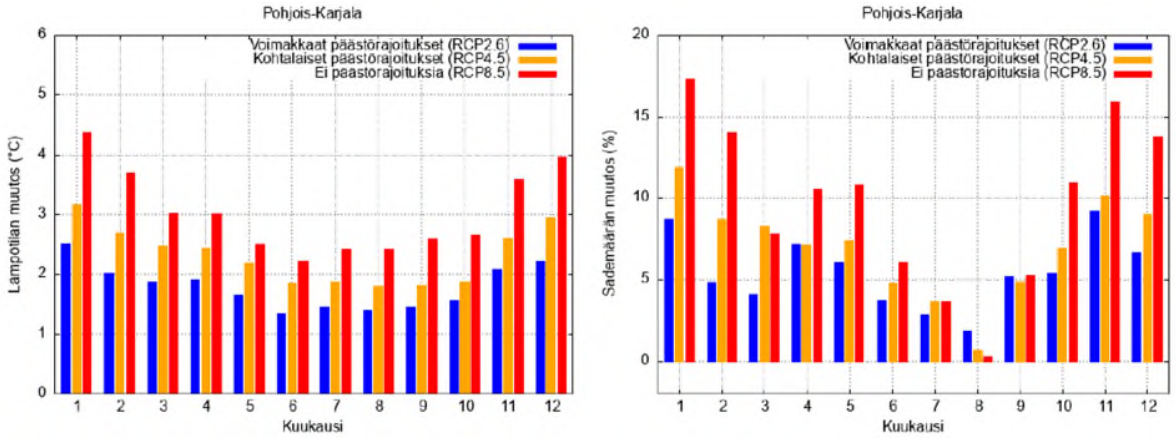
Pohjois-Karjalan maakunnan ilmasto on lämmennyt noin 0,6 celsiusastetta vertailujaksolta 1981–2010 jaksolle 1991–2020. Keskilämpötilan ennustetaan edelleen nousevan ja olevan vuosisadan puoliväliin mennessä noin 1,8–5,6 celsiusastetta nykyistä korkeampi. Vuotuisen sademäärän arvioidaan nousevan 550–700 millimetristä 580–780 millimetriin. Pohjois-Karjalassa ei ole merkittäviä tulvariskialueita, mutta sademäärien lisääntymisellä ja rankkasateiden yleistymisellä voi olla vaikutuksia esimerkiksi sadevesien hallinnan kannalta. Suomen ilmastopaneelin vuonna 2021 julkaisemaan raporttiin koostettujen tietojen mukaisesti maakunnan ilmaston ennustetaan muuttuvan 2050-luvulle mentäessä alla esitetyin tavoin (Kuva 20-8 ja Kuva 20-9): (Gregow ym. 2021)

- Keskilämpötila nousee kaikkina vuodenaikoina, talvella kaikkein eniten.
- Sademäärät kasvavat ja rankkasateet voimistuvat.
- Talvi lyhenee 40 vuorokaudella.
- Sekä vuorokauden ylin että alin lämpötila nousevat.
- Pakkaspäivien määrä vähenee.
- Lumen määrä vähenee ja pysyvän lumen ilmaantuminen myöhästyy.
- Sademäärät lisääntyvät hieman, mutta vuosien välillä on paljon vaihtelua.
- Rankkasateiden voimakkuus kasvaa.
- Keskimääräinen tuulen nopeus ei muutu merkittävästi.
- Roudan määrä vähenee.



Kuva 20-8. Vuotuisen keskimääräisen lämpötilan ja sademäärän arvioidut muutokset Pohjois-Karjalassa erilaisten kasvihuonekaasupäästöjen kehityskulkujen mukaan vuoteen 2080 asti. Muutokset ovat verrattuna jakson 1981–2010 ilmastoon. (Gregow ym. 2021)

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 20-9. Arvioidut kuukausittaisten lämpötilojen ja sademäärien muutokset Pohjois-Karjalassa vuoteen 2050 mennessä. Muutokset ovat verrattuna jakson 1981–2010 ilmastoon. (Gregow ym. 2021)

Tulvariskit

Tulvien arvioidaan yleistyvän Suomessa ilmastonmuutoksen seurauksena, mutta vaikutukset ovat erilaisia eri puolilla Suomea. Yleisesti vesistöjen syys- ja talvitulvat yleistyvät ja voimistuvat, kun taas kevättulvat pienenevät ja aikaistuvat. Suurten keskusjärvien vedenkorkeudet nousevat talvella nykyistä ylemmäksi (Ilmasto-opas 2024). Rankkasateiden yleistyminen lisää hulevesitulvien riskiä ja merivesitulvien riskin arvioidaan kasvavan ainakin Suomenlahdella. Vesistötulvien riskin on arvioitu kasvavan etenkin Etelä- ja Keski-Suomen suurissa vesistöissä. Sen sijaan pohjoisempana muutokset voivat olla lähitulevaisuudessa melko pieniä ja muutoksen suunta on epävarma. (Gregow ym. 2021)

Pohjois-Karjalassa ei ole merkittäviä tulvariskialueita. Vesistötulvariski on nykyään kohtalainen, ja sen arvioidaan pysyvän ennallaan lähivuosikymmeninä. Hulevesitulvariski on nykyisellään melko pieni/kohtalainen ja kasvaa vuoteen 2050 mennessä rankkasateiden voimistuessa. (Gregow ym. 2021)

Hankealue ei niin ikään sijaitse tunnistetulla tulvariskialueella tai tulvakartoitetulla alueella (Tulvakeskus 2026). Sademäärän on kuitenkin arvioitu kasvavan noin 30–80 millimetriä vuosisadan puoliväliin mennessä. Tämä tulee huomioida alueen vesienhallinnassa.

Metsäpalot ja -tuhot

Ilmatieteen laitos on mallintanut ilmastonmuutoksen ja metsänhoidon vaikutuksia metsäpaloihin tulevaisuudessa maanpintamallien avulla. Vuosisadan loppuun asti ulottuvat tarkastelut osoittavat, että metsäpaloriski kasvaa tulevina vuosikymmeninä. Metsäpaloriski kasvaa sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa, kun metsäpohjan hienojakoinen paloaines kuivuu nopeammin. Muutos on selkein alkukesästä aikaisemman lumen sulamisen takia, mutta kuivimmat jaksot ajoittuvat edelleen myöhempään kesään. Ilmastonmuutos lisäksi lisää palavan aineksen määrää, kun lämpötila nousee ja kasvukausi pitenee. Vakavat metsäpalokaudet tulevat pysymään harvinaisina, elleivät kaikkein synkimmät ilmastonmuutosskenaariot toteudu. (Aalto & Venäläinen 2021)

Copyright © AFRY Finland Oy

20.6.2 Ilmastonmuutoksen vaikutuksiin sopeutuminen

Ilmastonmuutoksella ei arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia hankkeen toteuttamiseen. Vähäinen vaikutus voi olla esimerkiksi sademäärän kasvulla. Ilmastonmuutoksen aiheuttama suurempi sadanta tuo lisäpainetta valumilta ja tulvilta varautumiseen, mikä on hyvä huomioida kaikessa suunnittelussa ja rakentamisessa. Erityisesti lisääntyvien hulevesien asianmukaiseen käsittelyyn on varauduttava.

Kasvava helleriski voi lisätä polttoainevarastojen paloriskiä ja maastopaloriskiä. Paloja voidaan ennaltaehkäistä vastuullisella polttoainekäsittelyllä ja puuston asianmukaisella ylläpidolla. Palon sattuessa kunnossa olevat huoltotiet auttavat palon sammutuksessa.

20.7 Arvioinnin epävarmuudet

Kasvihuonekaasupäästölaskennassa on käytetty varhaisessa suunnitteluvaiheessa saatavilla olevaa tietoa. Joitain potentiaalisesti merkittäviä päästölähteitä on saattanut jäädä tarkastelun ulkopuolelle, eivätkä arvioidut määrätiedot välttämättä täysin vastaa todellista tilannetta. Laskennan yhteydessä on myös tehty useita oletuksia ja yksinkertaistuksia, jotka saattavat heikentää lopputuloksen tarkkuutta. Toteutusvaihtoehdoissa on oletettu, että talkin tuotantomäärä nousee 125 000 t/a -> 300 000 t/a. Talkin tuotantomäärät riippuvat kuitenkin kysynnän määrästä ja toiminnasta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt lisääntyvät tuotannon kasvaessa. Tulevaisuuden tuotantomääriä ei voi ennustaa tarkalleen ja arviossa on pyritty esittämään maksimituotantomäärät ja sitä kautta maksimaaliset ilmastovaikutukset.

Puuston ja maaperän hiilivaraston ja -nielun laskennassa liittyy epävarmuutta poistettavan puuston ja maa-aineksen loppukäyttöön ja -sijoitukseen. Laskennassa sekä hiilinielut että -varastot on oletettu menetettäviksi välittömästi maanmuokkauksen yhteydessä, mikä ei täysin vastaa todellista tilannetta. Todellisuudessa puuston hiilivaraston menetyksen ajankohta riippuu siitä, mihin käyttötarkoitukseen hakattavaa puustoa käytetään. Jos se päätyy johonkin puuta sisältävään tuotteeseen, sen sisältämä hiili pysyy sitoutuneena niin pitkään kuin tuote on käytössä ja sitä ei polteta tai se ei hajoa luonnossa. Maaperän hiilivarastoa taas ei todennäköisesti menetetä kokonaan, eikä senkään osalta menetys tapahdu välittömästi. Maa-aines läjitetään poistamisen jälkeen, jolloin hiilen vapautuminen orgaanisesta aineksesta nopeutuu, mutta vapautumisen määrä riippuu esimerkiksi massojen käyttötavasta ja ilmastollisista tekijöistä.

Laskennassa ei ole arvioitu hankkeen elinkaaren lopussa tapahtuvan mahdollisen maisemoinnin vaikutuksia hiilitaseeseen. Kasvattamalla uutta biomassaa muokattujen alueiden päälle hiilinielut ja -varastot voidaan osittain palauttaa. Ei ole kuitenkaan todennäköistä, että esimerkiksi metsäiset alueet voitaisiin metsittää uudelleen. Siten vaikutukset todennäköisesti jatkuvat merkittävinä myös hankkeen elinkaaren päätyttyä.

Sähköenergian kulutuksen elinkaaripäästöt on yksinkertaistetusti laskettu tuulivoiman päästökertoimella. Hankevastaavalta saatujen tietojen mukaan käytössä on kuitenkin ydin-, vesi- ja tuulivoimaa sisältävä yhdistelmä. Ydinvoiman elinkaaripäästöt ovat lähes samansuuruiset kuin tuulivoimalla, kun taas vesivoimalla ne ovat selvästi korkeammat. Jos sähkö tuotettaisiin kokonaan vesivoimalla, joka on elinkaaren päästöiltään noin

Copyright © AFRY Finland Oy

kaksinkertainen tuulivoimaan verrattuna, kasvaisivat kokonaispäästöt VE0:ssa noin 7 prosenttia ja toteutusvaihtoehdoissa noin 9–10 prosenttia.

20.8 Vaikutusten lieventäminen

Sähkökäyttöisten työkoneiden hyödyntäminen sekä nestekaasun ja polttoöljyn korvaaminen sähköenergialla lämmityksessä ja rikasteen kuivatusprosessissa ovat potentiaalisia päästövähennyskeinoja. Mikäli sähkökäyttöisiä työkoneita ei ole mahdollista käyttää, vähäpäästöisiä raskaalle kalustolle soveltuvia polttoaineita ovat uusiutuva diesel ja biokaasu. Hankevastaavalla on jo käytössään suorilta päästövaikutuksiltaan päästötön sähköenergia, millä on merkittävä toiminnasta aiheutuvia elinkaaripäästöjä vähentävä vaikutus fossiilisen energian käyttöön verrattuna.

Hankkeen puustoon kohdistuvia ilmastovaikutuksia voidaan lieventää hakattavan puuston kestävällä käytöllä. Puusto voidaan hyödyntää pitkäikäisissä puutuotteissa, joissa puuhun sitoutunut hiili pysyy varastoituneena mahdollisimman pitkään. Lisäksi puun biomassaa on mahdollista käyttää korkean jalostusarvon tuotteissa, jotka korvaavat esimerkiksi fossiilisiin raaka-aineisiin pohjautuvia kemikaaleja. Maaperästä aiheutuvia päästöjä voidaan minimoida esimerkiksi välttämällä turvemaille kohdistuvia hakkuita ja maanmuokkausta.

Copyright © AFRY Finland Oy



21 MAISEMA JA KULTTUURIYMPÄRISTÖ

21 MAISEMA JA KULTTUURIYMPÄRISTÖ

YHTEENVETO

- Hankealueella tai sen lähialueella (< 2 km) ei sijaitse valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita eikä rakennetun kulttuuriympäristön arvoalueita tai -kohteita. Lähimmät kohteet sijaitsevat Outokummun taajaman länsipuolella eikä niihin etäisyyden vuoksi kohdistu vaikutuksia hankkeesta.
- Maisemallisia vaikutuksia tehdasalueen ympäristöön aiheutuu rikastushiekka-altaan korotuksesta tai uuden altaan rakentamisesta. Nykyisen ympäristöluvan mukainen rikastushiekka-alueen patoharjojen maksimikorkeus on +117 m mpy (VE0). Ympäröivän maanpinnan taso on noin 95–100 m mpy. Hankevaihtoehdossa VE1 rikastushiekkaläjityksen maksimikorkeustaso olisi +126 m mpy, joka on yhdeksän metriä korkeampi kuin nykyisessä luvassa. Hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE3 rikastushiekkaläjityksen maksimikorkeustaso olisi +116 m mpy eli noin 16–21 metriä ympäröivän maanpinnan tasosta. Hankevaihtoehdossa VE2b rikastushiekkaläjityksen maksimikorkeustaso olisi +123 m mpy, jolloin läjityksen korotus olisi 6 metriä nykyiseen lupaan verrattuna ja korkeus olisi noin 23–28 metriä ympäröivän maanpinnan tasosta. Purkuputkivaihtoehdoista PVE2a–c aiheutuu vähäisiä muutoksia metsämaisemaan raivattavan linjan kohdalla.
- Olemassa olevalla tehdasalueella maiseman herkkyys muutoksille on vähäinen, koska maisema on jo muuttunut tuotantolaitoksen toiminnan myötä. Rikastushiekka-altaan korotus ja uusi rikastushiekka-allas aiheuttavat muutoksia lähialueen maisemaan, mutta vaikutuksia ei kohdistu maiseman tai kulttuuriympäristön arvoalueille ja -kohteille tai asutuksen ja virkistyksen alueille. Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön kokonaisuutena arvioidaan kaikissa hankevaihtoehdoissa vähäisen kielteiseksi.
- Hankkeesta ei aiheudu vaikutuksia arkeologiseen kulttuuriperintöön, eli kiinteisiin muinaisjäännöksiin tai muihin kulttuuriperintökohteisiin missään hankevaihtoehdossa.

21.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön on arvioitu hankkeen laajuuden, luonteen ja merkittävyyden sekä maiseman ja kulttuuriympäristön herkkyyden näkökulmasta. Arvioinnissa on keskitytty niihin vaikutuksiin, jotka ovat maiseman kannalta merkittävimpiä. Maisemavaikutuksia on arvioitu suhteessa asutukseen ja virkistykseen, maiseman arvoalueisiin ja kulttuuriympäristön arvokohteisiin. Lähialueen vaikutuksia on tarkasteltu kahden kilometrin etäisyydelle. Vaikutuksia arvokkaisiin maisema-alueisiin ja kulttuuriympäristöihin on tarkasteltu 8–10 kilometrin etäisyydelle. Maisemavaikutusten tarkastelussa on käytetty Maanmittauslaitoksen ilmakuvia ja maastokarttoja, olemassa olevia selvityksiä ja paikkatietoaineistoja maiseman ja kulttuuriympäristön arvoalueita koskien (kappale 21.2.2) sekä hankkeeseen laadittuja havainnekuvia (liite 10).

Copyright © AFRY Finland Oy

Merkittävimpiä tehdasalueen ulkopuolelle näkyviä muutoksia lähialueen maisemaan aiheuttaa rikastushiekka-altaan korotus ja uusi rikastushiekka-allas hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE3. Nykyisen ympäristöluvan mukainen (VE0) rikastushiekka-alueen patoharjojen maksimikorkeus on +117 m mpy (metriä meren pinnan yläpuolella). Ympäröivän maanpinnan taso alueella on noin 95–100 m mpy, joten altaan luvan mukainen korkeus maanpinnasta on noin 17–22 metriä. Hankevaihtoehdossa VE1 rikastushiekkaläjityksen maksimikorkeustaso olisi +126 m mpy, joka on yhdeksän metriä korkeampi kuin nykyisessä luvassa. Hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE3 rikastushiekkaläjityksen maksimikorkeustaso olisi +116 m mpy eli noin 16–21 metriä ympäröivän maanpinnan tasosta. Hankevaihtoehdossa VE2b rikastushiekkaläjityksen maksimikorkeustaso olisi +123 m mpy, jolloin läjityksen korotus olisi 6 metriä nykyiseen lupaan verrattuna ja korkeus olisi noin 23–28 metriä ympäröivän maanpinnan tasosta.

Rikastushiekka-altaan näkyvyyttä on tarkasteltu havainnekuvien avulla. Kuvat on tehty maastomallista InfraWorks 2023 -ohjelmalla. Materiaalina on käytetty Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelusta saatavilla olevaa maanpinnan laserkeilausaineistoa ja ortokuvia sekä AFRY:n mallintamia patokorotussuunnitelmia. Maanmittauslaitoksen aineistoista on hyödynnetty vuonna 2021 keilattuja pistepilviaineistoja ja vuonna 2023 kuvattuja ilmakuvia. Havainnekuvissa esitetty puuston korkeus on mallinnettu 20–25 metriä korkeana. Havainnekuvia on laadittu seitsemästä tarkastelupisteestä patokorotuksen tasolle +127 m mpy (patoharjat). Mallissa on tarkasteltu hankevaihtoehtoa VE1. Hankevaihtoehtojen VE2a ja VE3 mukaista uutta rikastushiekka-allasta ei ole mallinnettu. Havainnekuvat on esitetty kuvaliitteessä (liite 10).

Kiinteisiin muinaisjäännöksiin kohdistuvien vaikutusten arviointi perustuu hanketta varten tehtyyn arkeologiseen inventointiin (Mikroliitti Oy 2025, liite 11) ja Museoviraston rekisteritietoihin (Museovirasto 2026a). Hankealueelle on syksyllä 2025 tehty arkeologinen inventointi kaivospiirin, sen mahdollisen laajennusalueen ja suunniteltujen purkuputkivaihtoehtojen alueille. Arkeologisen inventoinnin raportti on selostuksen liitteenä (liite 11).

21.2 Nykytila

21.2.1 Maiseman yleiskuvaus

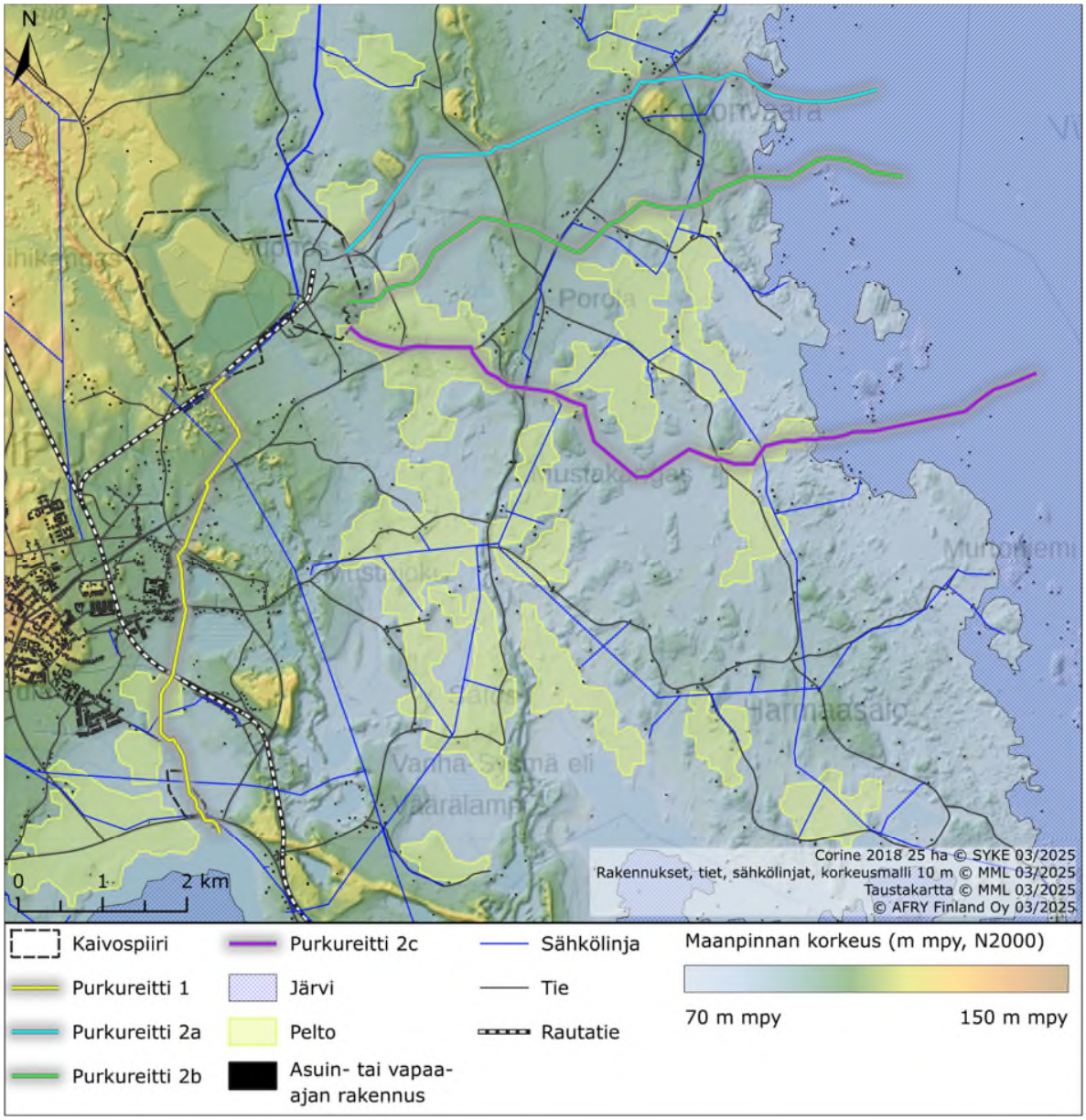
Hankealue sijoittuu Itäisen Järvi-Suomen maisemamaakuntaan ja siinä Pohjois-Karjalan järviseudulle. Itäinen Järvi-Suomi on laaja, mutta maisemallisesti suurin piirtein yhtenäinen laakea alue, jolla suhteelliset korkeuserot pysyttelevät yleensä alle 50 metrissä. Korkokuva jyrkkenee kohti pohjoista. Maaperän peittää lähes kaikkialla moreeni. Harju- ja moreenimuodostumat ovat samansuuntaisia. Kylät ovat sijoittuneet vesireittien varsille ja solmukohtiin matalille rantaselänteille tai rantapeltojen ja selännealueiden välivyöhykkeeseen. Maisemat ovat pääpiirteiltään vesien sekä kumpareisten metsien ja asuttujen peltoalojen mosaiikkia. Pohjois-Karjalan järviseutu on pinnanmuodoiltaan hyvin tasaista, loivasti kumpuilevaa aluetta. (Ympäristöministeriö 1992)

Hankealue sijoittuu metsäiselle alueelle, jolla korkeuserot ovat melko pieniä (Kuva 21-1). Tehdasalueen ympärillä on sulkeutunutta metsämaisemaa. Rikastushiekka- ja allasalue

Copyright © AFRY Finland Oy

muodostavat nykytilassa laajan luonnonmaisemasta teollisena erottuvan alueen, joka ei kuitenkaan metsän peitteisyyden vuoksi erotu maisemassa lähialueen asutuksen suuntaan tai yleisille teille Kaavintietä lukuunottamatta. Tuotantolaitoksen rikastamon rakennukset näkyvät Talkkitien varteen. Suunnitellut purkuputkireittivaihtoehdot sijoittuvat tehdasalueen ja Viinijärven väliin vaihtelevasti metsäisille alueille ja avoimille pelloille. Maisema on vaihdellen avointa viljelysmaisemaa ja talouskäytössä olevia metsiä. Alueen poikki kulkee pohjoiseteläsuuntainen melko matala ja kapea, osin katkonainen harjujakso, jonka poikki suunnitellut purkuputkireittivaihtoehdot kulkevat. Viinijärven rannassa on pieniä mäkiä/kumpareita, joiden väleihin alavimmille kohdin reitit on linjattu.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 21-1. Alueen topografia. Kartalla on esitetty lisäksi peltoaukeat, tiet, voimajohdot, rautatie ja rakennukset. Muilta osin alue on metsäinen.

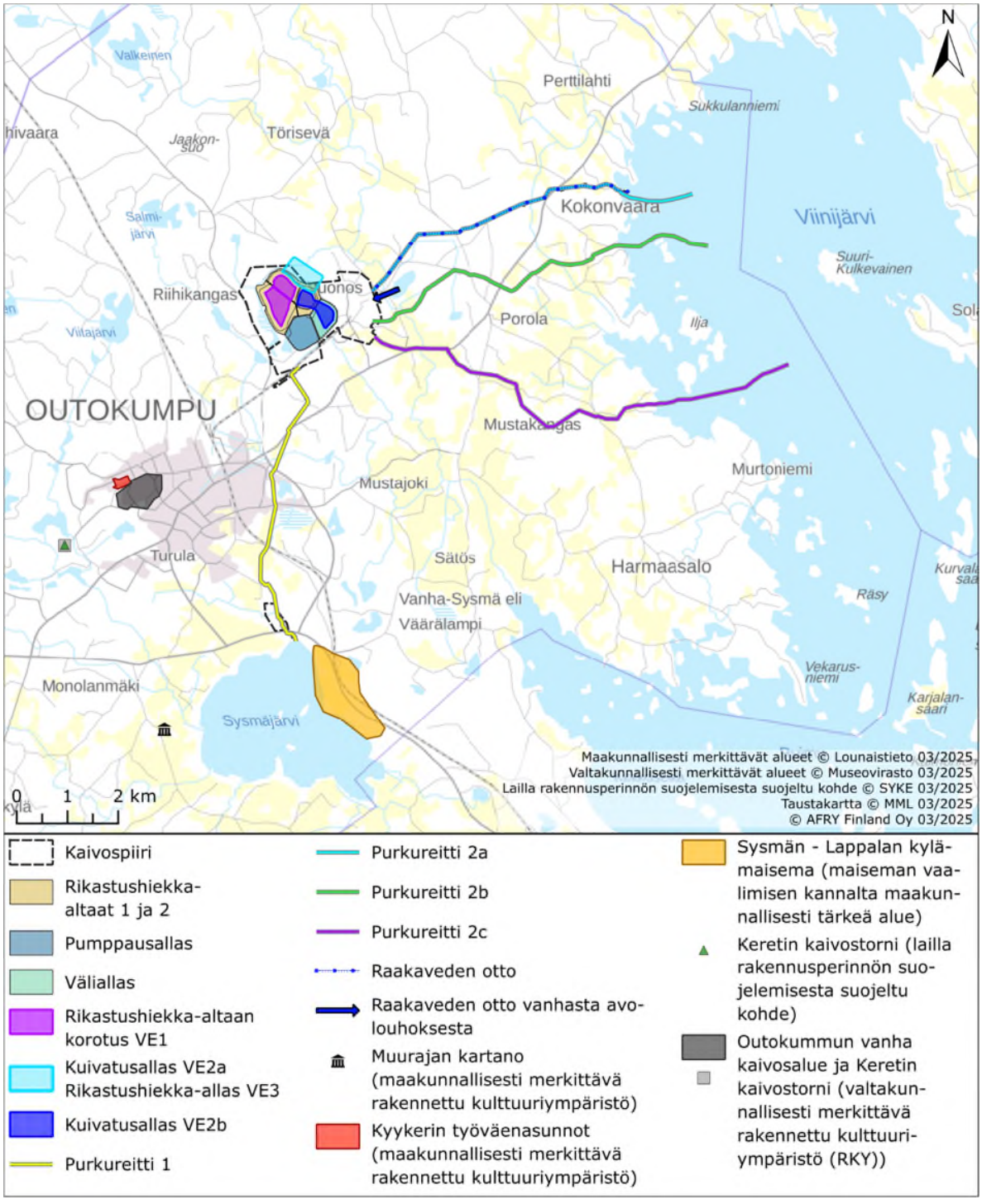
21.2.2 Maiseman ja rakennetun kulttuuriympäristön arvoalueet

Hankealueella tai sen lähialueella ei sijaitse valtakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita (Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus 2021). Lähin valtakunnallisesti arvokas maisema-alue sijaitsee noin 30 kilometrin etäisyydellä. Maakunnallisesti arvokkaista maisema-alueista lähin on Sysmän-Lappalan kylämaisema noin 5,8 kilometrin etäisyydellä hankealueen eteläpuolella (Kuva 21-2). Kylä on pienialainen edustava rantakylämaisema Sysmäjärvellä (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2024).

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankealuetta lähin valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö (RKY, Museovirasto 2026b) on Outokummun vanha kaivosalue ja Keretin kaivostorni noin 3,4 kilometriä hankealueesta lounaaseen. Keretin kaivostorni noin 5,9 kilometrin etäisyydellä hankealueesta on myös lailla (laki rakennusperinnön suojelemisesta) suojeltu rakennus. Lähin rakennusperintörekisterin (Museovirasto 2026c) suojeltu rakennus on Kuusjärven kirkko noin 9,3 kilometrin etäisyydellä hankealueesta. Maakunnallisesti merkittäviä rakennetun kulttuuriympäristön kohteita ja alueita (Piiparinen ym. 2020) Outokummun keskustan tuntumassa noin 3–4,5 kilometrin etäisyydellä ovat Kyykerin työväenasunnot, Pitkälahti, Abessiinia, Italia, Kummunkadun liikerakennukset, Kyykerin entinen yleinen sauna, Lähtevä, Outokummun kaupungintalo, Outokummun Pyhän Hengen kirkko ja Yläpihan alue (kaivoksen entinen maatila). Outokummun keskustassa sijaitsee myös luonnonmuistomerkki (Ympäristöministeriö 2026c) Sänkinotkonkadun tammi. Maakunnallisesti merkittävä rakennetun kulttuuriympäristön kohde Muurajan kartano sijaitsee Sysmäjärven länsipuolella. Maiseman ja kulttuuriympäristön arvoalueet ja kohteet on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 21-2).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 21-2. Maiseman ja kulttuuriympäristön arvoalueet ja -kohteet hankealueen ympäristössä.

Copyright © AFRY Finland Oy

21.2.3 Arkeologinen kulttuuriperintö

Hankealueen ympäristössä sijaitsevat kiinteät muinaisjäännökset ja muut kulttuuriperintökohteet on esitetty ohessa (Kuva 21-3). Hankkeeseen on tehty arkeologinen inventointi vuonna 2025 (Mikroliitti Oy, liite 11). Inventoinnissa löydettiin uusia kiinteitä muinaisjäännöskohteita sekä muita kohteita. Tiedot eivät ole vielä päivittyneet Museoviraston muinaisjäännösrekisteriin (syyskuu 2026). Kuvassa 21-3 on esitetty sekä Museoviraston muinaisjäännösrekisterin (Museovirasto 2026a) mukaiset kiinteät muinaisjäännökset ja muut kulttuuriperintökohteet, että arkeologisen inventoinnin mukaiset kohteet.

Kaivospiirin ja sen mahdolliselta laajennusalueelta inventoinnissa löytyi kaksi uutta kiinteää muinaisjäännöstä. Kaivospiirin pohjoisosassa Loukonkankaalla on kohde Loukonkangas ja eteläosassa kohde Teyrisuo 1 (Kuva 21-3). Molemmat kohteet ovat hiilimiiluja. Kohde Loukonkangas sijaitsee noin 190 metriä rikastushiekka-altaan luoteispuolella ja kohde Teyrisuo 1 noin 275 metrin etäisyydellä pumppausaltaan lounaispuolella. Kohteet sijoittuvat kaivospiirin alueella hankkeessa suunniteltujen toimintojen ulkopuolelle.

Purkureitin 1 (PVE1) varrelta inventoinnissa löytyi kiinteä muinaisjäännöskohde Teyrisuo 2, joka on tervahauta. Kohde sijaitsee noin 20 metrin etäisyydellä purkureitin keskilinjasta (Kuva 21-3). Purkureitti 1 on olemassa oleva, tällä kohtaa maan alla oleva putkilinja.

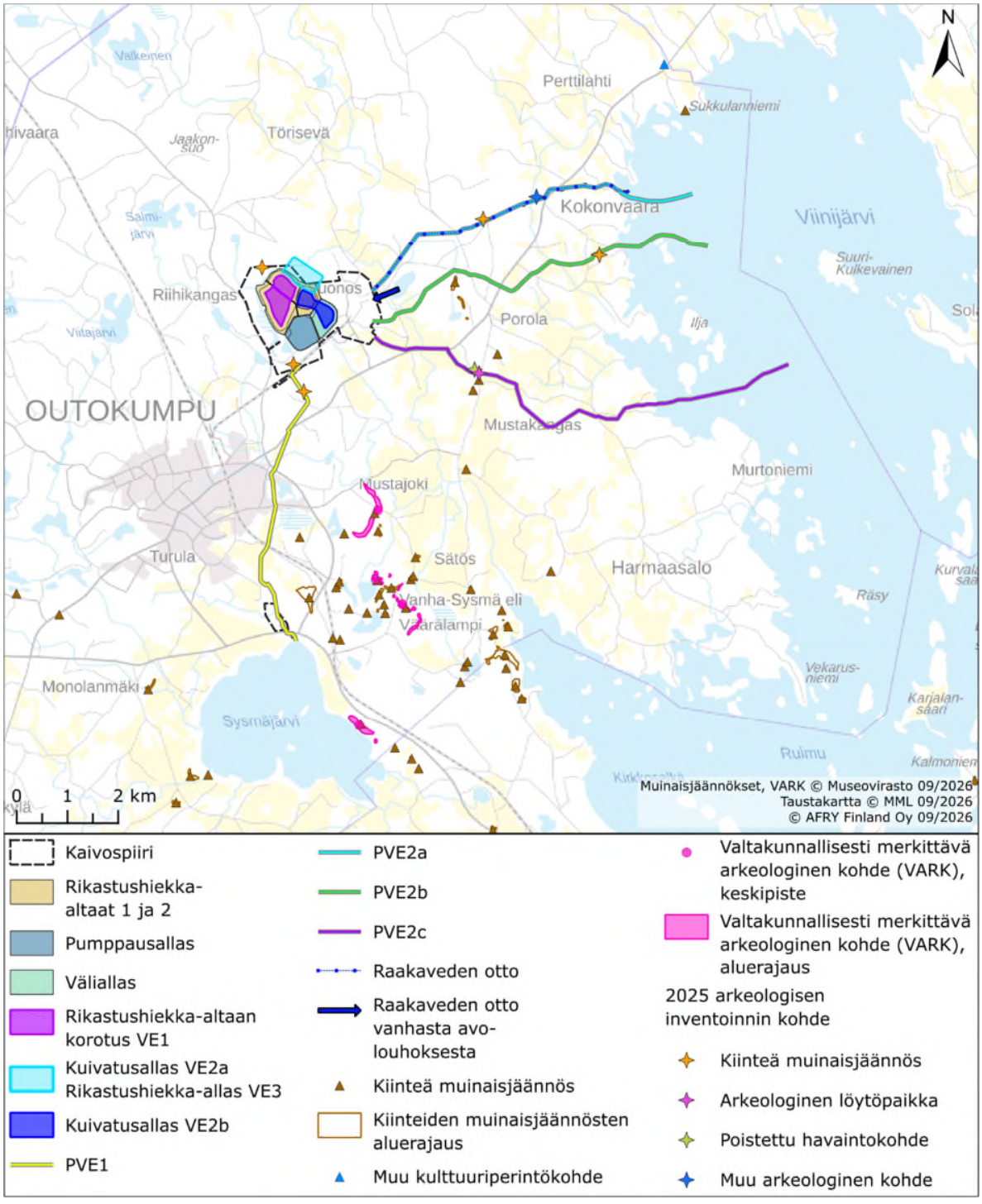
Purkureitin PVE2a varrella Lappalankankaalta löytyi kiinteä muinaisjäännös Lappalankangas, joka on hiilihauta. Se sijaitsee noin 40 metrin etäisyydellä purkureitin keskilinjasta (Kuva 21-3). Lemmetyn alueelta arkeologisessa inventoinnissa löytyi kohde Lemmetty, joka on muu kohde, tyypiltään raivausvalli. Etäisyyttä purkulinjan keskilinjaan on noin 61 metriä.

Purkureitin PVE2b varrelta arkeologisessa inventoinnissa löytyi kiinteä muinaisjäännöskohde Yläpiha (Kuva 21-3), joka on nauriskuoppa. Peräkankaan – Poroinkankaan alueelta Museoviraston muinaisjäännösrekisterissä (Museovirasto 2026a) tiedossa oli kolmeosainen kiinteä muinaisjäännös Poroinkangas (mjtunnus309010044), joka on kivikautinen asuinpaikka. Kohde sijaitsee lähimmillään noin 117 metrin etäisyydellä purkureitin keskilinjasta.

Purkureitiltä PVE2c ei arkeologisessa inventoinnissa löytynyt uusia kiinteitä muinaisjäännöskohteita. Lähin kiinteä muinaisjäännöskohde Tervahako 2 (mjtunnus309000002) sijaitsee Sätöksentien varrella noin 130 metrin etäisyydellä purkureitin keskilinjasta (Kuva 21-3). Kohde on tervahauta. Purkureitille sijoittuu löytöpaikka Tervashako 1, josta on löytynyt kvartsi-iskos.

Hankealuetta lähin valtakunnallisesti merkittävä arkeologinen kohde (VARK) on Sätös (muinaisjäännöstunnus 30901002), joka on kivikautinen asuinpaikka ja hautapaikka (Museovirasto 2026a). Kohde sijaitsee noin 2,9 kilometriä kaivospiirin eteläpuolella. Sätöksen-Vanhan-Sysmän-Väärälammen alueelta on tiedossa useita muitakin valtakunnallisesti merkittäviä arkeologisia kohteita ja kiinteitä muinaisjäännöksiä (Kuva 21-3). Kohteet ovat kivikautisia ja pronssikautisia asuinpaikkoja.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 21-3. Hankealueen ympäristössä sijaitsevat arkeologiset kohteet hankkeeseen tehdyn arkeologisen inventoinnin (Mikroliitti Oy 2025, liite 11) ja Museoviraston muinaisjäännösrekisterin mukaan (Museovirasto 2026a).

Copyright © AFRY Finland Oy

21.3 Vaikutusten arviointi

21.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Vaikutukset maisemaan

Maisema muuttuu vähitellen rakentamisen myötä. Maisemavaikutuksia on tässä tarkasteltu toiminnan aikaisina vaikutuksina.

Vaikutukset arkeologiseen kulttuuriperintöön

Kaivospiirin ja sen mahdollisen laajennusalueen alueella sijaitsee kaksi kiinteää muinaisjäännöskohdetta, Loukonkangas ja Teyrisuo 1. Kohteet sijoittuvat tehdastoimintojen ulkopuolelle, joten niihin ei kohdistu vaikutuksia hankkeesta missään hankevaihtoehdossa. Purkureittivaihtoehdon PVE1 läheisyydessä noin 12 metrin etäisyydellä on kiinteä muinaisjäännöskohde Teyrisuo. Purkureittivaihtoehdossa PVE1 käytetään tällä kohtaa nykyistä maan alle sijoittuvaa putkea, joten muinaisjäännöskohteelle ei aiheudu vaikutuksia hankkeesta. Purkureittivaihtoehdoille PVE2a-PVE2c ei sijoitu kiinteitä muinaisjäännöksiä tai muita kulttuuriperintökohteita. Hankkeella ei ole vaikutuksia arkeologiseen kulttuuriperintöön.

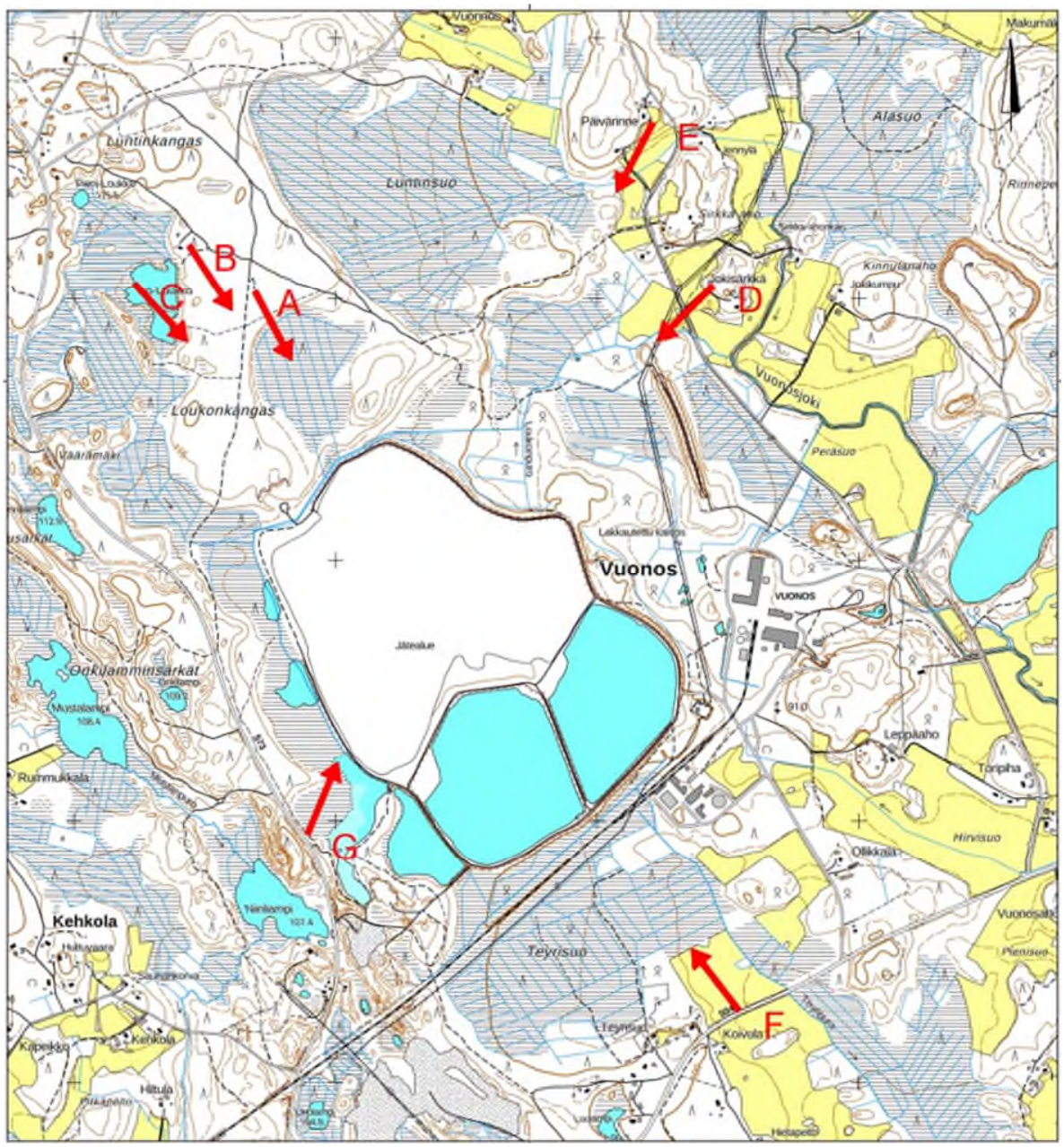
21.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Vaikutukset maisemaan

Hankkeen maisemalliset vaikutukset keskittyvät tuotantolaitoksen alueelle ja sen lähiympäristöön. Vaikutukset maisemaan aiheutuvat rikastushiekka-altaan korotuksesta ja uudesta rikastushiekka-altaasta hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE3. Rikastushiekka-altaan nykyisen luvan mukainen maksimikorkeus on +117 m mpy (patoharjat), joka on noin 17–22 metriä ympäröivää maanpintaa korkeammalla. Hankevaihtoehdossa VE1 rikastushiekkaläjityksen maksimikorkeustaso olisi +126 m mpy (läjitys), joka on yhdeksän metriä korkeampi kuin nykyisessä luvassa. Hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE3 rikastushiekkaläjityksen maksimikorkeustaso olisi +116 m mpy eli noin 16–21 metriä ympäröivän maanpinnan tasosta. Hankevaihtoehdossa VE2b rikastushiekkaläjityksen maksimikorkeustaso olisi +123 m mpy, jolloin läjityksen korotus olisi 6 metriä nykyiseen lupaan verrattuna ja korkeus olisi noin 23–28 metriä ympäröivän maanpinnan tasosta.

Maisemallisten vaikutusten tarkasteluun laaditut havainnekuvat on esitetty erillisessä kuvaliitteessä (liite 10). Kuvat on laadittu maastomallista ja niiden tarkoituksena on havainnollistaa rikastushiekka-alueen korotuksen aiheuttamaa muutosta maisemassa. Havaintopisteiden paikat ”kuvauspaikat” on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 21-4). Havaintopisteiden etäisyys suunniteltuun rikastushiekka-altaaseen ja havaintopisteiden kuvaus on esitetty taulukossa (Kuva 21-4).

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 21-4. Havainnekuvien laatimispisteiden A-F sijainti. Kuvien tarkastelusuunta on kohti hankealuetta. Havainnekuvat on esitetty liitteessä 10.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 21-1. Suunnitellun nykyisen rikastushiekka-altaan korotuksen (VE1) etäisyys (km) havaintopisteisiin, ”kuvauspisteisiin”.

piste	VE1 etäisyys km	havaintopisteen kuvaus
a	0,7	Loukonkangas, loma-asunto metsämaisemassa
b	1,0	Loukonkangas, loma-asunto metsämaisemassa
c	1,0	Iso-Loukko, pieni järvi, järven yli näkymä tehdasalueen suuntaan
d	1,0	Vuonoksentie, Jokisärkkä, asuttu kumpare peltomaisemassa
e	1,5	Vuonoksentie, Päivärinne, asutusta peltomaisemassa
f	1,5	Polvijärventie, Koivula, avoin peltomaisema asutuksen tuntumassa
g	0,3	Kaavintie, avoin suo-/kosteikkomaisema tehdasalueen suuntaan

Havaintopisteet sijaitsevat alle kahden kilometrin etäisyydellä tehdasalueesta, eli maisemallisten vaikutusten lähialueella. Etäisyyden kasvaessa vaikutukset maisemaan vähenevät.

Havainnekuvien tarkastelu:

Havaintopisteen a ja rikastushiekka-altaan välinen alue Loukonkankaalla on metsää, joka peittää näkyvyyden rikastushiekka-altaan suuntaan havainnekuvan mukaan.

Havaintopisteen b ja rikastushiekka-altaan välinen alue Loukonkankaalla on metsää. Etualan puusto on jätetty kuvassa mallintamatta. Puusto peittää näkyvyyden rikastushiekka-altaan suuntaan, eikä näkyvyyttä ole.

Havaintopiste c sijaitsee Iso-Loukon järven rannalla. Järven taustalla oleva metsä peittää näkyvyyden rikastushiekka-altaan suuntaan.

Havaintopisteen d ja rikastushiekka-altaan (VE1) välinen etäisyys on noin yksi kilometri. Hankevaihtoehtojen VE2a ja VE3 mukainen uusi rikastushiekka-allas, jota ei ole mallissa ja havainnekuvissa esitetty, sijaitsee lähimmillään noin 860 metrin etäisyydellä. Havainnekuvan mukaan mallissa käytetty ja havainnekuvissa esitetty rikastushiekka-allas (VE1) tulee näkymään havaintopisteeseen hieman metsänreunan yläpuolella. Ilmakuvasta tarkasteltuna Jokisärkän kumparetta reunustava puusto kuitenkin estää näkyvyyttä tehdasalueen suuntaan.

Havaintopisteen e ja rikastushiekka-altaan (VE1) välinen etäisyys on noin 1,6 kilometriä ja hankevaihtoehtojen VE2a ja VE3 mukaisen uuden rikastushiekka-altaan etäisyys noin 1,2 kilometriä. Havainnekuvan mukaan mallissa käytetty ja havainnekuvissa esitetty rikastushiekka-allas (VE1) ei tule näkymään havaintopisteeseen Vuonoksentien varteen

Copyright © AFRY Finland Oy

metsän peitteisyyden vuoksi. Oletettavasti uusi rikastushiekka-allas ei sekään näy havaintopisteeseen.

Havaintopisteestä f rikastushiekka-allas jää metsän peittoon eikä näy Polvijärventielle havainnekuvan mukaan.

Havaintopisteeseen g rikastushiekka-allas näkyy lähes kokonaan havainnekuvan mukaan. Todellisuudessa Kaavintien varren puusto peittää osittain näkymää tehdasalueen suuntaan (Kuva 21-5).



Kuva 21-5. Näkymä Kaavintieltä tehdasalueen suuntaan. Nykyinen rikastushiekka-allas näkyy taustalla. Tienvarren puusto peittää näkymää. Kuvankaappaus Google Maps, kuvausaika toukokuu 2022.

Yhteenvetona sekä nykyisen rikastushiekka-altaan korotus (VE1 ja VE2b) että uusi rikastushiekka-allas (VE2a, VE3) eivät metsäisessä maisemassa näy etäälle, joten hanke ei aiheuta merkittävää muutosta nykytilaan. Hankkeen vaikutukset ovat vähäisen kielteisiä kaikissa hankevaihtoehdoissa. Tuotantolaitoksen toiminta on jo muuttanut maiseman luonnetta tehdasalueen lähialueella.

Purkureitin rakentaminen vaihtoehdoissa PVE2a–c aiheuttaa valittavan vaihtoehdon mukaan vaikutuksia maisemaan metsäisillä kohdin, missä puusto raivataan linjauksen alueelta. Purkureittivaihtoehto PVE2a sijoittuu metsämaastoon noin 4,6 kilometrin, reittivaihtoehto PVE2b noin 3,7 kilometrin ja PVE2c noin 2,4 kilometrin matkalla. Putken rakentamisalueen leveys on noin 26 metriä. Putkilinjan viereen rakennetaan tarvittavilta osin huoltotie laitekaivoille. Suunnitelma tarkentuu myöhemmissä vaiheissa. Talousmetsämaastossa, missä

Copyright © AFRY Finland Oy

hakkuut ja harvennukset jatkuvasti muuttavat maisemaa ympäristön herkkyys muutoksille on vähäinen. Purkuputkireitti ja mahdolliset huoltotiet muodostavat ainakin väliaikaisesti pitkänomaisen aukon metsämaisemaan ja voivat paikasta riippuen näkyä yleisille teille ja peltoaukeilta katsottaessa. Purkuputkireitin vaikutukset maisemaan ovat kaikilla vaihtoehdoilla PVE2a–c vähäisen kielteisiä.

21.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan loputtua tehdasalue suljetaan ja maisemoidaan. Kasvillisuuden peittämä rikastushiekka-allas sopeutuu maisemaan paremmin kuin toiminnan aikana paljaina (kasvittomina) olevat kaivannaisjätealueet. Tuotantolaitoksen maisemavaikutukset vähenevät sulkemisen myötä, sitä mukaa kun alueita kasvittuu ja rakennuksia puretaan.

21.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Jos hanketta ei toteuteta, alueen nykytila säilyy. Nykyisen luvan mukaisesti rikastushiekka-allas nousee toiminnan edetessä korkoon +117 m mpy (patoharjat).

21.4 Yhteisvaikutukset

Lähialueella ei ole tiedossa hankkeita, joilla olisi yhteisvaikutuksia maisemaan ja kulttuuriympäristöön tai arkeologisiin kohteisiin.

21.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaikutukset maisemaan riippuvat ympäristön maisemallisesta herkkyydestä ja kyvystä sietää maisemassa tapahtuvia muutoksia. Hankkeessa muutoksia maisemaan tuotantolaitoksen lähialueella aiheuttaa rikastushiekka-altaan korotus (VE1 ja VE2b) ja uusi rikastushiekka-allas (VE2a ja VE3). Vaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu rikastushiekka-altaiden näkyvyyttä ympäristöön ja vaikutusta lähialueen maisemakuvaan. Alueella on jo toiminnassa oleva tuotantolaitos eikä lähialueelle sijoitu maiseman tai kulttuuriympäristön arvoalueita tai -kohteita, joten kohteen herkkyys on arvioitu vähäiseksi. Muutos maisemassa ei näy välitöntä lähiympäristöä laajemmalle alueelle, eikä se vaikuta maiseman tai kulttuuriympäristön kannalta tärkeiden ominaispiirteiden säilymiseen. Muutoksen suuruus ja vaikutusten merkittävyys on sen vuoksi arvioitu vähäisen kielteiseksi kaikissa hankevaihtoehdoissa. Purkuputkireittivaihtoehtojen PVE2a–c vaikutus maisemaan on vähäisen kielteinen.

Hankkeesta ei aiheudu vaikutuksia arkeologiseen kulttuuriperintöön; kiinteisiin muinaisjäännöksiin tai muihin kulttuuriperintökohteisiin ei kohdistu vaikutuksia missään hankevaihtoehdossa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 21-2. Maisemaan kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen				VE1 VE2a VE2b VE3 PVE2a PVE2b PVE2c	VE0				
	Kohtalainen									
	Suuri									
	Erittäin suuri									

21.6 Arvioinnin epävarmuudet

Tuotantolaitoksen lähiympäristön avohakkuut voivat avata näkymiä tehdasalueen suuntaan ja siten lisätä tehdasalueen näkyvyyttä ympäröivässä maisemassa.

21.7 Vaikutusten lieventäminen

Vaikutuksia maisemaan voidaan lieventää säilyttämällä nykyistä puustoa hankealueen ympärillä.

Copyright © AFRY Finland Oy

22 LUONNONVAROJEN HYÖDYNTÄMINEN



22 LUONNONVAROJEN HYÖDYNTÄMINEN

YHTEENVETO

- Kaivostoiminnassa hyödynnetään luonnonvaroja, kun malmia louhitaan ja rikastetaan.
- Toiminnan aikana alueen käyttö muuhun tarkoitukseen estyy.
- Toiminnan päättymisen jälkeen kasvillisuus palautuu hiljalleen.
- Toiminta-ajan jatkaminen olemassa olevalla tehdasalueella tai sen laajennus-alueella sekä siihen liittyvän infrastruktuurin hyödyntäminen myös tulevaisuudessa tukee luonnonvarojen kestävää hyödyntämistä.
- Hankevaihtoehtojen VE1, VE2a, VE2b ja VE3 sekä PVE2a–c vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen arvioidaan vähäisiksi kielteisiksi, kun maa-alue ja sen luonnonvarat varataan tehtaan käyttöön ja alueen ulkopuolelta tuodaan maa-aineksia uuden altaan rakentamiseen.

22.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Kaivostoiminnassa hyödynnetään luonnonvaroja, kun malmia louhitaan ja rikastetaan.

Hankkeen vaikutuksia luonnonvarojen käyttöön on arvioitu alueen nykyisen maankäytön osalta. Luonnonvarojen hyödyntämisen ihmisiin ja elinkeinoihin kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu luvussa 23.

22.2 Nykytila

Vuonoksen tehtaalle tuodaan malmia Mondon Karnukan ja Horsmanahon kaivoksilta. Rikastushiekka sijoitetaan Vuonoksen rikastushiekka-altaaseen. Rikastushiekkaa voidaan lisäksi hyödyntää patokorotuksissa.

Tehdasalueen ympäristön luonnonvaroihin kuuluvat maa- ja kiviainekset sekä metsät. Metsien luonnonvaroja ovat mm. puusto ja muu kasvillisuus, marjat, sienet, riistaeläimet, vesistöt ja kalasto.

Copyright © AFRY Finland Oy

22.3 Vaikutusten arviointi

22.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisessa hyödynnetään maa-aineksia. Rikastushiekan läjitysvaihtoehtojen patorakenteissa (VE1, VE2a, VE2b ja VE3) käytetään moreenia ja mursketta sekä rikastushiekkaa. Rakentamiseen tarvittavaa moreenia ei ole riittävästi tehdasalueella, ja Mondo on käynnistänyt selvityksen Vuonoksen tehtaan lähialueen hyödynnettävistä hienoainespitoisista moreenivaroista (GTK 2026b).

Altaan laajennusvaihtoehdoissa (VE2a ja VE3) uuden rikastushiekka-altaan pohjarakenteissa voidaan käyttää esimerkiksi HDPE-kalvoa tai bentoniittimattoa, joka ostetaan kaivoksen ulkopuolelta. Purkureittivaihtoehdoissa PVE2a–c putki kaivetaan maahan, ja rakentamisen yhteydessä voidaan tarvita täyttöön tai pohjavesialueen ylityskohdassa suojausrakenteisiin tehdassalueen ulkopuolelta tuotavia maa-aineksia. Luonnonvarojen, kuten marjojen ja sienien, hyödyntäminen rakennettavalla purkuputkireitillä ei ole mahdollista kaivuutöiden aikana tai jonkin aikaa kaivuutöiden jälkeen eikä huoltoteiden kohdalla.

22.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikaiset vaikutukset luonnonvaroihin aiheutuvat välillisesti Vuonoksen tehdasalueen ulkopuolella malmin louhinnasta Karnukan ja Horsmanahon kaivoksista. Toiminnan laajentamisen tavoitteena on malmiesiintymien ja siten luonnonvarojen tehokkaampi hyödyntäminen.

Vaihtoehdossa VE1 ja VE2b nykyistä rikastushiekka-aluetta korotetaan. Kaikki uudet toiminnot sijoittuvat olemassa olevan kaivospiirin sisäpuolelle, joten tehdasalueen ulkopuolisten luonnonvarojen hyödyntämiseen ei aiheudu muutoksia. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 uusi rikastushiekka-allas ei mahdu kokonaisuudessaan nykyisen kaivospiirin sisään, vaan kaivospiiriä laajennetaan kattamaan uuden altaan alue. Kaivospiirin laajennus aiheuttaa muutoksia tehdasalueen ulkopuolisten luonnonvarojen hyödyntämiseen, kun uusilta alueilta poistetaan maita ja puustoa. Myös luonnonvarojen, kuten marjojen ja sienien, hyödyntäminen uusilla rakennettavilla alueilla ei ole mahdollista. Kaivospiirin laajennus sijoittuu kuitenkin nykyisen tehdasalueen välittömään läheisyyteen, jossa luonnonvarojen käytön arvioidaan nykyisellääänkin olevan vähäistä.

Vaihtoehdoissa PVE2a–c uusi purkuputki johdetaan ja asennetaan Viinijärven pohjaan. Tarvittaessa järven pohjaa voidaan ruopata ja ruoppauspohja täyttää murskeella tai soralla. Rikastushiekka-altaan laajentamisen ja purkuputkireittivaihtoehtojen rakentamisen ja käytön aikaiset vaikutukset pohjavesivarantoihin on arvioitu yksityiskohtaisesti luvussa 9 (Pohjavedet). Luonnonvarojen, kuten marjojen ja sienien, hyödyntäminen rakennettavalla purkuputkireitillä ei välttämättä ole koko reitin pituudelta mahdollista ainakaan heti kaivuutöiden jälkeen tai huoltoteiden kohdalla.

Vaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 kemikaalien ja polttoaineiden käyttömäärät kasvavat, kun uusia alueita rakennetaan ja tuotantoaika pitenee.

22.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päättyessä alueella muodostuneita ja saatavissa olevia maa-aineksia hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan rikastushiekka-altaiden sulkemisrakenteissa ja maisemoinnissa. Sulkemiseen vaatii myös alueen ulkopuolisia maa-aineksia ja bentoniittia.

Copyright © AFRY Finland Oy

Sulkemisen jälkeen luonnonvarojen hyödyntäminen maa- ja kiviainesten osalta loppuu ja kasvillisuus palautuu hiljalleen alueelle.

22.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 luonnonvarojen hyödyntäminen jatkuu nykyisen ympäristöluvan mukaisesti noin vuoteen 2032. Alueen käyttö jatkuu nykyisenlaisena, joten tehdasalueen ulkopuolisten luonnonvarojen hyödyntämiseen ei aiheudu muutoksia.

Hankkeen toteuttamatta jättäminen tarkoittaa sitä, että tehdastoiminta loppuu noin vuonna 2032 kaivannaisjätteiden läjitystilavuuden loputtua, eikä luonnonvaroja (Karnukan ja Horsmanahon malmia) siten mahdollisesti hyödynnetä täysimääräisesti.

22.4 Yhteisvaikutukset

Hankkeella ei arvioida olevan yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden tai toimijoiden kanssa.

22.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Toteutusvaihtoehtojen VE1, VE2a, VE2b ja VE3 vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen arvioidaan herkkyydeltään vähäiseksi, sillä jo rakennettua Vuonoksen rikastamoinfrastruktuuria hyödynnetään, eikä uutta tehdasta tarvitse rakentaa muualle (Taulukko 22-1). Kun altaiden korotuksessa tai rakentamisessa käytetään kaivoksen omaa sivukiveä tai rikastushiekkaa, säästetään neitseellisiä luonnonvaroja. Toisaalta padon korottaminen (VE1 ja VE2b) ja etenkin uuden altaan rakentaminen (VE2a ja VE3) sekä alueen sulkemisrakenteet vaativat suuria määriä ulkopuolista kiviainesta, moreenia tai savea tiivistysrakenteisiin. Nykyisen allasalueen korottaminen (VE1 ja VE2b) sen laajentaminen (VE2a ja VE3) välittömästi nykyisen altaan viereen pitävät ympäristömuutoksen rajatulla alueella.

Hankevaihtoehdolla VE2a ja VE3 sekä purkureittivaihtoehdoissa PVE2a–c arvioidaan olevan vähäinen kielteinen vaikutus nykyisen kaivospiirin ulkopuolisten luonnonvarojen hyödyntämiseen (mm. marjastus, sienestys), kun maa ja sen luonnonvarat varataan kaivoksen käyttöön.

Rikastushiekka-altaan laajennuksen ja purkureittivaihtoehtojen PVE1 ja PVE2a–c rakentamisen ja käytön aikaiset vaikutukset pohjavesivarantoihin on arvioitu yksityiskohtaisesti luvussa 9.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 22-1. Luonnonvaroihin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen				VE1 VE2a VE2b VE3, PVE2 a–c	VE0 PVE1				
	Kohtalainen									
	Suuri									
	Erittäin suuri									

22.6 Arvioinnin epävarmuudet

Luonnonvarojen hyödyntämisen liittyvän arvioinnin epävarmuustekijät liittyvät hyödynnettävien ainesten määriin sekä hyödyntämiskohteisiin.

22.7 Vaikutusten lieventäminen

Hankkeen myötä Karnukan ja Horsmanahon malmin tehokkaamman hyödyntämisen vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen ovat myönteisiä. Luonnonvarojen hyödyntämisen, materiaalitehokkuuden ja kiertotalouden edistämisen kannalta tuotannossa muodostuvien jakeiden hyödyntäminen mahdollisimman laajalti soveltuvissa kohteissa lisää paitsi hankkeen toteuttamisen, myös nykyisen toiminnan myönteisiä vaikutuksia. Myös hyötykäyttömateriaalien käyttö soveltuvin osin esim. kaivannaisjätealueiden rakentamisessa ja maisemoinnissa tukee kiertotalouden sekä materiaalitehokkuuden tavoitteiden toteutumista.

Copyright © AFRY Finland Oy



23 IHMISTEN ELINOLOT, VIIHTYVYYS, VIRKISTYSKÄYTTÖ JA TERVEYS

23 IHMISTEN ELINOLOT, VIIHTYVYYS, VIRKISTYSKÄYTTÖ JA TERVEYS SEKÄ ELINKEINOT

YHTEENVETO

- Rakentamisen aikana ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön kohdistuvat vaikutukset voivat aiheutua melusta ja ajoittaisista pölyvaikutuksista kaivospiirin läheisyydessä. Virkistyskäyttöön kohdistuvat vaikutukset riippuvat lisäksi purkuputken rakentamisajankohdasta, ja on mahdollista, että hyvin lyhytkestoisia vaikutuksia syntyy esimerkiksi veneilyyn ja uimiseen Viinijärvellä.
- Toiminnan aikana maksimituotantotilanteessa raskas liikenne lisääntyy (maksimituotantotilanteessa), ja muutos vaikuttaa erityisesti Polvijärvelle johtavan Polvijärventie, seututie 504, haja-asutukselle, jonne voi kohdistua melu-, pöly- ja tärinävaikutuksia lisääntyvästä raskaasta liikenteestä.
- Meluvaikutukset kohdistuvat lähinnä tehdasalueen pohjoispuolella sijaitseviin muutamiin asuinrakennuksiin, joiden luona melutaso voi nousta VE2a ja VE3 vaihtoehdoissa nykyiseen verrattuna. Muutos on vähäinen, mutta vaikutuksia elinoloihin ja viihtyvyyteen voi syntyä erityisesti rakentamisen aikana. Muilta osin melutaso ei merkittävästi lisäänny. Melu voidaan kuitenkin kokea häiritsevänä yksilöstä riippuen. Melulle asetetut ohjearvot eivät ylity hankealueen läheisissä herkissä kohteissa.
- Sidosryhmäpalautteessa huolta herättäneet Viinijärveen kohdistuvat vesistövaikutukset ovat suurimmillaan purkuputkivaihtoehdossa PVE2a. Hankevaihtoehdoista VE1–VE3 suurin kuormitusvaikutus on vaihtoehdolla VE2b, mutta hankevaihtoehtojen välistä kuormituseroa määräävämpi tekijä vaikutusten syntymisen kannalta on purkuputken sijainti. Sysmäjärveen kohdistuvat vesistövaikutukset voivat vähentyä vaihtoehdoissa VE1 ja VE3 nykytilaan verrattuna.
- Elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön ei arvioida toiminnan aikana kohdistuvan merkittäviä kielteisiä vaikutuksia. Melu- ja pölyvaikutuksia voi kuitenkin esiintyä erityisesti kaivospiirin lähettyvillä, millä voi olla vaikutuksia metsästykseen ja esimerkiksi marjastukseen ja sienestykseen, mikäli niitä alueella harrastetaan. Vesistöihin ei arvioida aiheuttavan sellaisia vaikutuksia, että ne heikentäisivät vesistöjen kalastus- tai virkistyskäyttöä.
- Ihmisten terveyteen hankkeella ei arvioida olevan suoria vaikutuksia. Vaikutusten arviointi perustuu pintavesi-, kalasto-, pohjavesi, ilmanlaatu- ja meluvaikutusten arvioinnissa esitettyihin arvioihin.
- Hankkeella voi olla lähialueen elinkeinoista metsätalouteen ja peltoviljelyyn arviolta vähäisiä kielteisiä vaikutuksia vaihtoehdossa VE2a ja VE3. Kaupalliselle kalastukselle ei arvioida aiheutuvan kielteisiä vaikutuksia. Hankkeella on kohtalaisen myönteisiä vaikutuksia alueen elinkeinoelämään ja työllisyyteen, koska toiminta-aika pitenee noin 20 vuodella.
- Erot hankevaihtoehtojen välillä ovat vähäisiä. Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen arvioidaan kokonaisuudessa olevan vähäisen kielteisiä.

Copyright © AFRY Finland Oy

23.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Sosiaalisten vaikutusten arviointi (SVA) on vuorovaikutteinen prosessi, jossa tunnistetaan ja ennakoidaan sellaisia yksilöön, yhteisöön tai yhteiskuntaan kohdistuvia vaikutuksia, jotka aiheuttavat muutoksia ihmisten elinoloissa, viihtyvyydessä, hyvinvoinnissa tai hyvinvoinnin jakautumisessa (Sosiaali- ja terveysministeriö 1999). Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin yhtenä tavoitteena on vahvistaa eri osapuolten välistä tiedonvaihtoa ja vuoropuhelua. Arviointi tuottaa tietoa eri sidosryhmien tarpeista arviointiprosessin aikana sekä hankkeen myöhemmissä vaiheissa ja toimii tiedon jakamisen kanavana.

Hankkeen vaikutuksia ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen on arvioitu hyödyntämällä muissa vaikutusarviointiosioissa syntyviä laskennallisia ja laadullisia arvioita muun muassa ilmanlaatu-, melu- ja liikennevaikutuksista. Arviointi on kohdennettu sekä merkittäviksi arvioituihin vaikutuksiin että niihin vaikutuksiin, jotka ihmiset kokevat merkittäviksi, ja jotka voivat aiheuttaa huolia.

Sidosryhmien suhtautumista hankkeeseen on selvitetty muun muassa seurantaryhmätyöskentelyn avulla, hyödyntämällä YVA-ohjelmavaiheen yleisötilaisuudessa saatuja näkemyksiä sekä arviointiohjelmasta annettuja mielipiteitä ja lausuntoja.

Terveyteen kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu vertaamalla hankkeen arvioituja vaikutuksia kunkin vaikutuksen terveysperusteiseen ohjearvoon tai suositukseen. Terveyteen kohdistuvia vaikutuksia saattavat aiheuttaa esimerkiksi liikenne, melu, pöly, ilmapäästöt sekä vaikutukset pinta- ja pohjavesiin. Hankkeen alustavassa riskinarvioinnissa on huomioitu mahdolliset poikkeustilanteet, jotka saattavat vaikuttaa ihmisten terveyteen.

Hankkeen elinkeinovaikutusten arvioinnin yhteydessä selvitetään, millaista elinkeinotoimintaa hankkeen vaikutusalueelle sijoittuu ja millainen elinkeinorakenne Outokummussa on. Arvioinnissa hyödynnetään tietoja hankkeen työllistävistä vaikutuksista sen eri vaiheissa. Hankkeen vaikutuksia vaikutusalueen muuhun elinkeinotoimintaan arvioidaan olemassa olevan tiedon ja muiden vaikutusten arviointiosioiden tulosten perusteella.

Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten tarkastelualue määräytyy vaikutusten laajuuden perusteella. Arvioinnin pääpaino kohdistuu kuitenkin päästölähteiden lähiympäristöön. Arvioinnissa kartoitetaan lähialueen niin sanotut herkät kohteet ja tunnistetaan ne alueet, väestöryhmät ja virkistyskäyttömuodot, joihin vaikutukset erityisesti kohdistuvat. Arvioinnin avulla etsitään myös keinoja mahdollisten haittavaikutusten poistamiseen tai lieventämiseen.

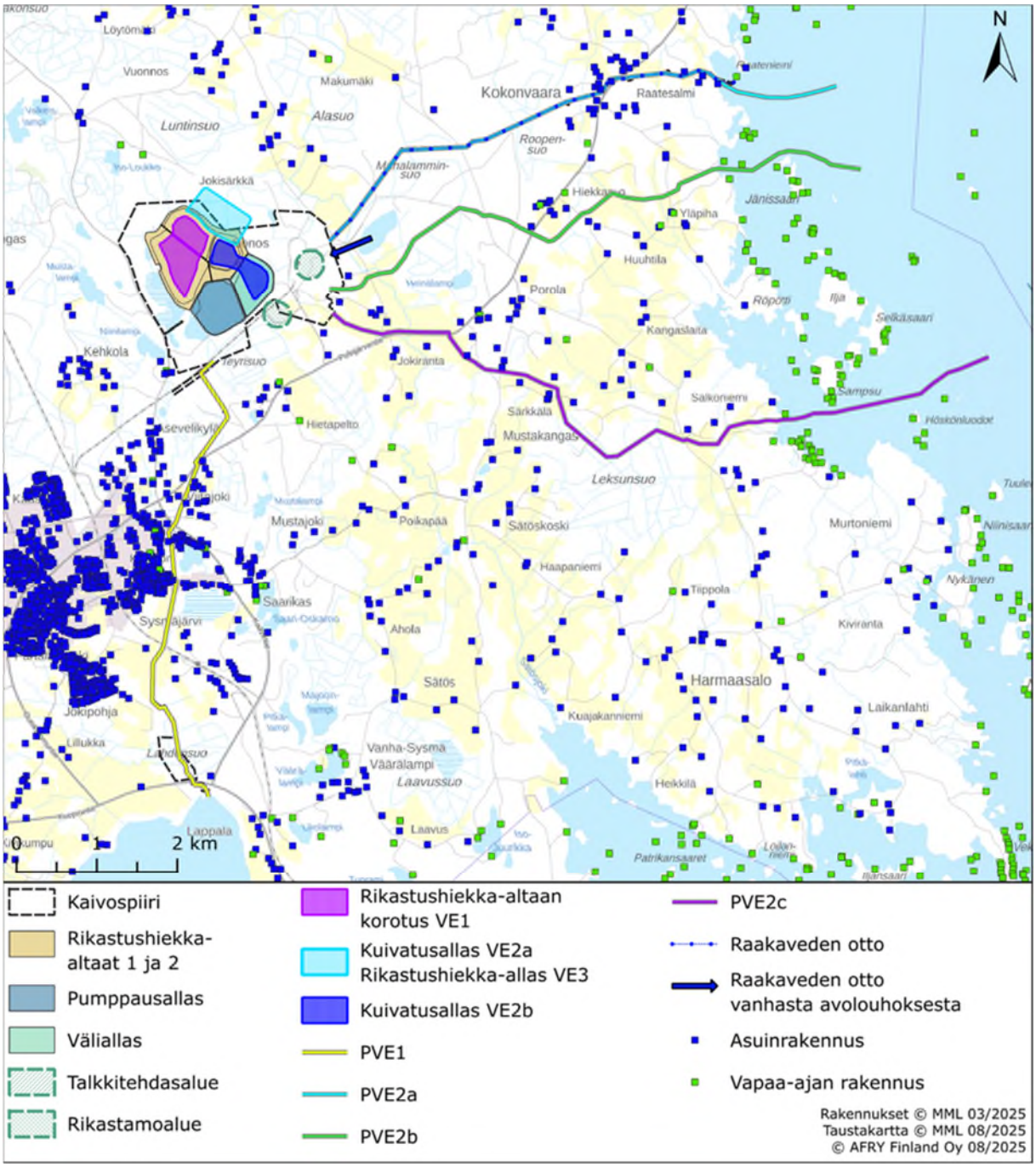
23.2 Nykytila

23.2.1 Asutus, herkät kohteet ja virkistyskäyttö

Hanke sijoittuu Pohjois-Karjalan Outokummun kaupunkiin, jonka asukasluku vuonna 2025 oli 6 365. Asukkaista yli puolet oli 15–64-vuotiaita (52,3 %), yli 64-vuotiaita oli 35,7 % ja alle 15-vuotiaita 12 %. Kaupungin väkiluku on pienentynyt edellisvuodesta 1,2 prosentilla, ja väestön ollessa ikääntyvää väestömäärän laskun arvioidaan jatkuvan. Asutus on keskittynyt kaupungintaajamaan, jossa asuu noin kaksi kolmasosaa outokumpulaisista. (Tilastokeskus 2026, Outokummun kaupunki 2026) Outokummun kaupungin keskusta sijaitsee Vuonoksen kaivospiirin lounaispuolella noin kuuden kilometrin etäisyydellä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaivospiirin ympärillä sijaitsee asuinrakennuksia, ja lähimmät asuinrakennukset sijoittuvat kaivospiirin itä-, kaakkois-, etelä- ja lounaispuolelle lähimmillään reilun 60 metrin etäisyydelle (Kuva 23-1). Lähimmät vapaa-ajan rakennukset sijaitsevat Vuonoksen kaivospiirin etelä-, pohjois- ja lounaispuolella lähimmillään noin 130 metrin etäisyydellä Kaavintien varrella. Vuonoksen kaivospiirin alue kuuluu Törisevän seudun kyläyhdistykseen, mikä muodostuu Törisevän, Vuonoksen, Kuoharinkarin, Raiskion, Makumäen ja Louhivaaran alueista. Lisäksi Sysmäjärven ja Viinijärven rannoilla sijaitsee runsaasti vapaa-ajanrakennuksia ja joitakin asuinrakennuksia.



Kuva 23-1. Hankealueen ja purkureittivaihtoehtojen ympäristön asutus.

Purkureittivaihtoehdossa PVE1 purkuvedet johdetaan nykyisen ympäristöluvan mukaisesti Sysmäjärveen. Reitin alkuosalla asutusta sijaitsee Teyrisuolla noin 270 metriä reitistä

Copyright © AFRY Finland Oy

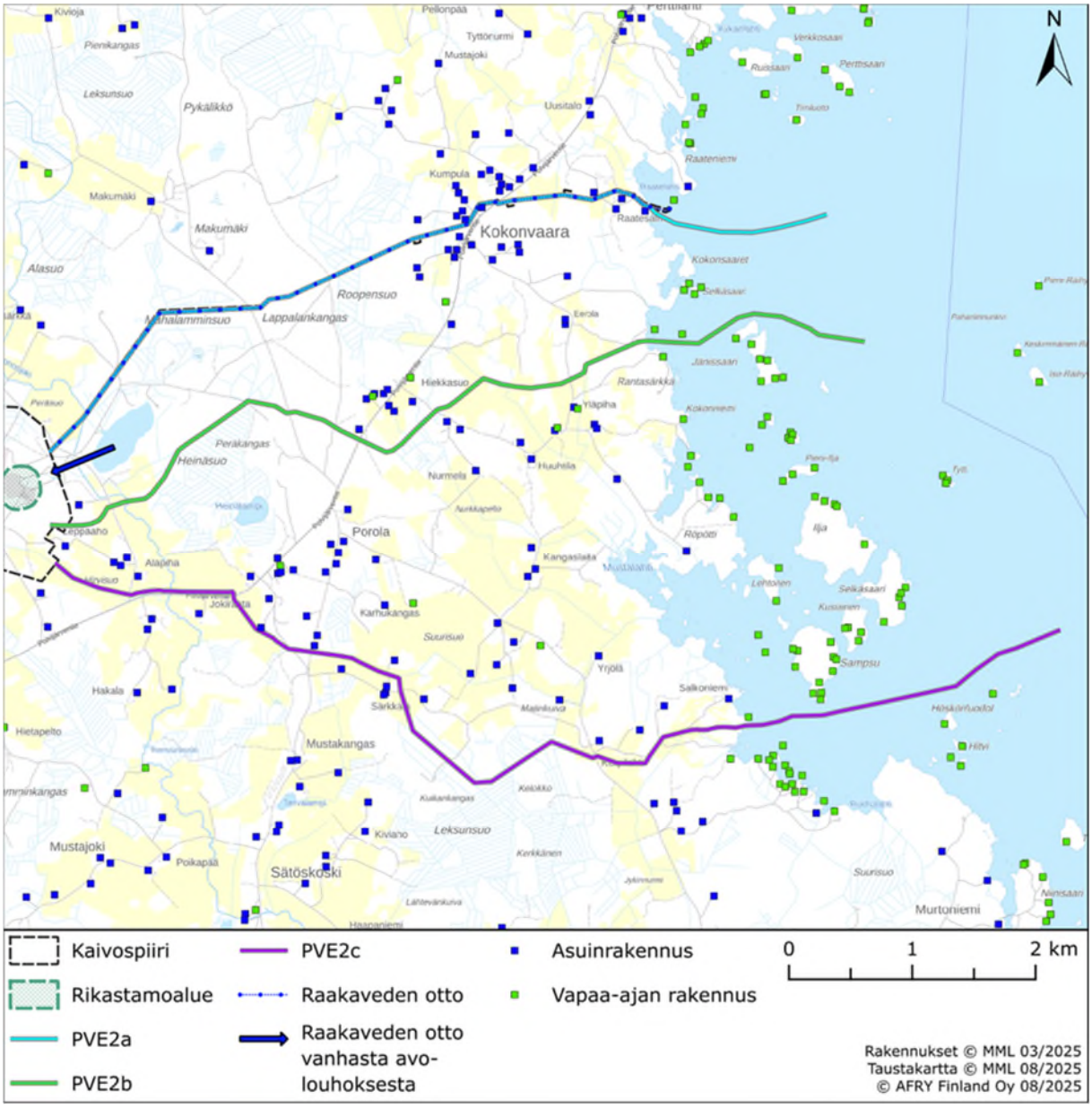
itään, Askolassa lähimmillään reilun 30 metrin etäisyydellä ja Viitajoen alueella reilun 20 metrin etäisyydellä. Reitti kulkee Kalattoman asuinalueen läpi, jossa sijaitsee asuinrakennuksia lähimmillään noin 20 metrin etäisyydellä reitistä. Jokipohjassa sijaitsee yksi asuinrakennus noin 170 etäisyydellä reitistä. Loppuosa reitistä on asumatonta, mutta reitin loppuosalla sijaitsee yksi asuinrakennus reilun 150 metrin päästä reitiltä. PVE1 purkureitille ei ole tämän hankkeen puitteissa tulossa muutostöitä.

Asuin- ja lomarakennusten sijoittuminen Viinijärveen johtavien purkureittivaihtoehtojen PVE2a, PVE2b ja PVE2c lähiympäristössä on esitetty kuvassa 23-2. Purkureitin PVE2a kaivospiirin puoleisella osalla ei ole asutusta purkureitin välittömässä läheisyydessä. Lähin asutus sijaitsee Kokonvaaran alueella reilun 20 metrin päässä purkureitistä. Purkureitin loppuosalla Raatesalmen alueella sijaitsee kolme asuinrakennusta reilun 30–40 metrin etäisyydellä purkulinjasta ja yksi asuinrakennus noin 130 metriä purkulinjan eteläpuolella.

Purkureitin PVE2b etelä- ja pohjoispuolella kaivospiirin läheisyydessä sijaitsee molemmin puolin purkureittiä asuinrakennukset reilun 150 metrin etäisyydellä. Toripihan alueella purkureitin eteläpuolella sijaitsee asuinrakennuksia lähimmillään noin 350 metrin päässä. Reitin alkuosa on asumatonta, ja seuraavat lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat Hiekkasuon alueella lähimmillään reilun 60 metrin päässä purkureitistä. Yläpihan alueella sijaitsee yksi lomarakennus noin 260 metriä reitistä etelään. Viinijärvellä purkuputki kulkee Siitarin eteläpuolelta, jossa sijaitsee yksi lomarakennus noin 65 metriä purkuputkesta. Jänissaarella sijaitsee lomarakennuksia lähimmillään noin 130 metriä purkureitistä.

Purkureitin PVE2c alkuosan lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat Leppäaholla noin 150 metriä purkureitin koillispuolella ja Ollikkalan alueella purkureitin lounaspuolella noin 250 metrin etäisyydellä. Alapihan alueella purkureitin pohjoispuolella sijaitsee asuinrakennus noin 120 metrin etäisyydellä ja reitin eteläpuolella asuinrakennus reilun 220 metrin etäisyydellä. Jokirannan alueella sijaitsee lähimmillään asuinrakennus reilu 20 metriä purkureitistä. Tervashakon kohdalla reitin pohjoispuolella sijaitsee asuinrakennus lähes 50 metrin etäisyydellä ja Killinkuivassa noin 95 metrin etäisyydellä reitistä. Särkkälän alueella sijaitsee asuinrakennuksia 90–160 metrin etäisyydellä purkureitistä. Purkureitti jatkaa asumattomalla alueella Korpilahden kohdalle asti, jossa sijaitsee yksi asuinrakennus noin 120 metrin päässä reitistä. Reitin loppuosalla sijaitsee muutamia asuinrakennuksia yli 200 metrin päässä reitistä. Purkureitti kulkee Sampsun saaren eteläpuolelta, jossa sijaitsee lähimmillään lomarakennuksia noin 120 metrin etäisyydellä reitistä. Reitin loppuosalla sijaitsee Höskonluodoilla lomarakennuksia lähimmillään noin 240 metriä purkureitin eteläpuolella.

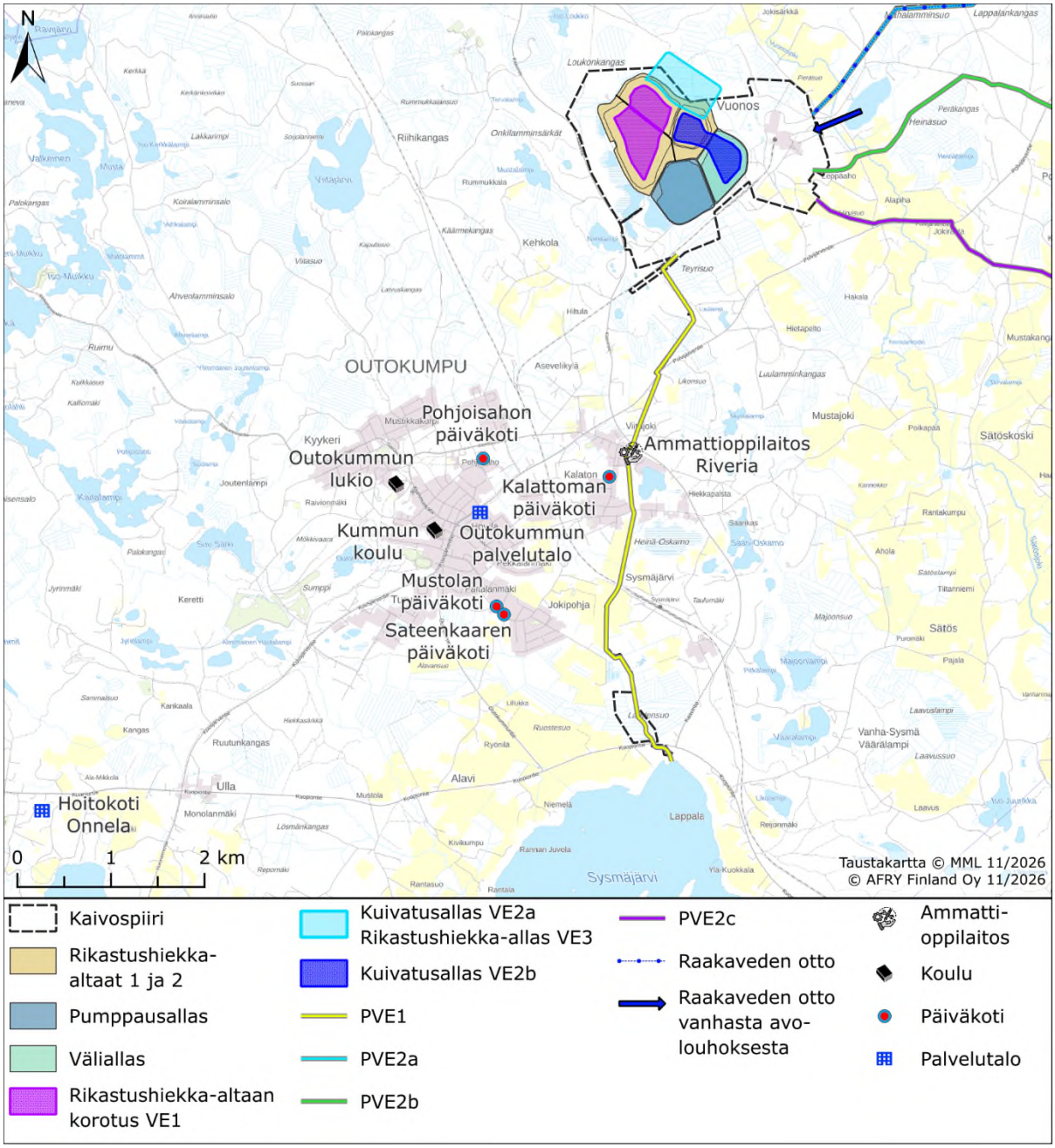
Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 23-2. Asutus purkureittivaihtoehtojen PVE2a–c ympäristössä.

Outokummun keskustassa sijaitsee kaksi koulua noin 3,5 kilometrin etäisyydellä kaivospiiristä lounaaseen ja neljä päiväkotia, joista lähin on reilun kahden kilometrin etäisyydellä Kalattoman asuinalueella (Kuva 23-3). Samalla alueella sijaitsee ammattioppilaitos vajaa kaksi kilometriä kaivospiiristä etelään. Outokummun terveysasema sijaitsee Pohjoisahon alueella. Lähimmät palvelutalot sijaitsevat Outokummun keskustassa ja kauempana lounaaseen Kuusjärven alueella vajaan yhdeksän kilometrin etäisyydellä kaivospiiristä.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 23-3. Herkät kohteet, kuten koulut, päiväkodit, palvelutalot ja vanhainkodit kaivospiirin ympäristössä.

Virkistyskäyttö

Alueen vesistöjen käyttö on tavanomaista virkistyskäyttöä, joka muodostuu kalastuksesta, veneilystä, uinnista, ranta- ja vesimaiseman ihailusta. Hankealueen vesistöt ovat tärkeitä kalastuksen kannalta. Viinijärvi on paikallisesti merkittävä virkistyskalastuskohde, jossa harjoitetaan myös ammattikalastusta (alueella toimii noin 10 ammattikalastajaa). Kalastus painottuu muun muassa kuhaan, haukeen, ahveneen ja muikkuun. Sysmäjärven kalastus on pääasiassa kotitarve- ja virkistyskalastusta, ja saalis koostuu erityisesti hauesta, ahvenesta ja särkikaloista, mutta järven rehevyys ja vedenlaatuongelmat heikentävät sen kalataloudellista arvoa. Taipaleenjoen alaosilla sijaitsee Siikakoski- koskikalastuskohde. Tarkemmat tiedot kalastuksesta esitetään kalaston ja kalastuksen nykytilaa kuvaavissa luvussa 13.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vuonoksen alueen pohjois-, länsi- ja eteläpuolella kulkee Outokummun taajaman moottorikelkkaura. Vuonoksen alueen luoteispuolella noin 1,6 km etäisyydellä sijaitsee Salmijärven ampumarata. Vuonoksen alueella toimii Törisevän Erän ja Erä-Okun metsästysseurat. Vuonoksen alueen lounaispuolella sijaitsee noin 1,5 kilometrin etäisyydellä Pikku-Loukon rannalla Loukon maja, mikä on Törisevän Erä ry:n metsästysmaja sekä Erä-Oku ry:n metsästysmaja sijaitsee Valkeislammen rannalla, noin kahden kilometrin etäisyydellä. (Törisevänerä 2026, Eräoku 2026)

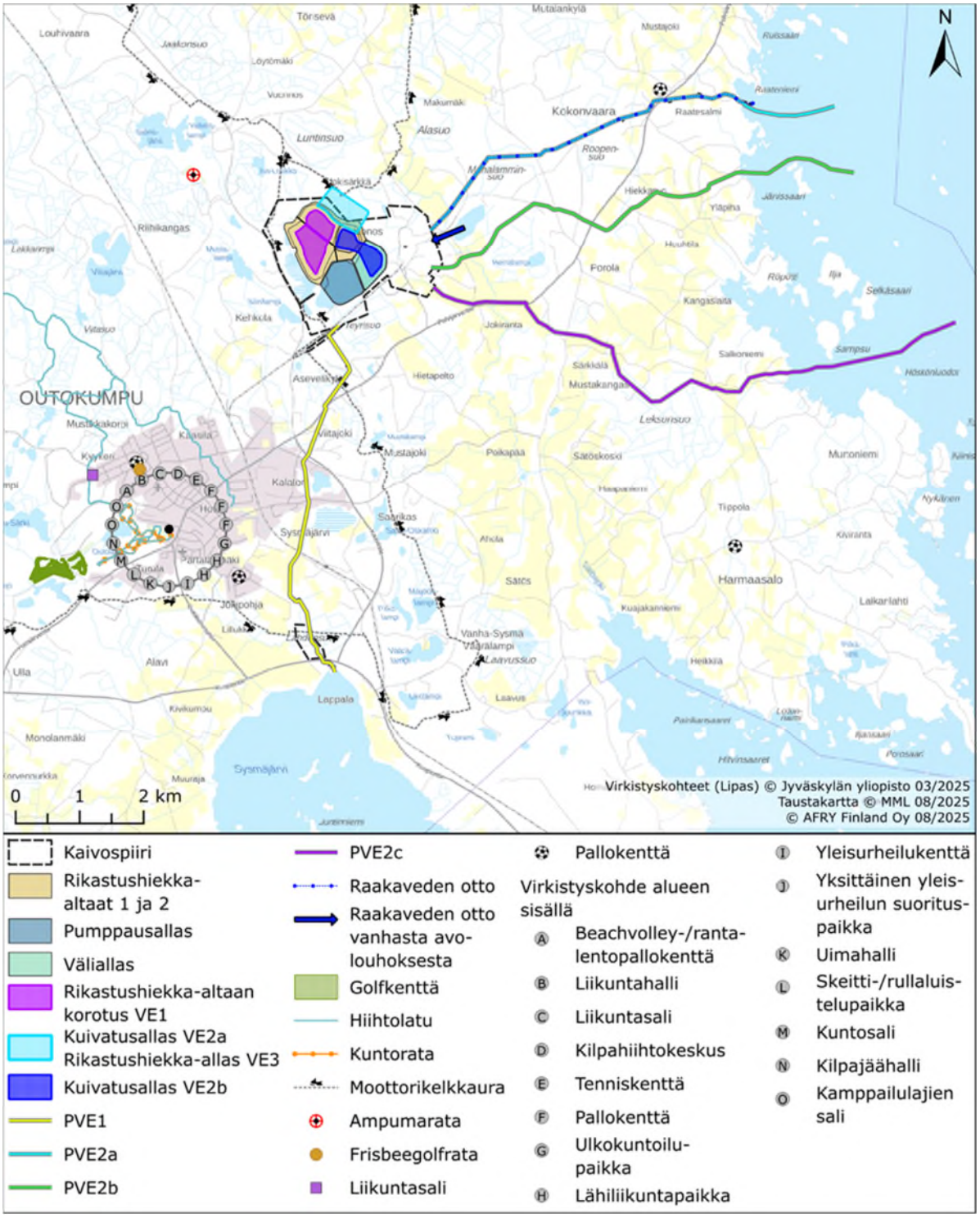
Outokummun keskusta-alueella kulkee hiihtolatu, joka on lähimmillään Vuonoksen alueesta noin 2,5 km etäisyydellä. (Lipas.fi 2023, Kuva 23-2)

Purkureitin PVE2a pohjoispuolella Kokonvaarassa sijaitsee pallokenttä noin 150 metriä purkureitistä. Muita virallisia virkistysreittejä tai -kohteita ei sijaitse purkureittien PVE2a–c läheisyydessä, mutta alueita voidaan hyödyntää omatoimiseen virkistykseen.

Sysmäjärveen johtava purkureitti PVE1 risteää kahdesti moottorikelkkauran kanssa. Sysmäjärven rannalla sijaitsee lintutorni.

Vuonoksen tehdasalueen ympärillä on peltoja, myös purkureittivaihtoehdot kulkevat peltoalueiden läpi. Reitillä PVE2c on eniten peltoalaa.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 23-4. Virkistysreitit ja -paikat hankealueen ympäristössä (Lipas.fi 2023).

23.2.2 Elinkeinot ja työllisyys

Outokummussa oli 2 353 työpaikkaa vuonna 2024, työllisen työvoiman ollessa 2 052. Outokummussa valtaosa työpaikoista on palvelu- ja jalostussektorilla, josta palvelutoimintojen osuus on yli puolet. Alkutuotannon työpaikkoja on 3,4 %, mikä on jonkin verran enemmän koko maahan verraten (2,4 %). Työttömiä Outokummun työvoimasta oli 19,1 %, joka on koko maan lukua (11,7 %) korkeampi. Alueen suurin työllistäjä on terveys- ja sosiaalipalvelut sekä koulutusalan työpaikat. Myös teollisuus,

Copyright © AFRY Finland Oy

rakentaminen ja kaivostoiminta ovat merkittäviä työllistäjiä. (Tilastokeskus 2026, Outokummun kaupunki 2026) Mondo Mineralsin Vuonoksen tehdas työllistää noin 45 henkilöä. Lisäksi tehdasalueella työskentelee noin 30 aliurakoitsijoiden työntekijää. Työvoimasta suurin osa on lähialueilta: Vuonoksesta, Polvijärveltä ja Outokummusta. Outokummun työllisyyttä koskevia avainlukuja on kuvattu taulukossa (23-1).

Taulukko 23-1. Outokummun kaupungin työllisyyttä koskevia avainlukuja sekä vertailun vuoksi koko maan tiedot (Tilastokeskus 2026).

	Outokumpu	Koko maa
Väkiluku (vuonna 2025)	6 365	5 652 88
Väkiluvun muutos edellisestä vuodesta, %, 2023	-0,3	1,2
Työpaikkojen lukumäärä (2024):	3 451	2 860 961
Palvelut %	56,0	76,0
Jalostus %	39,9	20,3
Alkutuotanto %	3,4	2,4
Työttömiä työvoimasta % (2022)	6,1	9,6
Työpaikkaomavaraisuus % (työpaikat/työlliset) (2021)	111,5	100
Alueella asuva työllinen työvoima (2021)	2 052	2 423 433

Lähin teollinen toimija, Pielisen Betoni Oy, sijaitsee välittömästi Vuonoksen rikastamon luoteispuolella. Okun Energian Oy laitos sijaitsee yli kaksi kilometriä lounaaseen Outokummun kaupungin pohjoisosassa.

Matkailupalveluita sijaitsee Vuonoksen alueelta noin 6,0 kilometriä länteen Särkiselän järven rannalta. Alueella sijaitsee muun muassa mökkivuokrausta, leirintäalue, leirikeskus, välinevuokraamo, kesäkahvila, patikkapolkuja ja melontareitti. Pellimäen vapaa-ajankeskus Kuusjärvellä tarjoa majoitusta ja pitopalveluita. (Visit Outokumpu 2026)

23.3 Vuorovaikutus

Omaa elinympäristöä muuttavissa hankkeissa vaikutusalueen asukkaiden, virkistyskäyttäjien ja elinkeinonharjoittajien huoli vaikutuksista on yksi merkittävimmistä sosiaalisista vaikutuksista. Hankkeen laajentamisen todellisista vaikutuksista ei välttämättä ole vielä YVA-prosessin aikana tarkkaa tietoa. Osana tätä ympäristövaikutusten arviointia on järjestetty kaksi seurantaryhmän tapaamista ja keskustelutilaisuus Viinijärven kalastajille ja virkistyskäyttäjille. YVA-ohjelmasta toimitettiin 10 lausuntoa ja 53 mielipidettä.

Lausunnoissa ja mielipiteissä esitettiin huoli Viinijärven vesistön tilasta. Useissa mielipiteissä tuotiin esiin lisäkuormituksen kielteinen vaikutus vesistön, luonnon monimuotoisuuden, virkistyskäytön ja elinkeinojen kannalta. Mielipiteissä purkuvesien johtamisen Viinijärveen pelättiin aiheuttavan hajuhaittoja, uhkaavan virkistys- ja ammattikalastusta sekä vaikuttavan kielteisesti kutualueiden ja kalakantojen säilymiseen. Myös vesistön virkistyskäyttömahdollisuuksien (veneily, melonta, uinti) pelättiin heikentyvän. Mielipiteissä esitettiin, että arvioinnin tulisi huomioida laajemmin vaikutukset Viinijärveen rikastushiekka-altaiden vaikutusten rinnalla. Huoli pölyhaitoista ja niiden vaikutuksista asumisviihtyvyyteen korostui tehdasalueen lähiympäristössä asuvien

Copyright © AFRY Finland Oy

mielipiteissä. Purkuvesien johtaminen Sysmäjärveen nähtiin parempana vaihtoehtona. Muutamissa mielipiteissä myös arvosteltiin hankkeen YVA-ohjelman viestintää puutteelliseksi ja vaadittiin parempaa läpinäkyvyyttä.

Ensimmäinen **seurantaryhmän** tilaisuus pidettiin 15.5.2025 hybridimuodossa: Vuonoksen tehtaan toimistorakennuksen tiloissa sekä Teams-yhteydellä. Tilaisuuteen osallistuivat Elementis Minerals Oy:n (nykyinen Mondo Minerals), AFRY Finland Oy:n ja ELY-keskuksen (nykyinen Lupa- ja valvontaviraston (LVV) ja Elinvoimakeskus) edustajien lisäksi muun muassa Taipaleen ja Sotkuman kalastusosakaskuntien, Törisevän Erä-yhdistyksen ja Pielisen Betonin edustajia sekä 13 lähiseudun asukasta. Tilaisuudessa käytiin läpi ympäristövaikutusten arviointiprosessin kulku ja YVA-ohjelman sisältö. Osallistujat esittivät runsaasti kysymyksiä, ja ne liittyivät muun muassa vesistökuormitukseen, rikastushiekka-altaiden korotukseen ja pölyvaikutuksiin.

YVA-ohjelman yleisötilaisuus järjestettiin 9.9.2025. Tilaisuuteen oli mahdollista osallistua paikan päällä tai etänä Teams-sovelluksen avulla. Osallistujia tilaisuudessa oli noin 50 henkilöä konsultin, hankkeesta vastaavan, ELY-keskuksen (nykyinen LVV) ja Outokummun kaupungin edustajien lisäksi. Keskustelua käytiin runsaasti ja kysymykset liittyivät muun muassa seuraaviin aiheisiin: Sysmäjärven ja Viinijärven kuormitus ja purkuputken vaikutus, veden laatu, luontoarvot ja Natura-kysymykset, kaivoshankkeet ja rakenteelliset ratkaisut sekä hankkeen vaikutukset paikallisille asukkaille ja mökkiläisille (mm. kalastus, virkistyskäyttö, pöly ja kiinteistöjen arvo).

Polvijärvellä järjestettiin 27.5.2026 Viinijärvi-ilta. Tilaisuuteen osallistuivat Mondo Mineralsin, AFRY Finland Oy:n, LVV:n ja Elinvoimakeskuksen edustajien lisäksi viisi lähiseudun asukasta, yksi Viinijärvellä toimiva ammattikalastaja, Taipaleen ja Sotkuman kalastusosakaskuntien puheenjohtajat sekä Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistyksen edustaja. Tilaisuudessa käytiin läpi yksityiskohtaisemmin Viinijärven nykytilaa, kunnostustoimenpiteitä ja YVA-hankkeen mahdollisia vaikutuksia Viinijärveen. Kysymyksiä esitettiin muun muassa purkuputkivaihtoehtojen suunnitelluista sijainneista ja purkuveden vesistövaikutuksista. Lisäksi Korpilahden venerannan käyttäjät olivat huolissaan purkuputken haitasta veneilylle.

Toinen seurantaryhmän tilaisuus järjestettiin 27.10.2026 Vuonoksen tehtaan toimistorakennuksessa ja Teams-yhteydellä. Tilaisuudessa oli 14 seurantaryhmän jäsentä Mondon Mineralsin, YVA-konsultin ja LVV-edustajien lisäksi. Seurantaryhmän kokoonpanoa oli laajennettu 15.5.2025 pidettyyn kokoukseen verrattuna kutsumalla mukaan 27.5.2026 pidetyn Viinijärvi-tilaisuuden osallistujat. Tilaisuudessa esiteltiin hankevaihtoehdot (VE0, VE1, VE2, VE3) ja purkureittivaihtoehdot PVE1 ja PVE2a–c, vaikutusten arvioinnin tuloksia sekä YVA:n aikana tehtyjä selvityksiä. Kysymykset koskivat muun muassa Horsmanahon ja Karnukan kaivoksien toimintoja ja niiden laajentamista. Vuonoksen hankkeeseen liittyvät kysymykset koskivat Viinijärven vesistövaikutuksia ja vesistövaikutusten arviointimenettelyjä, purkuputken ja rikastushiekka-altaiden korottamisen vaikutuksia pohjavesiin ja pohjavesialueisiin. Myös pölyn leviäminen nousi esille. Pölyvaikutusten osalta todettiin, että pölylaskeuma- ja leijumamittauksia tehdään lokakuun 2026 loppuun asti ja uudelleen vuoden 2027 keväällä. Todettiin, että pölyäminen on sääolosuhteista riippuvainen ja siten pölynmäärä vaihtelee vuosittain. Seurantaryhmä toivoi säännöllisiä tapaamisia, joten kokouksessa sovittiin, että seurantaryhmälle ja lähiasukkaille pidetään tilaisuuksia jatkossa vuosittain.

Mondo Mineralsin toiminnan aikaisena käytäntönä on palautemenetelmä, jossa asukkaat voivat antaa palautetta hankkeen aiheuttamista vaikutuksista tai muista toimintaan

Copyright © AFRY Finland Oy

liittyvistä havainnoista. Yhteydenoton perusteella täytetään yhteydenottolomake, johon kirjataan yhteydenoton aihe ja sovitut korjaavat toimenpiteet. Tarvittaessa käydään yhteydenottajan kanssa paikan päällä katselmoimassa ilmoitukseen liittyvä tilanne ja sovitaan mahdollisista jatkotoimenpiteistä. Pölyämisen hallinnalle on rajallisesti hallintakeinoja, pölyämisen hallinnoimiseksi kesäaikana muun muassa molemmat rikastushiekka-altaat pidetään kosteana (myös se allas, joka ei ole aktiivisessa läjityskäytössä).

Mielipiteissä ja lausunnoissa, seurantaryhmässä ja yleisötilaisuudessa sekä muusta palautteesta ilmenneet huomiot on otettu huomioon tässä YVA-selostuksessa.

23.4 Vaikutusten arviointi

23.4.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

23.4.1.1 Elinolot, viihtyvyys ja virkistyskäyttö

Rakentamisen aikaisen liikenteen lisäys on vähäistä nykytilaan verrattuna vaihtoehdoissa VE1–VE3. Hankealueen ulkopuolinen liikenne rajoittuu työkoneiden ja rakennusmateriaalin kuljetuksiin ja henkilöliikenteeseen. Kaivospiirin sisällä voi aiheutua liikennemäärien kasvua kaivannaisjätteen jätealueiden pohjien ja patojen sekä uusien vesienhallintarakenteiden rakentamisen aikana. Kaivospiirin ulkopuolella aiheutuu lisäksi vähäistä liikennemäärien kasvua mahdollisen purkuputkireitin rakentamisen yhteydessä. Rakentamisvaiheella ei ole merkittävää vaikutusta alueen liikennemääriin ja siten elinoloihin ja viihtyvyyteen.

Hankkeen rakentamisen aikaiset meluvaikutukset ovat tyypillistä maanrakentamisesta muodostuvaa melua. Meluavimmaksi tilanteeksi arvioidaan rikastushiekka-alueen osalta pohjien ja patojen rakentaminen. Padon rakentamisessa melua aiheutuu kiviaineksen kuljetuksissa ja kippauksissa. Hankevaihtoehtoehdoittain meluvaikutukset ovat suhteellisen samankaltaiset, vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 uusi rikastushiekka-alue tulee lähemmäksi pohjoispuolista asutusta. Melutaso jää alle melulle asetettujen ohjearvojen lähimpien häiriintyvien kohteiden luona. Erityisesti kauhojen kolahdukset sekä kippaustapahtumat nostavat hetkellisesti melutasoa, mutta tehtyjen selvitysten mukaan melu ei ole häiritsevästi impulssimaista, vaikka äänet voivat erottua lähimpien asuinrakennusten luona. Rakentamisvaihe ei ole kestoltaan pitkäaikaista. Myös purkuputken maarakennusvaiheet aiheuttavat melua. Koska työt ovat sijainniltaan jatkuvasti muuttuvia, yksittäisen häiriintyvän kohteen kannalta meluvaikutukset ovat tilapäisiä. Rakentaminen ei lisää tärinää aiheuttavia toimintoja. Rakentamisen aikaiset meluvaikutukset on esitetty laajemmin luvussa 8.

Kaikissa hanke- ja purkuputkivaihtoehdoissa alueiden rakentaminen aiheuttaa tavanomaista maarakennusalueeseen tai työmaa-alueeseen verrattavaa pölyämistä. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 rikastushiekka-alue rakennetaan nykyisen alueen pohjoispuolelle, kaivospiirin ulkopuolelle, joten allasrakenteiden rakentamisen lisäksi pölyämistä muodostuu pintamaiden poiston yhteydessä. Vaikutukset kohdistuvat pääosin tehdasalueelle, rakentamisalueiden välittömään läheisyyteen, ja pölypäästöt ovat paikallisia ja ajoittaisia. Pölypäästöt eivät aiheuta kokonaisuutena merkittäviä vaikutuksia ilmanlaatuun. Hankevaihtoehtojen VE1–VE3 rakentamisen aikana voi kovan tuulen ja kuivan sään aikana pölystä kuitenkin aiheutua hetkellistä vähäistä viihtyvyyshaittaa lähinnä kaivospiiriä sijaitsevilla asuinkiinteistöillä. Purkuputken maanrakennustyöt ovat

Copyright © AFRY Finland Oy

sijainniltaan jatkuvasti muuttuvia ja pölypäästöt tilapäisiä. Purkuputken pölypäästöt lakkaavat asennusvaiheen valmistuttua.

Rakentamisen aikaiset maisemavaikutukset liittyvät lähinnä puuston ja kasvillisuuden poistoon kaivospiirin ulkopuolella sijaitsevissa hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE3 sekä purkuputkivaihtoehdoissa PVE2a–c.

Rakentamisvaihe saattaa aiheuttaa väliaikaista ja paikallista pohjaveden samentumista, mutta vaikutukset keskittyvät arvion mukaan hankealueelle (ks. luku 9). Purkuputken maaperään kaivaminen saattaa aiheuttaa vähäisiä rakentamisen aikaisia vaikutuksia putken sivuuttaessa tai kulkiessa pohjavesialueiden läpi. Heikkolaatuiset suoalueiden pinta- tai pohjavedet saattavat vaikuttaa pohjavesimuodostuman vedenlaatuun pohjavesialueen reuna-alueella. Rakentamisen jälkeen, kun kaivanto on täytetty, palautuvat pohjavesiolosuhteet vähitellen ennalleen.

Rakentamisen ajan pintavesiin kohdistuvat vaikutukset kaivospiirin sisällä tapahtuvissa rakennustöissä rajoittuvat vaihtoehdoissa VE1 ja VE2b työalueen läheisiin pintavesiin, eikä niistä arvioida aiheutuvan nykyisestä poikkeavaa kuormitusta. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 rakentaminen tapahtuu kaivospiirin ulkopuolella, jolloin mahdolliset vaikutukset kohdentuvat alueen pohjoispuolisiin pintavesiin muun muassa Loukonpuroon ja Vuonosjokeen. Kaikkien vaihtoehtojen osalta haitan arvioidaan olevan lyhytkestoinen ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen. Loukonpuron ja Vuonosjoen varrella ei sijaitse vakituisia- tai loma-asuntoja eikä niiden kalastosta ole tietoa, joten vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön arvioidaan sen osalta vähäiseksi.

Viinijärven pohjan alueella purkuputken rakennustyöt voivat aiheuttaa pohjasedimentin hienoaineksen liikkeelle lähtemistä aiheuttaen hetkellistä veden samentumista. Liikkeelle lähtevä hienoaines kulkeutuu veden virtausten mukana ja laskeutuu uudestaan vesistön pohjalle. YVA-ohjelman palautteissa huolta herätti sedimentteihin kerrostuneiden haitta-aineiden sekoittuminen järviveteen purkuputken pohjaan asentamisen yhteydessä. Haitan arvioidaan olevan lyhytkestoinen ja tilanteen palautuvan aiemmalle tasolle melko pian töiden päättymisen jälkeen. Rakennusalueen ympäristöstä on myös mahdollista rajoittaa hienoaineksen leviämistä esimerkiksi silttiverhon avulla, joka estää hienoaineksen ja sedimentin leviämistä laajemmalle. Rakennustöillä voi olla lyhytaikaista, tilapäistä haittaa ja rajoituksia purkulinjan lähistöllä tapahtuvaan virkistyskäyttöön, esimerkiksi uintiin ja veneilyyn, riippuen rakennusajankohdasta. Vaikka samentuneessa vedessä ui tai vettä nielisi tahattomasti, ei haitta-aineille kuitenkaan altistu vesinäytteissä olleiden pitoisuuksien perusteella (ks. luku 10 ja 11). Rakentamisesta ei arvion mukaan aiheudu merkittäviä vaikutuksia kalastoon ja kalastukselle, mutta lyhytaikaista haittaa voi esiintyä kalastusolosuhteiden heiketessä purkuputken asennustyön lähialueella. Haitta on kuitenkin lyhytaikaista.

Hankkeen rakennusvaihe vaikuttaa alueen kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin, kun puustoa kaadetaan ja maaperää muokataan vaihtoehdoissa VE2b ja VE3 uuden rikastushiekka-altaan (noin 30 hehtaaria) ja mahdollisen uuden purkuputkireitin (PVE2a–c) alueella (noin 26 metriä leveältä kaistaleelta). Luonnonympäristöt muuttuvat rakennetuksi ympäristöksi uuden rikastushiekka-alueen osalta. Vaikutukset kohdistuvat pääosin tavanomaiseen metsäkasvillisuuteen, joka on talousmetsää. Purkuputkireitin kaivualueella kasvillisuus palautuu aikaa myöten, mutta niiden viereen rakennetaan tarvittavilta osin huoltotie laitekaivoille.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaivospiirin pohjoispuolella kulkee moottorikelkkareitti, joka sivuaa suunniteltua uutta rikastushiekka-aluetta. Moottorikelkkareittiin ei arvioida kohdistuvan kuin korkeintaan rakentamisen aikaisia vaikutuksia, mutta riippuen lopullisesta linjauksesta, reittiä voidaan mahdollisesti joutua siirtämään pohjoisemmaksi. Mikäli kaivospiirin ympärillä harrastetaan esimerkiksi luonnossa liikkumista ja luonnontuotteiden keräilyä, voi näihin kohdistua vähäisiä heikentäviä vaikutuksia rakentamisajan pöly- ja meluvaikutuksista kaivospiirin lähialueella. Rakentamisesta aiheutuva häiriö, esimerkiksi lisääntyneen melun seurauksena, voi karkottaa riistaeläimiä alueelta, mutta vaikutus arvioidaan väliaikaiseksi. Ulkoilu- ja retkeilyalue pienenee noin 30 ha rikastushiekka-altaan laajentuessa vaihtoehdoissa VE2a ja VE3, ja vaikutukset ovat pysyviä. Ulkoiluun tai retkeilyyn mahdollisen purkuputken rakentamisen aikaiset vaikutukset ovat lyhyitä ja väliaikaisia. Rakentamisella arvioidaan olevan vähäinen heikentävä vaikutus virkistystoimintaan.

Hankkeen rakentamisvaiheessa ei synny sellaisia ilmanlaatu-, melu-, pintavesi- tai tärinävaikutuksia, jotka voisivat aiheuttaa terveyshaittaa. Pohjavesivaikutuksia ei synny hankealueen ulkopuolelle. Rakentamisen aikaisilla vaikutuksilla ei arvioida olevan terveysvaikutuksia.

23.4.1.2 Elinkeinot ja työllisyys

Rakennusvaihe vaihtoehdoissa VE1–VE3 sekä PVE2a–c työllistää jonkin verran paikallisia rakennus- ja kuljetusurakoitsijoita, kun rikastushiekka-alueita korotetaan tai uusia alueita rakennetaan. Lisäksi rakennustyöt edesauttavat välillisesti alueen palvelujen hyödyntämisessä, millä on vähäinen myönteinen vaikutus alueen työllisyyteen ja muihin elinkeinoihin sekä verotuloihin.

Hankkeen rakentamisvaiheen arvioidaan aiheuttavan vaikutuksia aineelliseen omaisuuteen, kuten maa- tai metsätalouden harjoittamiseen. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 kaivospiiriä laajennetaan noin 30 hehtaaria toiminnassa olevan alueen ulkopuolelle, missä nykyisellään harjoitetaan metsätaloutta. Rakentamisen yhteydessä puustoa joudutaan poistamaan alueelta vaikuttaen kielteisesti metsätalouden harjoittamiseen. Purkuputken linjaus ja tarvittavat huoltotiet kohdistuvat osin peltoalueille rajoittaen peltojen viljelyalaa. Rakennusvaiheessa alueelle voi myös kohdistua väliaikaista pölyhaittaa, millä voi olla vaikutusta viljanlaatuun, riippuen kaivutöiden ajankohdasta.

Viinijärvellä toimii ammattikalastuksen harjoittajia. Hankkeen rakennusvaiheella ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta kalastoon tai kalastukseen Viinijärvellä eikä täten ammattikalastuksen harjoittamiseen.

23.4.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

23.4.2.1 Elinolot, viihtyvyys ja virkistyskäyttö

Toiminnan aikana ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen, virkistyskäyttöön ja terveyteen voivat suoraan tai välillisesti vaikuttaa muun muassa melu-, pöly- ja vesistövaikutukset, lisääntyvä liikenne ja maiseman muuttuminen.

Vaihtoehdoissa VE1–VE3 liikennemäärät kasvavat raskaan liikenteen sekä junakuljetusten osalta nykytilanteeseen verrattuna, mikäli tuotantomäärät kasvavat nykyisestä. Vuonoksen tehtaan raskaan liikenteen määrä kasvaa 2-kertaiseksi nykyisestä 41 ajoneuvosta noin 86 ajoneuvoon vuorokaudessa (edestakainen liikenne) enimmäistuotantotilanteessa. Polvijärven kaivosten ja Vuonoksen tehtaan väliselle tieosuudelle (Polvijärventie, seututie 504 ja Talkkitie) kohdistuu noin 80 % tehtaan

Copyright © AFRY Finland Oy

raskaasta liikenteestä, mikä on noin 30 % kasvu tieosuuden raskaasta liikenteestä. Junakuljetukset kasvaisivat kahdesta kuljetuksesta viikossa neljään kuljetukseen viikossa. Henkilöliikenteen määrä pysyy nykytilanteen (VE0) kaltaisena (noin 66–74 ajoneuvoa vuorokaudessa). Työmatkaliikenne ja materiaalikuljetukset kohdentuvat valtatien 9 ja Outokummun taajaman suuntaan, arvion mukaan näillä tieosuuksilla hankkeesta johtuva lisäliikenne on vain pieni osan kokonaisliikenteestä. Malminkuljetusreitin välittömässä läheisyydessä on paikoittain haja-asutusta, ja Polvijärventien varrelle sijoittuu useita asuin- ja vapaa-ajan rakennuksia (ks. luku 7, Kuva 7-4), jotka ovat noin 150 m etäisyydellä tiestä. Tiestön varren asutuksiin voi kohdistua melu-, pöly- ja tärinävaikutuksia kasvavasta raskaan liikenteen määrästä, millä voi olla vaikutuksia elinoloihin ja viihtyvyyteen tiestön varrella. Tieosuudella ei ole erillistä jalankulku- ja pyöräilyväylää eikä tievalaistusta, mikä heikentää kevyen liikenteen turvallisuutta, erityisesti pimeän aikaan.

Merkittävämmät vaikutukset liikennemäärän kasvulla on mahdollisiin onnettomuusriskeihin, erityisesti talviaikaan ja liittyen teiden kuntoon sekä hirvieläinonnettomuusriskiin. Lisääntyneen liikenteen vaikutukset myös kestävät pitempään toiminta-ajan jatkuessa 20 vuodella. Pääreitin tiestön kunto on vaihtelevaa, tie on osittain huonossa, tyydyttävässä tai hyvässä kunnossa. Polvijärventie-osuudella nopeusrajoitus on 80 km/h ja Talkkitiellä 50 km/h. Liikennemäärien kasvu on kuitenkin maltillinen, ja tieosuudella ei ole ollut merkittävää henkilövahinko-onnettomuuksien määrää. Viimeisen 10 vuoden aikana onnettomuuksista (14 kpl) suurin osa on ollut eläinonnettomuuksia, joista kolme henkilöloukkaantumista, ja vain kahdessa on ollut raskasajoneuvo osallisena. Lisääntyvällä raskaalla liikenteellä arvioidaan olevan ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen kohtalainen kielteinen vaikutus.

Tuotantotoiminnan elinkaaren pidentämiseen liittyvistä toiminnoista aiheutuva ympäristömelu ja tärinä muodostuvat prosessitoiminnoista, rikastushiekka-alueiden korottamisesta ja kalustosta, sekä raskaasta liikenteestä. Toimintavaiheessa hankevaihtoehdoista aiheutuva melu pysyy pääosin nykytilan kaltaisena, jossa tehtaan toiminta on jo muuttanut äänimaisemaa. Lisäksi tie- ja junaliikenteestä aiheutuu melua liikennereittien lähialueille. Tieliikenteen ja junakuljetuksien aiheuttaman melun osalta liikennemäärien kaksinkertaistuminen tarkoittaa noin 1–3 dB lisäystä tie- ja raideliikenteen aiheuttamaan meluun. Mittaustulosten perusteella ympäristömelulle asetettuja raja-arvoja ei ylitetä lähimpien asutus- tai vapaa-ajanrakennuksien läheisyydessä.

Erilaiset äänet koetaan epämiellyttäviksi, kiusallisiksi tai häiritseviksi, ja niiden kokeminen on usein tilannesidonnaista. Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (2025) mukaan meluhaitan suuruuteen vaikuttavat muun muassa äänen voimakkuus, taajuus ja impulssimaisuus, altistumisen kesto ja paikka sekä henkilön yksilölliset ominaisuudet, kuten meluherkkyys ja asenne äänilähdettä kohtaan. Melun kokeminen häiritsevänä on yksilöllistä. Jos alueen äänimaisema muuttuu meluisammaksi, voidaan melu kokea häiritsevänä, vaikka melutasot pysyvät ohjearvojen alapuolella. Melulla voi olla kaivospiirin läheisyydessä elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön kohdistuvia heikentäviä vaikutuksia, mikäli ääni koetaan häiritsevänä ja melutaso nousee merkittävästi nykyisestä asuinrakennusten kohdalla. Erityisesti herkimmät ihmiset voivat kokea pienetkin muutokset melumaisemassa, ja melu voi pitkittyessä aiheuttaa mm. stressikokemuksia. Melutaso mallinnuksen mukaan nousee hieman (1–3 dB). Ihminen ei havaitse alle 3 dB ääntä eikä hankkeen aiheuttamalla melutason nousulla siten ole havaittavaa vaikutusta. Muutos alueen melumaisemassa jatkuu 20 vuodella tehtaan elinkaaren pidentyessä vuoteen 2050 asti, joten pitkäkestoisuudellaan se voidaan tulkita pysyväksi muutokseksi.

Copyright © AFRY Finland Oy

Junakuljetuksien nykytilan tärinäarvion mukaisesti raideliikenne ei aiheuta selkeästi havaittavaa tärinää lähialueen asuin- tai lomarakennusten luona. Toiminnan aikaiset tärinävaikutukset pysyvät kaikissa vaihtoehdoissa nykytilanteen kaltaisina (VE0) muilta osin, mutta raskaanliikenteen lisääntymisen ja junakuljetusten aiheuttaman tärinävaikutusten toistuvuus kasvaa. Uudet hankevaihtoehdot eivät tuo uusia merkittäviä tärinälähteitä.

Toimintavaiheessa aiheutuvat ilmanlaatuvaikutukset ovat pääosin nykytilanteen kaltaisia, joskin vaikutukset jatkuvat noin vuoteen 2050 asti. Pölyämisen suhteen riskialttiimpia vuodenaikoja ovat loppukevät ja alkukesä, kun sääolosuhteet ovat kuivat. Vaihtoehdoissa VE1 rikastushiekka-altaan korkeuden kasvattaminen voi aiheuttaa otollisissa olosuhteissa pölyn leviämistä hiukan kauemmaksi kuin nykytilassa. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 rakennetaan uusi rikastushiekka-alue nykyisten rikastushiekka-altaiden pohjoispuolelle siirtäen pölyvaikutuksia kohti pohjoispuolen asuinkiinteistöjä. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b rikastushiekka läjitetään kuivaläjityksenä, ja pölyämiselle alttiin kuivan pinta-alan ollessa suurempi, siitä arvioidaan aiheutuvan todennäköisesti hiukan suurempia pölyvaikutuksia kuin märkäläjityksestä. Arvioinnin perusteella hiukkaspitoisuuksien voidaan olettaa pysyvän lähimpien asuinkiinteistöjen kohdalla alle ilmanlaadun raja-arvojen myös tulevaisuudessa. Lähiympäristössä ja lähimpien kiinteistöjen kohdilla voi esiintyä satunnaisesti hetkellisiä pölyvaikutuksia ja niistä aiheutuvaa viihtyisyyshaittaa.

Tehtaan päästöjen määrät ovat käytännössä merkityksettömiä, eikä voimassaolevassa ympäristöluvassa ole velvoitetta ilmapäästöjen tarkkailuun. Vuonoksen tehdasalueen liikennemäärien on arvioitu kasvavan, jos rikastamon ja tehtaan tuotantokapasiteetti nousisi enimmäistuotannon tasolle. Lisääntyvistä kuljetuksista aiheutuu pakokaasupäästöjä ja pölyämistä, mutta lisäys ei ole ilmanlaadun kannalta merkittävä. Pakokaasupäästöt ovat osa seudun muun tieliikenteen päästöjä, ja niiden vaikutusalue on koko kuljetusmatka.

Tehdasalueen läheisyydessä tehtiin kesällä 2026 ilmanlaatumittauksia, ja lähimpien asuinkiinteistöjen kohdalla pitoisuudet alittavat selvästi lainsäädännön asettamat raja- ja ohjearvot. Vuonoksen tehtaan tietoon tulleita pölyhavaintoja vuosien 2015–2026 välisenä aikana oli vain viisi kappaletta, joista jokainen on tullut eri vuotena. Huomioitavaa on, että toukokuussa 2026 pidetyssä seurantaryhmän tilaisuudessa pölyäminen herätti runsasta keskustelua. Keskusteluissa todettiin, että pölypäästöjen ehkäisemiseen tulee kiinnittää enemmän huomioita sekä toiminnassa olevilla alueilla että mahdollisilla laajennettavilla alueilla. Alueen ilmanlaatua tutkittiin osana Pohjois-Karjalan bioindikaattorien seurantatutkimusta vuonna 2020. Tutkimuksessa selvitettiin ilmanlaatua männyn runkojäkälien kunnon ja sammalnäytteiden metallipitoisuuksien avulla. Tutkimuksen mukaan Pohjois-Karjalan ilmanlaatu on parempaa kuin muilla tutkituilla alueilla Suomessa (Ruuth ym. 2021). Vuonoksen tehdasalueen läheisyydessä sammalten alkuainepitoisuudet olivat suurimmat sekä hankealueen välittömässä läheisyydessä ilman epäpuhtauksiin reagoivien jäkälälajien vaurioaste oli kohonnut. On kuitenkin huomioitava, että vuosien 2010 ja 2020 välillä useiden alkuaineiden pitoisuudet pienenivät Vuonoksen tehtaan ympäristössä. Hankkeella arvioidaan olevan vähäinen heikentävä vaikutus ihmisten elinoloihin tai viihtyvyyteen ilman asianmukaisia lieventämistoimenpiteitä. Toiminnan aikaiset pölyvaikutukset on esitetty laajemmin luvussa 19.

Ilmastovaikutusten arvioidaan olevan kaikissa hankevaihtoehdoissa vähäisiä. Hanke lisää vähäisessä määrin maakunnallisen tason kasvihuonekaasupäästöjä, ja hankkeen maarakennustyöt muodostavat vähäisen kielteisen vaikutuksen puuston ja maaperän

Copyright © AFRY Finland Oy

hiilinieluihin ja -varastoihin. Hankevaihtoehtojen VE1–VE3 vuosittaiset suorat kasvihuonekaasupäästöt ovat noin 1 520 tCO2e/a ja nykyisen toiminnan noin 1 280 tCO_2e/a. Kun verrataan hankkeesta muodostuvia päästöjä Outokummun kaupungin vuoden 2024 kasvihuonekaasupäästöihin, vaihtoehdon VE0 päästöt vastaavat noin 3,7 prosenttia ja hankevaihtoehtojen VE1–VE3 päästöt noin 4,3 prosenttia. Verrattaessa Pohjois-Karjalan maakunnan vuoden 2024 hiilineutraali kunta (Hinku) laskentasääntöjen mukaisiin päästöihin VE0 päästöt vastaavat noin 0,1 prosenttia ja toteutusvaihtoehtojen (VE1–VE3) noin 0,2 prosenttia. Hankkeesta ei arvioida aiheutuvan sellaisia ilmastovaikutuksia, mitkä vaikuttaisivat ihmisten elinoloihin tai viihtyvyyteen.

Hankealue sijoittuu metsäiselle alueelle, jolla korkeuserot ovat melko pieniä ja tuotantoalueen ympärillä on sulkeutunutta metsämaisemaa. Nykytilassa rikastushiekka-alueet eivät metsän peitteisyyden vuoksi erotu maisemassa lähialueen asutuksen suuntaan. Puustosta huolimatta rikastushiekka-alue näkyy aluetta lounaassa ohittavalle Kaavintielle, ja rakennukset näkyvät Talkkitien varteen. Maisemalliset vaikutukset jäävät vähäisiksi kaikissa hankevaihtoehdoissa. Hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE3 maisemalliset vaikutukset on arvioitu suuremmiksi uuden rikastushiekka-alueen sijoittuessa lähemmäksi asutusta. Mahdollisen uuden purkureitin ja sen viereen rakennettavan huoltotieyhteyden rakentamisen yhteydessä puuston poistaminen linjauksen alueelta aiheuttaa vaikutuksia maisemaan metsäisillä kohdin. Linja voi paikasta riippuen näkyä yleisille teille ja peltoaukeille. Maisemalliset vaikutukset on arvioitu vähäisen kielteisiksi kaikissa vaihtoehdoissa.

Hankealue ei sijaitse pohjavesialueella, mutta se sivuaa Onkilammensärkät- ja Kärrinheitto-pohjavesialueita. Pohjaveden laatua seurataan (luku 9.2.2.4). Pohjaveteen kohdistuvat vaikutukset vaihtoehdoissa VE1–VE3 ovat nykytilanteen (VE0) kaltaisia, joskin vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaalta Onkilammensärkät-harjualueelle päätyvän suotoveden määrä voi lisääntyä verrattuna VE0 tilanteeseen. Purkuputkivaihtoehdot PVE2a–c kulkevat luokiteltujen pohjavesialueiden läpi (ks. luku 9.2.2.1). Mahdollisella purkuputkella ei arvioida olevan vaikutuksia sen varrella sijaitseviin lähteisiin tai talousvesikaivoihin. Pohjavesialueen ylityskohdassa purkuputki suojataan erityisrakentein.

Sysmäjärven ja Viinijärven rannoilla sijaitsee asuin- ja lomarakennuksia, ja vesistö muodostaa tärkeän osan alueen elinoloista, viihtyvyydestä ja virkistyksestä. Mikäli vedenlaatu muuttuisi, sillä olisi mahdollisesti vaikutusta ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistysmahdollisuuksiin. Järvivettä voidaan käyttää saunassa pesu- ja löylyvetenä. Vakituiset ja loma-asukkaat uivat järvessä. Sidosryhmäpalautteen perusteella asukkaat olivat huolissaan purkuvesien vesistövaikutuksista, ja erityisesti niiden vaikutuksista Viinijärveen. Viinijärven ekologinen tila on tyydyttävä. Viinijärven pohjoisosaa kuormittaa kaivosten (Horsmanahon ja Karnukan louhosalueet) purkuvesistä tuleva pistekuormitus sekä maa- ja metsätaloudesta, haja- ja loma-asutuksesta ja laskeumasta tuleva hajakuormitus. Viinijärven veden metallipitoisuuksia on tarkkailtu. Nikkelin pitoisuudet Haapaojan edustalla, järven pohjoisosassa sijaitsevan syvänteen alusvedessä ovat ylittäneet ympäristönlaatunormin tason. Vuonoksen tehtaan purkuvesien johtaminen Sysmäjärveen nähtiin palautteissa parempana vaihtoehtona kuin johtaminen Viinijärveen.

Sysmäjärven ekologinen tila on tyydyttävä, ja sen vedenlaatua tarkkaillaan säännöllisesti. Laatunormin ylityksiä nikkelin maksimipitoisuuden osalta on havaittu. Sysmäjärveä ovat kuormittaneet vuosien saatossa useat vanhat kaivokset, Jyrinmäen kaatopaikka, jätevedenpuhdistamo, Outokummun taajama sekä maa- ja metsätaloustoiminta

Copyright © AFRY Finland Oy

heikentäen sen vedenlaatua. Vuonoksen kuormitus on vain osa järveen kohdistuvasta kokonaiskuormituksesta.

Vesistömallinnuksen perusteella (ks. luku 10) Vuonoksen vesien kuormitusvaikutukset Sysmäjärveen säilyvät kaikissa hankevaihtoehdoissa melko nykyisen kaltaisena. Hankevaihtoehtojen VE2a tai VE2b toteutuessa nikkelin laatunormi voi ylittyä. Hankevaihtoehdot VE1–VE3 aiheuttavat muuten vähäisiä muutoksia järven vedenlaadussa. Järven rehevyystason ei arvioida muuttuvan eikä muutoksien heikentävän järven pintaveden laatua. Vaikutusta uimaveden laatuun tai järviveden hyödyntämiseen löyly- ja kylpyvetenä ei siten aiheudu. Kokonaisuutena vaihtoehtojen VE1 ja VE3 vaikutus Sysmäjärven kalastoon arvioidaan vähäisen myönteiseksi tai merkityksettömäksi kuormituksen säilyessä nykyistä pienempänä tai nykytilan kaltaisena. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b vaikutus arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi, koska nikkelipitoisuuden nousun aiheuttamaa haittavaikutusta kalastoon ei voida kokonaan poissulkea erityisesti Lahdenjoen suulla.

Purkuveden kuormitus on pääsääntöisesti suurin hankevaihtoehdoissa VE2a–b ja pienin vaihtoehdossa VE3. Purkuputken sijoituspaikka (PVE2a–c) on Viinijärven vaikutuksissa merkittävämpi tekijä kuin kuormituksen määrä. Vesistövaikutukset ovat suurimmat vaihtoehdoissa PVE2a ja PVE2b talviaikana. Kuormitus ei missään vaihtoehdossa heikennä Viinijärven pintaveden laatua siten, että siitä aiheutuisi heikentymistä uimaveden laatuun tai järviveden hyödyntämiseen löyly- ja kylpyvetenä. Kaikissa vaihtoehdoissa Viinijärven kalastoon kohdistuvat vaikutukset arvioidaan kokonaisuutena vähäisiksi. Viinijärven sulfaatin ja nikkelin osalta kalastoon kohdistuvien vaikutusten arvioidaan jäävän myös melko vähäisiksi. Nykyisessä tarkkailussa Viinijärven pohjoisosassa kalan lihaksen nikkeli- ja kadmiumpitoisuudet ovat olleet alle määritysrajan, eikä merkittävää kertymistä arvioida aiheutuvan jatkossakaan. Missään vaihtoehdossa ei arvioida aiheutuvan merkittäviä muutoksia kalakantojen lisääntymiseen, kasvuun tai rakenteeseen eikä kaupallisen tai vapaa-ajankalastuksen toimintaedellytyksiin.

Purkuvesien aikaansaaman kuormituksen vaikutukset heijastuvat sedimentteihin vesistön kautta, jolloin pintavesiin kohdistuvat arviot kuormituksen muutoksista ja vaikutuksista voidaan katsoa vastaavan myös sedimenteissä viiveellä havaittavia muutoksia.

23.4.2.2 Virkistystoiminta

Tehdasalue on luonnontilaltaan muuttunutta, aluetta ympäröivä puusto on pääosin metsätalouden muokkaamaa ja eläimistö on sille tyypillistä. Vaihtoehtoisten purkuputkireittien (PVE2a–c) varrella esiintyvät suoalueet ovat pääosin voimakkaasti ojituksien kuivattamia puustoisia turvemuuttumia tai ihmisen muokkaamaa talousmetsää. Olemassa oleva purkuputkireitti (PVE1) sijoittuu pääosin melko voimakkaasti ihmisvaikutteiseen ympäristöön. Sysmäjärvi on Natura-alue, ja Sysmäjärvi sekä osa Viinijärveä kuuluvat valtakunnallisesti arvokkaaseen lintualueeseen. Hankevaihtoehtojen mukaisen vesistökuormituksen ei arvioida heikentävän alueiden tilaa lintujen kannalta. Tehdasalueen ja vaihtoehtoisten purkuputkireittien (PVE2a–c) välittömässä läheisyydessä harjoitetaan kotitarvehankintaa (sienestys, marjastus) sekä luonnossa liikkumista. Toteutusvaihtoehdot, joissa rakennettaisiin uusi rikastushiekka-allas nykyisen allasalueen pohjoispuolelle (VE2a ja VE3, 30 ha), sekä puuston ja kasvillisuuden poisto mahdolliselta uudelta purkuputkireitiltä pienentävät mahdollista metsästys- ja virkistysalaa kaivospiirin laajetessa. Lisäksi meluvaikutukset voivat vähentää luonnossa liikkumisen ja metsästyksen virkistysarvoa erityisesti ennestään hiljaisilla alueilla, joissa melutaso

Copyright © AFRY Finland Oy

muuttuu huomattavasti. Hankevaihtoehdoilla arvioidaan olevan vähäinen heikentävä vaikutus virkistystoiminnalle.

Viinijärvi on vapaa-ajan ja ammattikalastuksen kannalta tärkeää aluetta. Viinijärvellä toimii kaupallisia kalastajia, jotka harjoittavat kalastusta rysillä, verkoilla, katiskalla ja nuottaamalla (Pohjois-Karjalan kalatalouskeskus 2022). Viinijärvellä esiintyy luontaisesti ahventa, kuhaa, haukea, madetta, muikkua, siikaa, kuoretta ja särkikaloja. Viimeisissä tarkkailuissa Viinijärven näytekalojen kadmium- ja nikkelipitoisuudet ovat olleet alle määritysrajan, kuparia ja sinkkiä esiintyi vain mitattavia määriä. (Savo-Karjalan ympäristötutkimus 2021a) Hankkeesta muodostuvan vesistökuormituksen metallipitoisuuksien (elohopea, kadmium, kupari, sinkki ja lyijy) ei arvioida aiheuttavan haitallisia vaikutuksia Viinijärven kalastoon pitoisuusmuutoksien ollessa hyvin pieniä ja ympäristönlaatunormit alittavia. Viinijärven kalaston ekologinen tila on arvioitu tyydyttäväksi (SYKE 2025e), eikä hankkeesta arvioida muodostuvan merkittäviä vaikutuksia kalastoon. Vesistövaikutukset eivät kohdistu merkittävästi kesäaikaiseen vapaa-ajankalastukseen, joka painottuu mökkikauteen ja päällysveteen, eikä sen arvioida heikentävän myöskään Viinijärven kaupallisen kalastuksen toimintaedellytyksiä kokonaisuutena. Sysmäjärven kalastus on pääasiassa kotitarve- ja virkistyskalastusta. Kalaston tilaa seurataan koekalastuksin ja kalasto on ahvenkalavaltainen. Vuoden 2021 määrityksissä Sysmäjärven ja Heposelän ahvenen ja hauen kohdalla arseenin ja nikkelin pitoisuudet olivat alle määritysrajan. Sysmänjoen kalaston ekologinen tila on tyydyttävä (SYKE 2025d) ja Sysmänjoen ja Taipaleenjoen kalastoon ei arvioida kohdistuvan vaikutuksia. Kalastuksen osalta vaikutus voi näkyä myös huolena vedenlaadun heikkenemisestä vähentäen purkualueiden kalastuksellista houkuttelevuutta.

Purkuputki asennetaan järven pohjalle tarpeeksi syvälle ja kiinnitetään betonipainoin, ettei putki jää haitaksi veneilylle. Veneily voi jatkua Viinijärvellä toimintavaiheessa purkuputkesta huolimatta normaalisti ja esteettömästi. Viinijärveen purkuputkesta johdettavasta vedestä ei aiheudu lämpökuormaa. Purkupiste sijaitsee noin 10–11 metrin syvyydellä, mutta talviaikana veden purku voi aiheuttaa paikallista heikennystä jääolosuhteisiin purkuputken lähialueella. Näin ollen vaikutuksia ei arvioida syntyvän jäällä liikkumiseen tai moottorikelkkailuun varsinaisen purkualueen ulkopuolella.

Hankkeella arvioidaan olevan vähäinen heikentävä vaikutus virkistyskäyttöön.

23.4.2.3 Elinkeinot ja työllisyys

Tehdas- ja kaivostoiminta synnyttää uutta liiketoimintaa, josta osa palvelee kaivostoimintaa suoraan ja osa epäsuorasti. Osa hankealueen läheisyydessä toimivista tai perustettavista yrityksistä toimii alihankkijoina tahoille, joilla on suora yhteys tehdas- ja kaivostoimintaan. Osa alueen liiketoiminnasta on palveluluonteista, jotka kehittyvät tehdas- ja kaivostoiminnan aiheuttaman yleisen taloudellisen toiminnan kasvun sekä ostovoiman ja palveluiden kysynnän kasvun myötä.

Suunniteltujen laajentamistoimenpiteiden lisääntyvät työllistämisvaikutukset ovat rakentamisvaiheessa, kun rakentaminen työllistää paikallisia rakennus- ja kuljetusurakoitsijoita. Hanketoimijan Vuonoksen tehtaan vakinainen henkilöstö (noin 45 työntekijää) tai aliurakoitsijoiden määrä (20–30 urakoitsijaa) ei lisäänny vaihtoehdoissa VE1–VE3, mutta laitoksen toiminta-ajan merkittävä pidentyminen, noin 20 vuodella, tukee paikallista työllisyyttä, elinkeinoelämää ja myönteistä aluekehitystä. Hankkeen työllisyysvaikutukset ovat myös Outokummun kaupungin näkökulmasta positiivisia.

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankevaihtoehtojen VE2a ja VE3 arvioidaan toimintavaiheessa aiheuttavan vaikutuksia aineelliseen omaisuuteen, kuten elinkeinonharjoittamiseen kiinteiden rakenteiden (uusi rikastushiekka-alue) rajoittaessa metsätalouden harjoittamista, sillä uuden rikastushiekka-alueen myötä tehdasalue laajenee kiinteistölle, mikä ei ole tällä hetkellä kaivosyhtiön omistuksessa. Purkuputkivaihtoehtojen PVE2a–c toteuttaminen rajoittaa maankäyttöä paikallisesti erityisesti metsätalouden osalta. Kompensaatiosta metsämaan menetyksestä ja maa-alueen lunastamisesta tulee neuvotella maanomistajan kanssa erikseen. Kielteisiä vaikutuksia ei arvioida syntyvän alueen muun elinkeinonharjoittamiseen tai ammattikalastukselle. Kaivoksen vesistökuormituksen ei arvioida vaikuttavan Viinijärven ekologiseen tilaan eikä järven kalastoon, näin ollen vaihtoehtojen VE1–VE3 tai PVE2a–c ei arvioida muuttavan ammattikalastuksen harjoittamismahdollisuuksia nykytilanteeseen verrattuna.

23.4.3 Terveysvaikutukset

Vuonoksen tehtaan mahdolliset terveysvaikutukset liittyvät pääasiassa toiminnasta aiheutuviin melu- ja pölypäästöihin, lisääntyvään liikenteeseen sekä mahdollisiin pinta- ja pohjavesivaikutuksiin. Hankkeella ei arvioida aiheuttavan suoria terveysvaikutuksia. On kuitenkin huomioitava, että pienetkin häiriötekijät voivat aiheuttaa haittaa hankkeen lähialueilla, joihin kohdistuu samanaikaisia useampia häiriötekijöitä (melu, tärinä, liikenne). Näiden tekijöiden aiheuttamilla vaikutuksilla voi olla vaikutusta ihmisten terveyteen ja elinoloihin. Hankkeella voi myös olla vaikutuksia koetun terveyden kautta, sillä hanke tai sen vaikutukset saattavat aiheuttaa esimerkiksi stressiä, mikä puolestaan vaikuttaa fyysiseen terveyteen.

Melun on arvioitu olevan ilmansaasteen jälkeen suurin ympäristöterveysriski. (Terveyden ja hyvinvointilaitos 2025) Melulle altistuminen muun muassa lisää stressiä, ja voi sitä kautta aiheuttaa terveyshaittoja, kuten esimerkiksi sydän- ja verisuonitauteja (Heinonen-Guzejev 2012). Melu voi olla kiusallista tai häiritsevää, ja melun yleisin vaikutus on sen häiritsevyys. Terveyden ja hyvinvointilaitoksen (2025) mukaan meluhaitan suuruuteen vaikuttavat muun muassa äänen voimakkuus ja impulssisuus, altistumisen kesto, aika ja paikka (ns. melun fysikaaliset ominaisuudet) sekä henkilön yksilölliset ominaisuudet, kuten meluherkkyys ja asenne äänilähdettä kohtaan. Vuonoksen tehdasalueella ei liikennöidä yöaikaan.

Melumallinuksen mukaan päiväajan ohjearvot eivät ylity kaivospiirin ulkopuolella. Vuonoksen tehdasalueen äänet (kolina ja murskaus) ovat havaittavissa, vaikka ohjearvot eivät ylitykään. Ne voidaan kokea häiritsevänä toiminnan jatkuessa 20 vuotta.

Vuonoksen rikastushiekka-alueiden laajennuksen tai korotuksen myötä raskaan liikenteen arvioidaan kaksinkertaistuvan (maksimituotantomäärätilanteessa), mutta sen aiheuttamalla melulla, pölyllä tai tärinällä ei arvioida olevan suoria terveysvaikutuksia. Kuljetuksien aiheuttama pölyäminen voi vaikuttaa asuinkeskittymien ja asuinkiinteistöjen hengityskorkeuden ilmanlaatuun kuljetusreittien läheisyydessä. Katupöly ja pakokaasupäästöt voivat aiheuttaa terveyshaittoja hengitystiesairauksista sairastaville ihmisille. Liikenneonnettomuusriski voi aiheuttaa ihmisissä huolta ja yhdessä muiden haittavaikutuksien (melu, tärinä, pöly) kanssa voi osaltaan lisätä mahdollisia ihmisten kokemia välillisiä haittavaikutuksia (esimerkiksi turvattomuuden tunnetta, ahdistusta), joilla pitkäkestoisena on terveyttä heikentävä vaikutus.

Rikastushiekka-alueiden laajenemisesta arvion mukaan muodostuu vähäisiä pölypäästöjä. Niiden ei arvioida aiheuttavan tehdasalueen läheisyydessä suoria terveyshaittoja, vaan

Copyright © AFRY Finland Oy

kysymys on enemmänkin lyhytaikaisten pitoisuushuippujen aiheuttamista viihtyvyyshaitoista.

Hankealue sivuaa pohjavesialuetta, ja kaikki purkureittivaihtoehdot (PVE1, PVE2a–c) kulkevat luokiteltujen pohjavesialueiden läpi. Vakavassa onnettomuustilanteessa (esim. putken tai patorakenteen merkittävässä rikkoutumisessa) on olemassa riski, että haitta-aineita pääsee leviämään ympäristöön torjuntatoimista huolimatta. Tällä voi olla haitallisia terveysvaikutuksia alueen asukkaille, jos pohjavettä käytetään juomavetenä.

Patomurtuman riski on ympäristöriskienarvioinnissa (liite 14) ja ennaltavarautumissuunnitelmassa (liite 12.3) arvioitu vähäiseksi. Patoaluetta tarkkaillaan päivittäin, patokorotukset suunnitellaan ja toteutetaan patoturvallisuusnäkökohdat huomioiden ja padolle on tehty stabiliteettilaskelmat ja vahingonvaara-arvio, joka sisältää mallinnukset eri patomurtumaskenaarioille. Murtuma- ja onnettomuustilanteiden ennaltaehkäisevät ja korjaavat toimenpiteet on kirjattu ennaltavarautumissuunnitelmaan ja ympäristöriskienarviointiin.

Nykyinen purkuputki on PEH-putki, ja se on rakennettu vuosina 1970-1971. Nykyisellä putkilinjalla ei ole suojarakenteita pohjavesialueen kohdalla. Putkilinjan kuntoa seurataan kävelemällä putkireitti läpi 1–2 vuoden välein. Viinijärven suuntaan suunniteltujen purkuputkivaihtoehtojen (PVE2a–c) osalta pohjavesialueiden kohdalla putki suojataan erityisrakentein, joten purkuveden ympäristöön leviämisen riski on pieni myös onnettomuustilanteessa.

Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2b rikastushiekka-altaan suotovesimäärä voi kasvaa nykyisestä, mikä voi vaikuttaa pohjaveden laatuun altaan ympärillä. Vaihtoehtojen VE2a ja VE3 osalta suotautumisen arvioidaan vähenevän nykytilaan verrattuna uuden altaan tiiviin pohjarakenteen ja VE3 vaihtoehdossa nykyisen altaan sulkemisen myötä. Rikastushiekka-alueelta ei lähtökohtaisesti tapahdu pohjaveden virtausta Onkilammensärkät-pohjavesialueen suuntaan, mutta rikastushiekka-altaan vaikutuksia on havaittu pohjavesialueella aivan pohjavesialueen itäreunalla pohjavesiputkessa 301 (luku 9.2.2). Suotovesien kulkeutumista harjualueen suunnassa etelään ei ole havaittu seurannassa eikä pohjavesimallin perusteellakaan näin tapahdu. Harjualueelta putken 301 kohdalta pohjaveden virtaussuunta on kohti Teyrisuota. Vuonoksen alueella tarkkailukaivojen (Taulukko 9-7) veden laatu täytti tutkittujen parametrien osalta vuosina 2022–2025 pääosin talousveden laatuvaatimukset ja alitti pohjaveden ympäristölaatunormin joitakin poikkeamia lukuun ottamatta. Vuonoksen rikastushiekka-alueen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse talouskaivoja tai vedenottamoa eikä täten pohjavedestä muodostu suoria terveyshaittoja. Allasalueen lähimmät kaivot pohjaveden virtaussuunnassa sijaitsevat altaan etelä ja kaakkoispuolella noin 700 m etäisyydellä altaasta ja ovat mukana tarkkailussa (Kuva 9-13).

Vuonoksen toiminta-alueen laajentamisella vaikutukset pintavesiin muodostuvat purkuvesien kuormituksesta. Vastaanottavien vesistöjen metallipitoisuudet ylittävät osittain tietyissä vesistöissä ympäristönlaatunormit, mutta elohopean pitoisuudet ovat vähäisiä ja alittavat sille asetetut laatunormit. Kalojen raskasmetallipitoisuudet nykytilassa olivat pääosin pieniä niin Sysmäjärvellä kuin Viinijärvelläkin, mutta kalojen lihaksissa on havaittu mitattavia määriä metalleja. Vesistöjen kalastoa käytetään kotitarvekäytössä sekä kaupallisessa tarkoituksessa (Viinijärvessä). Metallien kertyminen ajan mittaan kalastoon ja vesieliöstöön voi välillisesti aiheuttaa terveyshaittaa ihmisille, esimerkiksi ruokakalan myötä haitta-aineita voi kerääntyä elimistöön, mutta riski ei ole todennäköinen. Uimisen lisäksi järvivettä voidaan käyttää saunassa pesu- ja löylyvetenä. Järvivettä ei

Copyright © AFRY Finland Oy

yleensä käytetä juomavetenä, minkä vuoksi haitta-aineiden suora päätyminen elimistöön juomaveden kautta on epätodennäköistä. Alueen ympäristö keruutuotteiden metallipitoisuuksista ei ole seurantatuloksia, mutta bioindikaattoriseurannan tuloksissa haitta-aineiden pitoisuudet sammalissa ja jäkälissä on havaittu alueella vähentyneen, joten marjojen ja sienien normaali syöminen on arvioitu tällä perusteella turvalliseksi.

Mahdolliset poikkeus- ja häiriötilanteiden riskit voivat aiheuttaa ihmisille ahdistusta ja pelkotiloja, joilla on välillisiä terveysvaikutuksia koettujen tuntemuksienkautta (mm. stressin tuntemukset), ja pitkäkestoisena niillä on terveyttä heikentävä vaikutus. Yleisesti Vuonoksen tehtaan ympäristöriskit on arvioitu vähäisiksi. Myös patomurtuman riski on ympäristöriskienarvioinnissa (liite 14) ja ennaltavarautumissuunnitelmassa (liite 12.3) arvioitu vähäiseksi. Patoaluetta tarkkaillaan päivittäin, patokorotukset suunnitellaan ja toteutetaan patoturvallisuusnäkökohdat huomioiden ja padolle on tehty stabiliteettilaskelmat ja vahingonvaara-arvio, joka sisältää mallinnukset eri patomurtumaskenaarioille. Murtuma- ja onnettomuustilanteiden ennaltaehkäisevät ja korjaavat toimenpiteet on kirjattu ennalta-varautumissuunnitelmaan ja ympäristöriskienarviointiin.

23.4.4 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päättyessä pöly- ja meluvaikutusta aiheutuu tehdasrakenteiden purkamisesta ja maisemoinnista. Toiminnan jälkeen tehtaan aiheuttamat melu-, pöly- ja liikennevaikutukset päättyvät. Toiminnan päättymisen jälkeen myös työllisyysvaikutukset päättyvät.

Toiminnan päättymisen vesistövaikutukset Sysmäjärven vedenlaatuun ja kalastoon voivat mahdollisesti olla kielteisiä, kun järven pH-taso laskee Vuonoksen emäksisen purkuveden tulon lakatessa (ks. luku 18.5). Tällä voi olla heikentävä vaikutus järviveden käyttö- ja virkistysarvoon.

Toimintojen loppumisen ja rikastushiekka-alueen sulkemisen jälkeen alue pääsääntöisesti palautuu metsätalouden käyttöön alueiden luontaisen kasvittumisen ja metsittymisen myötä. Alueen monimuotoisuuden aktiivinen edistäminen, ennallistaminen sekä jo syntyneiden elinympäristöjen säilyttäminen mahdollistavat sen hyödyntämisen soveltuvin osin myös virkistyskäytössä, kuten metsästyksessä, marjastuksessa ja luontotarkkailussa. Toiminnan loppumisen jälkeen alue on tarkoitus palauttaa luonnon elinympäristöksi ja alue pyritään sulauttamaan ympäröivään luonnonmaisemaan. Vaihtoehtoisesti alue ohjataan ympäristön kannalta kestävään uuteen maankäyttöön huomioiden paikalliset tarpeet. Tuotantotoiminnan jälkeen tarpeettomat rakennukset ja rakenteet voidaan poistaa ja verrattuna toimintavaiheeseen, sulkemisen aiheuttama muutos on myönteinen.

Vaihtoehdossa VE0 sulkeminen toteutetaan vuonna 2026 laaditun sulkemissuunnitelman päivityksen mukaisesti ja toiminta päättyy vuonna 2030–2032. Vaihtoehdoissa VE1–VE3 toiminta jatkuu noin 20 vuoden ajan, jonka jälkeen tehdas ja rikastushiekka-allas suljetaan päivitetyn sulkemissuunnitelman mukaisesti noin vuonna 2050. Sulkemisen jälkeen alueelta voi muodostua tavanomaista maaston paljaiden maanpintojen pölyämistä kuivina ajankohtina ja vähäistä jälkitarkkailuun liittyvää liikennettä. Tehtaan ja rikastushiekka-alueen sulkeminen on esitelty luvussa 3.13. Vaikutusten arvioidaan kuitenkin olevan vähäisiä eivätkä ne heikennä ihmisten elinoloja tai viihtyvyyttä.

Luonnonvaroja, lähialueen maa-aineksia, tarvitaan rikastushiekka-altaiden sulkemisvaiheessa. Maa-aineksen otolla on väliaikaisesti vaikutusta ihmisten viihtyvyyteen

Copyright © AFRY Finland Oy

ja alueen virkistyskäyttömahdollisuuksiin. Moreenin ottoalueet maisemoidaan alueelta kuoritulla pintamaalla ja ajan kuluessa alue metsittyy.

Tehtaan toiminnan lopettaminen, kaivoksen sulkeminen ja lopulta myös aktiivisten sulkemistoimenpiteiden valmistuminen näkyvät suoranaisesti työpaikkojen vähenemisenä verrattuna tehtaan ja kaivoksen toimintavaiheeseen. Sulkemistöillä on jonkin verran työllistävää vaikutusta maarakennusalalla. Sulkemistyöt kestävät useamman vuoden ajan, ja ne aloitetaan tehtaan vielä ollessa toiminnassa. Sulkemisen sosioekonominen vaikutus on vääjäämättä suuri, ellei seudulla synny korvaavaa toimintaa. Taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset ilmenevät suoran työpaikkojen vähenemisen lisäksi välillisinä vaikutuksina palveluiden saatavuuteen sekä väestön määrän muuttumiseen mahdollisen työperäisen muuttoliikenteen myötä. Tehtaan sulkemisen yhteydessä on mahdollista, että osa taloudellisen toiminnan varrella kehittyneistä yrityksistä jatkaa toimintaansa, osa saattaa lopettaa toimintansa ja osa saattaa siirtyä muille alueille. Useiden epävarmuustekijöiden vuoksi yhdyskunta- ja väestörakenteen muutosten lopullisia vaikutuksia on vaikea arvioida.

Toiminnan lopettamisen ja sulkemisen jälkeen alueen jatkokäyttö riippuu siitä, jatkuuko alueella teollista toimintaa. Mikäli sopivaa tuotantotoimintaa ei alueelle saada, puretaan alueen rakennukset ja alue maisemoidaan ympäröivään luontoon mukautuvasti sekä alueet kasvittuvat luontaisesti ajan kuluessa.

23.4.5 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Laitos jatkaa nykyisellä toiminnallaan ympäristöluvan mukaisesti ja toiminta päättyy noin vuonna 2030–2032. Vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön sekä elinkeinoihin pysyvät nykyhetken kaltaisina.

23.5 Yhteisvaikutukset

Sidosryhmäpalautteessa huolta herättivät purkureittivaihtoehtojen PVE2a–c vesistövaikutukset Viinijärveen. Horsmanahon ja Karnukan laajennusten ja Vuonoksen purkuputken vaikutusalueet ovat erilliset, ja toiminnot vaikuttavat toistensa vaikutusalueisiin vain vähäisessä määrin. Viinijärveen kohdistuva kokonaisvaikutus ei merkittävästi poikkea Vuonoksen purkuputken ja Horsmanahon ja Karnukan nykyisen toiminnan vaikutuksista. Yhteisvaikutuksilla ei siten ole yksittäisten hankkeiden vaikutuksista eroavaa vaikutusta ihmisten elinoloihin, virkistykseen ja terveyteen Viinijärvessä. Sysmäjärvessä Vuonoksen suurimman kuormituksen vaihtoehdon VE2b ja Hautalammen hankkeen yhteisvaikutuksen arvioidaan olevan samankaltainen kuin pelkästään hankevaihtoehdon VE2b toteutumisen vaikutus. Suurimmillaan yhteisvaikutukset ovat Sysmäjärvessä hankevaihtoehdon VE0 ja Hautalammen hankkeen toteutuessa. Rikastamoalueen luoteispuolella sijaitsevan betoni- ja betonielementtitehtaan kanssa voi aiheutua satunnaisia yhteispölyvaikutuksia otollisissa sääolosuhteissa lähiympäristöön ja lähimmille tieosuuksille.

23.6 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Hankealueen herkkyys ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön arvioidaan kohtalaiseksi. Hankealueen ympäristössä on jonkin verran vakituista- ja loma-asutusta erityisesti hankealueen pohjois-, itä- ja eteläpuolella ja hankealueen ympäristöä käytetään virkistykseen erityisesti asuin- ja lomarakennusten lähettyvillä. Hankealueen ympäristössä ei sijaitse herkkiä kohteita, kuten kouluja, päiväkoteja tai palvelutaloja. Alueella on jonkin verran olemassa olevia ympäristöhäiriöitä, kuten liikennettä ja nykyinen tehdasalue.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vaihtoehtojen VE1–VE3 rakentamisen aikaiset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön (esim. metsästys, marjastus ja sienestys) kohdistuvat vaikutukset liittyvät lähinnä rakentamisesta aiheutuviin pöly- ja meluvaikutuksiin kaivospiirin lähettyvillä. Virkistyskäyttöön kohdistuvat vaikutukset riippuvat lisäksi purkuputken rakentamisajankohdasta ja on mahdollista, että lyhytkestoisia vaikutuksia syntyy esimerkiksi veneilyyn ja uimiseen Viinijärvellä. Virkistyskalastukselle ei arvioida syntyvän havaittavia vaikutuksia.

Rakennusvaihe työllistää rakennusurakoitsijoita, ja sillä voi olla myönteinen vaikutus paikallisten palvelujen hyödyntämiseen. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 vaikutuksia voi syntyä metsätalouteen, mikäli kaivospiiri laajenee metsätalousalueelle. Ammattikalastuksen elinkeinoon ei rakentamisesta arvioida syntyvän merkittäviä vaikutuksia. Hankevaihtoehdossa VE0 tehtaan toiminta loppuu 2030–2032, ja vaihtoehdoissa VE1–VE3 toiminta jatkuu noin 20 vuotta pitempään, millä on suuri merkitys alueen työllistämisessä.

Merkittävimmät toiminnan aikaiset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen kohdistuvat vaikutukset voivat aiheutua lisääntyvästä liikenteestä, pölystä ja melusta. Toiminnan aikana raskaan liikenteen liikennemäärät lisääntyvät (maksimituotantotilanteessa) ja muutos vaikuttaa erityisesti Polvijärvelle johtavan seututien 504 varrella. Tiestön varrella sijaitsee haja-asutusta, joihin voi kohdistua melu-, pöly- ja tärinävaikutuksia kasvavasta raskaan liikenteen määrästä, millä voi olla vähäisiä heikentäviä vaikutuksia elinoloihin ja viihtyvyyteen. Tehtaan meluvaikutukset kohdistuvat hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE3 hankealueen pohjois- ja itäpuolella sijaitseviin muutamiin asuinrakennuksiin, jossa melutason muutos tulee lähemmäksi asutusta. Muilta osin melutaso ei merkittävästi lisäänny, mutta melu voidaan kuitenkin kokea häiritsevänä yksilöstä riippuen, vaikka melulle asetetut ohjearvot eivät ylity. Maisemavaikutukset ovat kokonaisuudessaan vähäisiä. Purkuveden kuormitus on pääsääntöisesti suurin hankevaihtoehdoissa VE2a–b ja pienin hankevaihtoehdossa VE3. Myös purkuputken sijoituspaikalla on merkitystä Viinijärven kuormituksessa, ja putken vaikutuksen arvioidaan olevan suurimmillaan vaihtoehdossa PVE2a ja pienimmillään vaihtoehdossa PVE2c. Vesistövaikutukset voivat pienentyä Sysmäjärvessä vaihtoehdossa VE3 nykytilaan verrattuna.

Vähäisiä melu- ja pölyvaikutuksia voi esiintyä erityisesti kaivospiirin lähettyvillä. Tällä voi olla vaikutuksia virkistystoimintaan, kuten metsästykseen, marjastukseen ja sienestykseen, mikäli niitä alueella harrastetaan. Alueen metsästysseuran hyödyntämä metsästysala pienenee noin 30 hehtaarilla vaihtoehdossa VE2a ja VE3 tehdastoimintojen laajentuessa. Purkuputkivaihtoehtojen (PVE2a–c) ei arvioida vaikuttavan Viinijärven purkupisteiden kohdalla jääpeitteeseen, eikä sen arvioida heikentävän tai estävän jäällä tapahtuvaa virkistystoimintaa kyseisellä alueella.

Kaivospiirin laajennuksen myötä hankkeella voi olla arviolta vähäisiä kielteisiä vaikutuksia lähialueen elinkeinoista metsätalouteen vaihtoehdossa VE2a ja VE3 ja peltoviljelyyn purkuputkivaihtoehdoissa PVE2a–c.

Kokonaisuudessaan hankkeen vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön arvioidaan vähäisen kielteiseksi. Kielteiset vaikutukset kohdistuvat vesistövaikutusten osalta Viinijärveen, melu- ja pölyvaikutusten kohdalla kaivospiirin ympäristöön ja liikenteen osalta haja-asutukselle seututien 504 varrella. Muilta osin vaikutukset ovat vähäiset.

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankkeen rakentamisaikana ei arvioida syntyvän sellaisia vaikutuksia, jotka aiheuttaisivat terveyshaittaa. Toiminnan aikana suoria terveysvaikutuksia ei synny, mutta melutason nousu voi häiritä kaivospiiriä lähinnä olevia asuinkiinteistöjä, mikäli melutason nousu koetaan häiritsevänä. Melulle asetetut raja-arvot eivät kuitenkaan ylity. Ilmanlaatupitoisuudet eivät ylitä niille asetettuja raja- tai ohjearvoja, pölyvaikutukset ovat paikallisia.

Hankkeen vaikutuksien kokonaisvaltaista merkittävyyttä ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja terveyteen on arvioitu suhteutettuna siihen, miten suuri muutos on (myönteinen tai kielteinen) ja kuinka herkkä kohde on muutoksille.

Taulukko 23-2. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys		Negatiivinen			Muutoksen suuruus				Positiivinen	
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen					PVE1				
	Kohtalainen				VE1–VE3 ja PVE2 a–c	VE0	VE1–VE3*			
	Suuri									
	Erittäin suuri									

** Työllisyys ja elinkeinot*

23.7 Arvioinnin epävarmuudet

Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa hyödynnetään muiden vaikutusarviointiosa-alueiden (esim. liikenne, melu, vesistö- ja kalastovaikutukset) laadullisia ja laskennallisia arvioita. Näin ollen myös muiden vaikutusten arviointiosioiden epävarmuudet tuovat epävarmuutta ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointiin. Vaikutusten merkittävyyden arviointi on osaltaan arvosidonnaista ja myös ihmisten vaikutuksiin liittyvät kokemukset ovat subjektiivisia, mikä tuo vaikutusten tunnistamiseen ja arviointiin epävarmuutta. Ihmiset saattavat myös arvottaa hankealueen elinympäristöä eri tavalla.

23.8 Vaikutusten lieventäminen

Hankkeesta aiheutuvia kielteisiä vaikutuksia voidaan lieventää hankkeen huolellisella suunnittelulla ja aktiivisesti tiedottamalla alueen asukkaita hankkeen etenemisestä sen kaikissa vaiheissa. Asukkaita sekä muita aluetta käyttäviä tahoja, kuten alueen virkistyskäyttäjiä tai metsästysyhdistyksiä, on tärkeää kuulla hankkeen edetessäkin mielipiteiden ja palautteen kartoittamiseksi. Läpinäkyvällä tiedottamisella ja kaksisuuntaisella vuoropuhelulla voidaan vähentää ihmisten kokemaa epätietoisuutta ja etsiä ratkaisuja hankkeen vaikutuksiin sekä mahdollisiin ristiriitoihin. Viestinnässä on hyvä hyödyntää eri tiedotuskanavia monipuolisesti, jotta viestintä on mahdollisimman tehokasta ja se tavoittaa kattavasti eri kohderyhmät. Hankkeesta ja sen etenemisestä tiedotetaan sidosryhmäyhteistyön kautta, tarpeen mukaan paikallislehdissä, tiedotustilaisuuksissa ja

Copyright © AFRY Finland Oy

yhtiön verkkosivuilla sekä kohdennetusti sähköpostitse ja kotitalouksiin lähetettävien tiedotteiden välityksellä.

Hankkeen ympäristövaikutuksiin liittyviä lieventämiskeinoja on käsitelty tarkemmin kunkin vaikutusarviointiosion yhteydessä. Nämä lieventämiskeinot lieventävät myös vaikutuksia ihmisten elinoloihin, virkistyskäyttöön ja elinkeinoelämään. Esimerkiksi mahdollisesti koituvia pölyhaittoja voidaan vähentää pölyntorjuntasuunnittelulla ja säännöllisellä seurannalla. Lisäksi hankealuetta ympäröivän puuston ylläpitäminen lieventää pölykulkeumaa. Kielteisten vaikutusten lieventäminen on pyritty monelta osin huomioimaan jo suunnittelussa muun muassa YVA-menettelyn aikana saadun palautteen avulla.

Lisäksi useita palautteita jätettiin YVA-menettelyn aikana tehtaan mahdollisista Viinijärveen kohdistuvista vesistövaikutuksista. Vesistövaikutuksia lievennetään tehokkaimmin vesienkäsittelyyn liittyvillä ratkaisuilla ja Viinijärvessä purkuveden vaikutuksia voidaan lieventää tehostamalla vesien sekoittumista teknisillä ratkaisuilla.

Copyright © AFRY Finland Oy



24 YMPÄRISTÖRISKIT, ONNETTOMUUDET JA HÄIRIÖTILANTEET

24 YMPÄRISTÖRISKIT, ONNETTOMUUDET JA HÄIRIÖTILANTEET

24.1 Ympäristöriskien hallintajärjestelmä ja lupaehdot

24.1.1 Ympäristöasioiden hallintajärjestelmä

Mondon ympäristöasioiden hallintajärjestelmä on sertifioitu standardin ISO 14001:2015 mukaisesti. Ympäristöjärjestelmä on osa johtamisjärjestelmää, jossa on sertifioitu myös laatu- sekä työturvallisuus- ja terveysjärjestelmät standardien ISO 9001 ja ISO 45001 mukaisesti. Johtamisjärjestelmällä pyritään jatkuvan kehittämisen periaatetta noudattaen parantamaan tehtaan toimintaa laatu-, ympäristö- ja työturvallisuusasioissa.

24.1.2 Häiriö- ja poikkeustilanteisiin liittyvät lupaehdot

Poikkeuksellisia päästöjä aiheuttavista häiriötilanteista sekä muista vahingoista ja onnettomuuksista, joissa haitallisia aineita pääsee ympäristöön, on ympäristöluvan mukaisesti viipymättä ilmoitettava Lupa- ja valvontavirastolle sekä Outokummun kaupungin ympäristönsuojeluviranomaiselle. Merkittävistä päästöistä on tarvittaessa ilmoitettava myös alueelliselle pelastusviranomaiselle. Toiminnanharjoittajan on viipymättä ryhdyttävä tarvittaviin toimenpiteisiin vahinkojen torjumiseksi, tilanteen palauttamiseksi ennalleen sekä tapahtuneen toistumisen estämiseksi ja tarpeellisen tarkkailun järjestämiseksi.

Toiminnanharjoittajalla on oltava ajan tasalla oleva suunnitelma, joka koskee toimintaa onnettomuus- ja poikkeustilanteiden aikana. Suunnitelmassa on oltava myös ohjeet siitä, kuinka onnettomuus- ja poikkeustilanteet, niiden vaikutukset ympäristöön ja niihin johtaneet tekijät tutkitaan, miten suunnitellaan toimenpiteitä, joilla estetään tapahtuman uusiutuminen ja joilla vähennetään aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Edellä esitetyn tutkinnan tulokset on kirjattava ja raportoitava kootusti vuosiraportoinnin yhteydessä.

Toiminta erilaisissa onnettomuus- ja poikkeustilanteissa on ohjeistettu Vuonoksen tehtaan pelastussuunnitelmassa. Onnettomuustilanteissa pelastetaan mahdolliset uhrit, estetään lisävahinkojen syntyminen ja tehdään hälytys hätäkeskukseen.

Patoturvallisuutta ja läjitysalueiden turvallisuutta seurataan osana toiminnan käyttötarkkailua. Rikastushiekka-altaan patojen kuntoa ja allasalueen toimintaa tarkkaillaan päivittäin tehtävillä tarkastuskierroksilla 27.11.2014 hyväksytyn patotarkkailuohjelman mukaisesti. Käyttötarkkailu on jatkuvaa ja siihen kuuluvat rikastamon ja talkkitehtaan toiminnan sekä puhdistuslaitteiden ja -rakenteiden tarkkailut.

24.2 Ympäristöriskit ja häiriötilanteet

Poikkeus- ja häiriötilanteita tuotantolaitoksen toiminnassa voivat olla mm. patomurtumat, kemikaali- ja polttoaine-/öljyvuodot, vesienkäsittely- ja vesienjohtamisjärjestelmien tai altaiden ja purkuputken vuodot ja ylitulvimiset, tulipalot ja liikenneonnettomuudet. Poikkeus- tai häiriötilanteista voi aiheutua haitallisia ympäristövaikutuksia ilmaan, maaperään, pohjaveteen tai pintavesiin.

Tarkemmat purkuputki- ja patosuunnitelmat sekä patojen vakauslaskelmat tehdään lupavaiheessa valitulle toteutusvaihtoehdolle. Suunnitelmakartta ja tyyppipoikkileikkaukset vaihtoehdolle VE1 on esitetty liitteessä 15.

Copyright © AFRY Finland Oy

24.2.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

VE1, VE2a–b, VE3 ja PVE2a–c:n rakentamisen aikana on riski koneiden ja laitteiden rikkoutumisesta johtuvaan paikalliseen öljy- tai kemikaalivuotoon.

24.2.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Vaihtoehtojen VE1, VE2a–b, VE3, PVE1 ja PVE2a–c:n toimintavaiheen ympäristöriskit ovat samankaltaisia kuin nykyiset riskit vaihtoehdossa VE0.

Mondolla on ennaltavarautumissuunnitelma eli suunnitelma toimista onnettomuus- ja poikkeustilanteiden aikana. Suunnitelma sisältää ohjeet onnettomuus- ja poikkeustilanteiden tutkinnasta, ennaltaehkäisevistä toimista ja ympäristövaikutusten rajaamisesta. Ennaltavarautumissuunnitelma sisältää edellä mainittujen seikkojen lisäksi tiivistelmän ympäristöriskienarvioinnista, jonka avulla mahdollisia onnettomuus- ja poikkeustilanteita on tunnistettu. Ennaltavarautumissuunnitelma on päivitetty viimeksi 22.12.2023. Ennaltavarautumissuunnitelma päivitetään YVA-menettelyä seuraavan ympäristölupahakemuksen laatimisen yhteydessä. Vuonoksen tehtaan riskianalyysi on esitetty viranomaisliitteessä 14. Patoalueen toiminnoista ja turvallisuusnäkökohdista on laadittu erilliset patoturvallisuuskansiot ja vahingonvaara-arviot. Purkuputkireitti tarkistetaan säännöllisesti 1–2 vuoden välein kävelemällä se läpi.

Yleisesti Vuonoksen tehtaan ympäristöriskit on arvioitu vähäisiksi. Riskinarviossa tunnistettiin 17 vaaratilannetta, joista suurin osa oli riskinhallintakeinojen jälkeen merkityksettömiä tai vähäisiä ja yksi oli kohtalainen. Vaikutuksiltaan suurimmat riskit ovat rikastushiekka-alueen pato- tai allasmurtumat, jolloin suuria vesimääriä pääsisi alapuoliseen vesistöön. Todennäköisimpiä riskitilanteita ovat pölypäästöt, rikastushiekkalinjan vuodot sekä kemikaali- tai polttoaine-/öljyvuodot. Kemikaalivuotojen vaikutukset ovat yleensä pieniä ja helposti rajattavia, jolloin niiden ympäristövaikutukset jäävät vähäisiksi.

Vahinko- ja onnettomuustilanteiden varalta on laitosalueella oltava aina saatavilla riittävä määrä kemikaalien imeytysmateriaalia. Vuotoina ympäristöön päässeet kemikaalit, polttonesteet ja muut aineet sekä niiden mahdollisesti pilaama maaperä on kerättävä välittömästi talteen ja toimitettava asianmukaiseen käsittelyyn.

Tehtaan ympäristönsuojelurakenteiden ja muiden rakenteiden, joiden vauriot voivat aiheuttaa ympäristön pilaantumisen vaaraa (mm. padot, läjitysalueet, putkilinjat, vesien käsittelyjärjestelmät, kemikaalien ja tuotteiden täyttö- ja tyhjennyspaikat), kunto on tarkastettava toimintapäivittäin ja todetut vauriot korjattava viipymättä.

Eri läjitysvaihtoehdoilla (VE1–3) voi olla vaikutusta riskeihin ja skenaarioihin, mitä aiheutuisi padon murtumatilanteessa. Niillä on myös vaikutusta vesien hallintaan. Patojen rakentamiseen käytettävien luonnonmateriaalien tarvetta, määrää ja käyttöä tarkennetaan myöhemmissä suunnitteluvaiheissa valitulle toteutusvaihtoehdolle. Kaivospatojen rakentamiseen ja käyttöön sovelletaan MWEI BREF-vertailuasiakirjaa. BAT-päätelmiä käytetään osana patojen suunnittelua.

24.2.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päättymisen jälkeiset ympäristöriskit liittyvät lähinnä rikastushiekka-alueiden stabiliteettiin sekä allasalueiden sulkemisen jälkeiseen vesistökuormitukseen.

Copyright © AFRY Finland Oy

24.2.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 nykytilanteessa olemassa olevat riskit säilyvät ennallaan. Vuonoksen tehdasalueella ympäristöriskit on yleisesti ottaen arvioitu pieniksi.

Nykytilanteessa tehdasalueen suurimmat riskit ovat rikastushiekka-alueen pato- tai allasmurtumat, jolloin suuria vesimääriä pääsisi alapuoliseen vesistöön. Todennäköisimpiä riskitilanteita ovat pölypäästöt, rikastushiekkalinjan vuodot sekä kemikaali- tai öljyvuodot, jotka ovat yleensä pieniä ja helposti rajattavissa siten, ettei ympäristövaikutuksia tule.

Copyright © AFRY Finland Oy



25 YHTEISVAIKUTUKSET MUIDEN HANKKEIDEN KANSSA

25 YHTEISVAIKUTUKSET MUIDEN HANKKEIDEN KANSSA

Hankkeella on yhteisvaikutuksia Sysmäjärveen Outokummun kaupungin Jokipohjan jätevedenpuhdistamon, Outokummun lakkautetun Keretin kaivoksen ja GTK:n koerikastamon kanssa. Lisäksi FinnCobalt Oy:llä on lainvoimainen ympäristölupa Hautalammen kaivoksen toimintaan, mutta toimintaa ei ole aloitettu. FinnCobalt Oy on hakenut 29.4.2024 päivätyllä ympäristölupahakemuksellaan muutosta Hautalammen kaivosta koskevaan lainvoimaiseen ympäristölupaan. Vuonoksen alueen ympäristössä on pääosin maa- ja metsätalousalueita. Lähin teollinen toimija on Pielisen Betoni Oy:n tehdas välittömästi rikastamon luoteispuolella. Toiminta alueella on alkanut 1970-luvulla. Hankkeella on yhteisvaikutuksia myös Mondon Horsmanahon ja Karnukan kaivosten kanssa.

Vesistömallinnuksessa ja kaikissa vesistömallinnukseen perustuvissa vaikutusarvioinneissa on huomioitu FinnCobaltin ja Outokummun kaupungin yhteisvaikutus. Vaikutuksia on käsitelty kappaleissa 10.5.1.

Hankkeesta ei aiheudu yhteisvaikutuksia, joilla olisi merkitystä maankäyttöön, kasvillisuuden, luontotyyppien, suojelualueiden, maiseman, linnuston, maa- ja kallioperän tai pohjavesien kannalta.

Copyright © AFRY Finland Oy



26 VAIHTOEHTOJEN VERTAILU JA VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYS

26 VAIHTOEHTOJEN VERTAILU JA VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYDEN ARVIOINTI

Mondon rikastushiekan läjityskapasiteetin lisäämisen ja vesienhallinnan YVA-selostuksessa arvioitiin merkittävimpien vaikutusten kohdistuvan pohjaveteen. Linnuston osalta merkittäviä kielteisiä vaikutuksia kohdistuu merikotkan ja sääksen pesään purkuputkireitin PVE2c varrella. Ilmanlaatu eli allasalueen pölyäminen on koettu lähiympäristössä merkittäväksi vaikutukseksi, vaikka mittauksiin perustuvassa arvioinnissa vaikutus on vähäinen kielteinen. Muita merkittäviä vaikutuksia (kohtalainen kielteinen) on arvioitu pintavesiin ja vesieliöstöön, muuhun eläimistöön ja suojelualueisiin. Merkittäviksi arvioiduista vaikutuksista on esitetty tässä tiivistelmät. Lisäksi kaikkien vaikutustarkastelujen osalta tiivistelmä löytyy taulukosta (Taulukko 26-1) sekä YVA-selostuksen alusta heti sisällysluettelon jälkeen.

Pohjavedet

Välittömästi rikastushiekka-altaan länsipuolella on luokiteltu, vedenhankintakäyttöön soveltuva pohjavesialue, jonka itäreunalla pohjavesialuerajauksen sisäpuolella on havaittu rikastushiekka-altaan vaikutuksia. Kaikki purkureittivaihtoehdot kulkevat luokiteltujen, vedenhankintaa varten tärkeiden tai siihen soveltuvien pohjavesialueiden halki.

Partikkeleiden/haitta-aineiden kulkeutumisreiteissä eri vaihtoehtojen VE0–VE3 välillä ei ole suurta eroa, ja tilanne kulkeutumisreittien osalta muistuttaa paljon nykytilannetta. Vaihtoehdoilla on kuitenkin vaikutusta altaalta pois suotautuvan veden määrään ja vaikutusten ajalliseen kestoon.

- Vaihtoehdossa VE0 nykyisen kaltaiset vaikutukset jatkuvat tai saattavat jossain määrin lisääntyä altaan läjityskorkeuden kasvaessa noin vuosiin 2030–2032 asti.
- Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaalta Onkilammensärkät-harjualueelle päätyvän suotoveden määrä voi lisääntyä verrattuna VE0 tilanteeseen, koska vedenpinnan korkeus altaassa nousee, mikä lisää veden suotautumista altaasta ympäristöön. Vaikutukset jatkuvat noin vuoteen 2050 asti.
- Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b tilanne muistuttaa nykytilannetta, jossa altaita täytetään vuorotellen. Vaihtoehdot eroavat siten, että uudella VE2a altaalla on tiivis pohjarakenne, ja suotovedet saadaan uuden altaan alueelta paremmin talteen kuin nykyiseltä altaalta, vaikka altaan kokonaispinta-ala kasvaa. Vaikutukset jatkuvat noin vuoteen 2050 asti.
- Vaihtoehdossa VE3 altaista ympäristöön suotautuvan veden määrä vähenee VE0 tilanteeseen verrattuna, koska nykyiset altaat suljetaan ja uudella altaalla on tiivis pohjarakenne. Vaikutukset Onkilammensärkät-pohjavesialueelle vähenevät. Vaikutukset jatkuvat noin vuoteen 2050 asti.

Purkureittivaihtoehdot PVE1 ja PVE2a–c eroavat selvästi toisistaan, sillä vaihtoehdoissa PVE2a–c rakennetaan uusia reittilinjauksia, jotka kulkevat Makumäen luokitellun pohjavesialueen läpi, ja purkureitti PVE2a kulkee Makumäen pohjavesialueelle suunnitellun pohjavedenottamon arvioidun, ohjeellisen suojavyöhykkeen halki. Nykyinen Sysmäjärveen johtava putkilinja kulkee luokitellun pohjavesialueen reunan poikki.

Vaihtoehdot RVE1 ja RVE2 eroavat siten, että vaihtoehdossa RVE2 Outokummun vanhan avolouhoksen vedenpinnan korkeus nousee, ja avolouhoksesta alkaa purkautua vettä pinta- ja pohjavetenä ympäristöön. Outokummun vanhan avolouhoksen

Copyright © AFRY Finland Oy

ympäristövaikutukset ovat Outokumpu Oy:n eivätkä Mondon vastuulla, eikä tässä YVAssa siten arvioida avolouhoksen vedenpinnan korkeuden nousun seurauksia tarkemmin.

Luokiteltujen pohjavesialueiden takia pohjaveden osalta herkkyys muutoksille hankevaihtoehtojen VE0–3 sekä PVE1 ja PVE2b–c osalta on suuri. Vaihtoehdon PVE2a osalta herkkyys on erittäin suuri. Muutoksen voimakkuus vaihtoehdoissa VE0, VE3 ja PVE2a–c arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi, vaihtoehdoissa VE2a kohtalaiseksi kielteiseksi ja vaihtoehdoissa VE1 ja VE2b ja suureksi kielteiseksi nykytilaan verrattuna.

Pohjavesivaikutusten lieventäminen

Pohjaveteen kohdistuvien haittojen ehkäisemisessä ja lieventämisessä ovat avainasemassa asiantunteva riskikohteiden tunnistaminen, riittäviin tutkimuksiin perustuva rakentamisen suunnittelu ja rakennusmenetelmien valinta, työn toteutuksen, suunnitelmien ja ohjeiden noudattamisen valvonta sekä vaikutusten seuranta. Pohjavesialueella purkuputket tulee suojata erityisrakentein kuten kaksoisvaippaputkella. Tarkemmat rakenne- ja toteutussuunnitelmat tehdään seuraavissa suunnitteluvaiheissa, mikäli jokin vaihtoehdoista PVE2a–c valitaan toteutettavaksi.

Suotovesistä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia ehkäistään valituilla läjitysalueiden pohjarakenteilla sekä suotovesien keräilyllä, käsittelyllä ja seurannalla. Suotovesipumppaamoiden toimintaa on optimoitu ja säädetty kesällä 2026, jotta suotovesiojien pinta saadaan pidettyä mahdollisimman alhaalla. Lisäksi selvitetään mahdollisuutta tehdä uudet suoto-ojat ja suotovesipumppaamot allasalueen etelä- ja luoteispuolelle.

Pintavedet ja vesieliöstö

Sysmäjärveen on kohdistunut ihmistoiminnan kuormitusta yli sadan vuoden ajan ja järven vedenlaatu on heikentynyt. Hankevaihtoehdot VE1–VE3 aiheuttavat vähäisiä muutoksia järven vedenlaadussa, sillä Vuonoksesta tuleva kuormitus muodostaa vain osan järveen kohdistuvasta kokonaiskuormituksesta. Hankevaihtoehdoissa VE2a–b nikkelin pitoisuudet nousevat hieman, ja vaihtoehdossa VE3 voidaan havaita nikkelin määrän hienoista laskua. Muiden aineiden osalta järven vedenlaatu säilyy pitkälti nykyisellään kaikissa vaihtoehdoissa. Järven rehevyystaso ei muutu.

Viinijärvessä purkuputken vaikutus näkyy alusvedessä talvikerrostuneisuuskauden lopulla ainepitoisuuksien nousuna putken suun lähimmissä syvänteissä. Jäiden lähdön jälkeen kevättäyskierto sekoittaa vedet, ja pinnan ja pohjan ainepitoisuuksissa ei havaita avovesikaudella merkittäviä eroja. Purkuputken käyttäminen ei johda järven pysyvään kerrostuneisuuteen.

Arvion mukaan Sysmäjärvessä hankevaihtoehdot VE2a–b tuottavat vähäisen negatiivisen muutoksen. Vaihtoehto VE1 ei poikkea nykytilasta ja vaihtoehto VE3 tuottaa vähäisen positiivisen muutoksen. Viinijärvessä purkuputkivaihtoehdot PVE2a–b johtavat kohtalaiseen negatiiviseen muutokseen. Vaihtoehto PVE2c tuottaa vähäisen negatiivisen muutoksen.

Toiminnan päättymisen jälkeen vesien johtaminen tehdasalueelta Lahdenjoen kautta Sysmäjärveen päättyy. Näin tapahtuisi myös vaihtoehdoissa PVE2a–c, joissa purkuvedet ohjattaisiin Sysmäjärven sijaan. Tällöin Sysmäjärven vedenlaatu määräytyy valuma-alueen muun piste- ja haja-kuormituksen kehityksen mukaisesti. Nykyisin Vuonoksen

Copyright © AFRY Finland Oy

alueelta tuleva purkuvesi on lievästi emäksistä, ja tarkkailussa on havaittu, että Ruutunjoen suunnalta sekä Lahdenjoen kautta muualta valuma-alueelta tuleva vesi on ajoittain hyvin hapanta. On mahdollista, että Vuonoksen vesien johtamisen päättyminen johtaa järvessä alkaliteetin ja pH-arvojen laskuun, kun happamia vesien vaikutus muuttuu aiempaa määräävämmäksi tekijäksi järvessä.

Sysmäjärvessä pohjaeläimistön, kasviplanktonin tai vesikasvillisuuden ekologisen tilan ei arvioida heikkenevän. Vesikasvillisuuteen kohdistuvat vaikutukset jäävät pääosin hyvin vähäisiksi sekä Sysmä- että Viinijärvessä. Viinijärvellä havaittavat vaikutukset painottuvat purkuputkivaihtoehtojen lähisyvänteiden pohjaeläimistöön talvikerrostuneisuuskauden aikana. Muutokset arvioidaan suurimmiksi purkuputkivaihtoehdoissa PVE2a ja PVE2b. Putken asentaminen ja mahdollinen ruoppaus aiheuttavat paikallista pohjan häiriintymistä ja voivat tilapäisesti lisätä veden samentumista sekä kiintoaineen leviämistä, millä on tilapäistä haittavaikutusta vesieliöstöön.

Linnut

Hankkeen merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat merikotkan ja sääksen pesään purkuputkireitin PVE2c varrella, sekä Sysmäjärven Natura-alueeseen. Purkuputken PVE2c rakentaminen voi aiheuttaa häiriötä pesäpaikalle, jolla voi olla heikentäviä vaikutuksia reviiriin ja sen poikastuottoon, vaikkakin häiriötä muodostuu vain melko lyhyen aikaa rakentamisen aikana.

Rikastushiekka-alue on MAALI-alue, jonka pesimä- ja muuttolinnustolle voi aiheutua muutoksia ja häiriövaikutuksia, joita tosin alueella on jo nykyisinkin. Reittivaihtoehdon PVE1 osalta herkkyydeksi määriteltiin suuri. Sysmäjärven alue on Natura-alue, sekä merkittävä lintukosteikko, joka on kärsinyt rehevöitymisestä ja happi-kadosta. Lisäksi alueen pH ja metallipitoisuudet ovat muuttuneet. Hankkeen toiminnan aikana reittivaihtoehdossa PVE1 ei arvioida muodostuvan uusia vaikutuksia Sysmäjärven linnustoon, koska Sysmäjärven vedenlaadussa tai vesieliöstössä ei arvioida tapahtuvan juuri lainkaan muutoksia nykytilaan verrattuna. Kuitenkin hankkeen päättymisen ja purkuvaihtoehtojen PVE2a–c aiheuttamat vesistömuutokset voivat heikentää Sysmäjärven tilaa, kun Mondon toiminnan aikainen positiivinen vaikutus järven tilaan loppuu.

Eläimet

Hankkeen merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat viitasammakkoon, jonka lisääntymis- ja levähdyspaikkoihin kohdistuu suuria vaikutuksia purkuputkien PVE2b ja PVE2c rantautumispaikoilla.

Purkuputken PVE1 vaikutukset liittyvät toiminnan aikaiseen purkuvesien pitoisuusmuutoksiin Sysmäjärvellä. Sysmäjärven herkkyys arvioidaan suureksi, sillä alue on rajattu Natura-alueena ja järvi kärsii etenkin rehevöitymisestä sekä sen aiheuttamasta umpeenkasvusta ja happikadosta. Lisäksi alueen pH ja metallipitoisuudet ovat muuttuneet. PVE1 vaikutukset eläimistöön arvioidaan haitallisuudeltaan vähäisiksi, koska Sysmäjärven vedenlaadussa ei arvioida tapahtuvan merkittäviä muutoksia nykytilaan verrattuna.

Suojelualueet

Lähin luonnonsuojelualue sijaitsee yli kahden kilometrin etäisyydellä kaivospiiristä ja lähin Natura-alue Sysmäjärvi (FI070001) noin viiden kilometrin etäisyydellä. Sysmäjärvi on myös kansainvälisesti arvokas lintualue (IBA). Kaivospiirin alueelle sijoittuu maakunnalli-

Copyright © AFRY Finland Oy

sesti (MAALI) arvokas lintualue Vuonos. Purkuputkireittivaihtoehto PVE1 laskee Sysmä-järveen. Hankkeeseen on laadittu Sysmä-järveä koskeva Natura-arviointi.

Kaikissa tehdasalueen hankevaihtoehdoissa VE0 lukuun ottamatta aiheutuu vähäisiä häiriövaikutuksia Vuonoksen altaiden MAALI-alueeseen. Purkuputkireitin PVE1 tehdasalueen hankevaihtoehdoista VE2a ja VE2b johtavat nikkelipitoisuuden nousuun ja voivat aiheuttaa herkkyydeltään suurella Sysmäjärvellä paikallista vähäistä haittaa etenkin Lahdenjoen suun läheisyydessä. Muissa hankevaihtoehdoissa ei PVE1 purkuputkireitin tilanteessa ole vaikutuksia.

Nykytilassa hankkeen purkuvedet neutralisoivat Sysmäjärveä. Koko Sysmäjärven valuma-alueen mittakaavassa sekä purkuputkireittivaihtoehdon PVE1 toiminnan jälkeiset että purkuputkireittivaihtoehtojen PVE2a–c toiminnan aikaiset yhteisvaikutukset voivat olla Sysmäjärven Natura-alueen kannalta merkittäviä, jos järven pH-taso laskee jo nykyisestä ajoittain alhaisesta tasosta. Vaikutus muodostuu valuma-alueen muusta nykyisestä kuormituksesta.

Yhteenvetotaulukko vaikutuksista

Seuraavaan taulukkoon 26-1 on koottu yhteenvetona edellä luvuissa 6–23 esitetyt hankevaihtoehtojen VE1, VE2a–b, VE3, PVE1 sekä PVE2a–c vaikutusten merkittävyydet vaikutusalueittain.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 26-1. Hankevaihtoehtojen (VE1, VE2a–b, VE3, PVE1 sekä PVE2a–c) vaikutusten merkittävyys verrattuna nykytilanteeseen ja hankkeen toteuttamatta jättämiseen (0-vaihtoehto).

Erittäin suuri kielteinen	Suuri kielteinen	Kohtalainen kielteinen	Vähäinen kielteinen	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen	Kohtalainen myönteinen	Suuri myönteinen	Erittäin suuri myönteinen

Hankkeen ympäristövaikutukset	VE0	VE1	VE2a	VE2b	VE3	PVE1	PVE2a	PVE2b	PVE2c	Huomiot
Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**	**PVE1**	**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	Toteutusvaihtoehtojen VE2a ja VE3 maankäytöllisen vaikutuksen merkittävyys arvioidaan **vähäisen kielteiseksi**. Toteutusvaihtoehdoilla VE1 ja VE2b, purkuputkireitillä PVE1, Viinijärven raaka-veden ottoreitillä, vanhan avolouhoksen raakaveden ottoreitillä sekä vaihtoehdolla VE0 **ei** arvioida olevan merkittävää maankäytöllistä **vaikutusta**. Purkuputkireittien PVE2a, PVE2b ja PVE2c maankäytöllisen vaikutuksen merkittävyys arvioidaan **kohtalaisen kielteiseksi**.
Liikenne	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**					Vaihtoehdossa VE0 Vuonoksen tehtaan toiminta päättyy arviolta vuosina 2030–2032, ja sulkemistoimenpiteiden jälkeen alueelle suuntautuu ainoastaan vähäistä liikennettä. Tämän vuoksi vaihtoehdon VE0 muutoksen suuruus arvioidaan vähäiseksi myönteiseksi. Hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 toiminta jatkuu noin 20 vuotta pidempään kuin vaihtoehdossa VE0. Nykyisellä tuotantomäärällä liikennemäärien ei arvioida muuttuvan merkittävästi nykytilanteeseen verrattuna, mutta enimmäistuotantotilanteessa liikennemäärien arvioidaan kasvavan hieman erityisesti Polvijärven kaivosten ja Vuonoksen tehtaan välisellä kuljetusreitillä. Muutos arvioidaan **vähäiseksi kielteiseksi**. Purkuputkivaihtoehtojen PVE2a, PVE2b ja PVE2c toteuttaminen aiheuttaa lisäksi tilapäistä liikennettä putkilinjan ja siihen liittyvien rakenteiden rakentamisen aikana.
Melu ja tärinä	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**	**PVE1**	**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	Arvion mukaan rakentamisen meluvaikutukset jäävät vähäisiksi ja ympäristömelutasot jäävät selkeästi ohjearvojen alapuolelle. Maarakentamisen melu voi olla hetkittäin erotettavissa lähimpien asuinrakennusten luona. Toiminnanaikaiset vaikutukset aiheutuvat mahdollisesti lisääntyvästä liikenteestä. Lähimmän tien kokonaisliikenteeseen verrattuna muutos on kuitenkin niin vähäinen, että melutaso ei havaittavasti kasva ja arvio hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 on **ei vaikutusta**. Tärinävaikutuksiin hankevaihtoehtojen muutoksilla ei ole vaikutusta.

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankkeen ympäristövaikutukset	VE0	VE1	VE2a	VE2b	VE3	PVE1	PVE2a	PVE2b	PVE2c	Huomiot
Maa- ja kallioperä	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**	**PVE1**	**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	Kaivospiirin alueelle tai sen lähiympäristöön ei sijoitu arvokkaita kalliomuodostumia, kivikkoja, ranta- tai tuulikerrostumia tai moreenimuodostumia. Koska hankealueella ei ole arvokkaita geologisia kohteita, maa ja kallioperän osalta herkkyys muutoksille kohdealueella on vähäinen. Maarakennus ja kaivuutyöt sijoittuvat nykyisen altaan ympäristöön tai sen päälle, joten maaperän osalta muutoksen suuruuden arvioida olevan hankevaihtoehdoissa VE1–3 vähäisiä negatiivisia. Hankevaihtoehdoissa PVE2a–c tehdään kaivuutöitä pohjavesialueiksi luokitelluilla harjumuodostumilla, joten maaperän osalta muutoksen voidaan arvioida olevan vähäisiä negatiivisia. Maa- ja kalloperän osalta hankkeella on siten **vähäinen kielteinen** vaikutus.
Pohjavedet	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**	**PVE1**	**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	Välittömästi rikastushiekka-altaan länsipuolella on luokiteltu, vedenhankintakäyttöön soveltuva pohjavesialue, jonka itäreunalla on havaittu rikastushiekka-altaan vaikutuksia (putki 301). Kaikki purkureittivaihtoehdot kulkevat luokiteltujen, vedenhankintaa varten tärkeiden tai siihen soveltuvien pohjavesialueiden halki. •Vaihtoehdossa VE0 nykyisen kaltaiset vaikutukset jatkuvat tai saattavat jossain määrin lisääntyä. •Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaalta Onkilammensärkät-harjualueelle päätyvän suotoveden määrä voi lisääntyä. •Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b tilanne muistuttaa nykytilannetta, mutta vaikutukset jatkuvat vuoteen 2050 asti. VE2a:ssa uudella altaalla on tiiviit pohjarakenteet, mikä vähentää vaikutuksia VE2b verrattuna. •Vaihtoehdossa VE3 altaista ympäristöön suotautuvan veden määrä vähenee VE0 tilanteeseen verrattuna, mutta vaikutukset jatkuvat vuoteen 2050 asti. Vaihtoehdossa RVE2 Outokummun vanhan avolouhoksen vedenpinnan korkeus nousee, ja avolouhoksesta alkaa purkautua vettä pinta- ja pohjavetenä ympäristöön. Avolouhoksen ympäristövaikutukset ovat Outokumpu Oy:n eivätkä Mondon vastuulla. Vaihtoehdoissa PVE2a–c uusi putkilinjaus kulkee Makumäen luokitellun pohjavesialueen läpi ja PVE2a suunnitellun pohjavedenottamon arvioidun, ohjeellisen suojavyöhykkeen halki. Pohjaveden osalta hankkeella on siten vaihtoehdon mukaan **kohtalainen tai suuri kielteinen vaikutus**.

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankkeen ympäristövaikutukset	VE0	VE1	VE2a	VE2b	VE3	PVE1	PVE2a	PVE2b	PVE2c	Huomiot
Vesistöt ja vedenlaatu (PVE1)	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**					Hankevaihtoehdot VE1–VE3 aiheuttavat vähäisiä muutoksia Sysmäjärven vedenlaadussa, sillä Vuonoksesta tuleva kuormitus muodostaa vain osan järveen kohdistuvasta kokonaiskuormituksesta. Sysmäjärvessä hankevaihtoehdot VE2a–b tuottavat vähäisen negatiivisen muutoksen. Vaihtoehto VE1 ei poikkea nykytilasta ja vaihtoehto VE3 tuottaa vähäisen positiivisen muutoksen. Viinijärvessä purkuputkivaihtoehdot PVE2a–b johtavat kohtalaiseen negatiiviseen muutokseen. Vaihtoehto PVE2c tuottaa vähäisen negatiivisen muutoksen. Vuonosjoen-Sätösjoen ainepitoisuudet säilyvät hankevaihtoehdoissa VE1–VE3 hyvin lähellä nykyistä tasoa. Viinijärvessä purkuputken vaikutus näkyy alusvedessä talvikerrostuneisuuskauden lopulla ainepitoisuuksien nousuna putken suun lähimmissä syvänteissä. Pohjoisin purkuputkivaihtoehto PVE2a aiheuttaa suurimmat ainepitoisuuksien nousut alusvedessä talvikauden lopulla. Vaihtoehdossa PVE2b pitoisuusnousut ovat hieman pienempiä, mutta vaikutusalueen koko on suurempi kuin vaihtoehdossa PVE2a. Vähäisimmät vaikutukset on eteläisimmällä purkuputkivaihtoehdolla PVE2c, joka aiheuttaa lievää ainepitoisuuksien nousua talvikaudella.
Vesistöt ja vedenlaatu (PVE2a–c)	**VE0**						**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	
Sedimentit	**VE0**					**PVE1**	**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	Vaihtoehdossa PVE1 Sysmäjärvi vaikutukset sedimentteihin ovat pääosin kuten nykytilassa. Rakentamisen aikaan suhteellisesti suurimmat vaikutukset olisivat reitillä PVE2c, jossa purkureitin pituus Viinijärvessä on suurin.
Vesieliöstö (PVE1)	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**					Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b nikkelipitoisuuden nousu voi aiheuttaa vähäistä paikallista haittaa Lahdenjoen suualueella, mutta pohjaeläimistön, kasviplanktonin tai vesikasvillisuuden ekologisen tilan ei arvioida heikkenevän. Vesikasvillisuuteen kohdistuvat vaikutukset jäävät pääosin hyvin vähäisiksi. Sysmäjärven kasvillisuuden kehitystä ohjaa ensisijaisesti rehevyys.
Vesieliöstö (PVE2a–c)	**VE0**						**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	Viinijärvellä havaittavat vaikutukset painottuvat purkuputkivaihtoehtojen lähisyvänteiden pohjaeläimistöön talvikerrostuneisuuskauden aikana. Muutokset arvioidaan suurimmiksi purkuputkivaihtoehdoissa PVE2a ja PVE2b. Viinijärvellä pitoisuusnousut painottuvat kasvillisuusalueiden sijasta syvänteisiin. Kasvillisuuden lajiston, laajuuden tai ekologisen tilan ei arvioida muuttuvan.

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankkeen ympäristövaikutukset	VE0	VE1	VE2a	VE2b	VE3	PVE1	PVE2a	PVE2b	PVE2c	Huomiot
Kalat ja kalastus (PVE1)	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**					Sysmäjärven nykytila on jo kuormituksen heikentämä. Kalaston ekologinen tila on tyydyttävä, ja kohonneisiin sulfaatti- ja metallipitoisuuksiin liittyy haittavaikutusten riski jo nykytilassa. Vaihtoehtojen VE2a ja VE2b vaikutukset arvioidaan vähäisen kielteisiksi erityisesti Lahdenjoen suualueella nikkelipitoisuuden nousun vuoksi. Vaihtoehtojen VE1 ja VE3 vaikutukset ovat merkityksettömiä suhteessa nykytilaan.
Kalat ja kalastus (PVE2a–c)	**VE0**						**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	Viinijärvellä vaikutukset painottuvat purkupaikkojen lähisyvänteisiin talvella. Vaikutukset ovat suurimmat purkuputkivaihtoehdossa PVE2a. Merkittäviä kalastovaikutuksia ei arvioida syntyvän.
Kasvillisuus ja luontotyypit	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**	**PVE1**	**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	Vaihtoehdossa VE1 ja VE2b rikastushiekka-allas rakennetaan olemassa olevalle rikastushiekka-alueelle. Vaikutukset kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin ovat korkeintaan vähäiset epäsuorien vaikutusten, kuten pölyämisen, kautta. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 rikastushiekka-allas rakennetaan uudelle alueelle. Alue on kuitenkin tavanomaista kasvatusmetsää, joten herkkyys ja haitalliset vaikutukset arvioidaan vähäisiksi. Purkuputkivaihtoehdolla PVE1 ei ole vaikutuksia kasvillisuuteen tai luontotyyppeihin. Vaihtoehdot PVE2a–c sijoittuvat uuteen maastokäytävään, joiden alueella luonto on kuitenkin eriasteisesti muuttunutta ja ihmisen muokkaamaa. PVE2a osalta luontoarvojen herkkyys arvioidaan kohtalaiseksi, sillä reitillä sijaitsee luonnontilaisia tai sen kaltaisia kohteita. PVE2b ja PVE2c herkkyys arvioidaan vähäiseksi. Kokonaisuudessaan vaikutuksen kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin arvioidaan olevan **vähäinen kielteinen**.
Linnusto	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**	**PVE1**	**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	Hankkeen merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat merikotkan ja sääksen pesään purkuputkireitin PVE2c varrella. Rikastushiekka-alue on MAALI-alue, jonka pesimä- ja muuttolinnustolle voi aiheutua muutoksia ja häiriövaikutuksia joita tosin alueella on jo nykyisinkin (vaikutus **kohtalainen kielteinen**). Sysmäjärven alue on Natura-alue, sekä merkittävä lintukosteikko, joka on kärsinyt rehevöitymisestä ja happikadosta. Lisäksi alueen pH ja metallipitoisuudet ovat muuttuneet. Hankkeen myötä reittivaihtoehdossa PVE1 ei arvioida muodostuvan uusia vaikutuksia toiminnan aikana Sysmäjärven linnustoon. Muilta osin hankkeen linnustovaikutukset arvioidaan **vähäisiksi kielteisiksi.**

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankkeen ympäristövaikutukset	VE0	VE1	VE2a	VE2b	VE3	PVE1	PVE2a	PVE2b	PVE2c	Huomiot
Muu eläimistö	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**	**PVE1**	**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	VE1, VE2a, VE2b ja VE3 vaikutukset arvioidaan **vähäisen kielteiseksi.** PVE1 Sysmäjärven herkkyys arvioidaan suureksi, mutta vaikutukset eläimistöön arvioidaan haitallisuudeltaan vähäisiksi, koska Sysmäjärven vedenlaadussa ei arvioida tapahtuvan merkittäviä muutoksia nykytilaan verrattuna. Purkuputkivaihtoehdon PVE2a herkkyys arvioidaan vähäiseksi ja eläimistöön kohdistuvat haitalliset vaikutukset vähäisiksi. PVE2b reitin herkkyys arvioidaan kohtalaiseksi ja haitallisten vaikutusten suuruus kohtalaiseksi, sillä reitillä sijaitsee viitasammakoiden lisääntymis- ja levähdyspaikka sekä reitti sivuaa liito-oravan elinympäristöä. Vaihtoehdon PVE2c reitille sijoittuu viitasammakoiden lisääntymis- ja levähdyspaikka, mutta alue on muuten pääosin melko voimakkaasti ihmisvaikutteista. Alueen herkkyys arvioidaan vähäiseksi ja haitallisten vaikutusten suuruus kohtalaiseksi.
Suojelualueet (Sysmäjärvi PVE1)	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**					Arvioinnin lopputulokseen vaikuttaa vahvimmin Sysmäjärveen kohdistuvat vaikutukset. Arvioinnissa MAALI- ja FINIBA-alueet on luokiteltu herkkyydeltään kohtalaisiksi ja Natura-alueet sekä luonnonsuojelualueet herkkyydeltään suuriksi. Kaikissa tehdasalueen hankevaihtoehdoissa VE0 lukuun ottamatta aiheutuu vähäisiä häiriövaikutuksia Vuonoksen altaiden MAALI-alueeseen. Purkuputkireitin PVE1 tehdasalueen hankevaihtoehdoista VE2a ja VE2b johtavat nikkelipitoisuuden nousuun ja voivat aiheuttaa herkkyydeltään suurella Sysmäjärvellä paikallista vähäistä haittaa etenkin Lahdenjoen suun läheisyydessä. Muissa hankevaihtoehdoissa ei PVE1 purkuputkireitin tilanteessa ole vaikutuksia. Purkuputkireittien PVE2a–c osuuksille Viinijärven FINIBA-alueella kohdistuu rakentamisen aikana vähäisiä häiriövaikutuksia ja toiminnan aikaisia vähäisiä vesistövaikutuksia.
Suojelualueet (Viinijärvi PVE2a–c)	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**					
Ilmanlaatu	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**	**PVE1**	**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	Toiminnasta ei aiheudu ilmanlaadun raja-arvojen ylityksiä eikä haitallisia terveysvaikutuksia missään toteutusvaihtoehdossa. Kaikissa hankevaihtoehdoissa VE1, VE2a, VE2b ja VE3 toiminnan aikaisen vaikutuksen suuruus arvioidaan vähäiseksi, jolloin kokonaisvaikutus on **vähäinen kielteinen**. Purkuputkivaihtoehdoista PVE2a, PVE2b ja PVE2c ei aiheudu ilmanlaatuvaikutuksia toiminnan aikana vaan niiden pölyvaikutukset ajoittuvat ainoastaan rakentamisaikaan.
Maisema	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**	**PVE1**	**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	Hankkeessa muutoksia maisemaan tuotantolaitoksen lähialueella aiheuttaa rikastushiekka-altaan korotus (VE1) ja uusi rikastushiekka-allas (VE2a ja VE3). Alueella on jo toiminnassa oleva tuotantolaitos eikä lähialueelle sijoitu maiseman tai kulttuuriympäristön arvoalueita tai -kohteita, joten kohteen herkkyys on arvioitu vähäiseksi.

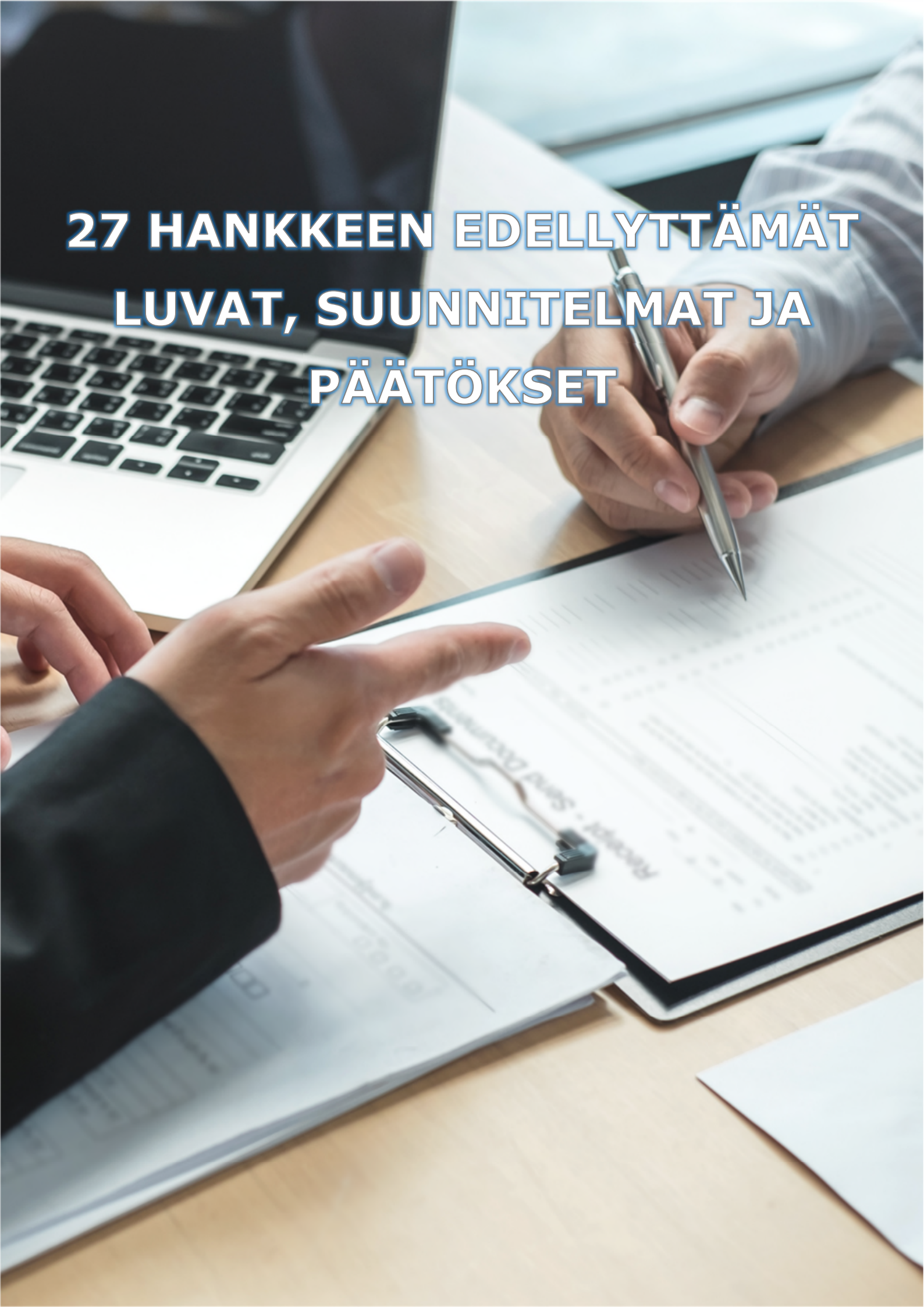
Copyright © AFRY Finland Oy

Hankkeen ympäristövaikutukset	VE0	VE1	VE2a	VE2b	VE3	PVE1	PVE2a	PVE2b	PVE2c	Huomiot
										Muutos maisemassa ei näy välitöntä lähiympäristöä laajemmalle alueelle, eikä se vaikuta maiseman tai kulttuuriympäristön kannalta tärkeiden ominaispiirteiden säilymiseen. Muutoksen suuruus ja vaikutusten merkittävyys on sen vuoksi arvioitu **vähäisen kielteiseksi** kaikissa hankevaihtoehdoissa. Purkuputkireittivaihtoehtojen PVE2a–c vaikutus maisemaan on myös vain vähäisen kielteinen.
Luonnonvarojen hyödyntäminen	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**	**PVE1**	**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	Toiminta-ajan jatkaminen olemassa olevalla tehdasalueella tai sen laajennus-alueella sekä siihen liittyvän infrastruktuurin hyödyntäminen myös tulevaisuudessa tukee luonnonvarojen kestävää hyödyntämistä. Padon korottaminen (VE1 ja VE2b) ja etenkin uuden altaan rakentaminen (VE2a ja VE3) sekä alueen sulkemisrakenteet vaativat ulkopuolista kiviainesta, moreenia tai savea tiivistysrakenteisiin. Purkureittivaihtoehdoissa PVE2a–c putki kaivetaan maahan, ja rakentamisen yhteydessä voidaan tarvita täyttöön tai pohjavesialueen ylityskohdassa suojausrakenteisiin tehdasalueen ulkopuolelta tuotavia maa-aineksia. Nykyisen allasalueen korottaminen (VE1 ja VE2b) sen laajentaminen (VE2a ja VE3) välittömästi nykyisen altaan viereen pitävät ympäristömuutoksen rajatulla alueella. Kaikilla hankevaihtoehdoilla VE1, VE2a, VE2b ja VE3 sekä PVE2a–c arvioidaan olevan **vähäinen kielteinen vaikutus** nykyisen kaivospiirin ulkopuolisten luonnonvarojen hyödyntämiseen. Purkuputkien rakentamisen ja käytön aikaiset vaikutukset pohjavesivarantoon on arvioitu yksityiskohtaisesti kohdassa Pohjavedet (luku 9).
Ihmisten elinolot, viihtyvyys, virkistyskäyttö ja terveys	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**		**PVE2a**	**PVE2b**	**PVE2c**	Kokonaisuudessaan hankkeen vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistys-käyttöön arvioidaan **vähäisen kielteiseksi**. Vaikutukset kohdistuvat vesistövaikutusten osalta Viinijärveen, melu- ja pölyvaikutusten kohdalla tehdasalueen ympärille ja liikenteen osalta haja-asutukselle seututien 504 varrella. Muilta osin vaikutukset ovat vähäiset. Hankevaihtoehdoilla ei ole vaikutusta kalastoon tai kalastukseen, uimiseen, järviveden käyttämiseen löylyvetenä tai vesikasvillisuuteen. Hankkeen rakentamisaikana ei arvioida syntyvän sellaisia vaikutuksia, jotka aiheuttaisivat terveyshaittaa. Toiminnan aikana suoria terveysvaikutuksia ei synny, mutta melutason nousu voi häiritä kaivospiiriä lähinnä olevia asuinkiinteistöjä, mikäli melutason nousu koetaan

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankkeen ympäristövaikutukset	VE0	VE1	VE2a	VE2b	VE3	PVE1	PVE2a	PVE2b	PVE2c	Huomiot
										häiritsevänä. Melulle asetetut raja-arvot eivät kuitenkaan ylity.
Työllisyys ja elinkeinot	**VE0**	**VE1**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3**					Rakennusvaihe työllistää rakennusurakoitsijoita, ja sillä voi olla myönteinen vaikutus paikallisten palvelujen hyödyntämiseen. Toiminta-ajan jatkaminen vaihtoehdoissa VE1-VE3 tukee alueen työllisyyttä, koska toimintaa jatketaan 20 vuoden ajan. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3 vaikutuksia voi syntyä metsätalouteen, mikäli kaivospiiri laajenee metsätalousalueelle. Ammattikalastuksen elinkeinoon ei rakentamisesta arvioida syntyvän merkittäviä vaikutuksia. Mahdollisten purkuputken rakentaminen työllistää jonkin verran, mutta ajallisesti kesto ei ole kovin pitkä.

Copyright © AFRY Finland Oy



27 HANKKEEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT, SUUNNITELMAT JA PÄÄTÖKSET

27 HANKKEEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT, SUUNNITELMAT JA PÄÄTÖKSET

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn päätyttyä hanke etenee lupavaiheisiin. YVA-selostus sekä siitä annettu yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä liitetään lupahakemuksiin. Seuraavissa luvuissa on kerrottu lyhyesti mitä menettelyjä, lupia ja päätöksiä mahdollisesti edellytetään.

27.1 Voimassa olevat luvat ja päätökset

27.1.1 Kaivoslain mukaiset luvat

Tehdastoiminta sijoittuu Vuonoksen kaivospiirin (kaivosrekisterinumero 1852) alueelle. Kaivospiirin pinta-ala on noin 418 ha.

Uuden rikastushiekka-alueen rakentaminen vaihtoehtojen VE2a ja VE3 mukaisesti edellyttää nykyisen kaivosalueen laajentamista. Kaivosalueen laajentaminen edellyttää kaivoslupaa ja mahdollisesti kaavaa, joka voi vaikuttaa aikatauluun (ks. seuraavat luvut 27.3 ja 27.4).

27.1.2 Ympäristö- ja vesitalousluvat

Itä-Suomen ympäristölupavirasto on myöntänyt Vuonoksen tehtaalle ympäristöluvan (Nro 96/07/2) vuonna 2007. Veden ottaminen Viinijärvestä tehtaan prosessivedeksi tapahtuu Itä-Suomen vesioikeuden 2.5.1986 myöntämän luvan perusteella.

Toimintaa koskevat luvat ja niiden muutokset on koottu taulukkoon 27-1.

Taulukko 27-1. Toimintaa koskevat luvat ja niiden muutokset. Päätökset ovat lainvoimaisia.

Lupanumero	Diaarinumero	Asia ja antopäivä
96/07/2	ISY-2004-Y-252	Vuonoksen rikastamoa ja talkkitehdasta koskeva ympäristölupa, 30.8.2007
15/2014/1	ISAVI/43/04.08/2011	Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan ympäristöluvan muuttaminen, Outokumpu ja Liperi, 27.2.2014
11/2020	ISAVI/3914/2019	Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan toiminnan olennainen muuttaminen ja toiminnanaloittamispyyntö, Outokumpu, 3.3.2020

27.2 Ympäristö- ja vesitalouslupa

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn päätyttyä hanke etenee lupavaiheisiin. Hankkeesta vastaava päättää YVA-menettelyn tuloksiin ja muihin jatkotutkimuksiin ja -selvityksiin perustuen, mille vaihtoehdolle lupia haetaan. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn päätyttyä YVA-selostus ja yhteysviranomaisen siitä antama perusteltu päätelmä liitetään laadittavaan ympäristölupahakemukseen.

Ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaisesti ympäristölupa tarvitaan toiminnalle, josta aiheutuu ympäristön pilaantumisen vaaraa. Edellytyksenä ympäristöluvan myöntämiselle on mm. se, ettei hankkeesta aiheudu yksinään eikä muiden toimintojen kanssa

Copyright © AFRY Finland Oy

terveyshaittaa, merkittävää muuta ympäristön pilaantumista eikä maaperän tai pohjaveden pilaantumista.

Vedenotto ja vesien johtaminen edellyttävät vesilain (587/2011) mukaista lupaa. Vesilupa vaaditaan, mikäli hanke voi muuttaa vesistön asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta tai virtaamaa, rantaa tai vesiympäristöä taikka pohjaveden laatua. Vesilupaa haetaan yleensä samassa yhteydessä kuin ympäristölupaa. Hanke voi edellyttää vesilain mukaista lupaa myös siinä tapauksessa, jos se vaarantaa vesilain 2:11 mukaisten vesiluontotyyppien luonnontilan säilymistä (esimerkiksi luonnontilaisen lähteen tilan muuttaminen). Ympäristönsuojelu- ja vesilain mukaisten hakemusten käsittelystä ja myöntämisestä vastaa Lupa- ja valvontavirasto.

Purkuputken rakentaminen muiden maanomistajien maille ja osakaskunnan vesialueelle edellyttää luvan alueen käytölle. Vesilain 2 luvun 13 § mukaan käyttöoikeus toisen alueeseen tai rakennelmaan voidaan myöntää, jos hakija hallitsee omistusoikeuden tai pysyvän käyttöoikeuden perusteella vähintään puolta tarvittavasta alueesta, tai jos kysymys on hakijalle ja muille yhteisesti kuuluvasta alueesta, toimenpiteen kohteeksi joutuva alue ei ole sanottavasti suurempi kuin hakijan osuus yhteisestä alueesta.

27.3 Kaavoitus

Kaivoslain 1.6.2023 voimaan tulleen muutoksen myötä kunnan asema ja kaavoituksen merkittävyys kaivosluvan myöntämisen edellytyksenä on tarkentunut. Lakimuutoksen myötä kunta päättää kaivoslain 47 § 4 momentin mukaisesti uusien kaivosalueiden tai kaivosalueiden laajennusten kaavoittamisesta joko asemakaavalla tai oikeusvaikutteisella yleiskaavalla kaivoshanketta varten. Hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE3 muodostuu mahdollinen viranomaisten kanssa ratkaistava asemakaavoitus- tai yleiskaavoitustarve kaivospiirin laajennuksen alueilla.

27.4 Kaivoslupa

Kaivosalueen laajennus vaatii kaivosluvan. Tukes myöntää kaivosluvan yleensä toistaiseksi voimassa olevaksi, mutta lupa voidaan myöntää myös määräajaksi.

Kaivosluvassa hakijalle myönnetään kaivosalue ja tarvittaessa apualue (purkuputki). Aiemmin, ennen vuotta 2011, myönnetyistä kaivosoikeuksista käytettiin nimitystä kaivospiiri.

Kaivostoimitus antaa kaivosluvan tai kaivosalueen lunastusluvan haltijalle oikeuden käyttää kaivosaluetta kaivostoimintaan. Maanmittauslaitoksen toimittama kaivostoimitus käynnistyy, kun Tukes on myöntänyt kaivosluvan. Kaivosluvan haltija voi hankkia kaivostoimintaa varten tarvittavan alueen omistus- tai käyttöoikeuden joko sopimusteitse tai hakea kaivosaluelunastuslupaa valtioneuvostolta. Alueiden käyttöoikeuksien lunastaminen ja muiden erityisten oikeuksien lunastaminen tehdään Maanmittauslaitoksen kaivostoimituksessa. Jos Maanmittauslaitos ei voi myöntää lunastusoikeutta kaivostoimituksessa, niin Valtioneuvosto voi myöntää oikeuden käyttää toiselle kuuluvaa aluetta kaivosalueena. Kaivosluvan haltija ei saa aluetta omistukseensa. Kaivostoimituksessa lunastetaan kaivosaluelunastusluvan ja kaivosluvan haltijalle tulevat oikeudet ja määrätään niihin liittyvät korvaukset. Ellei kaivoslaissa ole korvauksiin liittyviä erityissäännöksiä, sovelletaan korvauksiin lunastuslakia. Kaivostoimituksessa määrätään korvaus lunastuslain 29 §:n täyden korvauksen periaatetta noudattaen. Korvaus muodostuu kohteen-, haitan- ja vahingonkorvauksesta.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaivosluvan haltijan on maksettava kaivosalueeseen kuuluvien kiinteistöjen omistajille vuotuinen korvaus, eli louhintakorvaus. Velvollisuus louhintakorvaukseen alkaa, kun kaivoslupa on lainvoimainen. Tukes vahvistaa maanomistajille maksettavat louhintakorvaukset vuosittain.

27.5 Patoturvallisuus

Patojen ja niihin kuuluvien rakennelmien ja laitteiden osalta tulee huomioida patoturvallisuuslaki (494/2009). Patoturvallisuuslain tavoitteena on varmistaa turvallisuus patojen rakentamisessa, kunnossapidossa ja käytössä sekä vähentää padoista aiheutuvaa vahingonvaaraa. Pato voidaan ottaa käyttöön, kun patoturvallisuusviranomainen on patoturvallisuuslain mukaisesti luokitellut padon ja hyväksynyt tarkkailuohjelman patoturvallisuuslain 14 §:n mukaisesti. Patoturvallisuusviranomainen luokittelee padot ennen patojen käyttöönottoa, niistä aiheutuvan vahingonvaaran perusteella. 1-luokan padoille tulee laatia vahingonvaaraselvitys, joka tulee myös hyväksyttää ennen padon käyttöönottoa. Padon rakentamista koskevat asiat käsitellään ympäristöluvan yhteydessä. Luvan yhteyteen tehty vahingonvaara-arvio on lähtökohtana 1-luokan padoille vaadittuun patoturvallisuuslain 12 §:n ja patoturvallisuusasetuksen 6 §:n mukaiseen vahingonvaaraselvitykseen. Lupamenettelyssä tulee siis olla arvio padon vahingonvaarasta, luokittelusta, mitoituksesta ja yleissuunnitelmatasoiset suunnitelmat padoista.

27.6 Muut huomioitavat lait ja luvat

Hankealueella mahdollisesti esiintyvien luonnonsuojelulain (9/2023) 70 § mukaisten rauhoitettujen eläinlajien, 73 § mukaisten suurten petolintujen pesäpuiden, 74 § mukaisten rauhoitettujen kasvilajien, ja 78 §:n mukaisten Euroopan unionin tärkeinä pitämien eliölajien esiintymispaikkojen osalta Lupa- ja valvontavirasto voi hakemuksesta myöntää luvan poiketa em. rauhoitussäännöksistä, jos siitä ei ole haittaa eliölajin suojelutason säilyttämiselle tai sen saavuttamiselle. Luontodirektiivilajien osalta on edellytyksenä lisäksi, ettei sille ole muuta tyydyttävää ratkaisua, ja että poikkeus on tarpeen. Ensisijaisena toimenpiteenä hankkeessa on kuitenkin hankkeen suunnittelu siten, että poikkeuslupamenettelyt eivät ole tarpeen.

Muinaismuistolain (295/1963) mukaan kiinteän muinaisjäännöksen kaivaminen, peittäminen, muuttaminen, vahingoittaminen, poistaminen ja muu kajoaminen on kielletty ilman muinaismuistolain nojalla annettua lupaa. Museovirasto voi hakemuksesta myöntää kajoamisluvan muinaisjäännökseen.

Kaapelin, putken, sähköjohdon tai muun vastaavan rakenteen sijoittaminen maantien tiealueelle edellyttää Elinvoimakeskuksen myöntämää sijoituslupaa. Sijoitusluvat käsitellään keskitetysti Sisä-Suomen elinvoimakeskuksessa.

Mikäli sijoittaminen edellyttää vesistön alitusta tulee Lupa- ja valvontavirastolle tehdä ilmoitus, jonka perusteella Lupa- ja valvontavirasto ohjaa hakemaan vesilain mukaista lupaa tai antaa reunaehtoja hankkeen toteuttamiselle. Vesi-, viemäri-, voima- tai muun johdon tekeminen yleisen kulkuväylän ali vaatii aina Lupa- ja valvontaviraston vesitalousluvan.

Mahdollinen purkuputken rakentaminen rautatien ali vaatii risteämäluvan. Risteämälupa koskee radan alitusta tai sijoitusta radan suuntaisesti tai muutoin Väyläviraston omistamalle alueelle. Risteämällä tarkoitetaan rautatiealueella sijaitsevia johtoja, putkia tai kaapeleita.

Copyright © AFRY Finland Oy

Mondo on 30.3.2026 toimittanut Säteilyturvakeskukselle (STUK) selvityksen luonnonsäteilyn aiheuttamasta säteilyaltistuksesta Vuonoksen tehtaalla (AFRY Finland Oy 2026g). STUK on 2.4.2026 todennut että selvitys on riittävä säteilylain 146 §:n mukaiseksi selvitykseksi (STUK 2026). Selvityksessä on osoitettu, että toiminnasta aiheutuva työntekijöiden ja väestön altistus luonnonsäteilylle on viitearvoja pienempää, eikä luonnonsäteilyaltistusta tarvitse rajoittaa enempää säteilylain 147 §:n tarkoittamalla tavalla. Polvijärven kaivoksille on tehty säteilylain mukainen selvitys 30.11.2023 (Envineer Oy 2023).

Hankkeen toteuttaminen voi myös edellyttää lisäksi maa-aineslain (555/1981) mukaista ottamislupaa, mikäli hankkeen yhteydessä joudutaan ottamaan maa-ainesta muualta kuin rakentamisen yhteydessä. Lisäksi voidaan tarvita MRL:n mukaisia lupamenettelyjä (toimenpidelupa, rakennuslupa, suunnittelutarveratkaisu), sekä 1.1.2025 alkaen rakentamislain mukaisia lupia.

27.7 Sovellettavat BAT-päätelmät

Tärkein kaivosalalla sovellettava BREF-asiakirja on kaivannaisjätteen hallinnan MWEI-BREF (Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries), joka julkaistiin vuonna 2018.

BREF-asiakirja kuvaa olemassa olevia tekniikoita kaivannaisjätteiden hallinnassa ja nostaa joitakin niistä BAT-tekniikoiksi tietyin edellytyksin. Ei ole olemassa varsinaisia juridisia tulkintoja siitä, miten BAT määritellään eikä asiakirjaa tule käyttää tässä tarkoituksessa.

BREF-asiakirjasta käy ilmi, että asiakirjan ja sen yhteenvetona esitettyjen BAT-päätelmien tarkoituksena on:

- antaa kaivannaisteollisuudelle, viranomaisille ja muille asiaankuuluville osapuolille ajantasaisia tietoja kaivannaisjätteen hallinnasta sekä
- tukea päätöksentekijöitä esittämällä luettelo BAT-teknologioista, joilla estetään tai mahdollisuuksien mukaan rajoitetaan kaivannaisjätteiden hallinnan haitallisia vaikutuksia ympäristölle ja terveydelle. Huomioiden kuitenkin, että BAT-päätelmiin sisällytetyt tekniikat eivät ole pakollisia eikä asiakirja sisällä kaikkea mahdollista hyvin toimivaa. Voidaan siis käyttää myös muita tekniikoita, jotka tarjoavat vähintään samantasoisen suojan ympäristölle.

BAT-päätelmät (BREF-asiakirjan luku 5) jaetaan kahteen ryhmään:

- Yleiset BAT-päätelmät, joita sovelletaan yleisesti;
- Riskiperusteiset BAT-päätelmät, joita sovelletaan kohteissa, joissa on tunnistettu ympäristö- tai terveysvaikutuksia riskinarvioinnin tai vaikutusarvioinnin avulla.

YVA-selostuksen liitteenä on toimitettu kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma (liite 12). Jätehuoltosuunnitelman liitteessä 1 on esitetty BAT-päätelmien huomioiminen kaivoksen toiminnassa. Hankkeen jatkosuunnittelussa huomioidaan BAT-päätelmät.

Copyright © AFRY Finland Oy

28 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTA



28 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTA

28.1 Seurannan periaatteet

Ympäristölainsäädäntö edellyttää ympäristöön vaikuttavista hankkeista ja toiminnoista vastaavilta ympäristövaikutusten seurantaa. Päästöjen seurantaa koskevat, juridisesti sitovat velvoitteet annetaan hankkeen ympäristölupapäätöksen lupaehdoissa.

Tarkkailuohjelmat laaditaan yhteistyössä ympäristöviranomaisten kanssa ja niissä määritellään suoritettavan kuormitus- ja ympäristötarkkailun ja raportoinnin yksityiskohdat.

Ympäristövaikutusten tarkkailuohjelma on suunnitelma tietojen keräämisestä säännöllisin aikavälein hankkeen aiheuttamasta ympäristökuormituksesta, ympäristövaikutuksista sekä ympäristön muutoksista hankkeen vaikutusalueella. Seurannan tavoitteita ovat:

- tuottaa tietoa toiminnan ympäristökuormituksesta ja -vaikutuksista
- selvittää, mitkä ympäristön tilan muutokset ovat seurauksia tehtaan toiminnasta ja mitkä aiheutuvat muista tekijöistä
- selvittää, miten ympäristövaikutusten ennuste- ja arviointimenetelmät vastaavat todellisuutta
- selvittää, miten haittojen lieventämistoimet ovat onnistuneet
- käynnistää tarvittavat toimet, jos esiintyy ennakoimattomia haittoja.

Tarkkailun tuloksista raportoidaan määräajoin, yleensä vuosittain ja raportit toimitetaan ympäristöviranomaisille. Tarkkailuraportit ovat julkisia asiakirjoja.

28.2 Käyttötarkkailu

Vuonoksen tehtaalla toteutetaan laajaa käyttötarkkailua, jonka yhteydessä tarkkaillaan tuotantoon ja poikkeamiin liittyviä asioita. Käyttötarkkailu sisältää mm. rakenteiden ja laitteiden, jätemäärien ja -laadun, kemikaalikulutusten, vesitaseen, pumppausjärjestelmien, kaivannaisjätealueiden rakenteiden, päästöjen, tuotantomäärien sekä puhdistuslaitteistojen (mm. ilma- ja vesipäästöt) toimivuuden tarkkailun. Mahdolliset poikkeamat kirjataan ylös ja korjaus- ja/tai huoltotoimiin ryhdytään välittömästi. Kirjanpito esitetään pyydettäessä valvontaviranomaiselle.

28.3 Päästö- ja vaikutusten tarkkailu

Mondo tarkkailee päästöjä ja vaikutuksia tarkkailuohjelman (15.5.2014, täydennys 13.5.2025) mukaisesti. Vaikutustarkkailuohjelma sisältää pintavesien, pohjavesien, melun ja ilman laadun tarkkailun sekä kalataloudellisen tarkkailun. Tarkkailua tullaan jatkamaan pääpiirteissään ko. tarkkailuohjelmien mukaisesti.

Valittavasta YVA-vaihtoehdosta riippuen tarkkailuun tullaan lisäämään tarvittavat käyttö- ja päästötarkkailut rakennettaville uusille kokonaisuuksille. Vaikutustarkkailua laajennetaan valittavan hankesuunnitelman mukaisille alueille. Esimerkiksi uusia pohjavesiputkia on asennettu Onkilammensärkät-harjualueelle ja asennetaan uusien kaivannaisjätealueiden ympäristöön.

Lisäksi Mondo osallistuu Vuonosjoen - Heposelän alueen yhteistarkkailuun.

Copyright © AFRY Finland Oy

28.4 Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten seuranta

Ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia tehdasalueen läheisyydessä ovat etenkin melu- ja ilmanlaatuvaikutukset. Tarkkailulla seurataan vesistön ja pohjavesien tilaa, ympäristömelua ja ilmanlaatua.

Yhteistyö sidosryhmien, kuten lähiasukkaiden, kanssa on tärkeä osa yrityksen toimintaa. YVA-menettelyn aikana järjestettiin kaksi seurantaryhmän tilaisuutta, keskustelu- ja katselmointitilaisuus Viinijärvellä sekä kaksi avointa yleisötilaisuutta. Avoimella tiedonvaihdolla lähialueen asukkaiden kanssa hankevastaava voi saada tietoa hankkeen vaikutuksista ja keinoista, joilla näitä vaikutuksia voisi lieventää tai ehkäistä. Seurantaryhmän toisessa tapaamisessa sovittiin, että tapaamisia jatketaan vuosittain myös YVA-menettelyn päättymisen jälkeen.

Copyright © AFRY Finland Oy

29 TERMIT JA LYHENTEET

YVA-selostuksessa on käytetty seuraavia termejä ja lyhenteitä.

Termi	Selite
Diffuusori	Purkuputken päähän asennettu rakenne, joka jakaa purkuveden veden laajemmalle alueelle ympäröivään vesistöön. Diffuusorilla varmistetaan, että purkuvesi sekoittuu hyvin vesistöön ja siten minimoi paikallisia vaikutuksia.
Jauhatus	Rikastusprosessin osa, jossa murskattu kivi jauhetaan palakooltaan pieneksi, jauhemaiseksi materiaaliksi ennen arvomineraalien erottamista
Kuivaläjitys	Luonnollisesti altaalla kuivuneen hiekan läjitys, ei mekaanista kuivatusta, hiekka ei ole täysin kuivaa
Murskaus	Kiven palakoon pienentäminen mekaanisella murskauslaitteella
Pohjavesi	Sateesta ja lumen sulamisvesistä maa- ja kallioperään suotautuva ja varastoituva vesi. Pohjavettä esiintyy maaperässä monin paikoin muuallakin kuin vain ns. pohjavesialueilla
Rikaste	Rikastusprosessista saatava kaivoksen tuote, joka sisältää kalliokiviaineksessa olevat arvokkaat mineraalit
Rikastus	Kaivoksen prosessi, jossa kiviaineksesta erotetaan arvokkaat mineraalit tuotteiksi eli rikasteiksi
Rikastushiekka	Rikastusprosessissa jäljelle jäävä, hienojakoinen mineraalijae. Kaivannaisjäte
Sakeutus ja selkeytys	Veden erottaminen kiintoaineesta
Sivukivi	Louhittu kiviaines, jossa ei ole riittävästi metalleja taloudellisesti kannattavaan rikastamiseen. Kaivannaisjäte
Vaahdotus	Rikastusprosessin osa, jossa arvomineraalit nostetaan nesteen pintaan muodostettavaan vaahtoon, jolloin ne saadaan erotettua arvottomista mineraaleista
Yhteysviranomainen	Lupa- ja valvontaviraston edustaja, jonka tehtävänä on varmistaa, että ympäristövaikutusten arviointimenettely viedään läpi lain ja asetuksen edellyttämällä tavalla
YVA	Ympäristövaikutusten arviointi; keskeisimmät tuotokset ovat ympäristövaikutusten arviointiohjelma (YVA-ohjelma) ja ympäristövaikutusten arviointiselostus (YVA-selostus)
YVA-ohjelma	YVA-ohjelmassa esitetään hankealueen nykytila sekä suunnitelma siitä mitä vaikutuksia YVA-selostusvaiheessa selvitetään ja miten selvitykset tehdään.
YVA-selostus	YVA-selostuksessa esitetään vaikutusarvioiden tulokset ja vertaillaan niitä hankevaihtoehdoittain. Selostuksessa esitetään myös ympäristövaikutusten lieventämiskeinot sekä kuvaus vaikutusten seurannasta.

Termi	Selite
dB	Desibeli eli äänenpainotason yksikkö, jonka asteikko on logaritminen. Käytetään melutarkastelun mittayksikkönä.
m^3/a	kuutiometriä vuodessa
m^3/d	kuutiometriä päivässä
mg/l	milligrammaa litrassa, eli 0,001 grammaa litrassa
m/s	metriä sekunnissa
mm/a	millimetriä vuodessa

Copyright © AFRY Finland Oy

30 LÄHDELUETTELO

Suluissa oleva päivämäärä nettilähteiden perässä kertoo, milloin lähteeseen on viitattu.

92/43/ETY. Neuvoston direktiivi; luonnonvaraisten elinympäristöjen ja luonnonvaraisten eläinten ja kasvien suojelusta; EYVL 1992 L 206.

Aalto J. & Venäläinen A. 2021. Climate change and forest management affect forest fire risk in Fennoscandia. Reports 2021:3. ISBN 978-952-336-135-5. http://hdl.handle.net/10138/330898 (23.6.2026).

AFRY Finland Oy 2024. Vuonoksen rikastushiekka-altaan korotus. Alustava korotussuunnitelma, suunnitelmaselostus, luonnos 05/2024.

AFRY Finland Oy 2025a. Vuonoksen rikastushiekan läjityskapasiteetin lisääminen ja vesienhallinnan ympäristövaikutusten YVA-ohjelma. Elementis Minerals B.V. Branch Finland.

AFRY Finland Oy 2025b. Vuonoksen rikastushiekan läjityskapasiteetin lisääminen ja vesienhallinta. Luontoselvitys 2025.

AFRY Finland Oy 2025c. Vuonoksen slug-mittaukset.

AFRY Finland Oy 2025d. Viinijärven mallinnus, Horsmanahon kaivoksen purkuvesien kulkeutuminen Viinijärvessä, AFRY mallinnusraportti.

AFRY Finland Oy 2025e. Viinijärven mallinnus, Karnukan kaivoksen purkuvesien kulkeutuminen Viinijärvessä, AFRY mallinnusraportti.

AFRY Finland Oy 2025f. Kaivannaisjätteiden ja vesienhallinnan YVA-selostus.

AFRY Finland Oy 2026a. Mondo Minerals B.V. Branch Finland - Mondo Mineralsin Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan sulkemissuunnitelma. 30.1.2026

AFRY Finland Oy 2026b. Vuonoksen rikastushiekan läjityskapasiteetin lisääminen ja vesienhallinta. Luontoselvitys 2026.

AFRY Finland Oy 2026c. Mondo Minerals Oy, Vuonos Rikastushiekka-altaan alkupadon moreenin laboratoriotutkimukset. Yhteenvetoraportti. 28.5.2026.

AFRY Finland Oy 2026d. Viinijärven ja Sysmäjärven kalaston nykytilan selvitys.

AFRY Finland Oy 2026e. Vuonoksen rikastushiekka-altaan numeerinen pohjavesimallinnus.

AFRY Finland Oy 2026f. Mondo Minerals Oy, Vuonos, Rikastushiekka-altaan alkupadon moreenin laboratoriotutkimukset.

AFRY Finland Oy 2026g. Säteilylain mukainen selvitys. 27.3.2026

Agusa, T., Takagi, K., Kubota, R., Anan, Y., Iwata, H. & Tanabe, S. 2008. *Specific accumulation of arsenic compounds in green turtles (Chelonia mydas) and hawksbill turtles (Eretmochelys imbricata) from Ishigaki Island, Japan.* Environmental Pollution 153: 127–136.

Airaksinen, J. 1978. Maa- ja pohjavesihydrologia. Pohjoinen 1978. ISBN 951-9099-73-5. 248 s.

Copyright © AFRY Finland Oy

Alakangas ym. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia (Properties of the fuels used in Finlad). VTT Technical Research Centre of Finland Ltd., Espoo (2016). https://publications.vtt.fi/pdf/technology/2016/T258.pdf (23.6.2026).

Aroviita, J. Mitikka, S. & Vienonen Sanna (toim.). 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportti 37/2019- Suomen ympäristökeskus. 177 s.

Aroviita, J., Siimes, K., Martinmäki-Aulaskari, K., Turunen, J., Hoikkala, L., Attila, J., Järvenpää, L., Järvinen, M., Lehtinen, S., Mykrä, H., Nygård, H., Takolander, A., Tolonen, K., Karttunen, K., Karjalainen, S. M., Kuoppala, M., Korhonen, P., Kulo, K., Olin, M., Ruokonen, T., Sairanen, S., Aronsuu, K., Ruuskanen, A., Mitikka, S., 2025. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon neljännellä kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2025. 230 s.

Bentrup, G. 2008. Conservation buffers: design guidelines for buffers, corridors, and greenways. Gen. Tech. Rep. SRS-109. Asheville, NC: Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 110 s.

Blickley, J.L., Word, K.R., Krakauer, A.H., Phillips, J.L., Sells, S.N, Taff, C.C, Wingfield, J.C & Paricelli, G.L. 2012. Experimental chronic noise is related to elevated fecal corticosteroid metabolites in lekking male greater sage-grouse (Centrocercus urophasianus). PLoS ONE, 7(11), e50462. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050462

Bothwell, M. L. 1989. Phosphorus-Limited Growth Dynamics of Lotic Periphyton Diatom Communities: Areal Biomass and Cellular Growth Rate Response. Can. J. Fish. Aquatic. Sci. 46:1293–1301.

British Columbia Ministry of Environment 2016. Water Protection & Sustainability Branch. British Columbia Approved Water Quality Guidelines: Aquatic Life, Wildlife & Agriculture. Summary Report. March 2016.

Brix, K.V., Schlekat, C.E. & Garman, E.R. 2017. The mechanisms of nickel toxicity in aquatic environments: An adverse outcome pathway analysis. Environmental Toxicology and Chemistry 36: 1128–1137

Brown, B.T., Mills, G.S., Powels, C., Russell, W.A., Therres, G.D. & Pottie, J.J. 1999. The Influence of Weapons-Testing Noise on Bald Eagle Behavior. Journal of Raptor Research. 33:227-232.

Canadian Council of Ministers of the Environment 2003. Canadian Water Quality Guidelines for the protection of aquatic life: Mercury, inorganic mercury and methylmercury. Canadian environmental quality guidelines, 1999. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.

Canadian Council of Ministers of the Environment 2014. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Cadmium. Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg

Canadian Council of Ministers of the Environment 2016. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. https://ccme.ca/en/resources/water-aquatic-life

Copyright © AFRY Finland Oy

Datta, S., Ghosh, D., Saha, D.R., Bhattacharaya, S., Mazumder, S. 2009. Chronic exposure to low concentration of arsenic is immunotoxic to fish: role of head kidney macrophages arsenic biomarkers of arsenic toxicity to Clarias batrachus. Aquatic Toxicology 92:86–94.

Dodds, W. K. & Smith, V. H. 2016. Nitrogen, phosphorus, and eutrophication in streams. Inland Waters 6:155–164.

Dodds, W. K., Smith, V. H. & Lohman, K. 2002. Nitrogen and phosphorus relationships to benthic algal biomass in temperate streams. Can. J. Fish. Aquatic. Sci. 59:865–874.

Doherty, T.S., Hays, G.C. & Driscoll, D.A (2021). Human disturbance causes widespread disruption of animal movement. Nature Ecology & Evolution, 5, 513–519. https://doi.org/10.1038/s41559-020- 01380-1

Ecomonitor Oy 2025. Vuonosjoki-Heposelkä perifytonmääritykset 2024. SKYT tutkimusohjelma 3156. 17.9.2025

Ecomonitor Oy 2026. Perifytonmääritykset 2025. SKYT tutkimusohjelma 3667_2. 16.9.2026

Efroymson, R.A., Sutter, G.W., Rose, W.H. & Nemeth, S. 2001. Ecological risk assessment framework for low-altitude aircraft overflights: estimating effects on wildlife. Risk Analysis 21:263–274.

Eisler, R. 1988. Lead hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. Biological Report 85, Contaminant Hazard Report 14. U. S. Fish and Wildlife Service, Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, Maryland, USA.

Eisler, R. 1993. Zinc Hazards to Fish, Wildlife, and Invertebrates: a Synoptic Review. Biological Report 10, Contaminant Hazard Reviews Report 26. U. S. Department of the Interior Fish and Wildlife Services, Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, Maryland, USA. 126 s.

Eisler, R. 1998. Copper hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. Biological Science Report USGS/BRD/BSR-1997-0002, Contaminant Hazard Reviews Report 33. Patuxent Wildlife Research Center, U.S., Geological Survey, Laurel, Maryland, USA.

Elementis Minerals 2023a. Horsmanahon kaivos, vesienkäsittelylietteen analyysit. Julkaisematon analyysiraportti.

Elementis Minerals 2023b. Vesienkäsittelylietteet, Karnukka. Julkaisematon analyysiraportti.

Elementis Minerals 2024. Selvitys Vuonoksen tehtaan rikastushiekan ABA-testien luotettavuudesta. 20.12.2024.

Envineer Oy 2023. Säteilylain mukainen selvitys.

Envineer Oy 2025a. Finncobalt Oy. Hautalammen kaivos, ympäristölupahakemus. 30.6.2025.

Envineer Oy 2025b. Melumittaukset.

Eräoku 2026. https://www.eraoku.fi/ (21.5.2026)

Copyright © AFRY Finland Oy

Ervasti, S., Winquist, E. & Rasi, S. 2018. Typen talteenotto lantaperäisestä nesteestä – tekninen toteutettavuus ja prosessin kannattavuusarvio. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 4/2018. Luonnonvarakeskus.

European Commission 2003. Technical Guidance Document on Risk Assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances. Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for existing substances Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market. European Commission Joint Research Centre. EUR 20418 EN/2

Eurooppa-neuvosto & Euroopan unionin neuvosto 2023. 55-valmiuspaketti. https://www.consilium.europa.eu/fi/infographics/fit-for-55-how-the-eu-will-become-more-energy-efficient/ (23.6.2026).

Facey, J. A., Apte, S. C. & Mitrovic, S. M. 2019. A Review of the Effect of Trace Metals on Freshwater Cyanobacterial Growth and Toxin Production. Toxins (Basel) 5(11):643

FCG 2013. Itä-Suomen järvisedimenttien haitta-ainekartoitus.

From, S. (toim). 2005. Paahdeympäristöjen ekologia ja uhanalaiset lajit. Suomen Ympäristö 774. Suomen Ympäristökeskus.

Goudie, R.I. 2006. Multivariate behavioural response of harlequin ducks to aircraft disturbance in Labrador. Environmental Conservation 33(1):28–35.

Gregow H., Mäkelä A., Tuomenvirta H., Juhola S., Käyhkö J., Perrels A., Kuntsi-Reunanen E., Mettiäinen I., Näkkäläjärvi K., Sorvali J., Lehtonen H., Hildén M., Veijalainen N., Kuosa H., Sihvonen M., Johansson M., Leijala U., Ahonen S., Haapala J., Korhonen H., Ollikainen M., Lilja S., Ruuhela R., Särkkä J. & Siiriä S-M., 2021. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet. Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2021. https://doi.org/10.31885/9789527457047 (23.6.2026).

GTK 1990. Paikkatietoaineistot. Torisevan vesistöanalyysit. Tieto haettu 2026. https://hakku.gtk.fi/fi/locations?id=27

GTK 2025. Happamat sulfaattimaat. [https://gtkdata.gtk.fi/Hasu/index.html] (14.1.2025)

GTK 2026a. Maankamara-karttapalvelu. [http://gtkdata.gtk.fi/maankamara]

GTK 2026b. Outokummun ympäristön hienoainespitoiset moreenit.

Havs- och Vattenmyndigheten 2019. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2019:25.

Heinonen-Guzejev, M. ja Haahla, A., 2012. Melun terveysvaikutukset ja ympäristömelun häirit-sevyys. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 12/2012. Helsinki 2012 [https://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-12-12.pdf]. (16.10.2025).

Hiilikartta 2026. Kaavoittajan karttatyökalu – Hiilikartta. Suomen ympäristökeskus, Luonnonvarakeskus ja Avoin ry. https://hiilikartta.avoin.org/ (23.6.2026).

Copyright © AFRY Finland Oy

Hildén M., Mela H. & Saastamoinen U. 2021. Ilmastovaikutusten arviointi YVAssa ja SOVAssa-vaikutusten tunnistaminen ja johdonmukainen käsittely. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163178 (aineisto luettu 23.6.2026).

Hirvonen, H. 2001. Impacts of highway construction and traffic on wetland bird community. Proceeding of the 2001 International Conference on Ecology and Transportation. Teoksessa: Irwin, C.L., Garret, P. & McDermott, K. P. (toim.), Center of Transportation and the Environment (s. 369– 372). North Carolina State University, Raleigh, NC.

Huhma, A. 1975. Outokummun, Polvijärven ja Sivakkavaaran kartta-alueiden kallioperä. Summary: Precambrian rocks of the Outokumpu, Polvijärvi and Sivakkavaara mapsheet areas. Suonien geologinen kartta,1:100000. Kallioperäkartan selitykset, 4222 Outokumpu, 4224 Polvijärvi, 43/1 Sivakkavaara. 151 pages, 54 figures, 8 tables.

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kempppainen, E., Uddström, A. ja Liukko, A.-M. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus. Punainen kirja 2019.

ICMM 2019. Integrated Mine Closure – Good Practice Guide, 2nd Edition.

Ilmasto-opas 2017. Ennustettu ilmastonmuutos Suomessa. https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/ennustettu-ilmastonmuutos-suomessa (23.6.2026).

Ilmasto-opas 2022. Pohjois-Karjala – mantereinen maakunta. https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/pohjois-karjala-mantereinen-maakunta (aineisto luettu 10.4.2025)

Ilmasto-opas 2024. Ilmastonmuutos Suomessa. Keskeiset sopeutumishaasteet Suomessa. https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/keskeiset-sopeutumishaasteet-suomessa (23.6.2026).

Ilmatieteen laitos 2023. Kuukauden keskilämpötilan ja sademäärän muutoksen ennuste. Ilmatieteen laitoksen avoin data. https://paituli.csc.fi/download.html (10.4.2026).

Ilmatieteen laitos 2026a. Suomen ilmastovyöhykkeet. https://www.ilmatieteenlaitos.fi/suomen-ilmastovyohykkeet (10.4.2026).

Ilmatieteen laitos 2026b. Avoin data. Kuukausihavainnot. https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/ (10.4.2026).

Ilmatieteen laitos 2026c. Ilmatieteen laitoksen avoin data. Lämpötilatilastot. https://www.ilmatieteenlaitos.fi/1991-2020-lampotilatilastot (10.4.2026).

Ilmatieteen laitos 2026d. Ilmatieteen laitoksen avoin data. Sadetilastot. https://www.ilmatieteenlaitos.fi/1991-2020-sadetilastot (10.4.2026).

Ilmatieteenlaitos 2026e. Ilmasto-opas.fi-verkkopalvelu, Ilmatieteen laitos, Suomen ympäristökeskus sekä Luonnonvarakeskus 2026. Saatavissa http://tapsi-pretest.s3-website.eu-north-1.amazonaws.com/ilmastonmuutosten-visualisointi

IPCC 2007. Climate Change 2007. AR4 Synthesis Report. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf (23.6.2026).

Infrarakentamisen päästötietokanta 2026. https://co2data.fi/infra/ (23.6.2026).

Joensuun kaupunki 2008. Joensuun seudun yleiskaava 2020, Eno, Joensuu, Kontiolahti, Liperi, Polvijärvi, Pyhäselkä, Outokumpu, 7.11.2008. Joensuun seudun valtuusto.

Copyright © AFRY Finland Oy

Joensuun kaupunki 2024. Osallistumis- ja arvioitisuunnitelma. Joensuun seudun yleiskaava 2040. 11.1.2024. Joensuun seudun yleiskaavan suunnittelutyöryhmä. Joensuun kaupunki. https://www.joensuu.fi/app/uploads/2025/10/Joensuun-seudun-yleiskaava-2040-OAS.pdf

Joensuun kaupunki 2026. Joensuun seudun yleiskaava 2040. Joensuun kaupunki. (15.9.2026) https://www.joensuu.fi/kaupunki-ja-kehitys/suunnittelu-ja-rakentaminen/kaavoitus/joensuun-seudun-yleiskaava-2040/

Järviwiki 2025. https://www.jarviwiki.fi/wiki/Viinij%C3%A4rvi_(04.352.1.001). 8.4.2025.

Karlsson, J., Brøseth, H., Sand, H., & Andrén, H. 2007. Predicting occurrence of wolf territories in Scandinavia, Journal of Zoology. 272: 276–283.

Karjalainen J., Mäkinen M., Karjalainen A.K. 2021. Sulfate toxicity to early life stages of European whitefish (Coregonus lavaretus) in soft freshwater. Ecotoxicology and Environmental Safety vol 208, 2021.

Karjalainen J., Hu X., Mäkinen M., Karjalainen A., Järvistö J., Järvenpää K., Sepponen M. & Leppänen M. 2023. Sulfate sensitivity of aquatic organisms in soft freshwaters explored by toxicity tests and species sensitivity distribution. Ecotoxicology and Environmental Safety. Volume 258.

Kauppila, T. 2015. Hyviä käytäntöjä kaivoshankkeiden ympäristövaikutusten arvioinnissa. Tutkimusraportti 222. Geologian tutkimuskeskus.

Kontula, T. ja Raunio, A. (toim.). 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 2: luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. 925 s.

Korhonen ym. 2013. Suomen metsät 2004–2008 ja niiden kehitys 1921–2008. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/518978/Korhonen.pdf?sequence=1&isAllowed=y (23.6.2026).

Koskimies, P. 2018. Liikenteen vaikutus linnustoon. Kirjallisuuskatsaus. Linnut-vuosikirja 2018. Birdlife Suomi, Luonnontieteellinen keskusmuseo LUOMUS ja Suomen ympäristökeskus SYKE.

Kostiainen, R., Dahlström, H. & Sormunen, T. 1968. Outokummun kaivoksen jätevesien vaikutusalueen kalataloudellinen ja limnologinen tutkimus. Kalataloussäätiö.

Kotanen, J., Manninen, P. ja Roiha, T. 2022. Vuoksen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosille 2022–2027. Osa 1. Vesienhoitoaluekohtaiset tiedot. 166 s.

Kumari, B., Kumar, V., Sinha, A.K., Ahsan, J., Ghosh, A.K., Wang, H. & DeBoeck, G. 2017. Toxicology of arsenic in fish and aquatic systems. *Environmental Chemistry Letters* 15: 43–64.

Kuuloliitto 2026. Äänitasot arjessa ja niiden vaikutus kuuloon. https://www.kuuloliitto.fi/tietoa/melu/ (7.9.2026)

KVVY Tutkimus Oy 2022a. Viinijärven-Heposelän alueen pohjaeläintarkkailu vuonna 2021.

Copyright © AFRY Finland Oy

KVVY Tutkimus Oy 2022b. Sukkulanjoen, Pohjois-Viinijärven, Polvijärven ja Karnukkapuron pohjaeläintarkkailu 2022.

KVVY Tutkimus Oy 2024. Lahdenjoen ja Ruutunjoen pohjaeläimistö vuonna 2023.

Lahermo, P., Väänänen, P., Tarvainen, T. & Salminen, R. 1996. Suomen geokemian atlas, osa 3: Ympäristökemia – purovedet ja sedimentit. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. 149 s.

Laitinen, A., Salmela, A. & Vähätalo, A. V. 2022. Lintujen ikkunakuolleisuus Suomessa. – Linnut vuosikirja 2021: 144–151.

Lassila ja Viitanen 2003. Mondo Minerals Oy Vuonoksen tehdas, Tehdasalueen maaperä- ja pohjavesiolosuhteet. Jaakko Pöyry Infra PSV-Maa ja Vesi, raportti P01662.

Lehtinen, M., Nurmi, P. & Rämö, T. (toim.) 1998. Suomen kallioperä: 3000 vuosimiljoonaa. Helsinki, Suomen Geologinen Seura ry., 375 s.

Lehtonen I., Venäläinen A. & Gregow H. 2020. Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomessa metsänhoidon näkökulmasta. Raportti 2020:5. Ilmatieteen laitos: Helsinki 2020. http://hdl.handle.net/10138/319348 (23.6.2026).

Lehtonen ym. 2004. Biomass expansion factors (BEFs) for Scots pine, Norway spruce and birch according to stand age for boreal forests. Forest Ecology and Management 188 (2004) 211–224.

Lipas.fi 2023. https://www.lipas.fi/liikuntapaikat (3.3.2025)

Liski ym. 2006. Carbon accumulation in Finland's forests 1922–2004–an estimate obtained by combination of forest inventory data with modelling of biomass, litter and soil. Annals of forest science 63.7 (2006): 687-697. https://www.afs-journal.org/articles/forest/pdf/2006/07/f6070.pdf (23.6.2026).

Luonnonvarakeskus (Luke) 2023a. Avoimien aineistojen latauspalvelut. https://kartta.luke.fi/. (30.4.2026)

Luonnonvarakeskus 2023b. Avoin data, Luke - aineistonlatauspalvelu. https://paituli.csc.fi/download (23.6.2026).

Luonnonvarakeskus 2026a. Luonnonvarakeskus - Tilastotietokanta. Kokeellinen tilasto: Metsien maakunnittainen hiilidioksidin nettonielu. https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__met__hakker/0700_hakker.px/ (25.6.2026).

Luonnonvarakeskus (LUKE) 2026b. Suurpedot. Luonnonvaratieto-karttapalvelu. https://luonnonvaratieto.luke.fi/. (11.8.2026)

Luonnonvarakeskus (LUKE) 2026c. Susikanta Suomessa maaliskuussa 2026. Helsinki, Luonnonvarakeskus. https://www.luke.fi/fi/luonnonvaratieto/tiedetta-ja-tietoa/susi/susikanta-suomessa-maaliskuussa-2026. (11.8.2026)

Lupa- ja valvontavirasto (LVV) 2026. Vesienhoidon neljännen kauden alustavat luokittelutiedot. Tiedonanto sähköpostilla 21.9.2026

Maa- ja metsätalousministeriö 2022. Valtioneuvoston selonteko maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmasta. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2022:15.

Copyright © AFRY Finland Oy

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164301/MMM_2022_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y (23.6.2026).

Maanmittauslaitos 2026. Avoimen datan palvelu, maanpinnan topografia, taustakartta-aineistoa.

Martin, C., Capilla-Lasheras, P., Monaghan, P. & Burraco, P. 2024. The impact of chemical pollution across major life transitions: a meta-analysis on oxidative stress in amphibians. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *291*: 20241536.

Martínez-Ruiz, E. B. & Martínez-Jerónimo, F. 2016. How do toxic metals affect harmful cyanobacteria? An integrative study with a toxigenic strain of Microcystis aeruginosa exposed to nickel stress. Ecotoxicology and environmental safety 133:36-46

Marttunen, M., Grönlund, S., Hokkanen, J., Jantunen, J., Karjalainen, T. P., Luodemäki, S., Mustajoki, J., Neste, J., Saarikoski, H., & Vallius, E. 2015. *Hyviä käytäntöjä ympäristövaikutusten arvioinnissa – IMPERIA-hankkeen yhteenveto*. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 39/2015. Suomen ympäristökeskus. https://helda.helsinki.fi/items/6316bb57-ac47-4b5d-aa07-6e504726f579

Mason, C. F. 1997. Biology of Freshwater Pollution. 3. painos. Addison Wesley Longman Limited UK.

Mehtonen, J., Siimes, K., Leppänen, M., Junttila, V., Äystö, L., Vähä, E., Karjalainen, J., Hu, X., Österholm, P. ja Nystrand, M. 2023. Haitalliset aineet pintavesissä. Muutosehdotuksia vesiympäristölle vaarallisten aineiden asetukseen. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 28/2023.

Mehtonen, J., Siimes, K., Leppänen, M., & Karjalainen, J. 2026. Vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden asetuksen 1022/2006 mukainen suunnitelma – täydennys 22.5.2026. Täydennys Suomen ympäristökeskuksen raporttiin 28/2023

Metsähallitus 2026. Alue-ekologinen verkosto. https://www.metsa.fi/maat-ja-vedet/alueiden-kayton-suunnittelu/alue-ekologinen-suunnittelu/. (5.6.2026)

Metsäkeskus 2026. Avoin metsätieto. Paikkatietoaineistot. Erityisen tärkeät elinympäristökuviot. https://www.metsaan.fi/paikkatietoaineistot. (5.5.2026)

Minkkinen & Laine 1998. Effect of forest drainage on the peat bulk density of pine mires in Finland. Canadian Journal of Forest Research, 28(2), 178-186. https://www.researchgate.net/profile/Kari-Minkkinen-2/publication/249534602_Effect_of_forest_drainage_on_the_peat_bulk_density_of_pine_mires_in_Finland/links/5e4ea16392851c7f7f48df4c/Effect-of-forest-drainage-on-the-peat-bulk-density-of-pine-mires-in-Fin (23.6.2026).

Mondo Minerals 2025. Prosessikemikaalien kulutus, Vuonoksen rikastamo ja talkkitehdas. Julkaisematon seurantaraportti.

Museovirasto 2026a. Muinaisjäännösrekisteri. https://www.kyppi.fi/palveluikkuna/mjreki/read/asp/r_default.aspx (15.9.2026)

Museovirasto 2026b. Rakennusperintörekisteri. https://www.kyppi.fi/palveluikkuna/rapea/read/asp/r_default.aspx (15.9.2026)

Museovirasto 2026c. Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY. https://www.rky.fi/read/asp/r_default.aspx (15.9.2026)

Copyright © AFRY Finland Oy

Mäkelä, K. ja Salo, P. 2024. Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi. Opas tekijälle, tilaajalle ja viranomaiselle. 2. korjattu painos. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 43. Suomen ympäristökeskus.

Mäkipää ym. 2023. How does management affect soil C sequestration and greenhouse gas fluxes in boreal and temperate forests – A review. Forest Ecology and Management 529: 120637. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120637 (25.6.2026).

Mäkinen M. 2025. High sulfate concentration endangers reproduction and early development of salmonids. JYU Dissertations.

Nawaz, A., Sotek, P. E. & Molnarova, M. 2024 Reciprocal Effects of Metal Mixtures on Phytoplankton. Phycology 4(1):117138

Nieminen, M. & Ahola, A. (toim.) 2017. Euroopan unionin luontodirektiivin liitteen IV lajien (pl. lepakot) esittelyt. Ympäristöministeriö, Suomen ympäristö 1/2017: 1–278.

Norwood, W.P., Borgmann, U. Dixon, D.G. & Wallace, A. 2003. Effects of metal mixtures on aquatic biota: A review of observations and methods. Human and Ecological Risk Assessment 9(4).

Opasnet Suomi 2014. Ekologisten vaikutusten arviointi. 9.1.2014. Viitattu 02/2023. Saatavilla osoitteesta: http://fi.opasnet.org/fi/Ekologisten_vaikutusten_arviointi

Oravainen, R. 1999. Vesistötulosten tulkinta -opasvihkonen. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry.

Outokummun kaupunki 1995. Pohjoisen järvialueen osayleiskaava. 18.12.1995. Outokummun kaupunki. https://www.outokummunkaupunki.fi/wp-content/uploads/2024/08/Pohjoinen-jarvialue-18.12.1995-pienennetty.pdf

Outokummun kaupunki 1999. Viinijärven osayleiskaava. 15.11.1999. Outokummun kaupunki. https://www.outokummunkaupunki.fi/wp-content/uploads/2024/05/Viinijarvi.pdf

Outokummun kaupunki 2025. Ajantasakaava, Outokummun kaupunki. (28.4.2025) https://www.outokummunkaupunki.fi/wp-content/uploads/2024/05/Ajatasa-asemakaava_light.pdf

Outokummun kaupunki 2026. Talousarvion 2026. https://www.outokummunkaupunki.fi/kaupunki-ja-hallinto/talous/ (21.5.2026)

Outokummun kaupunki & Ramboll 2014. Keskusta-alueen osayleiskaava. 2.1.2014. Outokummun kaupunki ja Ramboll. https://www.outokummunkaupunki.fi/wp-content/uploads/2024/05/Keskustan-alueen-osayleiskaava.pdf

Phippen, B., Horvath, C., Nordin, R. & Nagpal, N. 2008. Ambient Water Quality Guidelines for Iron. Ministry of Environment, Province of British Columbia.

Pietiläinen, O.-P. & Räike, A. 1999. Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. Suomen ympäristö 313.

Piiparinen, P. (toim.) 2020. Pohjois-Karjalan kulttuuriympäristöohjelma 2021–2027. Pohjois-Karjalan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/180511/Raportteja_40_2020.pdf?sequence=3

Copyright © AFRY Finland Oy

Pohjois-Karjalan ELY-keskus 2022. Pohjois-Karjalan vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2022–2027. 212 s.

Pohjois-Karjalan kalatalouskeskus 2022. Viinijärven kalatalousalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma.

Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2021. Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelma 2030. Pohjois-Karjalan maakuntaliiton julkaisut. Julkaisu 199, 2021. https://pohjois-karjala.fi/wp-content/uploads/2025/11/199-Pohjois-Karjalan-ilmasto-ja-energiaohjelma-2030.pdf (10.4.2026).

Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2024. Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2040 2. vaihe. Liite 2. Maakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet. Luonnos 17.6.2024. https://pohjois-karjala.fi/wp-content/uploads/2024/07/LIITE-2.-Maakunnallisesti-arvokkaat-maisema-alueet.pdf

Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2025a. Maakuntakaava (16.4.2025) https://pohjois-karjala.fi/maakuntakaava/

Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2025b. Yhdistelmäkartta, Pohjois-Karjalan maakuntakaava. 1.10.2025. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. https://pohjois-karjala.fi/wp-content/uploads/2025/10/Maakuntakaavayhdistelma-1.10.2025.pdf

Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2026a. Maakuntakaava. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. (8.1.2026) https://pohjois-karjala.fi/maakuntakaava/

Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2026b. Pohjois-Karjalan 3. vaihemaakuntakaava. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. (8.1.2026) https://pohjois-karjala.fi/vaihemaakuntakaava3/

Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2026c. 2. vaihekaava. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. (8.1.2026) https://pohjois-karjala.fi/vaihekaava2/

Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2026d. Osallistumis- ja arviointisuunnitelma. Pohjois-Karjalan maakuntakaava 2045. Luonnos 31.8.2026. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. https://pohjois-karjala.fi/wp-content/uploads/2026/09/MK2045_OAS_Luonnos-31.08.2026_lausunnoille.pdf

Pohjois-Karjalan maakuntaliitto (n.d.). Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelma 2030. Toimenpidesuunnitelma. https://pohjois-karjala.fi/wp-content/uploads/2022/03/IE2030-toimenpidesuunnitelma.pdf (10.4.2026).

Päivinen, J., Heinonen, P., Korhonen, K.-M. & Leinonen, J. 2011. Teoksessa: Päivinen J., Björkqvist N., Karvonen L., Kaukonen M., Korhonen K.-M., Kuokkanen P., Lehtonen H. & Tolonen A. (toim.), Metsähallituksen metsätalouden ympäristöopas, Metsähallitus. 12–24 s.

Pöyry Finland Oy 2011. Mondo Minerals B.V. Branch Finland, Vuonoksen rikastamo ja talkkitehdas, Ympäristö- ja vesitalouslupahakemus, 67090059.BGE3, 26.04.2011.

Rakentamisen päästötietokanta 2026. https://co2data.fi/rakentaminen/

Ramboll Finland Oy 2015a. Mondo Minerals, Vuonoksen rikastamo ja talkkitehdas, pölypäästöjen leviämislaskelma, 5.10.2015.

Copyright © AFRY Finland Oy

Ramboll Finland Oy 2015b. Mondo Minerals, Vuonoksen rikastamo ja talkkitehdas, ilmanlaatumittaukset, 28.9.2015.

Ramboll Finland Oy 2017. Mondo Minerals B.V. Branch Finland. Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma. 29.3.2017. Viite: 1510030843-005.

Ramboll Finland Oy 2024. Sysmäjärvi, Outokumpu. Nykytilan selvitys. Luonnos 11.4.2024

Ramboll Finland Oy 2026. Ilmanlaadunmittaukset (kesken lokakuu 2026).

Reijnen, R., Foppen, R. Ter Braak, C & Thissen, J. 1995. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. Journal of Applied Ecology, 32, 187–202. http://www.jstor.org/stable/2404428.

RKTL 2011. Viinijärven verkkokalastukset vuonna 2008.

Ruuth J., Keskitalo T., Talvitie T. & Korhonen K.T. 2021. Pohjois-Karjalan maakunnan ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta vuonna 2020. Pohjois-Karjalan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. RAPORTTEJA 15 | 2021. https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-918-2 (4.3.2025)

Räisänen, M.L. ja Korhonen K. 2015. Vuonoksen talkkitehtaan rikastushiekka-altaan ja rikastamon ympäristön pohja- ja pintavesien kemiallinen nykytila vuonna 2004. ARKISTORAPORTTI 58/2015. Geologian tutkimuskeskus

Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistys ry 2002. Outokummun Sysmäjärven ekologinen riskinarvio.

Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy 2009. Vuonoksen tehtaan sosiaalijätevesitutkimuksen 16.11.2009 tulokset ja lausunto.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2016. Pohjois-Viinijärven yhteistarkkailuohjelma. 11 s.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2017. Pohjois-Viinijärven yhteistarkkailun vuosiyhteenveto 2016.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2021a. Sysmäjärvi-Heposelkä alueen kalataloudellinen yhteistarkkailu vuonna 2021.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2021b. Sysmäjärvi-Heposelän alueen yhteistarkkailu, sedimenttitutkimus syksy 2020.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2022a. Pohjois-Viinijärven alueen yhteistarkkailun vuosiyhteenveto 2021. 31 s. + liitteet

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2022b. Sysmäjärvi–Heposelän alueen yhteistarkkailun vuosiyhteenveto 2021. 30 s. + liitteet

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2023a. Vuonoksen tehtaan ja rikastamon kuormitus-, pinta- ja pohjavesitarkkailut 2022. 31.10.2023, E3667. Elementis Minerals B.V.Branch Finland

Copyright © AFRY Finland Oy

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2023b. Pohjois-Viinijärven alueen yhteistarkkailun vuosiyhteenveto 2022. 21 s. + liitteet

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2023c. Sysmäjärvi–Heposelän alueen yhteistarkkailun vuosiyhteenveto 2022. 23 s. + liitteet

Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy 2024a. Elementis Minerals B.V.Branch Finland, Vuonoksen tehtaan ja rikastamon kuormitus-, pinta- ja pohjavesitarkkailut 2023. 4.10.2024, E3667. Elementis Minerals B.V.Branch Finland

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2024b. Outokummun Jokipohjan jätevedenpuhdistamon kuormitustarkkailun vuosiyhteenveto 2023. 16 s. +liitteet

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2024c. Pohjois-Viinijärven alueen yhteistarkkailun vuosiyhteenveto 2023. 21 s. + liitteet.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2024d. Sysmäjärvi-Heposelän alueen yhteistarkkailun vuosiyhteenveto 2023. 22 s. + liitteet.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2025a. Vuonoksen tehtaan ja rikastamon kuormitus-, pinta- ja pohjavesitarkkailut 2024. 5.6.2025. E 3667. Elementis Minerals B.V.Branch Finland. 28 s. + liitteet.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2025b. Elementis Minerals Outokumpu, Vuonoksen altaiden luotaukset 10.6.2025, Savo-Karjalan ympäristötutkimus.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy. 2025c. Sysmäjärven-Heposelän alueen pohjaeläintarkkailu 2024.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2025d. Pohjois-Viinijärven alueen yhteistarkkailun vuosiyhteenveto 2025.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2025e. Sysmäjärvi-Heposelkä alueen kalataloudellinen yhteistarkkailu vuonna 2024.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2026a. Outokummun Jokipohjan jätevedenpuhdistamon kuormitustarkkailun vuosiyhteenveto 2025.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2026b. Vuonoksen tehtaan purkuveden pitoisuudet 2021–2025.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2026. Vuonoksen tehtaan ja rikastamon kuormitus-, pinta- ja pohjavesitarkkailut 2025. 24.4.2026. E 3667. Mondo Minerals B.V.Branch Finland. 29 s. + liitteet. Täydennetty aiempien vuosien kuormitustiedoilla.

Schlömer S., T. Bruckner, L. Fulton, E. Hertwich, A. McKinnon, D. Perczyk, J. Roy, R. Schaeffer, R. Sims, P. Smith, and R. Wiser, 2014. Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf (23.6.2026).

Copyright © AFRY Finland Oy

Singleton, H. J. 1987. Water Quality Criteria for Copper. Technical Appendix. Ministry of Environment and Parks, Province of British Columbia.

Singleton, H. 2000. British Columbia ambient water quality guidelines for sulphate. Technical Appendix. Ministry of Environment, Lands and Parks, Water Quality Section.

Souza Ferreira, M.L.C., Prokić, M.D. & Amado, L.L. 2025. Amphibians in ecotoxicology: Recent advances across diverse regions. Current Opinion in Environmental Science & Health 46: 100633.

Säteilyturvakeskus (STUK) 2021. Ohjeita työntekijän altistuksen arviointiin. Ympäristön säteilyvalvonta. #2047300. 7.10.2021.

STUK 2026. Ilmoitus, Mondo Minerals B.V. Branch Finland, Vuonoksen rikastamoa ja talkkitehdasta koskeva selvitys on käsitelty. 2.4.2026.

Sulkava, R. 2007. Snow tracking – a relevant method for estimating otterLutra lutra populations. Wildlife Biology 13: 208–218.

Sulkava, R. 2017. Saukko (*Lutra lutra*, Linnaeus, 1758). – Julkaisussa: Nieminen, M. & Ahola, A. (toim.), Euroopan unionin luontodirektiivin liitteen IV lajien (pl. lepakot) esittelyt, s. 72–77. Suomen ympäristö 1/2017.

Sulkava, R. 2024. Lisääntymis- ja levähdyspaikan määrittelyn laillisuusperusteet liitooravakartoituksissa ja niiden tulosten tulkinnassa. Suomen luonnonsuojeluliitto ry. Liitoorava LIFE-julkaisuja. 14 s.

Sulkava, R.T. & Liukko, U-M. 2007. Use of snow-tracing methods to estimate the abundance of otter (*Lutra lutra*) in Finland with evaluation of one-visit census for monitoring purposes. Annales Zoologici Fennici 44 (3): 179–188.

Suomen Lajitietokeskus 2026. Laji.fi -verkkopalvelu. https://laji.fi/ (tietokantaote:1.6.2025 http://tun.fi/HBF.122649; 11.8.2026 http://tun.fi/HBF.125377)

Suomen ympäristökeskus (SYKE) 2005. Päästötietojen tuottamismenetelmät. Energiantuotanto. 6.10.2025. https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/P%C3%A4%C3%A4st%C3%B6tiedon%20tuottamismenetelm%C3%A4t%20-%20Energiantuotanto_061005.pdf (4.11.2026)

Suomen ympäristökeskus (SYKE) 2020a. Luontodirektiivin (92/43/ETY) artiklan 17 mukainen raportointi 2019; lajit [karttasovellus]. SYKEn Paikkatietoportaali. https://syke.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=bbdf61bf261e4cb8b3cd8c0352d737f2 (23.10.2026)

Suomen ympäristökeskus 2020b. Vesistöjen kemiallinen tila on edelleen huono. Tiedote 28.8.2020.

Suomen ympäristökeskus 2022. Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa. https://www.ymparisto.fi/fi/saasteettomuus-ja-ymparistoriskit/ilmansuojelu/ilman-epapuhtauksien-paastot-suomessa (28.2.2025)

Suomen ympäristökeskus (SYKE) 2023. Haitalliset aineet pintavesissä. Muutosehdotuksia vesiympäristölle vaarallisten aineiden asetukseen. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 28/2023. 227 s. https://helda.helsinki.fi/items/41c09c4d-ca2f-402e-99a0-b496c0e772d3

Copyright © AFRY Finland Oy

Suomen ympäristökeskus (SYKE) ja ELY-keskukset 2024–26. [https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat]

a) Pohjavesitietojärjestelmä POVET

b) Ympäristökarttapalvelu Karpalo / 3/2025

c) Pintavesien tilan tietojärjestelmä, vedenlaatu VESLA / 2025–2026

d) Avoimet ympäristötietojärjestelmät, Hertta / 10/2026

e) Pohjaeläinrekisteri, POHJE 10/2026

f) Kasviplanktontietojärjestelmä 10/2026

Suomen ympäristökeskus (SYKE) 2025. Vesistömallijärjestelmä WSFS-VEMALA, saatavissa: https://vmalli.ymparisto.fi/vuok/html/main.shtml tiedot haettu 05/2025.

Suomen ympäristökeskus 2026a. Hinku-kunnat, -maakunnat ja -yritykset. https://hiilineutraalisuomi.syke.fi/hinku/verkoston-jasenet/#hinku-maakunnat (10.4.2026).

Suomen ympäristökeskus 2026b. SYKE – Kuntien ja alueiden KHK-päästöt. https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/ (13.4.2026).

Suomen ympäristökeskus (SYKE) 2026. Ladattavat paikkatietoaineistot. https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Paikkatietoaineistot/Ladattavat_paikkatietoaineistot#Y (5.6.2026)

Talja, A. 2004. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta. Talja, A. VTT tiedotteita 2278. Espoo 2004.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL) 2025. Ympäristöterveys. Melu. [https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/melu]. (15.5.2025)

Tilastokeskus 2024. Greenhouse gas emissions in Finland 1990 to 2022. National inventory report under the UNFCCC. https://stat.fi/media/uploads/tup/khkinv/fi_nid_eu_2022_2024-03-15_v2.pdf (23.6.2026).

Tilastokeskus 2025. Polttoaineluokitus. https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html (23.6.2026).

Tilastokeskus 2026. Kuntien avainluvut. https://stat.fi/tup/kuntien-avainluvut.html#?active1=SSS&year=2026&active2=KU309 (21.5.2026)

Tolvanen, A., Routavaara, H., Jokikokko, M., & Rana, P. 2023. How far are birds, bats, and terrestrial mammals displaced from onshore wind power development? – A systematic review. Biological Conservation, 288, 110382. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110382

Työterveyslaitos 2023. Työhygieeninen selvitys Elementis Mineralsin Vuonoksen rikastamolla ja talkkitehtaalla 23.2.2023.

Työterveyslaitos 2025. Työhygieeninen selvitys Vuonoksen rikastamolla ja talkkitehtaalla 15.-16.10.2025

Copyright © AFRY Finland Oy

Törisevänerä 2026. https://www.torisevanera.com/ (21.5.2026)

Visit Outokumpu 2026. https://visitoutokumpu.fi/kolmikannan-leirikeskus-ja-leirinta/ (21.5.2026)

UK Environment Agency 2018. Fresh water specific pollutants and operational environmental quality standards (EQS). Updated April 2018

US Environmental Protection Agency 2016. National Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Life Criteria Table https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table

Vastuullisen kaivostoiminnan verkosto 2017. Kaivosvastuu. https://www.kaivosvastuu.fi/

Vijver, M.G., Elliot, E.G., Peijnenburg, W.J. & de Snoo, G.R. 2011. Responded predictions for organisms water-exposed to metal mixtures: a meta-analysis. Environmental Toxicology and Chemistry 30(6): 1482-1487.

Visit Outokumpu 2025. Erämaa kämmenellä. https://visitoutokumpu.fi/outokummun-era-ja-luontokeskus/ (3.3.2025)

Väylävirasto 2023. Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmä. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-43_vahahiilisyyden_arviointimenetelma_web.pdf (23.6.2026).

Väylävirasto 2025. Karttapalvelu Suomen väylät. [https://suomenvaylat.vayla.fi/] (15.4.2025)

Väylävirasto 2026a. Väyläviraston WFS-palvelu. [https://avoinapi.vaylapilvi.fi/vaylatiedot/ows] (5.8.2026)

Väylävirasto 2026b. Tien kunnon arviointi. [https://vayla.fi/kunnossapito/tieverkon-kunnossapito/tien-kunnon-arviointi] (6.8.2026)

Waterman, E., Tulp, I., Reijnen, R., Krigsveld, K. & C. ter Braak 2004. Noise disturbance of meadow birds by railway noise. The 33rd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering. https://www.dbvision.nl/bestanden/overons/publicaties/2004/266_Meadow_bird_disturbance.pdf

Wetzel, R. G. 2001. Limnology. Lake and River Ecosystems. 3. painos. Elsevier

Ympäristöministeriö 1992. Maisema-aluetyöryhmän mietintö. Osa I, Maisemanhoito. Mietintö 66/1992

Ympäristöministeriö 2007. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi.

Ympäristöministeriö 2021. Kiertotalouden strategisen ohjelman toimeenpano. https://ym.fi/hankesivu?tunnus=YM046:00/2021 (23.6.2026).

Ympäristöministeriö 2026a. Euroopan unionin ilmastopolitiikka. https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka (23.6.2026).

Ympäristöministeriö 2026b. Suomen kansallinen ilmastopolitiikka. https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka (23.6.2026).

Copyright © AFRY Finland Oy

Ympäristöministeriö 2026c. Luonnonmuistomerkit ovat suojeltuja luonnonmuodostumia. Osoitteessa: https://ym.fi/luonnonmuistomerkit (15.9.2026)

Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus 2021. Pohjois-Karjala, Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet, VAMA 2021. https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/VAMA%202021_11%20Pohjois-Karjala.pdf

Copyright © AFRY Finland Oy