

# Elementis Minerals B.V. Branch Finland

## Kaivannaisjätteiden ja vesienhallinnan YVA-selostus

Ympäristövaikutusten arviointiselostus

29.8.2025

ELEMENTIS

AFRY
ÅF PÖYRY

Copyright © AFRY Finland Oy

AFRY Finland Oy:n projektinumero on 101023788.

Kannen kuva: Elementis Sotkamon kaivosalue © Elementis

Kuvien pohjakartat ja -ilmakuvat: Maanmittauslaitoksen peruskartta-aineisto, avoin data 2024-2025, ellei toisin mainita.

# YHTEYSTIEDOT JA NÄHTÄVILLÄOLO

## Hankkeesta vastaava:

Elementis Minerals B.V. Branch Finland
Marja Heikkinen
puh. 050 370 8581
marja.heikkinen@elementis.com
www.elementis.com

## Yhteysviranomainen:

Kainuun ELY-keskus
Helena Vikstedt
puh. 0295 038 443
helena.vikstedt@ely-keskus.fi
www.ely-keskus.fi/kainuu

## YVA-konsultti:

AFRY Finland Oy
Hanna Tirkkonen
puh. 010 3311
hanna.tirkkonen@afry.com
www.afry.com

Arviointiselostus on saatavissa sähköisesti osoitteesta:

https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/elementis-minerals-bv-branch-finland-sotkamon-tehdas-kaivannaisjatteiden-ja-vesienhallinta-sotkamo

Copyright © AFRY Finland Oy

# SISÄLLYS

YHTEYSTIEDOT JA NÄHTÄVILLÄOLO ..... 3

TIIVISTELMÄ ..... 14

YVA-TYÖRYHMÄ ..... 22

1 JOHDANTO ..... 23

2 HANKKEEN YLEISKUVAUS ..... 24
2.1 Hankkeesta vastaava ..... 24
2.2 Hankkeen tausta ja tavoite ..... 24
2.3 YVA-menettelyn peruste ..... 24
2.4 Hankkeen aikataulu ..... 25
2.5 Hankkeen liittyminen muihin hankkeisiin ja ohjelmiin ..... 25
2.5.1 Maakunnantason tavoitteet ..... 25
2.5.2 Kansallinen mineraalistrategia 2040 ..... 26
2.5.3 Suojelualueet ja vesienhoito ..... 27
2.5.4 Muut hankkeet ..... 27

3 KAIVOKSEN NYKYINEN TOIMINTA ..... 29
3.1 Kaivoksen nykyinen toiminta ja sen sijoittuminen ..... 29
3.2 Yleiskuvaus nykyisestä toiminnasta ..... 31
3.3 Malmin louhinta ..... 33
3.4 Malminkäsittely ja rikastus ..... 35
3.4.1 Murskaus ..... 35
3.4.2 Jauhatus ..... 35
3.4.3 Vaahdotus ..... 35
3.4.4 Sakeutus, suodatus ja kuivatus ..... 36
3.4.5 Nikkelirikastus ..... 36
3.4.6 Jatkojalostus mikrotalkkitehtaalla ..... 37
3.5 Kaivannaisjätteet ja -jätealueet, sekä vesienkäsittelyn sakat ..... 37
3.5.1 Maanpoistomassat ..... 37
3.5.2 Sivukivi ..... 43
3.5.3 Rikastushiekka ..... 47
3.5.4 Vesienkäsittelyssä muodostuvat sakat ..... 52
3.5.5 Kaivannaisjätteiden ja vesienkäsittelysakkojen luokittelun yhteenveto ..... 54
3.6 Vesien hallinta ..... 55
3.6.1 Vesien johtaminen ..... 55
3.6.2 Rikastushiekan pumppaus ..... 56
3.6.3 Prosessivesi ..... 57
3.6.4 Sivukiven läjitysalue ..... 57

Copyright © AFRY Finland Oy

3.6.5 Louhosten kuivanapitovedet ..... 57
3.6.6 Raakaveden otto ja käyttövesi ..... 58
3.6.7 Saniteettivesien puhdistus ..... 58
3.6.8 Vesitase ..... 58
3.6.9 Päästöt vesistöön ..... 60
3.7 Kemikaalit, räjähdysaineet ja polttoaineet ..... 61
3.8 Energian tuotanto ja käyttö ..... 62
3.9 Muut jätteet ..... 63
3.10 Päästöt ilmaan ..... 64
3.11 Liikenne ..... 64
3.12 Kaivoksen sulkeminen ..... 65
3.12.1 Yleiset sulkemissuunnittelun periaatteet ..... 65
3.12.2 Sulkemisen tavoitteet ..... 66
3.12.3 Sulkemistoimenpiteet ..... 67

4 YVA-VAIHTOEHDOT JA UUDET SUUNNITELLUT TOIMINNOT ..... 74
4.1 YVA-vaihtoehdot ..... 74
4.2 YVA-ohjelman jälkeen hankkeeseen tulleet muutokset ..... 77
4.3 Louhinta ..... 78
4.4 Sivukiven läjitys ..... 78
4.5 Rikastushiekan läjitys ..... 80
4.6 Pintamaiden läjitys ..... 82
4.7 Vesien hallinta ..... 82
4.7.1 Vesikierto ..... 82
4.7.2 Vesitase ja kuormitus ..... 86
4.7.3 Sulfaatinpoisto ..... 90
4.7.4 Arseenin poisto ..... 92
4.7.5 Selkeytysaltaat ja lietteet ..... 93
4.7.6 Purkuputki ..... 94
4.8 Liikenne ..... 95
4.9 Kemikaalit ja polttoaineet ..... 96
4.10 Energian tuotanto ja käyttö ..... 96
4.11 Päästöt ilmaan ..... 97
4.12 Melu ..... 97
4.13 Sulkeminen ..... 97

5 YVA-MENETTELY ..... 99
5.1 YVA-menettelyn tarve ja osapuolet ..... 99
5.2 YVA-menettelyn tavoite ja sisältö ..... 100
5.2.1 Ennakkoneuvottelu ..... 101
5.2.2 YVA-ohjelma ..... 101

Copyright © AFRY Finland Oy

5.2.3 YVA-selostus ..... 101
5.2.4 Perusteltu päätelmä ..... 101
5.3 Osallistuminen, vuorovaikutus ja tiedotus ..... 102
5.3.1 Arviointiselostuksesta kuuluttaminen ja nähtävilläolo ..... 103
5.3.2 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet yleisölle ..... 103
5.3.3 Seurantaryhmätyöskentely ..... 103
5.3.4 Muu viestintä ..... 103
5.4 YVA-ohjelmalausunnon huomioiminen ..... 104
5.5 Arviointityön kuvaus ..... 104
5.5.1 Arvioitavat vaikutukset ..... 104
5.5.2 Tarkastelu- ja vaikutusalueiden rajaukset ..... 104
5.5.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi ..... 105
5.5.4 Hankkeessa tehdyt erillisselvitykset ..... 108

6 YHDYSKUNTARAKENNE JA MAANKÄYTTÖ ..... 110
6.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ..... 110
6.2 Nykytila ..... 111
6.2.1 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT) ..... 111
6.2.2 Voimassa olevat maakuntakaavat ..... 112
6.2.3 Yleiskaavat ..... 120
6.2.4 Vireillä olevat yleiskaavat ..... 123
6.2.5 Asemakaavat ja ranta-asemakaavat ..... 124
6.2.6 Vireillä olevat asemakaavat ja ranta-asemakaavat ..... 124
6.2.7 Asutus ..... 124
6.3 Vaikutusten arviointi ..... 127
6.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 127
6.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen ..... 128
6.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 130
6.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ..... 131
6.4 Yhteisvaikutukset ..... 131
6.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ..... 131
6.6 Arvioinnin epävarmuudet ..... 132
6.7 Vaikutusten lieventäminen ..... 132

7 LIIKENNE ..... 134
7.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ..... 135
7.2 Nykytila ..... 135
7.3 Vaikutusten arviointi ..... 139
7.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 139
7.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ..... 139
7.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 144

Copyright © AFRY Finland Oy

7.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ..... 144
7.4 Yhteisvaikutukset ..... 144
7.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ..... 144
7.6 Arvioinnin epävarmuudet ..... 145
7.7 Vaikutusten lieventäminen ..... 146

8 MELU JA TÄRINÄ ..... 148
8.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ..... 149
8.1.1 Melu ..... 149
8.1.2 Tärinä ..... 150
8.1.3 Nykytila ..... 151
8.2 Vaikutusten arviointi ..... 153
8.2.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 153
8.2.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ..... 153
8.2.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 158
8.2.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ..... 158
8.3 Yhteisvaikutukset ..... 158
8.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ..... 158
8.5 Arvioinnin epävarmuudet ..... 159
8.6 Vaikutusten lieventäminen ..... 159

9 MAA- JA KALLIOPERÄ SEKÄ POHJAVEDET ..... 161
9.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ..... 161
9.2 Nykytila ..... 162
9.2.1 Maa- ja kallioperä ..... 162
9.2.2 Pohjavedet ..... 168
9.3 Vaikutusten arviointi ..... 181
9.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 181
9.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ..... 182
9.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 189
9.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ..... 190
9.4 Yhteisvaikutukset ..... 190
9.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ..... 190
9.6 Arvioinnin epävarmuudet ..... 191
9.7 Vaikutusten lieventäminen ..... 191

10 VESISTÖT JA VEDENLAATU ..... 194
10.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ..... 195
10.2 Vedenlaatua säätelevät asetukset ja ohjearvot ..... 198
10.2.1 Vedenlaadulle asetettuja raja-arvoja ..... 198
10.2.2 Haitta-aineiden vaikutusten määrittely ..... 202
10.2.3 Haitta-aineiden ominaisuuksia ..... 204

Copyright © AFRY Finland Oy

10.2.4 Ravinnekuormitus ..... 209
10.3 Nykytila ..... 210
10.3.1 Yleiskuvaus ..... 210
10.3.2 Purkuvesistöön kohdistuva kuormitus ..... 212
10.3.3 Purkuvesien toksisuus ..... 214
10.3.4 Virkistyskäyttö ja vesistöjen muu käyttö ..... 215
10.3.5 Virtaamat ..... 215
10.3.6 Vesistöjen herkkyys ..... 217
10.3.7 Vedenlaatu ..... 218
10.4 Vaikutusten arviointi ..... 234
10.4.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 234
10.4.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ..... 235
10.4.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 275
10.4.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ..... 279
10.5 Yhteisvaikutukset ..... 279
10.6 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ..... 280
10.7 Arvioinnin epävarmuudet ..... 282
10.8 Vaikutusten lieventäminen ..... 283

11 SEDIMENTIT ..... 285
11.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ..... 285
11.2 Nykytila ..... 286
11.2.1 Sotkamon kaivoksen sedimenttitarkkailu ..... 286
11.2.2 Tutkimustulokset 2024 ..... 287
11.2.3 Todettujen pitoisuustasojen arviointi ..... 292
11.3 Vaikutusten arviointi ..... 294
11.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 295
11.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ..... 295
11.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 298
11.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ..... 298
11.4 Yhteisvaikutukset ..... 298
11.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ..... 298
11.6 Arvioinnin epävarmuudet ..... 299
11.7 Vaikutusten lieventäminen ..... 299

12 VESIELIÖSTÖ ..... 301
12.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ..... 301
12.2 Nykytila ..... 301
12.2.1 Piilevät ..... 301
12.2.2 Kasviplankton ..... 301
12.2.3 Pohjaeläimet ..... 304

Copyright © AFRY Finland Oy

12.3 Vaikutusten arviointi ..... 306
12.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 306
12.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ..... 307
12.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 309
12.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ..... 310
12.4 Yhteisvaikutukset ..... 310
12.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ..... 310
12.6 Arvioinnin epävarmuudet ..... 311
12.7 Vaikutusten lieventäminen ..... 311

13 KALAT JA KALASTUS ..... 313
13.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ..... 313
13.2 Nykytila ..... 314
13.3 Vaikutusten arviointi ..... 316
13.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 316
13.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ..... 317
13.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 319
13.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ..... 319
13.4 Yhteisvaikutukset ..... 319
13.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ..... 320
13.6 Arvioinnin epävarmuudet ..... 320
13.7 Vaikutusten lieventäminen ..... 320

14 VESIENHOITO JA VESIMUODOSTUMIEN TILA ..... 322
14.1 Vaikutukset vesimuodostuminen tilaan ja vesienhoidon tavoitteisiin ..... 325

15 KASVILLISUUS JA LUONTOTYYPIT ..... 327
15.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ..... 327
15.2 Nykytila ..... 328
15.3 Vaikutusten arviointi ..... 332
15.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 332
15.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ..... 333
15.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 333
15.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ..... 333
15.4 Yhteisvaikutukset ..... 334
15.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ..... 334
15.6 Arvioinnin epävarmuudet ..... 334
15.7 Vaikutusten lieventäminen ..... 334

16 LINNUSTO ..... 336
16.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ..... 336
16.2 Nykytila ..... 336
16.3 Vaikutusten arviointi ..... 338

Copyright © AFRY Finland Oy

16.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ... 338
16.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ... 339
16.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ... 339
16.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ... 339
16.4 Yhteisvaikutukset ... 340
16.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ... 340
16.6 Arvioinnin epävarmuudet ... 340
16.7 Vaikutusten lieventäminen ... 340

17 MUU ELÄIMISTÖ ... 342
17.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ... 342
17.2 Nykytila ... 342
17.3 Vaikutusten arviointi ... 344
17.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ... 344
17.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ... 344
17.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ... 345
17.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ... 345
17.4 Yhteisvaikutukset ... 345
17.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ... 345
17.6 Arvioinnin epävarmuudet ... 346
17.7 Vaikutusten lieventäminen ... 346

18 SUOJELUALUEET ... 349
18.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ... 349
18.2 Nykytila ... 349
18.3 Vaikutusten arviointi ... 351
18.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ... 351
18.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ... 351
18.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ... 351
18.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ... 351
18.4 Yhteisvaikutukset ... 351
18.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ... 351
18.6 Arvioinnin epävarmuudet ... 352
18.7 Vaikutusten lieventäminen ... 352

19 ILMANLAATU ... 354
19.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ... 354
19.1.1 Hiukkasten käyttäytyminen ilmakehässä ... 355
19.1.2 Ilmanlaadun raja- ja ohjearvo ... 356
19.1.3 Päästöjen leviämismallilaskelmat ... 357
19.2 Nykytila ... 358
19.2.1 Hankealueen ilmanlaatu ... 358

Copyright © AFRY Finland Oy

19.2.2 Ilmanlaadunmittaukset ..... 359
19.2.3 Bioindikaattoriselvitykset ..... 360
19.3 Vaikutusten arviointi ..... 361
19.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 361
19.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ..... 361
19.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 366
19.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ..... 366
19.4 Yhteisvaikutukset ..... 368
19.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ..... 368
19.6 Arvioinnin epävarmuudet ..... 368
19.7 Vaikutusten lieventäminen ..... 369

20 ILMASTO ..... 371
20.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ..... 371
20.1.1 Hankkeen hiilijalanjäljen laskenta ..... 372
20.1.2 Hankkeen vaikutus hiilinieluihin ja -varastoihin ..... 375
20.2 Nykytila ..... 376
20.2.1 Ilmasto ..... 376
20.2.2 Kansainväliset, kansalliset ja alueelliset tavoitteet ..... 377
20.3 Vaikutusten arviointi ..... 378
20.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 378
20.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ..... 379
20.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 380
20.3.4 Vaikutukset hiilinieluihin ja -varastoihin ..... 381
20.4 Yhteisvaikutukset ..... 382
20.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ..... 382
20.6 Ilmastonmuutos ..... 385
20.6.1 Yleiset ennusteet ilmastonmuutoksen vaikutuksista ..... 385
20.6.2 Ilmastonmuutoksen vaikutuksiin sopeutuminen ..... 388
20.7 Arvioinnin epävarmuudet ..... 388
20.8 Vaikutusten lieventäminen ..... 389

21 MAISEMA JA KULTTUURIYMPÄRISTÖ ..... 391
21.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ..... 391
21.2 Nykytila ..... 392
21.2.1 Maiseman yleiskuvaus ..... 392
21.2.2 Maiseman ja rakennetun kulttuuriympäristön arvoalueet ..... 395
21.2.3 Arkeologinen kulttuuriperintö ..... 397
21.3 Vaikutusten arviointi ..... 400
21.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 400
21.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ..... 400

Copyright © AFRY Finland Oy

21.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 405
21.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ..... 405
21.4 Yhteisvaikutukset ..... 405
21.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ..... 405
21.6 Arvioinnin epävarmuudet ..... 406
21.7 Vaikutusten lieventäminen ..... 406

22 LUONNONVAROJEN HYÖDYNTÄMINEN ..... 408
22.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ..... 408
22.2 Nykytila ..... 408
22.3 Vaikutusten arviointi ..... 408
22.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 408
22.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ..... 409
22.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 409
22.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ..... 409
22.4 Yhteisvaikutukset ..... 410
22.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ..... 410
22.6 Arvioinnin epävarmuudet ..... 410
22.7 Vaikutusten lieventäminen ..... 410

23 IHMISTEN ELINOLOT, VIIHTYVYYS, VIRKISTYSKÄYTTÖ JA TERVEYS ..... 412
23.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät ..... 412
23.2 Nykytila ..... 413
23.2.1 Herkät kohteet ja virkistyskäyttö ..... 413
23.2.2 Elinkeinot ja työllisyys ..... 415
23.3 Vuorovaikutus ..... 416
23.4 Vaikutusten arviointi ..... 417
23.4.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 417
23.4.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ..... 419
23.4.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 422
23.4.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ..... 422
23.5 Yhteisvaikutukset ..... 422
23.6 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys ..... 422
23.7 Arvioinnin epävarmuudet ..... 424
23.8 Vaikutusten lieventäminen ..... 424

24 YMPÄRISTÖRISKIT, ONNETTOMUUDET JA HÄIRIÖTILANTEET ..... 426
24.1 Ympäristöriskien hallintajärjestelmä ja lupaehdot ..... 426
24.1.1 Ympäristöasioiden hallintajärjestelmä ..... 426
24.1.2 Häiriö- ja poikkeustilanteisiin liittyvät lupaehdot ..... 426
24.2 Ympäristöriskit ja häiriötilanteet ..... 426
24.2.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ..... 426

Copyright © AFRY Finland Oy

24.2.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ..... 427
24.2.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset ..... 427
24.2.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 ..... 428

25 YHTEISVAIKUTUKSET MUIDEN HANKKEIDEN KANSSA ..... 430

26 VAIHTOEHTOJEN VERTAILU JA VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYDEN ARVIOINTI ..... 432

27 HANKKEEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT, SUUNNITELMAT JA PÄÄTÖKSET ..... 440
27.1 Voimassa olevat luvat ja päätökset ..... 440
27.1.1 Kaivoslain mukaiset luvat ..... 440
27.1.2 Ympäristö- ja vesitalousluvat ..... 440
27.2 Ympäristö- ja vesitalouslupa ..... 441
27.3 Kaavoitus ..... 441
27.4 Kaivoslupa ..... 441
27.5 Patoturvallisuus ..... 442
27.6 Muut huomioitavat lait ja luvat ..... 442
27.7 Sovellettavat BAT-päätelmät ..... 443

28 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTA ..... 446
28.1 Seurannan periaatteet ..... 446
28.2 Käyttötarkkailu ..... 446
28.3 Päästö- ja vaikutusten tarkkailu ..... 446
28.4 Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten seuranta ..... 447

29 TERMIT JA LYHENTEET ..... 448

30 LÄHDELUETTELO ..... 449

Liitteet

1. Yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta
2. Yhteysviranomaisen lausunnon huomioon ottaminen
3. Vesi- ja kuormataseraportti
4. Kaivannaisjätealueiden ja louhosjärven vedenlaatu
5. Melumallinnus
6. Pohjavesimallinnus
7. YVA-vaihtoehtojen vesistömallinnus 2025
8. Luontoselvitykset 2024
9. Pölymallinnus
10. Maiseman havainnekuvat
11. Muinaisjäännösselvitykset 2024–2025
12. Kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma
13. Sulkemissuunnitelma
14. Ympäristöriskinarvio
15. Lupahakemuksen 2024 mukainen vesistömallinnus

Copyright © AFRY Finland Oy

# TIIVISTELMÄ

## Hankekuvaus ja -vaihtoehdot

Elementis Minerals B.V. Branch Finland Sotkamon tehdasalueen rikastushiekan ja sivukiven läjityskapasiteetin täyttyessä lähitulevaisuudessa, on syntynyt tarve uusien läjitysalueiden suunnittelulle. Tässä hankkeessa tarkastellaan uusien maanpäällisten läjitysalueiden lisäksi mahdollisuutta läjittää rikastushiekkaa myös käytöstä poistuneeseen Lahnaslammen avolouhokseen. Lisäksi ajankohtaiseksi on tullut vesienkäsittelyn tehostaminen ja mahdollisesti myös uuden vesienkäsittelyn rakentaminen. Samalla myös vesienkäsittelylietteille suunnitellaan tässä hankkeessa soveltuvaa sijoituspaikkaa.

Tässä YVA-menettelyssä tarkasteltavat vaihtoehdot ovat seuraavat:

VE0: Toiminta jatkuu nykyisellään noin vuoteen 2035 asti. Talkin tuotantomäärä on 150 000 t/a (nykyinen ympäristölupa sallii tuotantotason 400 000 t/a). Sivukivi läjitetään Lahnaslammen avolouhokseen nykyisen luvan mukaisesti. Papinlammen rikastushiekka-allas tulee täyteen (nykyinen lupa padoille tasolle +181 m), ja Elementis on hakenut ympäristölupaa altaan korottamiseksi tasolle +190 m. Nykyinen lupa mahdollistaa rikastushiekan läjittämisen myös Lahnaslampeen.

VE1: Toiminta jatkuu noin 20 vuoden ajan vuosina 2030–2049. Talkin tuotantomäärä on 300 000 t/a. Tehdään nykyiselle sivukivialueelle korotus noin korosta +200 korkoon +240 m, samalla sivukivialuetta laajennetaan noin 5 ha. Rikastushiekka läjitetään Papinlammen rikastushiekka-altaan +190 tason täytyttyä Lahnaslammen avolouhokseen. Kaikki rikastushiekka ei mahdu louhokseen ja loput läjitetään uuteen pieneen rikastushiekka-altaaseen kaivospiirin sisällä.

Lisäksi vaihtoehdossa VE1 tarkastellaan vesienkäsittelyn parantamista etenkin sulfaatin poistamiseksi sekä vaihtoehtoista purkuvesistöä nykyiselle Lahnasjoelle.

VE2: Toiminta jatkuu noin 20 vuoden ajan vuosina 2030–2049. Talkin tuotantomäärä on 300 000 t/a. Vaihtoehdossa rakennetaan kaksi kokonaan uutta sivukivialuetta. Rikastushiekalle rakennetaan kokonaan uusi rikastushiekka-allas Papinlammen lounaispuolelle, johon rikastushiekan läjitys tapahtuu Papinlammen rikastushiekka-altaan täytyttyä. Kaivospiiri laajenee kokonaisuudessaan noin 95 ha.

Lisäksi vaihtoehdossa VE2 tarkastellaan vesienkäsittelyn parantamista etenkin sulfaatin poistamiseksi sekä vaihtoehtoista purkuvesistöä nykyiselle Lahnasjoelle.

## 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 toukokuussa 2024. YVA-

Copyright © AFRY Finland Oy

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 (Kainuun ELY-keskus) 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. Yhteysviranomaisena YVA-menettelyssä toimii Kainuun ELY-keskus.

### YVA-menettelyn aikataulu

YVA-ohjelma jätettiin yhteysviranomaiselle keväällä 2024. Hankkeen YVA-selostus jätetään viranomaiselle elokuussa 2025, ja yhteisviranomaisen perusteltu päätelmä on odotettavissa loppusyksystä 2025.

### Yhteenveto hankkeen ympäristövaikutuksista

<u>Vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen</u>

Hankkeen toteuttamatta jättäminen (VE0) ei aiheuta muutoksia alueen nykyiseen yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön, jolloin nykyisten kaivostoimintojen mukainen maankäyttö alueella jatkuu. Olemassa olevan kaivospiirin rakenteet varaavat jatkossakin alueen maankäyttöä toiminnan päättymiseen ja rakenteiden purkamiseen saakka.

Vaihtoehdolla VE1 arvioidaan olevan vain vähäisiä kielteisiä maankäytöllisiä vaikutuksia uusien toimintojen sijoittuessa olemassa olevan kaivospiirin ja nykyisten hanketoimintojen oheen.

Vaihtoehdolla VE2 arvioidaan olevan vähäisiä kielteisiä maankäytöllisiä vaikutuksia kaivospiirin mahdollisten laajennusalueiden nykyisen maankäytön (metsätalous, virkistyskäyttö) estyessä hankkeen myötä. Toteutusvaihtoehdossa VE2 muodostuu mahdollinen viranomaisten kanssa ratkaistava asemakaavoitus- tai yleiskaavoitustarve kaivospiirin laajennuksen alueilla.

Toteutusvaihtoehtoihin VE1 ja VE2 liittyvällä purkuputkilinjalla D arvioidaan olevan vähäisiä kielteisiä vaikutuksia linjan kohdan maankäyttöön.

<u>Vaikutukset liikenteeseen</u>

Suhteutettuna koko vuodelle, nykytilanteessa (VE0) kaivostoiminnasta aiheutuu raskasta liikennettä noin 43 ajoneuvoa ja henkilöautoliikennettä noin 208 ajoneuvoa vuorokaudessa. Hankkeen molemmissa toteutusvaihtoehdoissa (VE1 ja VE2) raskaan liikenteen määrä kasvaa noin 2,5-kertaiseksi, noin 108 ajoneuvoon (150 %), kun taas henkilöautoliikenteen arvioidaan pysyvän ennallaan. Raskas liikenne kasvaa eniten seututiellä 870, koska malmikuljetukset Uutelasta lisääntyvät, muutos valtatiellä vt6 ei ole niin merkittävä. Liikennemäärät sisältävät edestakaiset matkat. Junakuljetukset, joita nykytilanteessa

Copyright © AFRY Finland Oy

tehdään tehdasalueelta kolme kertaa viikossa, lisääntyvät hankkeen toteutuessa seitsemään kertaan viikossa eli 2,3-kertaisiksi (133 %). Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 liikennevaikutusten suuruus on arvioitu kohtalaisen kielteiseksi, koska liikennemäärän kasvu on suhteellisen merkittävä, ja sillä on vaikutusta liikenneturvallisuuteen sekä tieverkon kuntoon. Hankkeen herkkyys muutoksille liikennevaikutusten osalta arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi, koska alueella on jonkin verran asutusta ja vapaa-ajan kiinteistöjä, mutta ei liikenteelle erityisen herkkiä kohteita kuten päiväkoteja tai kouluja. Kokonaisuutena vaikutus on siten vähäinen.

Melu- ja tärinävaikutukset

Hankevaihtoehdot VE1 ja VE2 lisäävät melua nykytilanteeseen verrattuna ainakin 1–2 dB lähimpien häiriintyvien kohteiden luona. Hankevaihtoehtojen tuomat muutokset ovat suurimmillaan toiminta-alueen kaakkois- sekä länsipuolella, jossa melutasot kasvavat 4–5 dB hankevaihtoehdossa VE1 ja 6–7 dB hankevaihtoehdossa VE2. Suurin muutos tapahtuu yksittäisten asuin- ja lomarakennusten luona, jossa nykytilan melutaso on vähäinen. Hankevaihtoehtojen tuomat muutokset koskevat samantyyppisiä melulähteitä kuin nykytilanteessa, joten tuotetun melun laatu ei muutu. Kun tuloksia verrataan ohjearvoon mallinnusepävarmuus huomioiden, kaikkien lähimpien asuinrakennusten luona kaikissa hankevaihtoehdoissa päivä- ja yöajan ohjearvot (55 dB/50 dB) alitetaan. Yöaikaan nyky- ja ennustetilanteissa toiminta-alueen itäpuolella sijaitsevan lomarakennuksen luona tuloksista ei voida sanoa ylittyykö vai alittuuko ohjearvo, kun huomioidaan mallinnuksen epävarmuus ja verrataan tulosta loma-asuinalueiden yöohjearvoon 40 dB. Yöajan melussa ei tapahdu muutosta nykytilan ja muiden hankevaihtoehtojen välillä. Meluvaikutusten merkittävyys rakentamisen ja toiminnan ajalta arvioidaan hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vähäiseksi kielteiseksi.

Toiminnan tärinävaikutukset johtuvat kaivoksen räjäytyksistä sekä raideliikenteestä. Maantieliikenteellä ei arvioida olevan tärinävaikutuksia. Räjäytyksien tärinävaikutuksia on mitattu ja vaikutukset lähimpien asuinrakennusten luona ovat hyvin pienet tai havaitsemattomat. Samoin raideliikenteen tärinän ei arvioida olevan selkeästi havaittavaa. Hankevaihtoehdot VE1 ja VE2 eivät tuo merkittävää muutosta tärinävaikutuksiin nykytilaan verrattuna.

Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin

Hankealueen maaperä on pääosin moreenia (sekalajitteinen maalaji). Toimintahistorian takia täyttömaakerrokset ja erilaiset läjitysalueet ovat alueella yleisiä. Kallioperä on pääosin biotiittiparaliusketta (kiilleliuske), alueella tavataan myös mustaliusketta. Kaivospiirin alueella tai sen läheisyydessä ei ole luokiteltuja pohjavesialueita, läheisyydessä on muutamia talousvesikaivoja. Vaikutukset kallioperään ovat toiminnan luonteen takia väistämättömiä (mineraalivarojen hyödyntäminen). Vaikutukset maaperään ja pohjaveteen kohdistuvat pääosin sivukivi- ja rikastushiekka-alueille. Kaikissa vaihtoehdoissa VE0, VE1 ja VE2 nykyinen sivukivialue suljetaan sulkemissuunnitelman mukaisella bentoniittipeittorakenteella. Vaihtoehdossa VE1 sivukivialueen korotus tehdään sulkemisrakenteen päälle.

Vaikutusten arvioidaan olevan vaihtoehdossa VE2 hieman suuremmat kuin vaihtoehdossa VE1, koska kaivospiirin alue laajenee ja toimintoja sijoittuu enemmän uusille luonnontilaisille alueille. Rikastushiekan läjittäminen Lahnaslampeen vähentää louhosjärven veden vuorovaikutusta ympäröivän pohjaveden kanssa vaihtoehdossa VE1. Punasuon louhoksen täyttymisen jälkeen sulkemisen jälkeiset pohjavesivaikutukset ovat samankaltaisia

Copyright © AFRY Finland Oy

vaihtoehtojen VE1 ja VE2 välillä. Vaikutusten arvioidaan olevan merkittävyydeltään molemmissa vaihtoehdoissa kohtalaisen kielteisiä.

Vaikutukset pintavesiin, vesieliöstöön sekä vesienhoitoon

Kuormitus on hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vesienkäsittelyssä tehtävien parannusten ansiosta sulfaatin osalta vähäisempää kuin nykytilassa (vaihtoehto VE0). Merkittävin kuormitusjae purkuvesissä on sulfaatti. Vesistökuormitus ja vesistövaikutukset ovat eri kuormitusjakeiden osalta suurempia hankevaihtoehdossa VE1 kuin hankevaihtoehdossa VE2. Sulfaattikuormitus on vaihtoehdossa VE1 3035 tn/a ja vaihtoehdossa VE2 2300 tn/a. Selvintä ero on arseenikuormituksessa, joka on hankevaihtoehdossa VE1 (118 kg/a) selvästi suurempaa kuin hankevaihtoehdossa VE2 (22 kg/a), ja myös suurempaa kuin nykytilassa. Hankealuetta lähimmät luokitellut vesimuodostumat ovat vesienhoidon kolmannella kaudella hyvään ekologiseen tilaan luokitellut Rehja-Nuasjärvi ja Jormasjoki.

Vaihtoehdolla VE0 ei ole vaikutusta nykytilaan nähden, sillä toiminta jatkuu nykyisen kaltaisena ja purkupaikkana toimii aiempaan tapaan Lahnasjoki. Kuormituksen vesistövaikutukset ovat Lahnasjoessa voimakkaat etenkin veden suolaisuuteen vaikuttavien kuormitusjakeiden osalta. Sulfaatin pitoisuudet kohoavat Lahnasjoessa laskennallisen tarkastelun perusteella korkeiksi, ja sulfaatille ehdotetut ympäristönlaatunormit (AA-EQS ja MAC-EQS) arvioidaan ylittyvän selvästi. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Lahnasjokeen kohdistuu edelleen kaivos- ja tehdasalueelta hajakuormitusta, mutta Lahnasjoen vedenlaatu paranee merkittävästi nykytilaan nähden.

Mikäli kuormitus johdettaisiin Jormasjokeen kuten YVA-ohjelmavaiheessa suunniteltiin, Jormasjoen sulfaattipitoisuudet voisivat kohota molemmissa vaihtoehdoissa sulfaatille ehdotetun ympäristönlaatunormin (AA-EQS) tasolle, eikä esitetyn ympäristönlaatunormin ylittymistä voida poissulkea. Jormasjoen kalastollinen arvo sekä siellä tehdyt kunnostustoimenpiteet eivät puolla Jormasjoen valintaa purkupaikaksi. Siten Jormasjoen purkupaikkavaihtoehdosta luovuttiin vesi- ja kuormataseen valmistuttua, eikä Jormasjokea ole tarkasteltu purkupaikkana tarkemmin, vaan vaihtoehto on jätetty pois hankesuunnitelmista. YVA:n vaihtoehdoista VE1 ja VE2 ei aiheudu uusia vaikutuksia Jormasjokeen.

Hankevaihtoehdoilla VE1 ja VE2 voidaan saavuttaa nykytilaan nähden parannusta vesistövaikutusten osalta. Ensinnäkin sulfaattikuormituksen arvioidaan vähenevän nykytilasta vesienkäsittelyssä tehtävien parannusten ansiosta. Toiseksi purkupaikan siirtyminen Nuasjärveen mahdollistaa purkuvesien tehokkaamman sekoittumisen ja siten vaikutusten pienentymisen. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 tarkasteltiin kolmea erillistä purkureittivaihtoehtoa Nuasjärvessä: Lamposaaren kaakkoispuoli (D1), Haaposaaren luoteispuoli (D2) ja Jormaslahden pohjukka (D3). Purkureittivaihtoehdolla D1 kuormituksen vaikutuksia voidaan saada vähennettyä nykytilaan nähden käyttämällä purkuputken päässä vesiä sekoittavaa diffuusoria, jolla saadaan estettyä nykytilassa todettu järvivettä tiheämpien sulfaattipitoisten vesien kulkeutuminen pohjan myötäisesti Jormaslahden edustan syvänteiden alusveteen. Purkureittivaihtoehdolla D2 voidaan saada kuormituspainetta vähennettyä Jormaslahden edustan syvännealueilla, jossa mitattujen vedenlaatutulosten perusteella nykytilassa on todettu ympäristönlaatunormien (AA-EQS ja MAC-EQS) ylityksiä. Purkureittivaihtoehdoilla D1 ja D2 saadaan myös vähennettyä riskiä kevät- ja syystäyskierron estymiselle tai vaillinaiseksi jäämiselle Jormaslahden edustan syvännealueilla. Purkureittivaihtoehdolla D2 kuormitus kohdistuu voimakkaammin Haaposaaren luoteispuoleiselle syvännealueelle, johon ei nykytilassa kohdistu yhtä voimakasta kuormitusta, ja tällä alueella kuormitus kohottaa veden sulfaattipitoisuutta nykytilaa enemmän. Jormaslahden pohjukan

Copyright © AFRY Finland Oy

purkureittivaihtoehdossa (D3) kuormituksen vaikutukset näkyvät merkittävimmin lahden pohjukassa, jossa sekoittumisolosuhteet on todettu etenkin talviaikaan heikoiksi.

Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukaisella kuormituksella ei arvioida olevan vaikutusta Nuasjärven kemialliseen tilaan, ekologiseen tilaan eikä vesienhoidon tavoitteisiin. Vaikutusarvion mukaan kasviplanktonin, kalaston ja pohjaeläimistön ekologinen tila Nuasjärvessä ei muutu nykyisestä hankevaihtoehtojen toteutuessa.

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. Nuasjärvellä tehtyjen sedimenttitutkimusten perusteella nykyisenkaltaisissa purkuvesien kulkeutumisolosuhteissa voivat muutokset kuormituksessa olla havaittavissa pohjasedimenteissä muutamassa vuodessa.

Vaikutukset kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin sekä suojelualueisiin

Hankealueella tehtiin kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitys kesällä 2024. Selvityksen yhteydessä hankealueen eteläosasta tunnistettiin viisi kasvillisuudeltaan huomioarvoista kohdetta. Lisäksi alueella havaittiin runsaasti valkolehdokkia, jonka esiintyminen selvitettiin tarkemmin uudelleen elokuun 2025 lopussa mahdollisia poikkeamislupahakemuksia varten. Hankealueelle sijoittuu yksi tiukasti suojeltu serpentiiniluontotyyppi. Kasvillisuusselvityksiä täydennettiin elokuun lopussa 2025, mutta tulokset eivät ehtineet YVA-selostukseen ja ne tullaan esittämään lupavaiheessa.

Hankevaihtoehdolla VE0 ei ole kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvia vaikutuksia. Vaihtoehto VE1 sijoittuu rauhoitetun valkolehdokkiesiintymien alueelle, mutta ei muiden arvokkaiden kasvillisuuskohteiden tai niiden valuma-alueiden alueille. Hankevaihtoehdon VE2 mukainen rakentaminen sijoittuu valkolehdokkiesiintymien lisäksi useiden muiden arvokkaiden kasvillisuus- ja pienvesikohteiden alueelle, kolmen huomionarvoisen jäkälälajin kasvupaikoille sekä serpentiiniluontotyypille. Vaihtoehdon VE1 vaikutukset on arvioitu kohtalaisen kielteisiksi ja vaihtoehdon VE2 erittäin suuriksi kielteisiksi.

Valkolehdokkiesiintymien luonnontilan muuttaminen edellyttää lupaa poiketa luonnonsuojelulain 74 §:n rauhoitettuja lajeja koskevista säädöksistä. Lisäksi vaihtoehdon VE2 mukainen rakentaminen edellyttää lupaa poiketa vesilain 2. luvun 11 §:n noroja koskevasta luonnontilan vaarantamiskiellosta sekä tiukasti suojellun serpentiiniluontotyypin hävittämis- ja heikentämisheikentämiskiellosta (lsl 66 §). Koivukorven alueella havaittujen uhanalaisten jäkälälajien kasvupaikkojen muuttaminen ei edellytä lupaa poiketa luonnonsuojelulaista, sillä lajit eivät ole rauhoitettuja tai tiukasti suojeltuja. Luonnonsuojelulain mukaiset luvat myöntää ELY-keskus ja vesilain mukaisen luvan aluehallintovirasto.

Hankkeen vaikutusalueella ei sijaitse Natura-alueita, luonnonsuojelualueita, luonnonsuojeluohjelmien kohteita tai arvokkaita lintualueita eikä hankkeessa ole tunnistettu näihin kohdistuvia vaikutuksia. Lähin luonnonsuojelualue sijaitsee yli kilometrin etäisyydellä ja lähin Natura-alue noin 6,4 kilometrin etäisyydellä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Linnusto ja eläimistö

Alueen linnustoa on selvitetty maastoselvityksin vuonna 2024 ja 2025. Alueelta ei tunnistettu linnustollisesti huomionarvoisia kohteita, eikä alueen läheisyyteen sijoitu linnustollisesti arvokkaita IBA-, FINIBA- tai MAALI-alueita. Vaikutukset linnustoon arvioidaan vähäisiksi kielteisiksi.

Alueella on selvitetty luontodirektiivin liitteen IV(a) lajien esiintymistä saukon, liito-oravan ja viitasammakon osalta. Hankkeella arvioidaan olevan kokonaisuutena suuria kielteisiä vaikutuksia saukolle molemmissa hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Vaikutukset vaihtoehdossa VE2 ovat hieman suuremmat koska rakentamisalue on laajempi. Vaikutuksia saukkoihin lievennetään kiinnittämällä huomiota Unijoen ja Papinlammenojan uudelleenlinjauksiin ja rakentamisaikaan.

Muulle alueella esiintyvälle eläimistölle hankkeesta arvioidaan kohdistuvan vähäisiä kielteisiä vaikutuksia.

Vaikutukset ilmanlaatuun

Kaivoksen toiminnasta aiheutuu ilmaan hiukkaspäästöjä malmin ja sivukiven louhinnasta avolouhoksessa, malmin ja sivukiven lastauksista, kuljetuksista ja murskauksesta sekä malmin jatkokäsittelystä. Lisäksi koko kaivosalueella aiheutuu pölyämistä etenkin kuivina aikoina tuulen ilmaan nostamana. Pölyämisen suhteen riskialttiimpia vuodenaikoja ovat loppukevät ja alkukesä.

Ihmisten terveyden suojelemiseksi hengitettäville hiukkasille annetut ilmanlaadun raja-arvot alittuvat kaivosalueen ulkopuolella ja lähimpien asuin- ja lomarakennusten kohdalla kaikissa tarkastelluissa vaihtoehdoissa (VE0–VE2). Kaivosalueella raja-arvot eivät ole voimassa. Korkeimmat hiukkaspitoisuudet esiintyvät kaivosalueella. Pitoisuudet pienentyvät nopeasti etäisyyden kasvaessa päästölähteistä. Kaivoksen aiheuttamia hetkellisiä pölyvaikutuksia ja viihtyisyyshaittaa voi esiintyä jo nykyisin lähimmän asutuksen luona.

Kaivoksen toiminnoista aiheutuvien pölypäästöjen määriin ja niiden leviämiseen voidaan merkittävästi vaikuttaa kaivosalueella tehtävillä pölyntorjuntatoimilla, kuten kastelulla ja alueiden maisemoinnilla. Hankkeen ilmanlaatuvaikutusten merkittävyys arvioidaan vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kokonaisuudessaan vähäiseksi kielteiseksi sekä kaivoksen toiminnan aikana että uusien alueiden rakentamisen aikana.

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. Hankkeen toteuttamatta jättämisen eli VE0:n vaikutusten arvioidaan olevan toteutusvaihtoehtoja vähäisempiä.

Hankevaihtoehdosta riippuen noin 72–90 prosenttia kokonaispäästöistä muodostuu toiminnan aikana, ja rakentamisen aikaisten ja toiminnan päättymisen jälkeisten vaikutusten osuudet ovat vähäisempiä. Suurin päästölähde on toiminnan aikainen työkoneiden polttoaineen kulutus, jonka osuus elinkaaren aikaisista kokonaispäästöistä on noin 29–41 prosenttia. Muita merkittäviä päästölähteitä ovat kemikaalit ja nestekaasun poltto, joista aiheutuu noin 8–29 prosenttia ja 10–21 prosenttia kokonaispäästöistä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön

Vaikutuksia maisemaan aiheutuu hankevaihtoehdossa VE1 nykyisen sivukivialueen korotuksesta ja hankevaihtoehdossa VE2 uusien sivukivialueiden rakentamisesta. Uuden rikastushiekka-altaan vaikutus maisemassa on vähäisempi, koska patorakenne on sivukivialuetta matalampi. Hankevaihtoehdossa VE1 sivukivialueen korkeus nousee nykyisestä 35–50 metriä, kun se nykyisin on noin 30–40 metriä ympäröivää maanpintaa korkeammalla. Hankevaihtoehdon VE2 uudet sivukivialueet olisivat noin 35–60 metriä ympäröivää maanpintaa korkeampia. Näkyvyyttä on tarkasteltu laadittujen havainnekuvien avulla huomioiden lähimmät asutut alueet ja valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet Vuokatinvaaralla ja Naapurivaaralla. Maisemallisesti tärkeät näkymät Jormasjokisuulla avautuvat kohti Nuasjärveä ja Jormaslahtea, eivät kaivosalueen suuntaan. Metsä peittää näkyvyyttä kaivosalueen suuntaan lähialueella, mutta katselupaikasta riippuen sivukivialueet voivat joillakin paikoin näkyä lähialueen (< 2,5 km) maisemassa korkeina kumpareina puuston yläpuolella. Etäämpänä sijaitseviin maiseman ja kulttuuriympäristön arvoalueisiin ja -kohteisiin ei aiheudu heikentäviä vaikutuksia, maiseman luonne ei muutu. Hankealueella tai sen lähialueella ei sijaitse valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita. Maisemavaikutukset on arvioitu kummassakin hankevaihtoehdossa vähäisen kielteisiksi.

Hankevaihtoehdon VE2 uusien sivukivialueiden ja uuden rikastushiekka-altaan alueelle sijoittuu neljä kiinteää muinaisjäännöstä. Purkuputkireitille sijoittuu yksi muinaisjäännös. Purkuputken linjausta voidaan tarkastella uudelleen jatkosuunnittelussa. Kiinteän muinaisjäännöksen kaivaminen, peittäminen, muuttaminen, vahingoittaminen, poistaminen ja muu siihen kajoaminen on kielletty. Kiinteään muinaisjäännökseen kajoamiseen tarvitaan kajoamislupa Museovirastolta.

Luonnonvarojen hyödyntäminen

Kaivostoiminnassa hyödynnetään luonnonvaroja, kun malmia louhitaan ja rikastetaan kaivoksella. Toiminnan aikana alueen käyttö muuhun tarkoitukseen estyy. Toiminnan päättymisen jälkeen kasvillisuus palautuu hiljalleen. Toteutusvaihtoehtojen VE1 ja VE2 vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen arvioidaan kokonaisuudessaan suuruudeltaan suuriksi ja myönteisiksi. Hankevaihtoehdolla VE2 arvioidaan olevan vähäinen kielteinen vaikutus nykyisen kaivospiirin ulkopuolisten luonnonvarojen hyödyntämiseen (mm. marjastus, sienestys), kun maa ja sen luonnonvarat varataan kaivoksen käyttöön.

Ihmisten elinolot, viihtyvyys, virkistyskäyttö ja terveys

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 Nuasjärvellä.

Elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön ei arvioida toiminnan aikana kohdistuvan merkittäviä kielteisiä vaikutuksia. Melu- ja pölyvaikutuksia voi kuitenkin esiintyä erityisesti kaivospiirin lähettyvillä, jolla voi olla vaikutuksia metsästykseen ja esimerkiksi marjastukseen ja sienestykseen, mikäli niitä alueella harrastetaan. Ihmisten terveyteen hankkeella ei arvioida olevan suoria vaikutuksia.

Hankkeella voi olla lähialueen elinkeinoista metsätalouteen ja peltoviljelyyn arviolta vähäisiä kielteisiä vaikutuksia vaihtoehdossa VE2. Kaupalliselle kalastukselle arvioidut

Copyright © AFRY Finland Oy

vaikutukset ovat vähäisiä myönteisiä. Hankkeella on kohtalaisen myönteisiä vaikutuksia alueen elinkeinoelämään ja työllisyyteen, koska toiminta-aika pitenee.

Erot hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 välillä ovat vähäisiä. Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi erityisesti paikallisten melu- ja liikennevaikutusten vuoksi. Muilta osin vaikutukset ovat vähäisiä.

### Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa

Hankkeen merkittävimmiksi vaikutuksiksi on tunnistettu yhteisvaikutukset vesistöön Terrafamen kanssa. Vesistömallinnuksessa ja kaikessa vaikutusarvioinnissa vesistöön, vesieliöstöön, kalastoon ja sedimentteihin liittyen on huomioitu Terrafamen yhteisvaikutus. Muita yhteisvaikutuksia tunnistettiin liikennevaikutusten osalta. Hankkeesta ei aiheudu yhteisvaikutuksia, joilla olisi merkitystä maankäytön, kasvillisuuden, luontotyyppien, suojelualueiden, maiseman, linnuston, maa- ja kallioperän tai pohjavesien kannalta.

### Ympäristöriskit, onnettomuudet ja häiriötilanteet

Poikkeus- ja häiriötilanteita kaivostoiminnassa voivat olla mm. patomurtumat, 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 kaivoksen ympäristöriskit on arvioitu pieniksi, patosortuman tapauksessa vaikutukset ovat laajemmat.

### Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

Hankevaihtoehtojen VE0, VE1 ja VE2 vaikutukset on arvioitu pääosin vähäisen kielteisiksi. Ympäristön kannalta kaikki hankevaihtoehdot on arvioitu toteuttamiskelpoisiksi.

### 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 ELY-keskuksen 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 | Hanna Tirkkonen, DI ympäristötekniikka, 14 v. |
| Projektin koordinointi ja paikkatieto | Kyösti Ripatti, Ins. AMK, 13 v. |
| Kaivannaisjätteet ja geokemia | Anneli Wichmann, FM kemia, > 15 v.<br>Sofia Malmström, FM hydrogeologia ja ympäristögeologia, 5 v.<br>Tea Laurila, FT geokemia, 8 v |
| Vesi- ja kuormatase | Piia Juholin, TkT prosessitekniikka, > 10 v. |
| Maaperä ja pohjavedet | Pekka Keränen, FM geologia, 25 v. |
| Vesistö, vesiekologia, kalasto | Marika Sokero, MMM limnologia, > 20 v.<br>Eeva-Leena Anttila, FM luonnonmaantiede, 15 v.<br>Janne Raunio, FT vesiekologia, > 20 v.<br>Anna Väisänen, jatko-opiskelija kasviekologia, FM akvaattiset tieteet ja kalabiologia, > 20 v.<br>Samuli Teittinen, Ins. AMK ympäristöteknologia, 18 v. |
| Luonto, kasvillisuus, suojelualueet, linnut ja eläimet | Tarja Ojala, FM biologia > 20 v.<br>Otso Valkeeniemi, FM biologia, 3 v.<br>Aija Degerman, FM biologia, hortonomi AMK, 20 v. |
| Maankäyttö ja kaavoitus | Tommi Toikkanen, FM kaupunkitutkimus ja suunnittelu, > 1 v.<br>Ismo Vendelin, FM suunnittelumaantiede, 15 v. |
| Maisema ja kulttuuriympäristö | Aija Degerman, FM biologia, hortonomi AMK, 20 v. |
| Melu | Tapio Lukkari, DI konetekniikka, 8 v. |
| Pölypäästöjen leviämismallinnus | Elias Pentti, TkT teknillinen fysiikka, 20 v. |
| Ilman laatu | Jatta Salmi, FM, Ympäristötieteet, > 20 v. |
| Sosiaaliset vaikutukset | Stella Selinheimo, FM maantiede, 8 v. |
| Liikenne | Janne Pekkanen, Ins. AMK, > 20 v. |
| Ilmasto | Tuukka Nissilä, TkT ympäristötekniikka, 5 v. |

Copyright © AFRY Finland Oy

# 1 JOHDANTO

Elementis Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehdasalueen rikastushiekan ja sivukiven läjityskapasiteetin täyttyessä lähitulevaisuudessa on syntynyt tarve uusien läjitysalueiden suunnittelulle. Maanpäällisten läjitysalueiden lisäksi tässä hankkeessa tarkastellaan mahdollisuutta läjittää rikastushiekkaa myös käytöstä poistuneeseen Lahnaslammen avolouhokseen. Lisäksi ajankohtaiseksi on tullut vesienkäsittelyn tehostaminen ja mahdollisesti myös uuden vesienkäsittelyn rakentaminen. Käsiteltyjen, pois johdettavien vesien osalta tarkastellaan mahdollisuutta purkaa vedet purkuputkella Nuasjärveen nykyisen Lahnasjoen sijasta sekoittumisolojen parantamiseksi. Edellisten lisäksi myös vesienkäsittelylietteille suunnitellaan tässä hankkeessa soveltuvaa sijoituspaikkaa. Uusien läjitys- ja vesienkäsittelyalueiden käyttöönoton myötä käytöstä poistuvat alueet on myös suljettava asianmukaisesti.

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 valmistelu ja suunnittelu on aloitettu vuonna 2024. Hankkeen suunnittelua on tehty samanaikaisesti YVA-ohjelman laadinnan kanssa sekä sen jälkeen. Hankkeen ympäristövaikutusten arviointiohjelma valmistui 6.5.2024. 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.

Copyright © AFRY Finland Oy

# 2 HANKKEEN YLEISKUVAUS

## 2.1 Hankkeesta vastaava

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

Elementis Mineralsin Sotkamon tehtaalle toimitetaan nykyisin talkkimalmia tehdasalueella sijaitsevasta Punasuon avolouhoksesta sekä Uutelan avolouhoksesta. Yhtiöllä on lisäksi kehitysvaiheessa olevia hankkeita. Kaivostoiminta Sotkamon tehdasalueella sijaitsevassa Lahnaslammen avolouhoksessa on alkanut vuonna 1968. Varsinainen tuotanto alkoi vuonna 1969 Suomen Talkki Oy:n toimesta ja nikkelin rikastus vuonna 1974. Useiden nimen ja omistussuhteiden muutosten jälkeen toimintaa harjoitetaan nykyisin nimellä Elementis Minerals B.V. Branch Finland.

Talkki, eli magnesiumsilikaatti, on ominaisuuksiltaan pehmeää, levymäistä ja vettä hylkivää. Sitä käytetään teollisuusmineraalina mm. 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 talkintuottaja. Punasuon ja Uutelan esiintymien hyödyntäminen mahdollistaa yhtiön Sotkamon talkkitehtaan toimintaedellytykset, turvaamalla taloudellisen ja korkealaatuisen talkkimalmin saannin.

Sotkamon tehdas tarjoaa työpaikan 85 kaivosyhtiön työntekijälle. Lisäksi kaivosalueella työskentelee noin 29 urakoitsijoiden työntekijää. Elementis Minerals B.V. Suomen sivuliikkeen liikevaihto oli vuonna 2024 noin 69,5 M €. Tämä kattaa talkkiliiketoiminnan Sotkamossa ja Vuonoksessa. Yli puolet tehtaiden tuotannosta menee vientiin.

## 2.2 Hankkeen tausta ja tavoite

Sotkamon tehdasalueen rikastushiekan ja sivukiven läjityskapasiteetin täyttyessä lähitulevaisuudessa on syntynyt tarve uusien läjitysalueiden suunnittelulle. Mikäli läjitykselle ei saada lisätilavuutta, kaivoksen toiminta päättyy noin vuonna 2035.

Lisäksi ajankohtaiseksi on tullut vesienkäsittelyn tehostaminen ja mahdollisesti myös uuden vesienkäsittelyn rakentaminen. Elementis on aloittanut selvitystyön sulfaatin poistamiseksi purkuvesistä. Toimenpiteitä sulfaattikuormituksen pienentämiseksi tehdään, vaikka toimintaa ei laajennettaisi VE1 tai VE2 vaihtoehtojen mukaisesti. Käsiteltyjen, pois johdettavien vesien osalta tarkastellaan lisäksi muita vaihtoehtoisia paikkoja nykyisen Lahnasjoen tilalle. Vaikka sulfaattia poistettaisiin, johtamista Lahnasjokeen ei voida todennäköisesti jatkaa, mikäli sulfaatille kaavailtu uusi ympäristölaatunormi astuu voimaan.

## 2.3 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. Elementisin YVA-velvoite pohjautuu YVA-lain liitteen 1 kohtaan 2a ja 12.

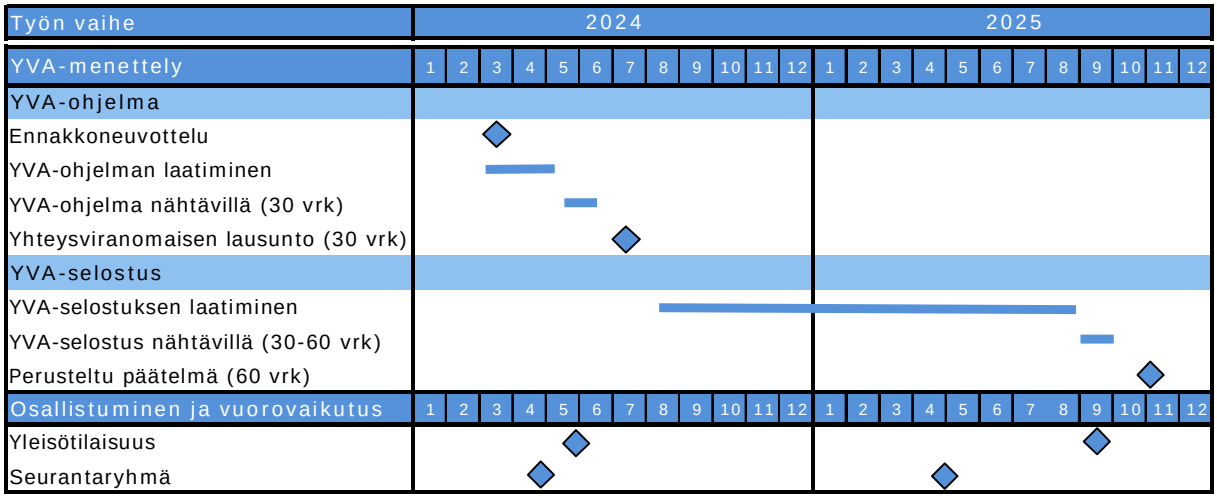
Copyright © AFRY Finland Oy

| YVA-lain kohta |
|---|
| 2) luonnonvarojen otto ja käsittely<br>a) kaivosmineraalien louhinta, paikalla tapahtuva rikastaminen ja käsittely, kun kaivoksen pinta-ala on yli 25 hehtaaria |
| 12) 1–11 kohdassa tarkoitettuja hankkeita kooltaan vastaavat hankkeiden muutokset. |

## 2.4 Hankkeen aikataulu

YVA-menettelyn keskeiset vaiheet ja aikataulu on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 2-1). YVA-ohjelma valmistui keväällä 2024. Yhteysviranomainen kokosi YVA-ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antoi niiden perusteella oman lausuntonsa 2.7.2024 (KAI-ELY/369/2024). 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.




Kuva 2-1. Hankkeen YVA-menettelyn aikataulu.

## 2.5 Hankkeen liittyminen muihin hankkeisiin ja ohjelmiin

### 2.5.1 Maakunnantason tavoitteet

Kainuu-ohjelma sisältää maakuntasuunnitelman vuoteen 2040 sekä maakuntaohjelman vuosille 2022–2025. Maakuntasuunnitelma on maankäyttö- ja rakennuslain mukainen strateginen suunnitelma, jossa esitetään maakunnan pitkän aikavälin visio ja tavoitteet. Maakuntaohjelma on alueiden kehittämisestä ja rakennerahastotoiminnan hallinnoinnista annetun lain ja asetuksen mukainen maakunnan yhteiset lähivuosien kehittämistavoitteet sisältävä asiakirja. Maakuntaohjelma sisältää nelivuotiskauden tavoitteet sekä keinot niiden saavuttamiseksi (Kainuun liitto 2021a). Kainuun maakuntaohjelman mukaisia, kaivannaisalaa koskevia tavoitteita ovat mm. seuraavat:

- Osallistutaan ja vaikutetaan aktiivisesti Itä- ja Pohjois-Suomen kaivannaisalan kehittämissuunnitelman toteutukseen yhteistyössä muiden alueiden kanssa

Copyright © AFRY Finland Oy

- Ennakoidaan toimintaympäristön kriittiset muutokset ja huomioidaan ne toimialan kehittämisessä
- Turvataan uusien kaivoshankkeiden käynnistyminen silloin, kun ympäristö- ja vastuullisuuskriteerit toteutuvat ja kaivosalueen kunnat haluavat kaivoksen
- Varmistetaan kaivoshankkeiden tarvitsemien investointien saaminen osana Kainuun investointistrategian toteutusta
- Kehitetään TKI-hankkeilla kaivannaisalan sivuvirroista uusia tuotteita ja komponentteja
- Kaupallistetaan Kainuun kaivannaisvarantoihin ja sivuvirtoihin perustuvat tuotteet ja komponentit ja hankitaan investointeja niiden jalostamiseen Kainuussa.

### 2.5.2 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 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 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

Copyright © AFRY Finland Oy

### 2.5.3 Suojelualueet ja vesienhoito

Hankealueen läheisyydessä sijaitsevat Natura 2000-ohjelmaan kuuluvat suojelualueet on esitelty luvussa 18 ”Suojelualueet”.

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.

### 2.5.4 Muut hankkeet

#### Terrafame

Terrafamen kaivoksen purkuvedet johdetaan purkuputken kautta Nuasjärveen. Elementisin ja Terrafamen kaivoksella on yhteisvaikutuksia Nuasjärveen, ja vaikutuksia arvioidaan YVA-selostuksen kappaleessa 10 ”Vesistöt ja vedenlaatu”.

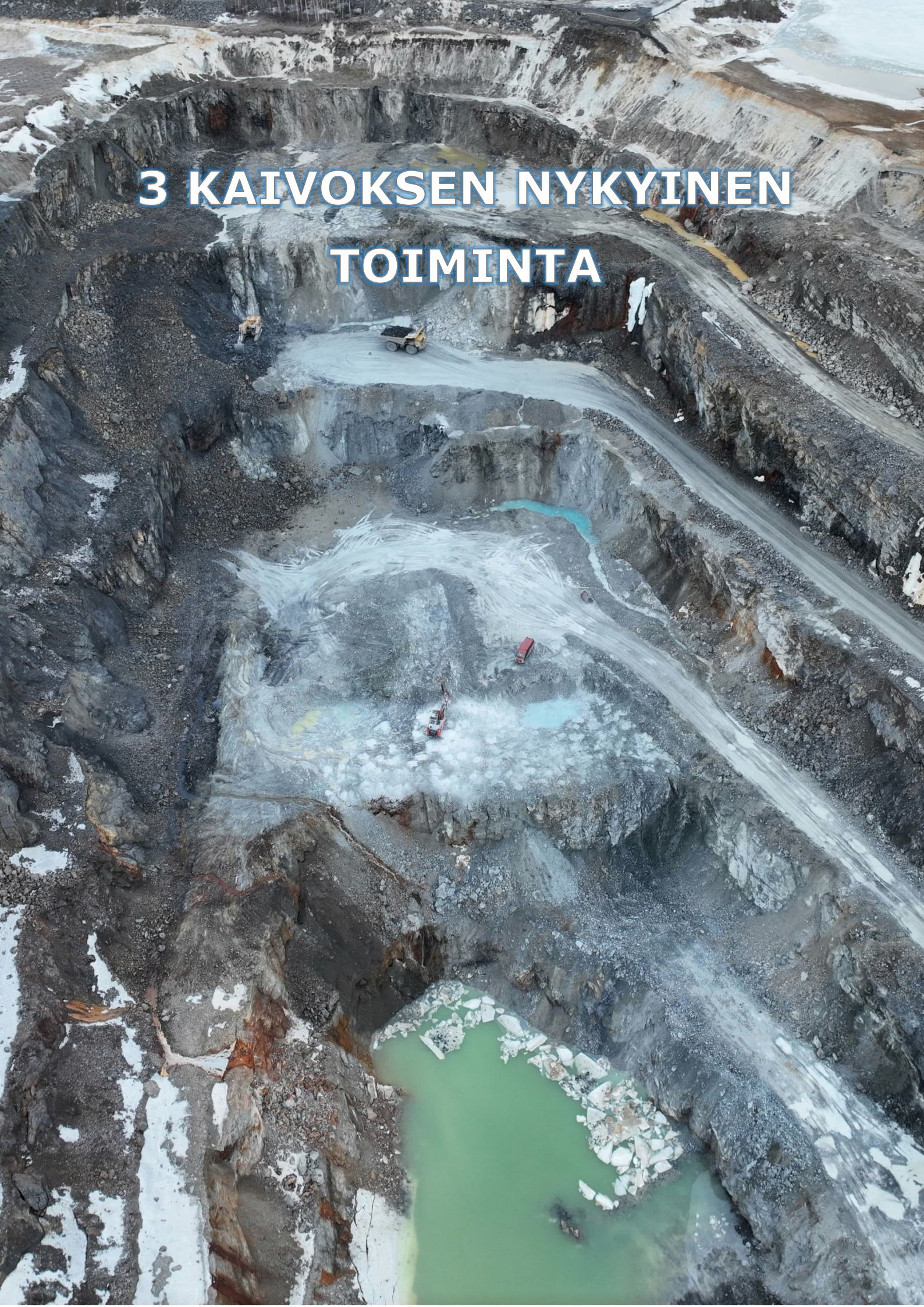
#### Muut hankkeet

Muut hankkeet, kuten vanha turvetuotantoalue Nauris-Veneheitonsuo (toiminta päättynyt 2018) sekä Elementisin Uutelan kaivos, sijaitsevat yli 10 kilometrin etäisyydellä Elementisin Sotkamon kaivoksesta. Uutelan päästövedet johdetaan reittiä Mustinjoki-Jormasjärvi-Jormasjoki-Nuasjärvi. Sotkamon kunnassa sijaitsee lisäksi Sotkamo Silver Oy:n hopeakaivos, jonka vedet johdetaan usean joen kautta Iso-Kiimaseen ja edelleen Nuasjärveen. Em. hankkeet sijaitsevat niin kaukana Elementisin Sotkamon hankealueesta, ettei hankkeilla arvioida olevan merkittäviä yhteisvaikutuksia Nuasjärven vedenlaatuun.

Kainuussa on suunnitteilla useita tuulivoimahankkeita, joiden rakentaminen voi ajoittain kuormittaa alueellista tieverkkoa, erityisesti tuulivoimakomponenttien erikoiskuljetusten aikana. Mahdollisia yhteisvaikutuksia liikenteen sujuvuuteen voi syntyä erityisesti seututien 870 suunnalla, jota kuormittaa jo ennestään Terrafamen kaivostoiminnan kuljetusliikenne. Tilanne voi korostua, mikäli useampia hankkeita rakennetaan samanaikaisesti.

Copyright © AFRY Finland Oy

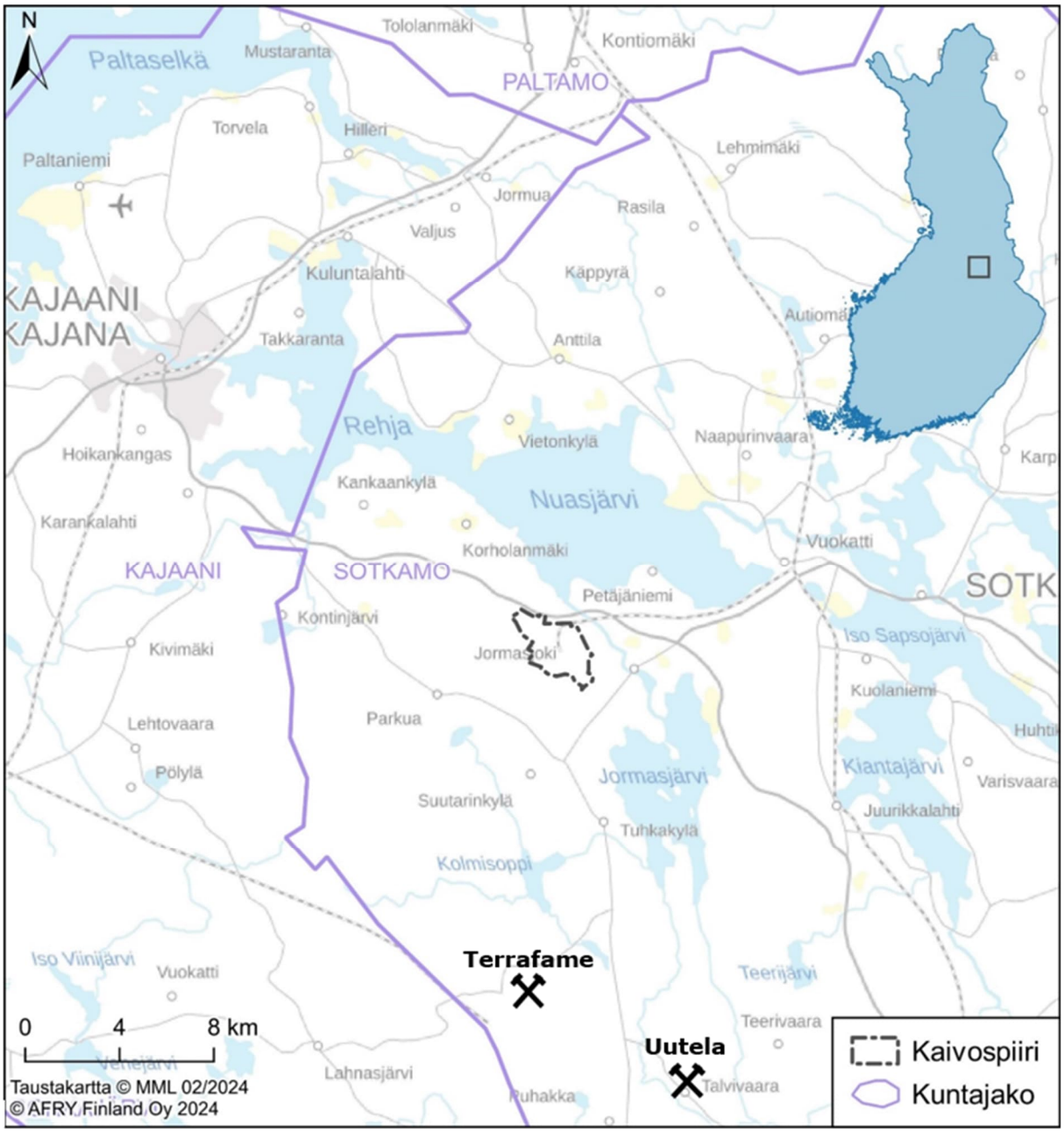
# 3 KAIVOKSEN NYKYINEN TOIMINTA



# 3 KAIVOKSEN NYKYINEN TOIMINTA

## 3.1 Kaivoksen nykyinen toiminta ja sen sijoittuminen

Elementis Sotkamon kaivosalue sijaitsee Sotkamon kunnassa, n. 16 km Sotkamon kunta-keskuksesta länteen. Kaivoksen toiminta sijoittuu Lahnaslampi- ja Punasuo-nimisille kaivospiireille. Kaivospiirin kokonaispinta-ala on noin 593 ha. Lähin vesistö on hankealueen pohjoispuolelle, n. 600 m:n etäisyydelle sijoittuva Nuasjärvi. Kaivoksen pohjoispuolitse kulkee valtatie nro 6. Kaivospiirin sijoittuminen kartalla on esitetty kuvassa (Kuva 3-1).




Kuva 3-1. Elementis Sotkamon kaivospiirin sijainti kartalla. Hakkusymbolit kuvaavat Terrafamen ja Uutelan kaivosta.

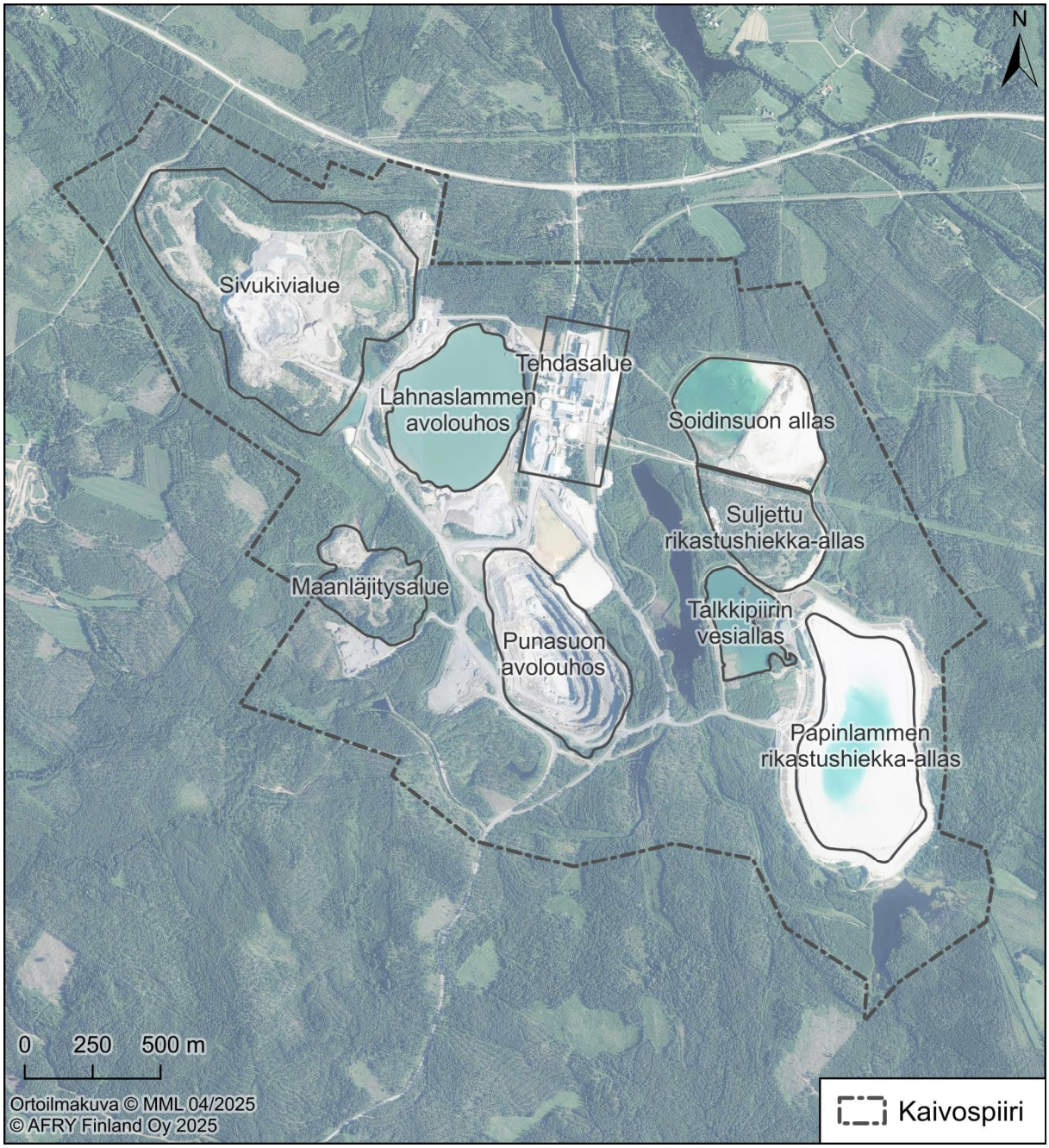
Copyright © AFRY Finland Oy

Kaivoksella louhitaan talkkimalmia, joka rikastetaan ja jalostetaan lopputuotteiksi kaivoksen yhteydessä olevalla rikastamolla ja tehtaalla. Talkkirikasteen lisäksi rikastusprosessi tuottaa nikkelirikastetta sekä magnesiittipitoista rikastushiekkaa. Rikastushiekka ja louhittava sivukivi läjitetään kaivoksen alueelle. Alueella on ollut kaivostoimintaa vuodesta 1968 lähtien.

Malmia louhitaan tällä hetkellä Punasuon avolouhoksesta, josta malmia on toimitettu Sotkamon tehtaalle vuodesta 2010 lähtien. Sotkamon tehtaalle tuodaan malmia myös Uutelan kaivokselta. Ennen Punasuon avaamista louhinta oli käynnissä Lahnaslammen avolouhoksessa, jossa louhinta lopetettiin loppuvuodesta 2010, kun tuotanto Punasuon louhoksessa käynnistyi. Louhinnan lopettamisen jälkeen Lahnaslammen kaivokseen on läjitetty Punasuon kaivoksen sisäraakkua ja hyödyntämiskelvotonta sivukiveä. Sivukiveä on sijoitettu Lahnaslammen kaivoksen lisäksi sivukivialueelle. Rikastushiekan läjitys on tapahtunut tähän asti pääasiallisesti Papinlammen rikastushiekka-altaaseen, Lahnaslammen kaivokseen on läjitetty hiukan myös rikastushiekkaa. Lahnaslammen kaivokseen on johdettu myös Punasuon kaivosvedet, sivukiven läjitysalueelta tulevat käsitellyt suotovedet, Pikarinpuron vedet sekä tarvittaessa prosessivettä. Lahnaslammen kaivoksen vedenpinta pyritään pitämään alle +150 m tasolla. Lahnaslammen vettä pumpataan vesienkäsittelyyn, jossa pH:ta nostetaan, jolloin metallit, erityisesti nikkeli, saadaan saostettua. Saostuksen jälkeen vesi selkeytetään Soidinsuon altaalla ja selkeytynyt vesi johdetaan Lahnasjokeen purkavan purkuputken kautta.

Kuvassa (Kuva 3-2) on esitetty kaivoksen nykyisten toimintojen sijoittuminen.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 3-2. Ilmakuva hankealueesta.

## 3.2 Yleiskuvaus nykyisestä toiminnasta

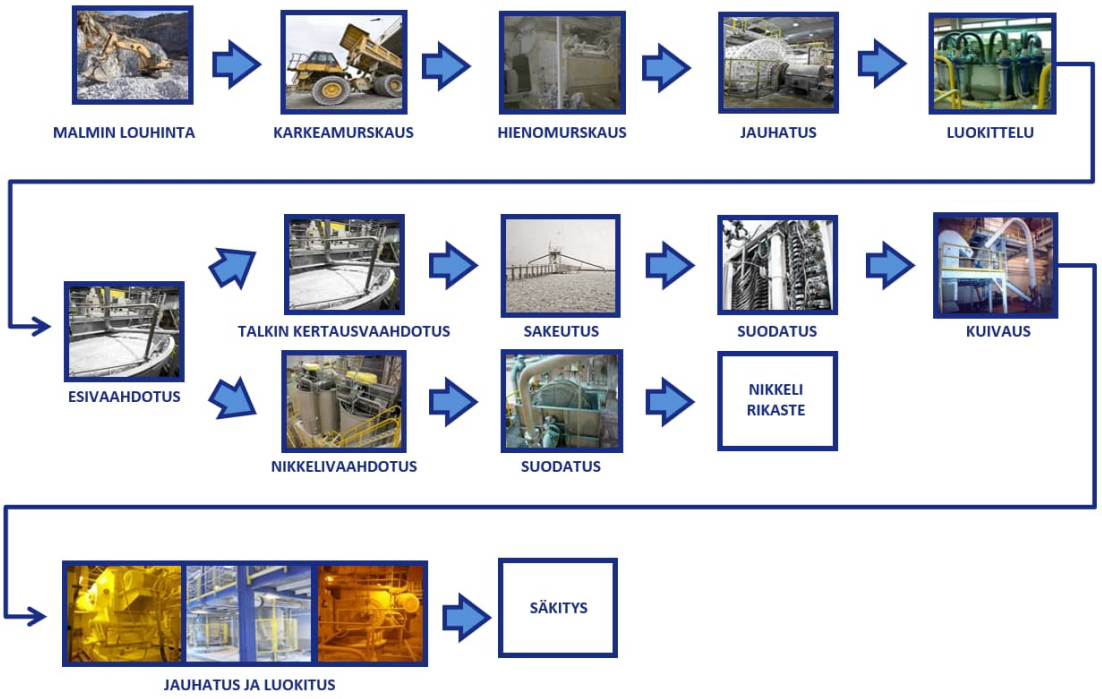
Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen tuotantotoiminta koostuu talkkimalmin louhinnasta avolouhoksesta, malmin rikastuksesta talkki- ja nikkelirikasteeksi ja jatkojalostuksesta erilaisiksi talkkituotteiksi mikrotalkkitehtaalla. Toiminnassa syntyvät sivutuotteet eli sivukivi, maanpoistomassat ja rikastushiekka, joita ei voida välittömästi hyötykäyttää, loppusijoitetaan omille kaatopaikka-alueille. Osa sivutuotteista menee hyötykäyttöön esim. kaivosalueen rakentamiseen.

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

Copyright © AFRY Finland Oy

Nykyinen talkin tuotanto on noin 150 000 t/a. Toimintaa koskevat voimassa olevat luvat mahdollistavat rikastamon tuotannon nostamisen tasolle 400 000 t/a. Malmi rikastetaan ja jatkojalostetaan karkeusasteeltaan vaihteleviksi talkkituotteiksi. Talkin rikastuksen sivutuotteena saatavan nikkelirikasteen tuotanto on noin 4 500 t/a riippuen talkkirikasteen tuotannosta. Malmin lisäksi louhitaan sivukiveä noin 0,5–1,5 milj. t/a. Rikastushiekkaa muodostuu 350 000–450 000 t/a.

Tuotantolaitokset toimivat seisokkeja lukuun ottamatta keskeytymättä vuorokauden ympäri, kaikkina vuoden päivinä. Kaivoksen yksinkertaistettu prosessikaavio malmin louhinnasta lähtien on esitetty kuvassa (Kuva 3-3) ja toimintojen sijainti tehdasalueella on esitetty kuvassa (Kuva 3-4).




Kuva 3-3. Prosessikaavio.



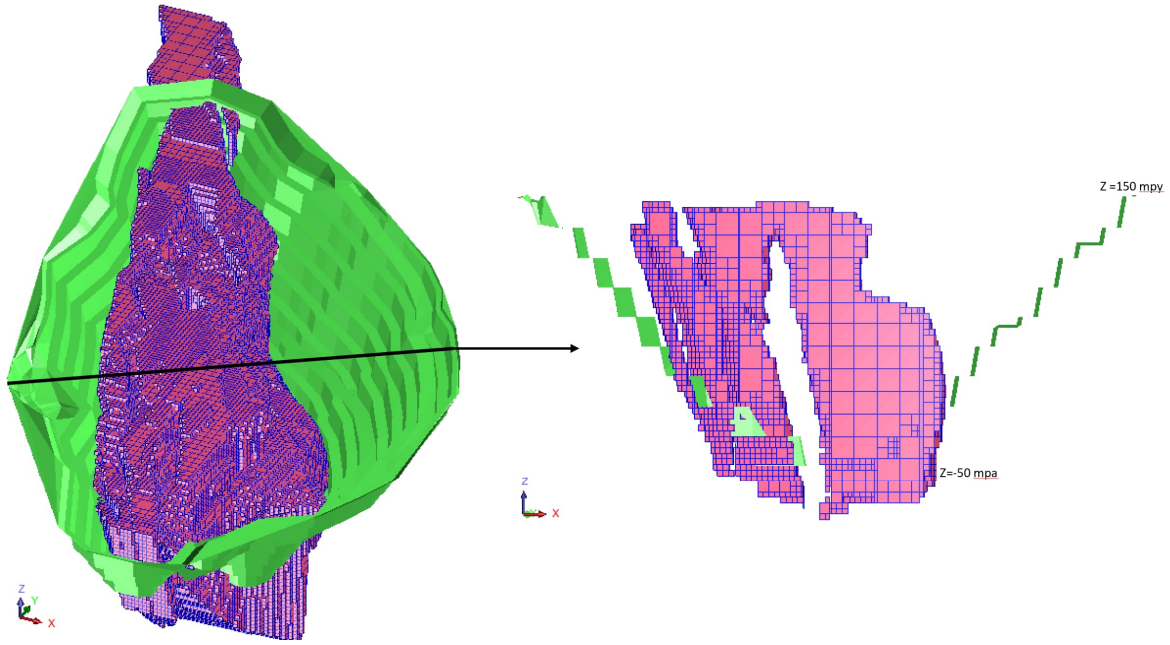

Kuva 3-4. Toimintojen sijoittuminen tehdasalueelle.

Copyright © AFRY Finland Oy

## 3.3 Malmin louhinta

Talkkimalmi louhitaan avolouhintana vuolukiviesiintymästä. Sotkamon kaivospiirillä sijaitsee kaksi avolouhosta, Lahnaslampi ja Punasuo. Lahnaslammen esiintymästä louhittiin vuosina 1968–2010 malmia yhteensä 17,1 milj. tonnia. Punasuon louhintasuunnitelman sisältämän malmin kokonaismäärä on n. 15 miljoonaa tonnia (Kuva 3-5). Louhintasuunnitelman sisältämän sivukiven määrä on n. 24 miljoonaa tonnia. Sotkamon tehtaalle toimitetaan malmia Punasuon louhoksen lisäksi myös Sotkamossa sijaitsevalta Uutelan kaivokselta.

Malmin louhinta käynnistyi Punasuolla vuonna 2010. Louhoksen pinta-ala on noin 20,5 ha ja sen on arvioitu laajenevan enimmillään 26 hehtaariin. Mikäli toiminta päättyy noin vuonna 2032 kun Papinlampi on korossa +190, avolouhos on noin tasossa +35. Vuosina 2024–2032 Punasuolta louhitaan arviolta noin 3,6 milj. tonnia malmia ja 11 milj. tonnia sivukiveä. Mikäli tuotantoa voidaan tämänkin jälkeen jatkaa, avolouhoksen pohja ulottuu tuotannon loppuvaiheessa, maksimiskenaariossa, tasolle -50 m. Maanpinta on alueella tasossa noin +155 m.




Kuva 3-5. Punasuon kaivoksen louhintasuunnitelma sekä blokkimalli Punasuon talkkimalmista.

Malmi ja sivukivi irrotetaan poraus-panostus -menetelmällä. Poravaunulla poratut 10–20 metrin pituiset reiät panostetaan reikään pumpattavalla emulsioräjähdysaineella ja sytytämiseen käytetään impulssiletkujärjestelmää. Irrotettu malmi ja sivukivi lastataan kaivinkoneilla kiviautoihin, jotka kuljettavat malmin rikastukseen ja sivukiven läjitettäväksi. Malmin louhintamäärä on vuosina 2011–2022 vaihdellut välillä 74 000–647 000 t/a ja sivukiven 0,3–1,7 milj. t/a, riippuen hyödynnettävästä malmin osasta ja laajennustarpeesta.

Louhinta tapahtuu urakoitsijan toimesta. Urakoitsija työskentelee louhintatilanteen mukaan yhdessä tai kahdessa vuorossa 5 päivänä viikossa. Työpäiviä kertyy noin 260 päivää vuodessa. Normaali työskentelyaika on sivukiven ja malmin ajon osalta yhdessä vuorossa klo 6.00–14.00 ja kun työt ovat kahdessa vuorossa klo. 6.00–22.00. Räjäytykset suoritetaan pääasiassa samaan kellon aikaan eli klo 14.00 ja viikossa on yhdestä kahteen räjäytyskertaa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Louhittava malmi on vuolukiveä, joka sisältää talkkia 45–55 % ja karbonaattimineraaleja noin 40 % (pääosin magnesiittia ja dolomiittia). Muita mineraaleja, kuten kloriittia, sulfideja ja oksideja on normaalisti noin 5 %. Talkkimalmin kemiallinen koostumus on melko homogeeninen. Pääkomponenttien pitoisuudet (MgO 35,7 %, SiO2 33,22 %, Fe2O3 6,23 %, C 5,49 %, Al2O3 1,08 %, CaO 0,27 %, MnO 0,076 %, TiO2 0,027 % sekä vähäisiä määriä K2O, Na2O ja P2O5) eivät juurikaan vaihtele malmissa.

Malmin nikkelipitoisuudet ovat alueen vuolukivelle tyypillisesti korkeita (975–2 250 mg/kg, keskimäärin 1 770 mg/kg). Nikkelisulfidit rikastetaan nikkelirikasteeksi. Malmissa on myös kobolttia keskimäärin 150 mg/kg ja arseenia 170 mg/kg. Malmin reunoilla kalsiumpitoisuudet ovat korkeampia ja dolomiitit yleisempiä. Metamorfoosin aikana mustaliuskeista on liuennut rikkiä, mistä johtuen mustaliuskeiden lähellä olevassa malmissa rikkipitoisuus on muuta malmia korkeampi.

Uutelan ja Punasuon kaivoksen louhintamäärät vuosina 2006–2023 on esitetty taulukossa (Taulukko 3-1).

Taulukko 3-1. Uutelan ja Punasuon kaivoksen louhintamäärät vuosina 2006–2023. Louhittu malmi on rikastettu Sotkamon tehtaalla.

| Vuosi | Malmimäärä (t) | |
|---|---|---|
| | Uutelan kaivos | Punasuon kaivos |
| 2006 | 33 459 | - |
| 2007 | 108 645 | - |
| 2008 | 52 136 | - |
| 2009 | 4 410 | - |
| 2010 | 27 454 | 153 187 |
| 2011 | 35 074 | 644 244 |
| 2012 | 259 798 | 371 476 |
| 2013 | 197 089 | 253 638 |
| 2014 | 269 255 | 234 758 |
| 2015 | 303 633 | 173 493 |
| 2016 | 535 976 | 78 915 |
| 2017 | 476 206 | 73 959 |
| 2018 | 196 214 | 441 277 |
| 2019 | 182 944 | 404 205 |
| 2020 | 135 619 | 408 007 |
| 2021 | 164 887 | 437 935 |
| 2022 | 103 443 | 352 998 |
| 2023 | 85 750 | 300 301 |
| 2024 | 126 365 | 304 361 |
| Yhteensä | 3 171 992 | 4 632 754 |

Copyright © AFRY Finland Oy

## 3.4 Malminkäsittely ja rikastus

### 3.4.1 Murskaus

Malmin murskauslaitteistot sijaitsevat rikastamon länsipuolella, jossa sijaitsee myös esimurskatun malmin välivarasto. Louhitun malmin murskaus tapahtuu kahdessa vaiheessa ja käytettävän murskauspiirin kapasiteetti on 250 t/h. Rikastamolle kuljetettu malmi syötetään ensin karkeamurskaamoon, jossa malmi murskataan alle 200 mm:n palakokoon. Esimurskauksesta malmi siirretään kuljettimilla välivarastohalliin.

Välivaraston pohjalta lähtee kuljetin, jota pitkin esimurskattu malmi kulkee hienomurskaamolle, jossa malmi murskataan iskupalkkimurskalla alle 25 mm:n raekokoon. Tämän jälkeen malmi kuljetetaan jauhatukseen.

### 3.4.2 Jauhatus

Malmin jauhatus ja rikastus tapahtuu rikastamorakennuksessa lukuun ottamatta sakeutusaltaita, jotka sijaitsevat rikastamorakennuksen ympärillä.

Murskatun malmin jauhatus vaahdotushienouteen (raekoko alle 0,1 mm) tapahtuu kuulamyllyssä vesilietteessä. Jauhinkappaleina myllyissä käytetään teräskuulia. Vaahdotushienouteen jauhettu talkkimalmi erotetaan sykloneilla vaahdotusprosessiin, ja karkeampi syklonien alite palautetaan uudelleen jauhatukseen. Rikastusprosessissa tarvittava vesi otetaan pääasiassa prosessivesialtaista (Talkkipiirin allas ja Papinlammen allas).

### 3.4.3 Vaahdotus

Jauhettu malmi vaahdotetaan useassa vaiheessa (Kuva 3-6). Vaahdotuksessa halutut mineraalit erotetaan vaahdotuskemikaalien avulla puhaltamalla ilmakuplia mineraalilietteeseen.

Talkin esivaahdotusvaiheessa jauhetusta malmista syntyvä rejekti (magnesiittihiekka ja Ni-sulfidit) pumpataan nikkelivaahdotukseen. Erotettu talkkirikaste pumpataan kertausvaahdotusten kautta sakeuttimeen. Prosessin lopputuotteena talkkimalmista (talkkipitoisuus 45–55 %) saadaan tuotetta, jonka talkkipitoisuus on 96–98 %.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 3-6. Talkkivaahtoa esivaahdotuskennon pinnalla.

### 3.4.4 Sakeutus, suodatus ja kuivatus

Sakeuttimessa talkkirikastelietteestä poistetaan vettä, jolloin lietteen kiintoainepitoisuus kasvaa. Talkkirikaste laskeutuu sakeutusaltaan pohjalle ja kirkas ylitevesi palautetaan prosessiin. Sakeutin toimi myös rikasteen välivarastona.

Veden poistoa jatketaan edelleen suodattamalla. Osa rikasteesta varastoidaan suodinkakkuna erilliseen varastoon, josta sitä toimitetaan yhtiön muille tehtaille jatkojalostettavaksi.

Suodatettu talkkirikaste kuivataan nestekaasun poltosta saatavan lämpöenergian tai sähkönkuivaimen avulla. Kuuma ilma kuivattaa rikasteen, joka erotetaan suodattimilla palokaasuista ja vesihöyrystä. Täysin kuiva rikaste siirretään pneumaattisesti mikrotalkkitehtaalle jatkojalostusta varten.

### 3.4.5 Nikkelirikastus

Nikkelirikaste erotetaan talkkivaahdotuksen rejektistä monivaiheisessa vaahdotuksessa. Saatu nikkelirikaste suodatetaan kiekkosuodattimella kuiva-ainepitoisuuteen 92 %. Suodinkostea rikaste säkitetään. Rikastushiekka (pääosin magnesiittihiekkaa) pumpataan rikastushiekka-altaille. Nikkelirikaste toimitetaan asiakkaalle kosteana rikasteena. Nikkelirikasteen painosaanti rikastamon syötteestä on noin 1 %. Rikasteen nikkelipitoisuus on tavallisesti noin 10 %.

Copyright © AFRY Finland Oy

### 3.4.6 Jatkojalostus mikrotalkkitehtaalla

Mikrotalkkitehdas sijaitsee ratapihan läheisyydessä tehdasalueen keskellä. Mikrotalkkitehtaan välittömässä läheisyydessä ovat myös pakkauslinjat ja lopputuotteiden varastotiloja.

Mikrotalkkitehtaalle siirretty kuiva talkkirikaste jauhetaan myllyillä lukuisiksi karkeudeltaan vaihteleviksi tuotteiksi. Rikaste syötetään ensin syöttösiiloihin, joista edelleen myllyille. Eri karkeusasteisiin jauhettu talkki syötetään lopuksi tuotesiiloihin, joista pakkauslinjoille tai lastaussiiloihin. Lopputuotteet toimitetaan asiakkaille bulk toimituksina tai paperi- ja suursäkkeihin pakattuna kuivana jauheena tai granulaattina (Kuva 3-7).



Kuva 3-7. Talkkituotteen suursäkitys.

## 3.5 Kaivannaisjätteet ja -jätealueet, sekä vesienkäsittelyn sakat

### 3.5.1 Maanpoistomassat

#### 3.5.1.1 Pintamaiden laatu

Kuvaus pintamaiden laadusta perustuu vanhan maanläjitysalueen maaperän geokemialliseen selvitykseen, joka tehtiin vuonna 2024 (AFRY Finland Oy 2024b).

Maanpoistomaan läjitysalueella tehtiin 5.6.2024 maaperätutkimuksia kairaamalla. Näytepisteitä oli 7 kpl ja näytteitä pyrittiin ottamaan 1 metrin välein. Maanäytteitä otettiin yhteensä 62 kpl. Näytteistä määritettiin aistinvaraisesti maalaji, kosteus ja aineksen koostumus (jätefraktio). Kaikista näytteistä mitattiin metallit XRF-kenttäanalysaattorin avulla ja kenttämittausten perusteella valittiin näytteet laboratorioanalyyseja varten. Laboratoriossa (Eurofins Ahma Oy) tehtiin seuraavat analyysit:

- kuningasvesiliukoiset alkuaineet (VNA 214/2007 mukaiset), 12 kpl

Copyright © AFRY Finland Oy

- ABA-testi, 12 kpl

XRF-kenttämittausten metallitulokset

Kaikista maanäytteistä analysoitiin alkuaineet XRF-kenttämittarilla. Maanäytteiden tuloksia verrattiin VNA:ssa 214/2007 (Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista) esitettyihin kynnys- ja ohjearvoihin. Yleensä PIMA-asetuksen arvoihin vertaillaan ainoastaan kuningasvesiuutolla analysoituja metallipitoisuuksia, mutta tässä kappaleessa vertailu on tehty XRF–mittausten tuloksiin. Lisäksi taulukossa on esitetty Sotkamon alueen taustapitoisuudet 15 kilometrin ja 30 kilometrin säteillä kaivosalueesta. Taulukossa (Taulukko 3-2) on esitetty alkuaineiden tulokset mediaani- ja maksimiarvoina.

XRF-kenttämittari ei havainnut näytteissä antimonin tai koboltin pitoisuuksia. Lisäksi vain yhdelle näytteelle saatiin kadmiumin pitoisuus ja kolmelle näytteelle elohopean pitoisuus. Arseenin ja kromin osalta kolmen näytepisteen mediaanipitoisuudet ylittivät ylemmän ohjearvon, ja nikkelin kohdalla ylitys tapahtui viidessä näytepisteessä. Lisäksi arseenin ja sinkin osalta kolmen näytepisteen maksimipitoisuudet ylittivät ylemmän ohjearvon. Kromin osalta ylempi ohjearvo ylittyi kuuden näytepisteen maksimiarvoissa, ja nikkelin osalta kaikissa seitsemässä näytepisteessä. Kuparin ja elohopean osalta ylempi ohjearvo ylittyi kahden näytepisteen maksimiarvoissa. Alemmat ohjearvot ylittyivät arseenin maksimiarvojen osalta kahdessa näytteessä ja sinkin osalta yhdessä näytepisteessä. Mediaaniarvojen osalta alemmat ohjearvot ylittyivät kahdessa näytepisteessä nikkelin, ja yhdessä näytepisteessä sinkin sekä kadmiumin osalta. Kynnysarvot ylittyivät useammassa näytepisteessä arseenin ja kromin osalta, kahdessa näytepisteessä kuparin osalta sekä yhdessä näytepisteessä sinkin ja vanadiinin osalta.

Taulukko 3-2. Sotkamon kaivoksen metallipitoisuudet XRF-kenttämittarilla. Taulukossa on esitetty mittaustulosten mediaani- ja maksimipitoisuus eri pisteillä. - = pitoisuutta ei havaittu XRF-mittauksissa. n=näytemäärä, jossa XRF-mittarilla havaittu pitoisuus. Vertailuna on käytetty PIMA-asetuksen (214/2017) kynnys- ja ohjearvoja (yleensä XRF-tuloksia ei verrata PIMA-asetukseen vaan vertailuun käytetään kuningasvesiuutolla analysoituja metallipitoisuuksia). Koboltin ja antimonin pitoisuuksia ei havaittu yhdessäkään näytteessä. Taustapitoisuuksien näytemäärä on 172, paitsi vanadiinilla n=171 (15 km säde). *Taustapitoisuudet 50 km säteellä, näytemäärä on arseenilla 31, kadmiumilla ja elohopealla 39 sekä lyijyllä 33.

| Metallit ja metalloidit, kokonaispitoisuudet | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | As | Cr | Cu | Pb | Ni | Zn | Hg | Cd | V |
| Taustapitoisuus | | 1,7* | 48 | 48 | 32* | 36 | 57 | 0,11* | 0,07* | 57 |
| Kynnysarvo | | 5 | 100 | 100 | 60 | 50 | 200 | 0,5 | 1 | 100 |
| Alempi ohjearvo | | 50 | 200 | 150 | 200 | 100 | 250 | 2 | 10 | 150 |
| Ylempi ohjearvo | | 100 | 300 | 200 | 750 | 150 | 400 | 5 | 20 | 250 |
| Näytepiste | | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| 1 | Med. | 7,5 | 166 | 31 | 9,9 | 157 | 113 | - | - | 48 |
| | Max. | 35 | 811 | 61 | 12 | 722 | 363 | - | - | 64 |
| | n | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 0 | 0 | 12 |
| 2 | Med. | 14 | 128 | 62 | 13 | 133 | 290 | 7 | - | 71 |
| | Max. | 20 | 151 | 106 | 22 | 175 | 612 | 7 | - | 88 |
| | n | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 0 | 5 |
| 3 | Med. | 27 | 195 | 38 | 9,9 | 210 | 106 | - | - | 51 |
| | Max. | 77 | 551 | 61 | 14 | 488 | 171 | - | - | 59 |
| | n | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 0 | 0 | 18 |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Metallit ja metalloidit, kokonaispitoisuudet | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | As | Cr | Cu | Pb | Ni | Zn | Hg | Cd | V |
| Taustapitoisuus | | 1,7* | 48 | 48 | 32* | 36 | 57 | 0,11* | 0,07* | 57 |
| Kynnysarvo | | 5 | 100 | 100 | 60 | 50 | 200 | 0,5 | 1 | 100 |
| Alempi ohjearvo | | 50 | 200 | 150 | 200 | 100 | 250 | 2 | 10 | 150 |
| Ylempi ohjearvo | | 100 | 300 | 200 | 750 | 150 | 400 | 5 | 20 | 250 |
| Näytepiste | | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| 4 | Med. | 16 | 104 | 36 | 11 | 112 | 91 | 5,9 | 19 | 56 |
| | Max. | 68 | 400 | 218 | 15 | 643 | 739 | 5,9 | 19 | 120 |
| | n | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 2 | 1 | 17 |
| 5 | Med. | 148 | 1605 | 24 | - | 1138 | 100 | - | - | 21 |
| | Max. | 167 | 1757 | 128 | - | 1246 | 204 | - | - | 33 |
| | n | 3 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| 6 | Med. | 190 | 1268 | 32 | 10 | 1316 | 122 | - | - | 20 |
| | Max. | 227 | 1413 | 272 | 11 | 1495 | 615 | - | - | 58 |
| | n | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 0 | 0 | 4 |
| 7 | Med. | 112 | 1085 | 27 | - | 1317 | 87 | - | - | 13 |
| | Max. | 144 | 1228 | 27 | - | 1544 | 101 | - | - | 16 |
| | n | 3 | 3 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 |

## Laboratoriotulokset

Laboratorioon lähetettiin yhteensä 12 näytettä, joista tutkittiin kuningasvesiliukoiset metallit sekä hapontuotto-ominaisuudet ABA-testillä.

Taulukossa (Taulukko 3-3) on esitetty Sotkamon kaivosalueen maanäytteiden metalli- ja metalloidipitoisuudet kuningasvesiliukoisina pitoisuuksina. Taulukossa on ilmoitettu lisäksi PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) mukaiset ohje- ja kynnysarvot. Tuloksia on vertailtu lisäksi taustapitoisuusrekisterin vastaaviin pitoisuuksiin, jotka ovat määritetty kuningasvesiuutolla. Alueen taustapitoisuuksien tiedot on haettu Geologian tutkimuskeskuksen maaperän taustapitoisuudet (TAPIR)–karttapalvelusta. Jotta järjestelmä laskee taustapitoisuuden tietylle alueelle, se vaatii vähintään 30 näytteen otannan. Taulukkoon on tuotu taustapitoisuusrekisteristä Sotkamon kaivosalueesta 15 km säteellä haettujen pitoisuuksien keskiarvopitoisuudet (Co, Cr, Cu, Ni, V, Zn). 15 km:n tarkastelusäteellä ei ole riittävästi näytteitä arseenin, kadmiumin, elohopean, lyijyn ja antimonin osalta, jolloin näiden alkuaineiden taustapitoisuutta on tarkasteltu ottamalla 50 km:n säteeltä haetut keskiarvopitoisuudet. Pienemmällä säteellä taustapitoisuuksien laskentaan tarvittava näytemäärä ei olisi ollut riittävä. Suurempi tarkastelusäde vähentää anomaalista pitoisuusvaikutusta maaperän taustapitoisuuksissa.

Kaikkien kynnysarvon ylittäneiden alkuaineiden osalta taustapitoisuusrekisteri antoi huomattavasti alemmat SSTP-arvot kuin kaivosalueella. Mataliin taustapitoisuuksiin on voinut vaikuttaa näytteiden vähäinen määrä metalliprovinssin sisältä, ja ero näytteenottosyvyyksissä. 15 kilometrin säteellä Sotkamon kaivosalueesta saaduille alkuaineille taustapitoisuudet olivat suurimmaksi osaksi melko samalla tasolla laboratorion tulosten kanssa. Kuparin ja vanadiinin osalta usean näytteen laboratoriossa mitatut pitoisuudet olivat lähellä taustapitoisuuden tasoa. Koboltin osalta kahden näytteen pitoisuudet olivat lähellä taustapitoisuutta. Sinkin ja kromin osalta kynnysarvon alle jääneet pitoisuudet olivat suurimmaksi osaksi taustapitoisuutta korkeammat. 50 kilometrin säteellä kaivosalueesta saaduille alkuaineille taustapitoisuuksien suuruus verrattuna laboratorion tuloksiin oli vaihtelevaa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Arseenin osalta taustapitoisuus oli huomattavasti pienempi kuin maanläjitysalueen näytteissä. Kadmiumin osalta näytteiden pitoisuudet olivat hieman koholla taustapitoisuuteen verrattuna. Elohopea- ja lyijypitoisuudet olivat matalampia kuin taustapitoisuudet. Antimonin pitoisuudet olivat hieman koholla taustapitoisuuteen verrattuna.

Tutkimusalueen maaperästä tehtyjen analyysien perusteella maaperässä on eri syvyyksillä useita kynnys- ja ohjearvon ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia. Arseenin pitoisuudet vaihtelivat välillä 5,1–160 mg/kg, joten kaikki näytteet ylittivät vähintään kynnysarvon, useammat myös alemman ja ylemmän ohjearvon. Kadmiumia todettiin kynnysarvon ylittäviä pitoisuuksia (1,7 mg/kg) kolmessa pisteessä, sekä yksi alemman ohjearvon ylittävä pitoisuus (15 mg/kg). Koboltin pitoisuudet vaihtelivat välillä 12–150 mg/kg, ja kynnysarvo ylittyi lähes kaikissa pisteissä sekä yhdessä pisteessä todettiin alemman ohjearvon ylitys. Kromin osalta pitoisuudet vaihtelivat välillä 77–820 mg/kg, ja useamman näytteen osalta kynnysarvo, sekä alempi ja ylempi ohjearvo ylittyi. Kuparia todettiin pitoisuuksina 14–340 mg/kg, ja vain yhdessä näytteessä ylittyi alempi ohjearvo sekä yhdessä ylempi ohjearvo. Elohopeapitoisuudet vaihtelivat < 0,01–0,14 mg/kg välillä, eikä kynnysarvo ylittynyt yhdessäkään näytteessä. Nikkelipitoisuudet vaihtelivat 95–1600 mg/kg välillä, ja ylempi ohjearvo ylittyi kaikissa näytteissä, poikkeuksena yhden näytteen kynnysarvon ylittävä pitoisuus. Lyijypitoisuudet eivät ylittäneet kynnysarvoja yhdessäkään näytteessä. Antimonia todettiin kynnysarvon ylittäviä pitoisuuksia neljässä näytteessä, joissa pitoisuudet olivat 2,3–3,9 mg/kg. Muuten antimonipitoisuudet olivat matalia. Vanadiinipitoisuudet vaihtelivat 11–200 mg/kg välillä, ja yhdessä näytteessä ylittyi kynnysarvo ja yhdessä alempi ohjearvo. Sinkkipitoisuudet vaihtelivat 42–780 mg/kg välillä, ja yhdessä näytteessä ylittyi alempi ohjearvo, sekä kolmessa näytteessä ylempi ohjearvo.

Taulukko 3-3. Maaperänäytteiden kuningasvesiliukoiset metalli- ja metalloidipitoisuudet. Vertailuna on käytetty PIMA-asetuksen (214/2017) kynnys- ja ohjearvoja sekä taustapitoisuuden osalta taustapitoisuusrekisterin pitoisuuksia (TAPIR 2024). Taustapitoisuuksien näytemäärä on 172, paitsi vanadiinilla n=171 (15 km säde). *Taustapitoisuudet 50 km säteellä, näytemäärä on arseenilla 31, kadmiumilla, elohopealla ja antimonilla 39 sekä lyijyllä 33. (NP=näytepiste)

| | Metallit, metalloidit, kokonaispitoisuudet | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | As | Cd | Co | Cr | Cu | Hg | Ni | Pb | Sb | V | Zn |
| | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| Taustapitoisuus | 1,7* | 0,07* | 14 | 48 | 48 | 0,11* | 36 | 32* | 0,12* | 57 | 57 |
| 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 |
| NP 1 1-2 m | 29 | 0,18 | 30 | 250 | 53 | <0,01 | 650 | 8,4 | 0,37 | 86 | 270 |
| NP 1 9-10 m | 5,1 | 0,35 | 15 | 89 | 38 | <0,01 | 160 | 5,1 | 0,13 | 49 | 99 |
| NP 2 1-2 m | 11 | 1,7 | 23 | 88 | 75 | 0,03 | 150 | 10 | 1,8 | 110 | 490 |
| NP 3 0-0,5 m | 83 | 1,7 | 27 | 210 | 60 | 0,017 | 350 | 6,3 | 1,4 | 62 | 150 |
| NP 3 8-9 m | 89 | 0,44 | 32 | 160 | 57 | 0,014 | 500 | 5,9 | 1,6 | 36 | 100 |
| NP 3 13-14 m | 36 | 0,36 | 23 | 160 | 33 | <0,01 | 300 | 5,5 | 0,7 | 43 | 90 |
| NP 4 0-1 m | 50 | 15 | 36 | 190 | 190 | 0,14 | 610 | 20 | 3,9 | 200 | 780 |
| NP 4 7-8 m | 75 | 0,38 | 30 | 290 | 28 | 0,012 | 460 | 4,5 | 1,7 | 30 | 150 |
| NP 4 14-15 m | 11 | 0,34 | 12 | 77 | 36 | 0,017 | 95 | 6 | 0,32 | 54 | 86 |
| NP 5 2-3 m | 160 | 0,15 | 44 | 820 | 33 | <0,01 | 1000 | 2,3 | 2,3 | 33 | 46 |
| NP 6 3-3,3 m | 65 | 1,7 | 150 | 330 | 340 | 0,035 | 1600 | 12 | 3,7 | 56 | 620 |
| NP 7 1-2 m | 110 | 0,18 | 66 | 410 | 14 | <0,01 | 1300 | 1,2 | 3,2 | 11 | 42 |

Copyright © AFRY Finland Oy

Maanäytteiden hapontuotto-ominaisuuksia tutkittiin ABA-testillä, jonka tulokset on esitetty taulukoissa (Taulukko 3-4 ja Taulukko 3-5). Kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013, liite 1) mukaisesti kaivannaisjäte luokittuu ei-pysyväksi jätteeksi, mikäli sen rikkipitoisuus on suurempi kuin 1 % tai jos rikkipitoisuus on suurempi kuin 0,1 % ja NPR-luku, eli hapontuottokyvyn ja neutralointipotentiaalin suhde (NPR), on alle kolme.

Rikkipitoisuudet vaihtelivat kaikissa näytteissä 0,11–4,99 % välillä. Rikin kokonaispitoisuus oli neljässä näytteessä (2 (1–2 m), 3 (0–0,5 m), 4 (0–1 m) ja 6 (3–3,3 m)) yli 1 %, joten näytteet luokitellaan sen perusteella ei-pysyväksi jätteeksi. Lopuissa kahdeksassa näytteessä kokonaisrikkipitoisuudet vaihtelivat 0,11–0,76 % välillä, ja NPR-luku oli kaikissa alle kolme. Näiden tulosten perusteella myös matalamman rikkipitoisuuden näytteet luokitellaan ei-pysyväksi jätteeksi.

Taulukko 3-4. Maanäytteiden sivukivien ABA-testin tulokset (Eurofins Ahma Oy 2024).

| | S kok | AP | NP | NPR |
|---|---|---|---|---|
| Määritysraja | 0,01 | 0,32 | | |
| | % | kg CaCO3/t | kg CaCO3/t | |
| Näytepiste 1, 1-2 m | 0,11 | 3,4 | 0,18 | < 0,1 |
| Näytepiste 1, 9-10 m | 0,19 | 5,9 | 0,96 | 0,16 |
| Näytepiste 2, 1 2 m | 1,07 | 33 | -0,56 | < 0,1 |
| Näytepiste 3, 0-0,5 m | 1,14 | 36 | 3,4 | < 0,1 |
| Näytepiste 3, 8 9 m | 0,37 | 12 | 2,1 | 0,18 |
| Näytepiste 3, 13-14 m | 0,26 | 8,1 | 4 | 0,49 |
| Näytepiste 4, 0-1 m | 4,99 | 160 | -0,69 | < 0,1 |
| Näytepiste 4, 7 8 m | 0,19 | 5,9 | 1,6 | 0,27 |
| Näytepiste 4, 14-15 m | 0,35 | 11 | 0,82 | < 0,1 |
| Näytepiste 5, 2 3 m | 0,76 | 24 | 13 | 0,55 |
| Näytepiste 6, 3-3,3 m | 1,9 | 59 | 9,4 | 0,16 |
| Näytepiste 7, 1 2 m | 0,54 | 17 | 8,4 | 0,5 |

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-5. Maanäytteiden ANC-, MPA ja NAPP-testien tulokset. (ANC= neutralointikapasiteetti, MPA=maksimihapontuottopotentiaali, NAPP= nettohapontuottokapasiteetti)

| Näyte | ANC | MPA | NAPP |
|---|---|---|---|
| | kg H2SO4/t | kg H2SO4/t | kg H2SO4/t |
| Näytepiste 1, 1-2 m | < 0,3 | 3,4 | 3,1 |
| Näytepiste 1, 9-10 m | 0,94 | 5,8 | 4,9 |
| Näytepiste 2, 1-2 m | < 0,3 | 33 | 32 |
| Näytepiste 3, 0-0,5 m | 3,3 | 35 | 32 |
| Näytepiste 3, 8-9 m | 2,1 | 11 | 9,3 |
| Näytepiste 3, 13-14 m | 3,9 | 8 | 4 |
| Näytepiste 4, 0-1 m | < 0,3 | 150 | 150 |
| Näytepiste 4, 7-8 m | 1,6 | 5,8 | 4,2 |
| Näytepiste 4, 14-15 m | 0,8 | 11 | 9,9 |
| Näytepiste 5, 2-3 m | 13 | 23 | 11 |
| Näytepiste 6, 3-3,3 m | 9,2 | 58 | 49 |
| Näytepiste 7, 1-2 m | 8,2 | 17 | 8,3 |

Päätelmät

Näytteille tehdyt XRF-mittaukset olivat pääasiassa linjassa laboratorion metallianalyysitulosten kanssa. Selvänä poikkeuksena tähän olivat kuitenkin kromin pitoisuudet, jotka olivat XRF-kenttämittauksissa selkeästi suurempia kuin analysoiduissa näytteissä, esimerkiksi näytepisteessä 5 (2–3 m) kromipitoisuus XRF-kenttämittarilla oli 1757 mg/kg, kun vastaavasti laboratorion analyysituloksissa pitoisuus oli 820 mg/kg. XRF-mittarin ilmoittamat tulokset ovat kuitenkin vain suuntaa antavia, koska mittaustuloksiin vaikuttaa tutkittavan materiaalin koostumus.

Laboratorion metallianalyysitulosten perusteella näytepisteissä 4 (0–1 m ja 7–8 m) ja 6 (3–3,3 m) oli eniten alemman ja ylemmän ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia. Eniten alemmat ja ylemmät ohjearvot ylittyivät arseenin, kromin, nikkelin ja sinkin osalta.

Läjitysalueen tutkitussa aineksessa on paikoin runsaasti haponmuodostuspotentiaalia, etenkin näytepisteen 4 pintaosan (0–1 m) näytteessä. Kyseisessä näytteessä ei ole neutralointipotentiaalia lainkaan, joten neutralointipotentiaalisuhdeluku (NP/AP) on alle 0,1. Kaikissa näytteissä NPR-arvo on matala, joten näytteissä ei ole happamuutta neutraloivaa potentiaalia. Näiden tulosten perusteella kaikki näytteet ovat mahdollisesti happoa muodostavia.

### 3.5.1.2 Pintamaiden hyötykäyttö ja läjitys

Louhosten kohdilta poistettava maa-aines (maanpoistomaa), turve ja moreeni, on varastoitu erilliselle maa-aineksen läjitysalueelle, Lahnaslammen sivukivialueelle ja osa maamassoista on toimitettu Papinlammelle hyötykäyttöön. Muilta osin maa-aineksia tullaan hyödyntämään viimeistään kaivoksen sulkemisvaiheessa toiminta-alueiden maisemointiin.

Maa-ainesten läjitysalueelle on sijoitettu n. 930 000 $m^3$ Lahnaslammen ja Punasuon alueilta poistettuja maamassoja. Osa läjitetyistä maamassoista hyödynnetään maarakentamisessa sekä maisemoinnissa, mutta osa läjitetyistä maamassoista maisemoidaan paikalleen. Maisemointiin soveltumattomia pintamaita läjitetään myös Lahnaslammen

Copyright © AFRY Finland Oy

louhokseen sekä sivukivialueelle. Lahnaslammen louhokseen on toimitettu mm. karkeaa kiviainesta kuten mustaliusketta sisältävää moreenia sekä magnesiittia.

Vuosina 2008–2023 Punasuon kaivokselta on poistettu yhteensä 2,4 milj. $m^3$ maata. Poistetuista maamassoista 8 % on toimitettu Papinlammelle hyötykäyttöön. Pääosa maamassoista on toimitettu Lahnaslammen sivukivialueelle.

Maanläjitysalueen tutkimuksessa syksyllä 2024 havaittiin, että alueelle on toiminnan aikaisemmissa vaiheissa läjitetty myös muuta mineraalista ainesta kuin poistettuja pintamaita.

### 3.5.2 Sivukivi

#### 3.5.2.1 Sivukiven laatu

Sivukivien kivilajijakauma ja mineralogia

Lahnaslammen ja Punasuon talkkiesiintymien sivukivet ovat samantyyppisiä. Punasuon sivukivien jakauma on esitetty taulukossa (Taulukko 3-6). Mustaliuskeessa on runsaasti sulfidimineraaleja. Sulfidimineraalien lisäksi se koostuu pääasiassa kvartsista, kloriitista ja alumiinisilikaateista (maasälpä, kiilteet). Mustaliuskeessa karbonaattimineraaleja on alle 1 %. Kiilleliuskenäytteissä pääminerаaleina esiintyy kvartsia, maasälpää ja kiilteitä. Toisessa kiilleliuskenäytteessä (MS2) pääminerаaleihin lukeutuu lisäksi kloriitti ja toiseen pyrrotiitti. Näytteessä MS1 on myös XRD-menetelmä havaittu grafiittia. Talkkimagnesiitissa ja epäpuhtaassa talkkimagnesiitissa on runsaasti neutralointikykyisiä karbonaattimineraaleja. Epäpuhtaassa talkkimagnesiitissa (näyte ITM) pääminerаaleina esiintyy magnesiittia, talkkimineraaleja sekä kloriittia. Talkkimagnesiittinäytteissä (TM1 ja TM2) pääminerаalit vaihtelevat. Molemmissa näytteissä pääminerаaleina esiintyy talkkiryhmän mineraaleja ja kloriittia. Näytteessä TM1 on lisäksi pääminerаalina magnesiitti. Näytteessä TM2 on puolestaan pääminerаalina dolomiittia. Molemmissa talkkimagnesiitteissa on myös pyrrotiittia ja pyriittiä. Näyte TM2 ei edusta talkkimagnesiitin keskimääräistä laatua, vaan näyte on valittu edustamaan korkean rikkipitoisuuden talkkimagnesiittia kaivannaisjätteiden pitkäaikaistestauksessa. Epäpuhtaassa vuolukivessä on runsaasti neutralointikykyisiä karbonaattimineraaleja (40 %), sulfidimineraaleja on n. 7 %. Serpentiinibreksiassa on myös runsaasti neutralointikykyisiä karbonaattimineraaleja (36 %), sulfidimineraaleja on n. 2 %. Nikkeli esiintyy sivukivissä pääasiassa nikkelipitoisissa sulfideissa (happoliukoinen) ja vähäisessä määrin magnesiumsilikaateissa (talkki). Nikkeli voi vapautua esim. rautasulfidien hapettuessa ilman hapen ja veden myötävaikutuksesta. Arseeni esiintyy epäpuhtaan vuolukiven sulfidimineraaleissa, joista se voi vapautua em. rautasulfidihapettumisen seurauksena. Kromi esiintyy oksidimineraaleissa ja magnesiumsilikaateissa. Kromioksidit ovat niukkaliukoisia happamissa oloissa. Silikaateista kromi ja nikkeli voivat vapautua vain hyvin happamissa oloissa (pH <2) silikaattien kiderakenteen hajotessa. (GTK 2005, Ramboll Finland Oy 2015)

Taulukko 3-6. Punasuon louhoksen sivukivien jakauma.

| Kivilaji | Kivilajikoodi | Prosentuaalinen osuus |
|---|---|---|
| Kiilleliuske | Ms | 37 % |
| Mustaliuske | Bs | 27 % |
| Talkkimagnesiitti | TM | 21 % |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Kivilaji | Kivilajikoodi | Prosentuaalinen osuus |
|---|---|---|
| Serpentiinibreksia | Spb | 7,1 % |
| Epäpuhdas vuolukivi/talkkimagnesiitti | ITM | 5,7 % |
| Karsi | SK | 2,1 % |
| Grafiittipitoinen kiilleiuske | GS | 0,015 % |
| Yhteensä | | 100 % |

### Sivukiven geokemialliset ominaisuudet

Kesällä 2015 Punasuon kaivoksen sivukivistä otettiin kokoomanäytteet kiilleliuskeesta (MS), mustaliuskeesta (BS), epäpuhtaasta talkkimalmista (ITM) ja serpentiinibreksiasta (SPB). Näytteistä tutkittiin SGS Inspection Services Oy:n sekä SGS Canada Inc:n laboratorioissa mm. alkuaineiden kokonaispitoisuuksia (menetelmä ISO 11885, ICP-AES), haitta-aineiden liukoisuuksia (2-vaiheinen ravistelutesti, SFS-EN 12457-3) sekä mahdollista happontuottopotentiaalia (ABA-testi, SFS-EN 15875). (Ramboll Finland Oy 2015)

### Sivukiven alkuainepitoisuudet

Taulukossa 3-7 on esitetty vuoden 2015 Punasuon kaivoksen sivukiven kokoomanäytteiden kuningasvesiliukoiset pitoisuudet. Taulukossa on esitetty myös PIMA-asetuksen mukaiset kynnysarvot sekä alemmat ja ylemmät ohjearvot.

Taulukko 3-7. Sivukiven kokoomanäytteiden 2015 kuningasvesiliukoiset pitoisuudet verrattuna asetuksen PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) mukaisiin kynnys- ja ohjearvoihin. (Ramboll Finland Oy 2015)

| 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 |
| Taustapitoisuus | - | - | 7 | 27 | 22 | - | 18 | - | - | 29 | 28 |
| 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 |
| Punasuo-MS (kiilleliuske) | 17 | <0,4 | 17 | 72 | 27 | <0,2 | 37 | <10 | <10 | 66 | 55 |
| Punasuo-BS (mustaliuske) | 140 | 8,7 | 24 | 75 | 220 | <0,3 | 290 | 19 | <10 | 390 | 770 |
| Punasuo-ITM (epäpuhdas talkkimalmi) | 250 | 5,2 | 45 | 710 | <10 | <0,4 | 880 | <10 | <10 | <10 | 13 |
| Punasuo-SPB (serpentiinibreksia) | 5 | <0,4 | 47 | 930 | <10 | <0,5 | 930 | <10 | <10 | 11 | 13 |

*Vuoden 2015 kokonaispitoisuuksien uuttomenetelmästä ei ole varmuutta. Oletus on, että uuttomenetelmänä on ollut kuningasvesiuutto.*

Vuoden 2015 näytteissä Punasuon louhoksen kiilleliuskeessa haitta-aineiden pitoisuudet olivat alhaisia, ainoastaan arseenin pitoisuus ylitti tutkitussa näytteessä PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) mukaisen kynnysarvon. Mustaliuskeessa arseenin, kuparin, nikkelin, sinkin sekä vanadiinin pitoisuudet ylittivät tutkitussa näytteessä ylemmät ohjearvot, kadmiumin ja koboltin pitoisuudet ylittivät kynnysarvot. Epäpuhtaassa talkkimalmissa arseenin, kromin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät ylemmät ohjearvot ja kadmiumin sekä koboltin

Copyright © AFRY Finland Oy

pitoisuudet kynnysarvot. Serpentiinibreksiassa kromin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät ylemmät ohjearvot ja arseenin sekä koboltin pitoisuudet kynnysarvot. Kaikissa Punasuon louhoksen tutkituissa näytteissä antimonin pitoisuudet alittivat analyysin määritysrajan 10 mg/kg, antimonin kynnysarvo on 2 mg/kg. (Ramboll Finland Oy 2015)

Sivukiven liukoisuusominaisuudet

Taulukossa (Taulukko 3-8) on esitetty vuoden 2015 kokoomanäytteiden 2-vaiheisen ravistelutestin tulokset. Taulukossa on esitetty myös valtioneuvoston kaatopaikoista antaman asetuksen (kaatopaikka-asetus, VNa 331/2013) mukaiset pysyvän jätteen, vaarattoman jätteen sekä vaarallisen jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

Taulukko 3-8. Sivukivinäytteiden 2015 liukoiset pitoisuudet (liukoisuusominaisuudet suhteessa L/S 10) verrattuna kaatopaikka-asetuksen mukaisiin raja-arvoihin. (Ramboll Finland Oy, 2015)

| | Näytteet | | | | VNA 331/2013 mukaiset kaatopaikkakelpoisuus-raja-arvot, L/S 10 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Punasuo-MS (kiilleliuske) | Punasuo-BS (mustaliuske) | Punasuo-ITM (epäpuhdas talkkimalmi) | Punasuo-SPB (serpentiinibreksia) | Pysyvä | Vaaraton | Vaarallinen |
| | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| As | <0,2 | <0,2 | 2,5 | <0,2 | 0,5 | 2 | 25 |
| Ba | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 20 | 100 | 300 |
| Cd | <0,01 | 0,08 | <0,01 | <0,01 | 0,04 | 1 | 5 |
| Cr | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,5 | 10 | 70 |
| Cu | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 2 | 50 | 100 |
| Hg | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | 0,01 | 0,2 | 2 |
| Mo | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | 0,5 | 10 | 30 |
| Ni | <0,1 | 8,6 | <0,1 | <0,1 | 0,4 | 10 | 40 |
| Pb | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,5 | 10 | 50 |
| Sb | <0,01 | <0,01 | 0,09 | 0,06 | 0,06 | 0,7 | 5 |
| Se | <0,01 | 0,07 | <0,01 | <0,01 | 0,1 | 0,5 | 7 |
| Zn | <0,1 | 9,3 | <0,1 | <0,1 | 4 | 50 | 200 |
| V | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | - | - | - |
| $Cl^-$ | <10 | <10 | <10 | <10 | 800 | 15 000 | 25 000 |
| $F^-$ | <5 | <5 | <5 | <5 | 10 | 150 | 500 |
| $SO_4^{2-}$ | 27 | 490 | 150 | <20 | 1000 | 20 000 | 50 000 |
| DOC | 7 | 9 | 13 | 13 | 500 | 800 | 1 000 |
| TDS | 440 | 1300 | 690 | 690 | 4000 | 60 000 | 100 000 |

Punasuon louhoksen sivukivistä otetuissa kokoomanäytteissä haitta-aineiden liukoisuudet olivat pääosin alhaisia. Kiilleliuskeessa liukoisuudet alittivat pysyvän jätteen kaatopaikalle sijoitettavan jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot kaikilta osin. Mustaliuskeessa kadmiumin, nikkelin ja sinkin liukoisuudet ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit, mutta alittivat vaarattoman jätteen kaatopaikan kriteerit. Epäpuhtaassa talkkimalmissa arseenin liukoisuus ylitti vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuudelle asetetun raja-arvon ja antimonin liukoisuus pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin.

Copyright © AFRY Finland Oy

Serpentiinibreksiassa antimonin liukoisuus oli pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin tasolla. (Ramboll Finland Oy 2015)

Myös vuonna 2001 on tutkittu CEN-ravistelutestillä (prEN 12457-3) Lahnaslammen talkkiesiintymän mustaliuske- ja kiilleliuskemurskenäytteistä liukoisuusominaisuuksia. Testiolosuhteissa kivistä liukeni hyvin pieniä raskasmetallien pitoisuuksia, vaikka kivien metallikoostumuksessa oli huomattavan suuria eroja. Läjitysoloissa metallien liukenevuutta säätelee ensisijaisesti rautasulfidien hapettuminen ja sitä seuraava vajoveden happamoituminen, mikä edesauttaa raskasmetallien liukenemista muista metallisulfideista ja silikaateista. Pitkän ajan rapautumisilmiötä ei voida simuloida ravistelu- tai kolonnitesteissä. (GTK 2005, Ramboll Finland Oy 2015)

Sivukiven hapontuottopotentiaali

Vuoden 2015 sivukiven kokoomanäytteistä määritettiin myös mm. rikin ja hiilen kokonaispitoisuudet sekä modifioidulla ABA-testillä neutralointipotentiaali (NP) ja hapontuottopotentiaali (AP). Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalien perusteella laskettiin niiden suhde (NP/AP eli NPR). Tulokset on esitetty taulukossa (Taulukko 3-9).

Taulukko 3-9. Sivukivinäytteiden 2015 rikkipitoisuus (S kok), sulfidisen rikin pitoisuus (S sulf.), hiilen kokonaispitoisuus (C kok), neutralointipotentiaali (NP), hapontuottopotentiaali (AP) sekä niiden suhde (NP/AP eli NPR). (Ramboll Finland Oy, 2015)

| | S kok<br>% | S sulf.<br>% | $S_{sulf}$ / $S_{kok}$ | C<br>% | AP<br>kg $CaCO_3$ / t | NP<br>kg $CaCO_3$ / t | NPR | Hapontuottokyky |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Punasuo-MS (kiilleliuske) | 0,067 | 0,02 | 0,3 | 0,031 | 0,62 | 5,7 | 9,2 | Ei happoa tuottava |
| Punasuo-BS (mustaliuske) | 0,95 | 0,81 | 0,86 | 0,75 | 25 | 8,4 | 0,33 | Happoa tuottava |
| Punasuo-ITM (epäpuhdas talkkimalmi) | 0,58 | 0,57 | 0,98 | 5,5 | 18 | 30 | 1,7 | Mahdollisesti happoa tuottava |
| Punasuo-SPB (serpentiinibreksia) | 0,23 | 0,2 | 0,87 | 5,3 | 6,3 | 36 | 5,8 | Ei happoa tuottava |

Kaivannaisjäteasetuksen (VNa 190/2013) liitteen 1 kohdan 2. b) mukaan kaivannaisjäte luokitellaan pysyväksi jätteeksi, mikäli kaivannaisjätteen sulfidisen rikin pitoisuus on enintään 0,1 % tai sulfidisen rikin pitoisuus on välillä 0,1–1 % ja samanaikaisesti neutralointipotentiaalin ja hapontuottokyvyn suhde (NPR) on suurempi kuin kolme. Vuoden 2015 tulosten perusteella (Taulukko 3-9) Punasuon kiilleliuske ja serpentiinibreksia luokitellaan hapontuotto-ominaisuuksiensa perusteella pysyväksi kaivannaisjätteeksi, mustaliuske ja epäpuhdastalkkimalmi luokitellaan ei-pysyväksi kaivannaisjätteeksi hapontuotto-ominaisuuksiensa perusteella.

### 3.5.2.2 Sivukiven hyötykäyttö

Malmin louhinnan yhteydessä poistettavaa sivukiveä hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan. Sivukiveä louhitaan noin 0,5–1,5 milj. t/a. Louhittua ja murskattua kiilleliusketta tuotetaan omaan käyttöön rakennusmateriaaliksi 5 000–15 000 $m^3$/a. Murskekelpoisen kiilleliuskeen laatua kontrolloidaan porausrei'istä otetun porauspölyn rikkianalyysillä. Louhittu kiilleliuske murskataan ja murskatut kiilleliusketuotteet varastoidaan murskekivivarastoalueella, joka sijaitsee maanläjitysalueen eteläpuolella. Kiviaineksen

Copyright © AFRY Finland Oy

murskaustoimintaa harjoitetaan tarpeen mukaan 1–3 kuukauden ajan vuodessa. Murskauksessa käytetään normaalia maanrakennuspuolella käytettävää murskaintyyppiä.

Murskausta tehdään maanläjitysalueen eteläpuolella. Punasuon alueella arvioidaan olevan hyötykäyttökelpoisia kiviaineksia noin 10 miljoonaa tonnia. Murskattavan kiviaineksen määrän arvioidaan pysyvän nykyisellä tasolla.

Murskaustoiminnalle ja varastoinnille varattu alue on noin 200 metriä leveä ja enimmillään 250 metriä pitkä. Alueelle voidaan varastoida louhetta enimmillään noin 100 000 $m^3$ (0,3 milj. t), varastokasan korkeuden ollessa maksimissaan 25 metriä. Tämä vastaa noin kuuden vuoden murskattavaa määrää nykyisillä murskausmäärillä. Työskentelyajaksi sivukiven murskauksessa on esitetty klo 06–22.

Murskausalueen lähin talo sijaitsee lähes puolentoista kilometrin päässä luoteessa ja seuraavaksi lähimmät noin 2,5 km:n päässä pohjoisessa.

#### 3.5.2.3 Sivukiven läjitysalue

Sivukiven läjitysalue sijaitsee kaivospiirin luoteiskulmalla ja on pinta-alaltaan noin 60 ha. Läjitysalueelle on läjitetty pääasiassa Lahnaslammen kaivoksesta louhittua sivukiveä. Lahnaslammen kaivos oli tuotannossa vuosina 1968–2010. Sivukiven läjitysalueelle sivukiviä on läjitettynä noin 17 milj. $m^3$. Läjitysalueen korkeus on noin 30-40 m ympäröivää maanpintaa korkeammalla, noin tasolla +190–205. Sivukiven läjitysalue on osin maisemoitu.

Nykyisen sivukivialueen alle ei ole alun perin tehty erityistä pohjarakennetta, vaan pohja muodostuu huonosti vettä läpäisevästä luonnonmoreenista.

Ympäristölupapäätöksen lupamääräysten mukaisesti sivukiven läjitystoiminta on siirrettävä Lahnaslammen avolouhokseen sen jälkeen, kun malmin louhinta siellä on loppunut. Olemassa olevaa sivukivialuetta voidaan kuitenkin käyttää niin pitkään, kuin on tarpeen niiden sulkemistoiminnan edellyttämien muotoilujen ja pintarakenteiden toteuttamiseksi.

#### 3.5.2.4 Lahnaslammen kaivos

Louhinta Lahnaslammen kaivoksessa loppui loppuvuodesta 2010. Tämän jälkeen kaivokseen on läjitetty Punasuon kaivokselta louhittua sivukiveä. Lahnaslammen kaivokseen on läjitetty vuosina 2010–2023 yhteensä 3,3 milj. $m^3$ Punasuon sivukiveä. Lahnaslammen kaivoksen jäljellä oleva tilavuus on 12 milj. $m^3$.

Lahnaslammen kaivokseen on ohjattu mm. Punasuon kaivoksesta pumpatut kuivanapitovedet, tavoitteena on ollut nostaa Lahnaslammen kaivoksen vedenpintaa mahdollisimman nopeasti. Lahnaslammen louhosjärvi on täyttynyt vuonna 2020, ja sen vedenpinta pyritään pitämään pumppaamalla alle tason +150 m mpy.

### 3.5.3 Rikastushiekka

Talkki- ja nikkelirikastuksen lopputuotteena muodostuva hienojakoinen rikastushiekka (magnesiittihiekka) pumpataan vesilietteenä varastoitavaksi Papinlammen rikastushiekka-altaaseen, joka sijaitsee tehdasalueen itäpuolella. Rikastushiekka-altaan pinta-ala on noin 40 ha. Vesi ja magnesiittihiekka jaetaan rikastushiekka-altaita kiertävien putkien kautta tasaisesti haluttuun kohtaan altaasta. Altaalle pumpattu vesi palautetaan takaisin prosessivesikiertoon ja magnesiittihiekka läjitetään alueelle.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kun Papinlammen rikastushiekka-allas täyttyy, niin luvan mukaisesti on mahdollista läjittää rikastushiekkaa myös Lahnaslammen louhokseen.

#### 3.5.3.1 Rikastushiekan laatu

##### Geokemialliset ominaisuudet

Rikastushiekan keskeisten metallien ja rikin kokonaispitoisuus ja liukoisuudet analysoidaan kokoomanäytteistä kahdesti vuodessa. Lisäksi määritetään rikastushiekan hapontuottopotentiaali ja neutralointikapasiteetti. Alla olevissa kappaleissa on esitetty vuosina 2021–2023 otettujen rikastushiekkanäytteiden geokemiallisia ominaisuuksia.

##### Kokonaispitoisuudet

Taulukossa (Taulukko 3-10) on esitetty rikastushiekan kuningasvesiliukoiset metalli- ja metalloidipitoisuudet vuosina 2021–2023. Pitoisuudet on esitetty kuiva-ainepitoisuuksina.

Rikastushiekassa havaittiin kohonneita arseenin, koboltin, kromin, nikkelin ja antimonin pitoisuuksia. Rikastushiekan kuningasvesiliukoiset pitoisuudet vuonna 2023 olivat arseenin ja kromin osalta lähes samaa tasoa kuin vuonna 2022. Nikkelin pitoisuus oli kummassakin vuoden 2023 näytteessä suurempi kuin vuoden 2022 näytteissä. Myös antimonin pitoisuus kasvoi. Arseenin, nikkelin ja kromin loppuvuoden pitoisuudet ylittivät nk. PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) mukaiset ylemmät ohjearvonsa. Antimonin pitoisuus ylitti alemman ohjearvon. Koboltin pitoisuus ylitti kynnysarvonsa. Kuningasvesiliukoisissa pitoisuuksissa on huomattavissa vuosittaista vaihtelua, mutta ei merkittäviä muutoksia pidemmällä aikavälillä lukuun ottamatta kadmiumia, jonka pitoisuus oli alle kynnysarvon molemmissa vuoden 2023 näytteissä aiemman kynnysarvon ylityksen sijaan.

Taulukko 3-10. Vuosien 2021–2023 rikastushiekkanäytteiden kuningasvesiliukoiset metalli- ja metalloidipitoisuudet ja vertailu Vna 214/2007 mukaisiin kynnys- ja ohjearvoihin. Näytteet on otettu kaksi kertaa vuodessa. Huom. nelihappouuton tulosten vertailu PIMA-asetuksen mukaisiin kynnys- ja ohjearvoihin ei ole kaivannaisjäteasetuksen 190/2013 liitteen 1 mukainen menettely.

| 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 |
| Taustapitoisuus | - | - | 7 | 27 | 22 | - | 18 | - | - | 29 | 28 |
| 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 |
| Rh 2021 alkuvuosi | 73 | 1,7 | 31 | 990 | <10 | <0,2 | 550 | <5 | 13 | 12 | 11 |
| Rh 2021 loppuvuosi | 140 | 3,2 | 39 | 780 | <10 | <0,2 | 790 | <5 | <10 | 13 | <10 |
| Rh 2022 alkuvuosi | 120 | 2,5 | 32 | 870 | <10 | <0,2 | 530 | <5 | <10 | 12 | 15 |
| Rh 2022 loppuvuosi | 91 | 1,3 | 31 | 830 | <10 | <0,2 | 590 | <5 | <10 | 16 | 15 |
| Rh 2023 alkuvuosi | 83 | 0,6 | 35 | 860 | <10 | <0,2 | 640 | <5 | 12 | 14 | 17 |
| Rh 2023 loppuvuosi | 110 | 0,7 | 36 | 850 | <10 | <0,2 | 710 | <5 | 15 | 15 | 18 |
| Rh kokooma 2023* | 130 | 0,03 | 53 | 2340 | 3,3 | 0,007 | 1050 | 0,8 | 1,8 | 33 | 57 |

*Kokoomanäytteen tulokset ovat nelihappouuton tuloksia. Nelihappouutto on tehokkaampi menetelmä kuin kuningasvesiuutto.

Copyright © AFRY Finland Oy

## Liukoisuusominaisuudet

Rikastushiekan 2-vaiheisen ravistelutestin tulokset vuodelta 2023 on esitetty taulukossa (Taulukko 3-11). Rikastushiekassa alkuaineiden liukoisuudet olivat pieniä lukuun ottamatta arseenia ja antimonia. Arseenin liukoisuus ylitti valtioneuvoston asetuksen 331/2013 vaarattoman jätteen kaatopaikalle annetun raja-arvon, antimonin liukoisuus puolestaan pysyvän jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvon. Muiden ominaisuuksien osalta pysyvän jätteen kaatopaikan kelpoisuuskriteerit täyttyivät.

Taulukko 3-11. Rikastushiekkanäytteiden liukoisuudet vuoden 2022 lopusta vuoden 2023 loppuun ja VNA 331/2013 liitteen 3 mukaiset kaatopaikkakelpoisuuskriteerit pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikoille.

| | Näytteet | | | VNA 331/2013 mukaiset kaatopaikka-kelpoisuusraja-arvot, L/S 10 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rikastus-hiekka 2022 loppuvuosi | Rikastus-hiekka 2023 alkuvuosi | Rikastus-hiekka 2023 loppuvuosi | Pysyvä | Vaaraton | Vaarallinen |
| | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| As | 7,2 | 6,7 | 7,8 | 0,5 | 2 | 25 |
| Ba | <2,5 | <2,5 | <2,5 | 20 | 100 | 300 |
| Cd | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,04 | 1 | 5 |
| Cr | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,5 | 10 | 70 |
| Cu | <0,4 | <0,4 | <0,4 | 2 | 50 | 100 |
| Hg | <0,002 | <0,002 | <0,002 | 0,01 | 0,2 | 2 |
| Mo | <0,1 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 10 | 30 |
| Ni | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,4 | 10 | 40 |
| Pb | <0,05 | 0,05 | <0,05 | 0,5 | 10 | 50 |
| Sb | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,06 | 0,7 | 5 |
| Se | <0,03 | 0,07 | 0,08 | 0,1 | 0,5 | 7 |
| Zn | <0,8 | <0,8 | <0,8 | 4 | 50 | 200 |
| V | <0,1 | <0,1 | <0,1 | - | - | - |
| $Cl^-$ | <160 | <160 | <160 | 800 | 15 000 | 25 000 |
| $F^-$ | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 10 | 150 | 500 |
| $SO_4^{2-}$ | 660 | 580 | 500 | 1000 | 20 000 | 50 000 |
| DOC | <100 | <100 | <100 | 500 | 800 | 1 000 |
| TDS | 1400 | 1400 | 1000 | 4000 | 60 000 | 100 000 |

## Hapontuottopotentiaali

Taulukossa (Taulukko 3-12) on esitetty rikastushiekkanäytteiden ABA-testin tulokset v. 2021–2023. Hapontuottopotentiaalin (AP) ja neutralointipotentiaalin (NP) suhteesta on laskettu neutralointipotentiaalisuhde eli NPR (NPR=NP/AP). NPR-arvon perusteella voidaan arvioida materiaalin todennäköisyyttä aiheuttaa hapanta valumaa.

Vuosittaisten näytteiden välillä on hajontaa, mikä voi johtua mm. louhittavan materiaalin laadusta ja samalla myös rikastushiekan epähomogeenisuudesta, huolellisesta ja edustavasta näytteenotosta huolimatta. Vuoden 2023 rikastushiekkanäytteiden NPR on matalampi kuin aiempina vuosina. Näytteiden perusteella happaman valuman synty on mahdollista, jos hapontuotto on nopeampaa kuin sen neutralointi. Rikastushiekan sulfidisen rikin pitoisuus on alhainen, eikä siinä ole tarkkailun kahtena viime vuotena tapahtunut

Copyright © AFRY Finland Oy

merkittäviä muutoksia, joten happaman valuman syntyä voidaan pitää epätodennäköisenä.

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, parempi käsitys rikastushiekan puskurikapasiteetista saadaan karbonaattisen hiilen avulla. Rikastushiekassa oleva hiili on pääosin peräisin karbonaatista, hiilipitoisuus on pysynyt varsin vakaana vuosina 2021-2023. Kun neutralointikykyä tarkastellaan laskennallisesti karbonaattisen hiilen perusteella, vaihtelee hapontuottokyvyn ja neutralointikapasiteetin suhde välillä 40-88 vuosien 2021-23 tarkkailutulosten perusteella (Taulukko 3-13).

Taulukko 3-12. Rikastushiekkanäytteiden hapontuottokyky v. 2021–2023.

| | S kok | S sulfidi | $S_{sulf}/S_{kok}$ | C | AP | NP | NPR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | % | % | | % | kg $CaCO_3$/t | kg $CaCO_3$/t | |
| Rh 2021 alkuvuosi | 0,29 | - | - | 7,9 | 7,5 | 35 | 4,7 |
| Rh 2021 loppuvuosi | 0,74 | - | - | 7,7 | 16 | 34 | 2,2 |
| Rh 2022 alkuvuosi | 0,46 | 0,39 | 0,86 | 8 | 12 | 82 | 6,7 |
| Rh 2022 loppuvuosi | 0,37 | 0,33 | 0,89 | 7,8 | 10 | 62 | 6,0 |
| Rh 2023 alkuvuosi | 0,42 | 0,32 | 0,77 | 8,4 | 10 | 16 | 1,6 |
| Rh 2023 loppuvuosi | 0,44 | 0,30 | 0,68 | 8,4 | 9,4 | 14 | 1,5 |

Taulukko 3-13. Rikastushiekkanäytteiden laskennallinen neutralointikapasiteetti v. 2021–2023.

| | S kok | S sulfidi | C | $CaCO_3$(lask.) | NP(karb.) | NPR (karb.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | % | % | mg/kg | mg/kg | kg $CaCO_3$/t | kg $CaCO_3$/t |
| Rh 2021 alkuvuosi | 0,29 | - | 79 000 | 658 377 | 658 | 88 |
| Rh 2021 loppuvuosi | 0,74 | - | 77 000 | 641 709 | 642 | 40 |
| Rh 2022 alkuvuosi | 0,46 | 0,39 | 80 000 | 666 711 | 667 | 56 |
| Rh 2022 loppuvuosi | 0,37 | 0,33 | 78 000 | 650 043 | 650 | 65 |
| Rh 2023 alkuvuosi | 0,42 | 0,32 | 84 000 | 700 047 | 700 | 70 |
| Rh 2023 loppuvuosi | 0,44 | 0,30 | 84 000 | 700 047 | 700 | 74 |

### 3.5.3.2 Rikastushiekan hyötykäyttö

Magnesiittipitoista rikastushiekkaa pyritään hyödyntämään mahdollisuuksien mukaan. Hiekkaa on käytetty maanrakentamiseen kaivosalueella 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.

Copyright © AFRY Finland Oy

#### 3.5.3.3 Rikastushiekan vanhat läjitysalueet

Vanhat rikastushiekan läjitysalueet on lueteltu taulukossa (Taulukko 3-14) ja esitetty kuvassa (Kuva 3-12).

Punasuon kaivoksen koillisreunalla oleva allas (3 ha) on ollut tuotantokäytössä talkin rikastuspiirin ylitevesialtaana 1970- ja 1980-luvuilla (vanha talkkipiirin allas). Altaaseen on läjitetty hienojakoista talkkisavea noin 200 000 tonnia. Pääosa kiintoaineesta on poistettu Lahnaslammen kaivoksen täyttöön Punasuon kaivoksen laajentumisen tieltä.

Kuivatun Lahnaslammen pohjaa on jäljellä Lahnaslammen ja Punasuon louhosten välissä noin 1 ha. Lammen pohjasedimentin päällä on noin metrin paksu magnesiittihiekkakerros. Lammen pohjan pieni osa jää varoaltaaksi (3 ha), mutta muut osat poistetaan osin maarakennuksen ja laajenevan Punasuon louhoksen alta. Poistettavat massat sijoitetaan Lahnaslammen louhokseen.

Talkkipiirinaltaan eteläosa (noin 5,9 ha) on ollut käytössä 1980-luvulla talkin rikastuspiirin ylitevesille. Alue on maisemoitu moreenilla ja kasvukerroksella, mutta sulkemista ei ole hyväksytty. Alue on metsittynyt.

Soidinsuon altaan pohjoinen osa (19,1 ha)(kuvassa 3-2 ”Soidinsuon allas”) on toiminut 1970-luvulla nikkelipiirin vesien ylitevesialtaana ja sen aikaisen magnesiittialtaan paisuntasäiliönä, johon on kulkeutunut vesien mukana rikastushiekkaa välittömästi eteläpuolella sijaitsevaa magnesiittiallasta korotettaessa. Rikastushiekkaa on lähinnä pohjoisosan itäisessä lohkossa. Nykyään Soidinsuon allasta (pohjoisosan länsilohko) käytetään käsiteltyjen vesien selkeytysaltaana ennen juoksutusta vesistöön.

Soidinsuon altaan eteläinen osa (14 ha) (Vanha magnesiittikasa)(kuvassa 3-2 ”suljettu rikastushiekka-allas”) toimi rikastushiekka-altaana vuosina 1974–1990. Toiminnan viimeisinä vuosina altaiden pintaa nostettiin tekemällä altaan sisälle erillisiä altaita magnesiittihiekasta patoamalla vastaavalla tavalla kuin rikastushiekka-allasta korotetaan Papinlammen altaalta. Täyttymisen jälkeen Soidinsuon allas on maisemoitu vuosina 1991–1992 moreenilla, johon on muodostunut kasvukerros. Lopullinen täyttötaso on noin +165 m mpy. Sulkemistoimenpiteet on hyväksytty ja alue on metsittynyt.

Taulukko 3-14. Vanhat magnesiitin läjitysalueet.

| Vanha alue | Pinta-ala (ha) |
|---|---|
| Vanha talkkipiirin allas | 3 |
| Lahnaslammen ja Punasuon välinen alue | 1 |
| Varoallas | 3 |
| Talkkipiirin eteläpään allas | 5,9 |
| Soidinsuonaltaan pohjoinen osa | 19,1 |
| Soidinsuonaltaan eteläinen osa / Magnesiittikasa (sulkeminen hyväksytty) | 14 |

#### 3.5.3.4 Papinlammen rikastushiekka-allas

Elementisin Sotkamon kaivoksen rikastushiekka-allas on nimeltään Papinlammen rikastushiekka-allas ja se on otettu käyttöön vuonna 1991. Rikastushiekkaa muodostuu noin 350 000–450 000 t/a. Padotun altaan kokonaispinta-ala on noin 40 hehtaaria. Rikastushiekka-

Copyright © AFRY Finland Oy

altaan alkupadot ovat louheverhoiltuja homogeenisiä moreenipatoja, joiden harjan taso on korkeudella N60 + 162,5 m ja harjan leveys on 6,0 metriä. Rikastushiekka-allasta on aloitettu korottamaan vuonna 2002. Patoja korotetaan jatkuvasti siten, että altaalla on jatkuvasti töissä yksi kaivinkone, joka nostaa rikastushiekka-altaan padon läheisyydessä olevaa rakeisempaa rikastushiekkaa padon harjalle kuivumaan. Tätä hiekkaa käytetään padon korotuksessa. Padot olivat syyskuun 2023 drone-mittaustulosten perusteella tasolla +176 m ja korotus tasolle +178 on rakenteilla. Padot kuuluvat patoturvallisuustarkkailun piiriin patoluokassa 2. Pohjois-Suomen aluehallintoviraston 28.6.2023 antaman lupapäätöksen (PSAVI/455/2021) mukaisesti Papinlammen rikastushiekka-altaan patoja voidaan korottaa tasoon N60 +181 m.

### 3.5.4 Vesienkäsittelyssä muodostuvat sakat

Sotkamon kaivoksen vesienkäsittelyssä muodostuvia sakkoja ovat Soidinsuon altaan nikkelisakka/vesienkäsittelysakka sekä sivukivialueen suotovesien neutralointisakka. Vesienkäsittelyssä käytetään sammutettua kalkkia eli kalsiumhydroksidia ($Ca(OH)_2$) ja lipeää (NaOH).

Sivukivialueen suotovesien neutralointisakka on johdettu aiemmin Lahnaslammen avolouhokseen. Syksystä 2024 alkaen käsitellyt vedet on johdettu Lahnaslampeen selkeytysaltaiden kautta, jolloin sakka laskeutuu altaisiin. Altaisiin syntyvä sakka poistetaan ja toimitetaan tarvittaessa Soidinsuonaltaalle. Lisäksi joulukuussa 2024 jätetyllä lupahakemuksella on haettu lupaa läjittää sakkaa tarvittaessa myös Papinlammen luoteiskulmalle.

Sotkamon toimipisteen lisäksi vesienkäsittelysakkoja muodostuu satelliittilouhoksilla. Uutelan kaivoksen vedet käsitellään tällä hetkellä lipeällä (natriumhydroksidi, NaOH) metallien saostamiseksi. Uutelassa vesienkäsittelysakka sijoitetaan geotuubeihin ja sakkaa kertyy myös saostusaltaaseen. Uutelan vesienkäsittelysakat kuljetetaan Sotkamon tehdasalueelle geotuubeissa ja imuautolla.

Taulukossa (Taulukko 3-15) on esitetty vesienkäsittelyssä muodostuvien sakkojen vuoden 2023 ja 2024 näytteiden kuningasvesiliukoiset pitoisuudet ja vertailu PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) mukaisiin kynnys- ja ohjearvoihin.

Taulukko 3-15. Soidinsuon altaan vesienkäsittelysakan sekä suotovesien neutralointisakan vuoden 2023 kuningasvesiliukoiset metalli- ja metalloidipitoisuudet ja vertailu PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnys- ja ohjearvoihin.

| Tunnus | Metallit | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | As | Cd | Co | Cr | Cu | Hg | Ni | Pb | Sb | V | Zn |
| | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| Määritysraja | 10 | 0,4 | 10 | 5 | 10 | 0,2 | 10 | 5 | 10 | 10 | 10 |
| Taustapitoisuus | - | - | 7 | 27 | 22 | - | 18 | - | - | 29 | 28 |
| 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 |
| Vesienkäs.sakka 2023 | 1500 | 6,1 | 270 | 590 | 12 | 0,10 | 5200 | 10 | 66 | 12 | 91 |
| Vesienkäs.sakka 2024 | 100 | 2,2 | 32 | 920 | <10 | <0,2 | 860 | <5 | 19 | 15 | 110 |
| Neutralointisakka 2023 | 5,0 | 5,3 | 42 | 2,5 | 11 | 0,10 | 1400 | 2,5 | 5,0 | 5,0 | 900 |
| Neutralointisakka 2024 | <10 | 3,6 | 27 | <5 | <10 | <0,2 | 930 | <5 | <10 | <10 | 700 |

Copyright © AFRY Finland Oy

Soidinsuon altaan vesienkäsittelysakassa arseenin, koboltin, kromin, nikkelin ja antimonin pitoisuudet ovat ylittäneet PIMA-asetuksen ylemmän ohjearvon. Neutralointisakassa ylempi ohjearvo ylittyy nikkelin ja sinkin osalta. Molemmissa sakkajakeissa kadmiumin pitoisuus ylittää kynnysarvon. Suotovesien neutralointisakassa koboltin ja antimonin pitoisuudet ylittävät kynnysarvon.

Taulukossa (Taulukko 3-16) on esitetty vesienkäsittelyssä muodostuvien sakkojen vuoden 2023 ja 2024 näytteiden ABA-testin tulokset. Soidinsuon altaan vesienkäsittelysakan sulfidisen rikin pitoisuus on 1,8 % ja hapontuottokapasiteetin ja neutralointipotentiaalin suhde (NPR) on 2,4. Neutralointisakassa sulfidirikkiä on vain 0,02 % ja NPR on 260.

Taulukko 3-16. Soidinsuon altaan vesienkäsittelysakan sekä suotovesien neutralointisakan rikin kokonaispitoisuus, sulfidirikin pitoisuus sekä osuus kokonaisrikkipitoisuudesta, nettohapontuottokapasiteetti (AP), neutralointipotentiaali (NP) ja hapontuottokapasiteetin ja neutralointipotentiaalin suhde (NPR).

| Näyte | S (kok) | S (sulf.) | $S(SO_4)$ | AP | NP | NPR |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | % | % | % | kg $CaCO_3$ / tn | kg $CaCO_3$ / tn | |
| Vesienkäsittelysakka 2023 | 2,0 | 1,8 | | 56 | 130 | 2,4 |
| Vesienkäsittelysakka 2024 | 0,217 | 0,09 | 0,13 | 2,81 | 59,4 | 21,1 |
| Neutralointisakka 2023 | 10 | 0,02 | | 1,3 | 320 | 260 |
| Neutralointisakka 2024 | 16,9 | 0,72 | 16,2 | 22,3 | 340 | 15,2 |

Taulukossa (Vesienkäsittelyssä muodostuvien sakkojen haitta-aineiden liukoisuudet ovat pienet ja täyttävät suurilta osin pysyvän jätteen kaatopaikan vaatimukset. Vesienkäsittelysakan uuttoliuoksessa antimonin ja sulfaatin pitoisuudet ylittävät pysyvän jätteen kaatopaikkasijoitukselle asetetut raja-arvot, mutta täyttävät vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit. Neutralointisakan 2-vaiheisen ravistelutestissä vuonna 2023 fluoridin ja sulfaatin pitoisuudet sekä liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) ylittävät pysyvän jätteen kaatopaikkasijoitukselle asetetut raja-arvot, mutta täyttävät vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit. Vuonna 1-vaiheisessa ravistelutestissä 2024 sulfaatti ylitti vaarattoman jätteen raja-arvon ja TDS ylitti pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvon.

Taulukko 3-17) on esitetty vesienkäsittelyssä muodostuvien sakkojen kaksivaiheisen ravistelutestin (L/S 10) tulokset.

Vesienkäsittelyssä muodostuvien sakkojen haitta-aineiden liukoisuudet ovat pienet ja täyttävät suurilta osin pysyvän jätteen kaatopaikan vaatimukset. Vesienkäsittelysakan uuttoliuoksessa antimonin ja sulfaatin pitoisuudet ylittävät pysyvän jätteen kaatopaikkasijoitukselle asetetut raja-arvot, mutta täyttävät vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit. Neutralointisakan 2-vaiheisen ravistelutestissä vuonna 2023 fluoridin ja sulfaatin pitoisuudet sekä liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) ylittävät pysyvän jätteen kaatopaikkasijoitukselle asetetut raja-arvot, mutta täyttävät vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit. Vuonna 1-vaiheisessa ravistelutestissä 2024 sulfaatti ylitti vaarattoman jätteen raja-arvon ja TDS ylitti pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvon.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-17. Soidinsuon altaan vesienkäsittelysakan sekä suotovesien neutralointisakan liukoisuustestin (L/S 10) tulokset sekä kaatopaikka-asetuksen (VNa 331/2013) liitteen 3 mukaiset raja-arvot.

| Alkuaine | VNA 331/2013 mukaiset kaatopaikka-kelpoisuusraja-arvot, L/S 10 | | | Vesienkäsittelyn sakka | | Neutralointi-sakka | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kaatopaikka-luokitus | Pysyvä | Vaaraton | Vaarallinen | 2023 | 2024 | 2023 | 2024* |
| | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| As | 0,5 | 2 | 25 | <0,05 | 0,35 | <0,05 | <0,05 |
| Ba | 20 | 100 | 300 | <2,5 | <2,5 | <2,5 | <2,5 |
| Cd | 0,04 | 1 | 5 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,010 |
| Cr | 0,5 | 10 | 70 | <0,1 | <0,1 | 0,1 | <0,10 |
| Cu | 2 | 50 | 100 | <0,4 | <0,4 | <0,4 | <0,40 |
| Hg | 0,01 | 0,2 | 2 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| Mo | 0,5 | 10 | 30 | 0,3 | <0,1 | 0,3 | <0,10 |
| Ni | 0,4 | 10 | 40 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,10 |
| Pb | 0,5 | 10 | 50 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Sb | 0,06 | 0,7 | 5 | 0,37 | 0,67 | <0,03 | <0,03 |
| Se | 0,1 | 0,5 | 7 | 0,06 | <0,03 | 0,07 | <0,03 |
| Zn | 4 | 50 | 200 | <0,8 | <0,8 | <0,8 | <0,80 |
| V | - | - | - | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,10 |
| $Cl^-$ | 800 | 15 000 | 25 000 | <160 | <160 | <160 | <160 |
| $F^-$ | 10 | 150 | 500 | <2,0 | <2,0 | 17 | <2,0 |
| $SO_4^{2-}$ | 1000 | 20 000 | 50 000 | 14 571 | 1 969 | 14 666 | 22 000 |
| DOC | 500 | 800 | 1 000 | <100 | <100 | <100 | <100 |
| TDS | 4000 | 60 000 | 100 000 | 2300 | 3 500 | 23 000 | 33 000 |

**1-vaiheinen ravistelutesti*

### 3.5.5 Kaivannaisjätteiden ja vesienkäsittelysakkojen luokittelun yhteenveto

Taulukoihin (Taulukko 3-18 ja Taulukko 3-19) on koottu kaivannaisjätteiden ja vesienkäsittelysakkojen luokittelu jäteluettelon (VNa 978/2021 liite 3) mukaan sekä jätelajien keskeiset luokitukseen vaikuttaneet ominaisuudet.

Taulukko 3-18. Elementisin Sotkamon kaivoksella muodostuvien kaivannaisjätteiden luokittelu jäteluettelon (VNa 978/2021 liite 3) mukaisesti.

| Kaivannais-jäte | Haponmuodostus-potentiaali (ABA)<br><br>Ei happoa tuottava/happoa tuottava | Sulfidirikin pitoisuus (%) | NPR | Alkuaineiden kok.pit. yli VNa 214/2007 kynnysarvon | Pysyvyys- / vaarallisuusluokittelu, VNA 190/2013; VNA 978/2021 | Jäteluettelon nimike |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sivukivi, kiilleliuske, tarvekivi | Mahdollisesti happoa tuottava | 0,02–0,47 | 0,05–9,2 | As, Ni, V, Sb | Ei-pysyvä, vaaraton | 01 01 02 |
| Sivukivi, mustaliuske | Mahdollisesti happoa tuottava | 0,81–3,9 | 0,02–0,33 | As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Sb, V, Zn | Ei-pysyvä, vaaraton | 01 01 02 |
| Sivukivi, epäpuhdas talkkimalmi | Mahdollisesti happoa tuottava | 0,12–0,57 | 1,7–4,5 | As, Cd, Co, Cr, Ni, Sb | Ei-pysyvä, vaaraton | 01 01 02 |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Kaivannaisjäte | Haponmuodostus-potentiaali (ABA)<br><br>Ei happoa tuottava / happoa tuottava | Sulfidirikin pitoisuus (%) | NPR | Alkuaineiden kok.pit. yli VNa 214/2007 kynnysarvon | Pysyvyys- / vaarallisuusluokittelu, VNA 190/2013; VNA 978/2021 | Jäteluettelon nimike |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sivukivi, serpentiniittibreksia | Ei happoa tuottava | 0,2 | 5,8 | As, Co, Cr, Ni, Sb | Ei-pysyvä, vaaraton | 01 01 02 |
| Porasoija | - | - | - | - | Ei-pysyvä, vaaraton | 01 05 99 |
| Rikastushiekka/ Magnesiittihiekka | Mahdollisesti happoa tuottava | 0,05–0,50 | 1,5–6,7 | As, (Cd)*, Co, Cr, Ni, Sb | Ei-pysyvä, vaaraton | 01 04 12 |
| Pintamaa | Mahdollisesti happoa tuottava | 0,11–4,99** | <0,1–0,55 | As, Cd, Co, Cr, Ni, Sb, Zn*** | Ei-pysyvä, vaaraton | 01 01 02 |
| ** Kadmium kynnysarvo rikastushiekassa ei ole ylittynyt enää v. 2022 jälkeen*<br>*** Rikkipitoisuus on määritetty rikin kokonaispitoisuutena, ei sulfidisen rikin pitoisuutena*<br>**** Laskettu 12 näytteelle keskiarvot eri alkuaineille. Näiden alkuaineiden keskiarvopitoisuus ylittää kynnysarvon* | | | | | | |

Taulukko 3-19. Elementisin Sotkamon ja Uutelan kaivoksella vesienkäsittelyssä muodostuvien sakkojen luokittelu kaatopaikka-asetuksen (331/2013) ja jäteluettelon (VNA 978/2021 liite 3) mukaisesti. Sotkamon kaivoksen sekä Uutelan kaivoksen vesienkäsittelysakat sijoitetaan Sotkamon kaivoksen Soidinsuon rikastushiekka-altaalle.

| Jätejae | Kaatopaikkakelpoisuus (VNA 1030/2021) | Pysyvyys- / vaarallisuusluokittelu | Jäteluettelon jätenimikeryhmä |
|---|---|---|---|
| Sotkamon (Soidinsuo) vesienkäsittelysakka | vaarattoman jätteen kp (antimoni, sulfaatti) | vaaraton | 19 08 14 |
| Sotkamon neutralointisakka | vaarattoman jätteen kp (fluoridi, sulfaatti) | vaaraton | 19 08 14 |
| Uutelan kaivoksen vesienkäsittelysakka | vaarattoman jätteen kp (nikkeli, antimoni, sulfaatti) | vaaraton | 19 08 14 |

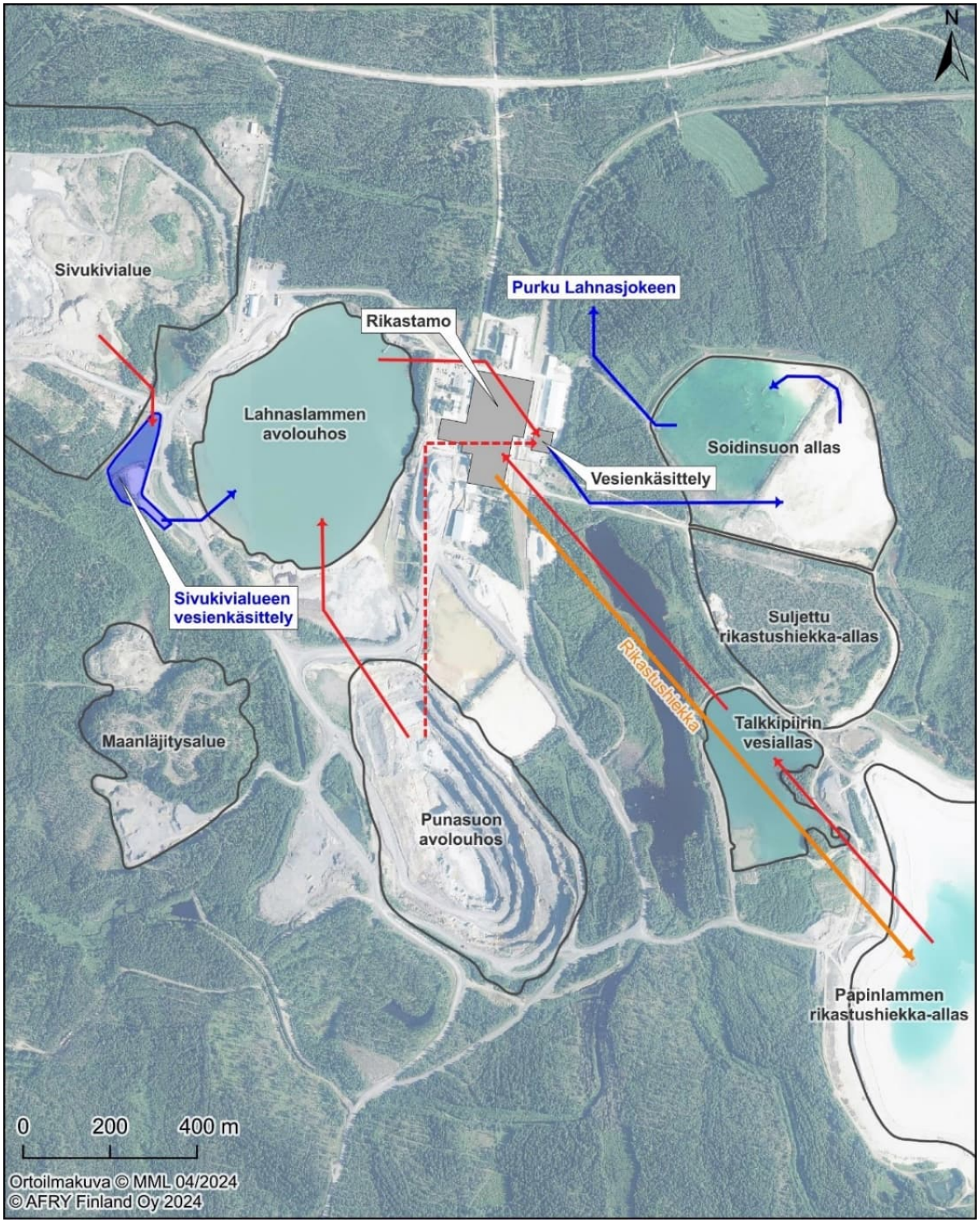
## 3.6 Vesien hallinta

### 3.6.1 Vesien johtaminen

Kaivoksella muodostuu vesiä louhoksiin muodostuvista pohjavesistä sekä eri toiminta-alueilta muodostuvista valuma- ja suotovesistä. Kaivoksen vesikierto on esitetty kuvassa (Kuva 3-8).

Punasuon kuivatusvedet on pumpattu syksyyn 2024 asti Lahnaslammen avolouhokseen ja sieltä edelleen vedenpuhdistuksen kautta Lahnasjokeen. Punasuon louhokseen kuivatusvesien kokonaismäärä on nykyisellään noin 750 000 $m^3$/a, vesimäärä kuitenkin vaihtelee vuosittain. Punasuon kuivatusvesien ohjaaminen on muutettu syksyllä 2024 niin, että vedet ohjataan nykyään suoraan purkuveden käsittelyn kautta Lahnasjokeen (punainen katkoviiva kuvassa).

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 3-8. Kaivoksen vesienjohtaminen nykytilanteessa.

### 3.6.2 Rikastushiekan pumppaus

Talkki- ja nikkelirikastuksen lopputuotteena muodostuva hienojakoinen rikastushiekka (magnesiittihiekka) pumpataan vesilietteenä varastoitavaksi Papinlammen rikastushiekka-altaaseen, joka sijaitsee tehdasalueen itäpuolella. Rikastushiekka-altaan pinta-ala on noin 40 ha. Papinlammen rikastushiekka-altaan patojen korotukset tehdään rikastushiekalla.

Copyright © AFRY Finland Oy

Rikastushiekkaliete pumpataan rikastamolta rikastushiekka-allasta kiertäviä putkilinjoja pitkin ja jaetaan tasaisesti haluttuun kohtaan spigotointiputkien avulla. Lisäksi altaalle pumpataan toisella linjalla vähemmän kiintoainetta sisältävää ja talkkipitoisempaa rikastushiekkalietettä. Altaalla kiintoaine laskeutuu ja selkeytynyt vesi palautetaan Talkkipiirin altaan kautta takaisin prosessivesikiertoon.

### 3.6.3 Prosessivesi

Prosessivesi kiertää ns. isossa kierrossa Papinlammen altaan ja Talkkipiirin altaan kautta takaisin rikastamolle raakavedeksi. Papinlammen altaasta selkeytynyt vesi virtaa vapaalla virtauksella edelleen Talkkipiirin altaan kautta teollisuusvesipumppaamolle ja edelleen prosessiin. Osa altaiden patojen läpi suotautuvista suotovesistä kerätään ja pumpataan takaisin altaisiin.

### 3.6.4 Sivukiven läjitysalue

Sivukivialueelta kertyvät happamat ja metallipitoiset suotovedet kerätään läjitysaluetta ympäröivän suotovesiojan avulla. Ojaan keräytyvä vesi johdetaan läjitysalueen kaakkoiskulmassa olevalle suotovesien neutralointilaitokselle, jossa tapahtuu pH:n nosto yli 9:ään sammutetun kalkin ($Ca(OH)_2$) avulla nikkelin saostamiseksi. Neutraloinnin jälkeen vesi kulkee selkeytysaltaiden kautta Lahnaslammen avolouhokseen. Sivukiven läjitysalueelta purkautuvien käsiteltävien suotovesien määrä on keskimääräisen sadannan vallitessa noin 250 000 $m^3$/a.

Neutralointilaitoksella käsitellyt vedet on johdettu syksyyn 2024 asti sakkoineen Lahnaslammen avolouhokseen ja sieltä edelleen vesienkäsittelyn kautta Soidinsuon altaaseen ja sieltä Lahnasjokeen. Syksyllä 2024 altaita muokattiin niin että vesienkäsittelyn sakka saadaan laskeutumaan altaisiin ja voidaan ruopata jatkossa Soidinsuon altaalle tai Papinlampeen, ja vain käsitelty vesi jatkaa matkaa Lahnaslammen avolouhokseen.

Sivukivialueella ei ole pohjarakenteita ja osa suotovesistä kulkeutuu suoraan maaperään. Elementis on teettänyt ulkopuolisella taholla (Ortogeo Oy) syyskuussa 2024 sivukivialueelle maastokatselmuksen, sekä sivukivialueen pinnanmuotojen tarkastuksen UAV-mittauksen perusteella. Maastokatselmuksen sekä pinnanmuotojen tarkastelun perusteella Elementis on käynnistänyt toimenpiteet suotovesien keruun parantamiseksi. Toimenpiteisiin kuuluivat mm. puuston poisto ojalinjoilta sekä rumpujen ja ojalinjojen kunnostus. Toimenpiteet tehtiin syksyllä 2024.

### 3.6.5 Louhosten kuivanapitovedet

Punasuon louhoksen kuivatusvesien määrä kasvaa vähitellen louhoksen syvetessä. Punasuon louhokseen kuivatusvesien kokonaismäärä on nykyisellään noin 750 000 $m^3$/a ja louhinnan loppuvaiheessa arviolta 900 000 $m^3$/a. Punasuon kuivatusvesien pumppausta on muutettu syksyllä 2024 niin, että vedet ohjataan suoraan purkuveden käsittelyn kautta Lahnasjokeen.

Kaivokselta purettava Lahnaslammen louhoksen vesi ohjataan vesienkäsittelyyn rikastamoalueelle, sieltä Soidinsuon altaalle ja lopulta purkuun Lahnasjokeen. Vesienkäsittely perustuu kalkkisaostukseen, jossa veden pH nostetaan noin tasolle 10 metallien saostamiseksi. Kalkkisaostuksessa muodostuva sakka laskeutuu Soidinsuon altaalla. Osa käsiteltävistä vesistä voidaan tarvittaessa ohjata lipeäneutralointiin. Lipeällä neutraloitu vesi pumpataan erillistä putkilinjaa pitkin Soidinsuon altaalle.

Copyright © AFRY Finland Oy

### 3.6.6 Raakaveden otto ja käyttövesi

Tuotannon tarvitsema raakavesitarve on pientä, koska prosessin vesikierto on lähes suljettu. Tarvittava raakavesi otetaan Lahnaslammen louhoksesta.

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

### 3.6.7 Saniteettivesien puhdistus

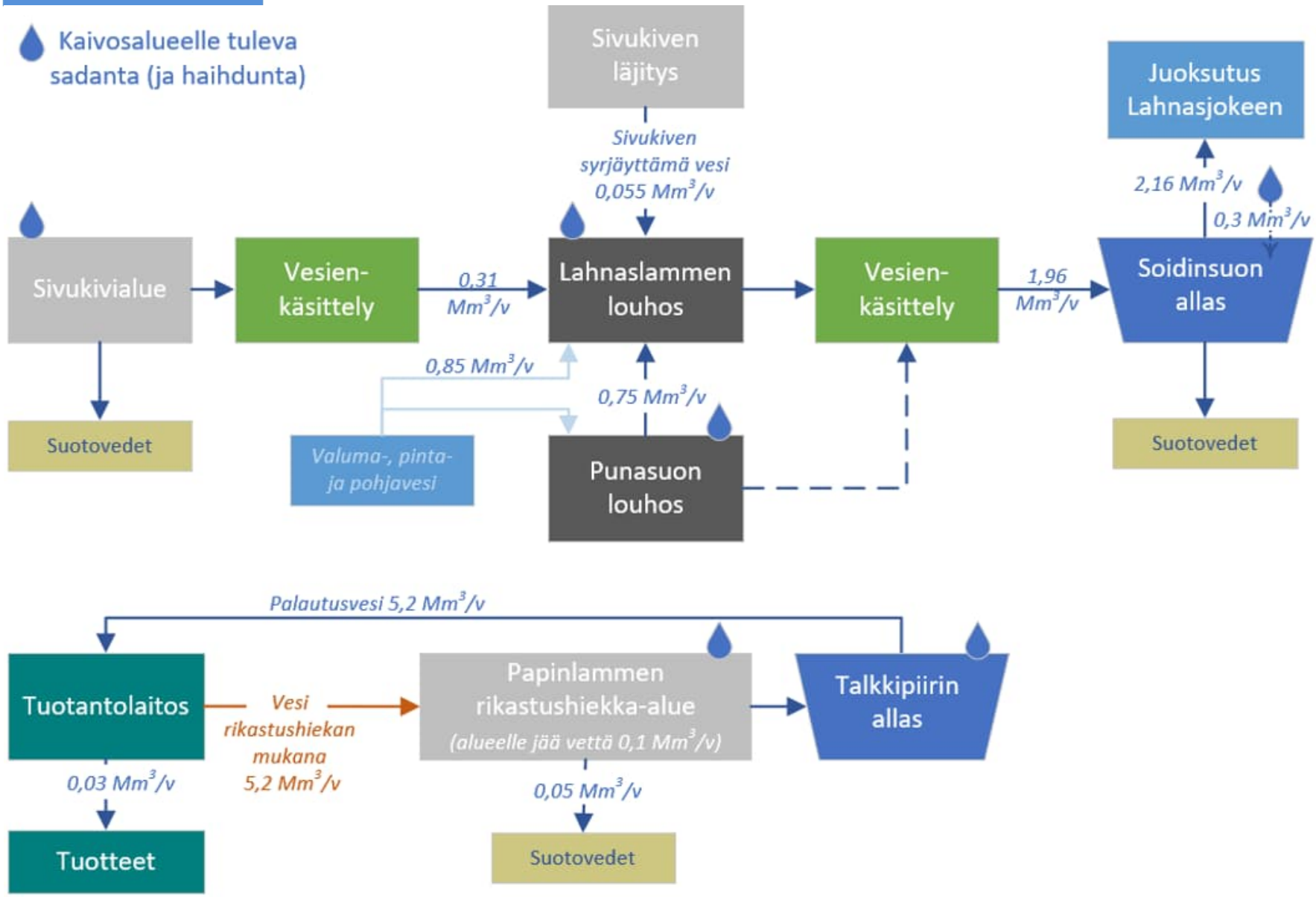
Tehdas ei ole liittynyt kunnalliseen viemäriverkostoon. Saniteettijätevedet käsitellään kaivoksen omassa jätevedenpuhdistamossa, joka on tyypiltään biologinen rinnakkaissaostuslaitos. Saostuskemikaalina käytetään ferrisulfaattia. Puhdistamolla päästään $BOD_7$-, fosfori- ja kiintoainekuormituksen osalta keskimäärin yli 90 % reduktioon ja kokonaistypestä poistetaan yli 50 %.

Prosessi- ja saniteettijätevedet pumpataan puhdistuksen jälkeen prosessivesialtaalle isoon kiertoon.

### 3.6.8 Vesitase

Kaivoksella muodostuu vesiä louhoksiin muodostuvista pohjavesistä sekä eri toiminta-alueilta muodostuvista valuma- ja suotovesistä. Kaivoksen vesienhallinta on esitetty kartalla kuvassa (Kuva 3-8) ja kaivoksen yleistasoinen vesitase vuodelta 2023 on esitetty kuvassa (Kuva 3-9).

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 3-9. Vuoden 2023 yleistasoinen vesitase.

Copyright © AFRY Finland Oy

### 3.6.9 Päästöt vesistöön

Nykytilassa kaivos- ja tehdasalueen purkuvedet johdetaan Lahnasjokeen. Vesien käsittely ja juoksutus aloitettiin kymmenen vuoden tauon jälkeen jaksottaisesti marraskuussa 2020, ja yhtäjaksoisesti vuodesta 2021 lähtien. Tauon aikana alueella kertyvät kaivosvedet (Punasuon kuivanapitovesi, sivukivialueelta tulevat käsitellyt suotovedet) johdettiin Lahnaslammen louhoksen täyttöön.

Soidinsuon altaan ylijuoksutusveden määrä, pH-taso sekä nikkelin, arseenin ja sulfaatin pitoisuustaso ja kuormitus vuosina 2022–2024 sekä kuormituksen jakautuminen kuukausitasolla on esitetty taulukossa 3-20. Sulfaattikuormitus vaihteli vuosina 2022–2023 4462–4912 tonnia/a. Vuonna 2023 vesienkäsittelyssä nostettiin pH-tasoa aiempaa suuremmaksi, minkä tarkoituksena oli saada nikkelin ja arseenin kuormitusta vähäisemmäksi. Nikkelin ja arseenin kuormitus olikin vuosina 2023–2024 selvästi pienempi kuin vuonna 2022. Vuonna 2024 kuormitus oli nikkelin osalta 41 kg/a (v. 2022 143 kg/a) ja arseenin osalta 15 kg/a (v. 2022 44 kg/a).

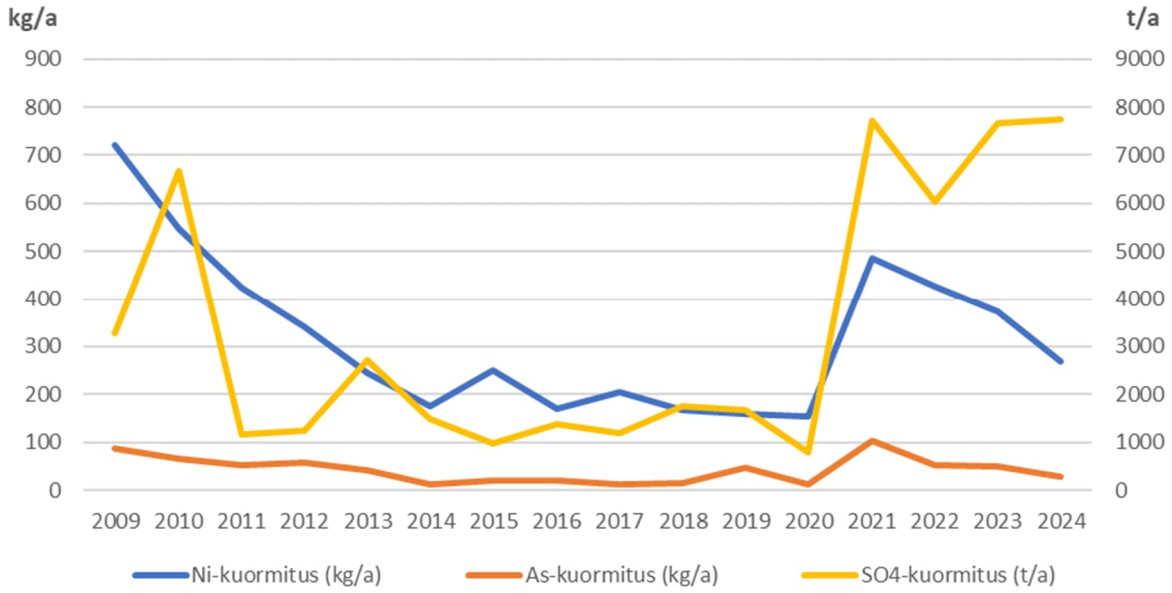
Taulukko 3-20. Soidinsuon altaan ylijuoksutusveden määrä, nikkelin, arseenin ja sulfaatin pitoisuudet sekä niiden kuormitus vuosina 2022–2024.

| 2024 | Sotkamo | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kuukausi | Juoksutus | pH | Ni | | As | | SO4 | |
| | $m^3$ | | mg/l | kg | mg/l | kg | mg/l | t |
| Tammi | 263 011 | 8,9 | 0,007 | 1,84 | 0,002 | 0,53 | 2730 | 718 |
| Helmi | 207 131 | 8,8 | 0,017 | 3,52 | 0,006 | 1,24 | 2670 | 553 |
| Maalis | 204 451 | 8,6 | 0,014 | 2,86 | 0,006 | 1,23 | 2850 | 583 |
| Huhti | 168 679 | 8,6 | 0,024 | 4,05 | 0,007 | 1,18 | 1750 | 295 |
| Touko | 162 788 | 8,5 | 0,026 | 4,23 | 0,007 | 1,14 | 2220 | 361 |
| Kesä | 60 253 | 8,2 | 0,024 | 1,45 | 0,009 | 0,54 | 1950 | 117 |
| Heinä | 96 888 | 8,0 | 0,029 | 2,81 | 0,009 | 0,87 | 2040 | 198 |
| Elo | 42 455 | 7,8 | 0,019 | 0,81 | 0,016 | 0,68 | 1760 | 75 |
| Syys | 316 861 | 8,0 | 0,023 | 7,29 | 0,014 | 4,44 | 1860 | 589 |
| Loka | 307 376 | 8,9 | 0,021 | 6,45 | 0,006 | 1,84 | 2200 | 676 |
| Marras | 170 183 | 9,0 | 0,020 | 3,40 | 0,005 | 0,85 | 2480 | 422 |
| Joulu | 130 566 | 9,0 | 0,020 | 2,61 | 0,006 | 0,78 | 2483 | 324 |
| 2024 YHT | 2 130 642 | | | 41 | | 15 | | 4 912 |
| 2023 ka | | 8,35 | 0,02 | | 0,009 | | 2067 | |
| 2023 YHT | 2 160 475 | | | 33 | | 17 | | 4 462 |
| 2022 ka | | 8,52 | 0,09 | | 0,028 | | 2627 | |
| 2022 YHT | 1 819 107 | | | 143 | | 44 | | 4 695 |

Soidinsuon altaan kuormituksen lisäksi Lahnasjokeen kohdistuu kuormitusta kaivospiirin alueelta ns. hajakuormituksena. Lahnasjoen kokonaisainevirtaamat tarkkailupisteellä FM13 vuosina 2009–2024 on esitetty kuvassa 3-10. Virtaamana on käytetty Lahnasjoessa sijaitsevan jatkuvatoimisen virtaamamittarin tuloksia. Vuosien 2011–2020 kuormitustaso kuvastaa hajakuormituksen määrää, koska juoksutukset eivät olleet tuolloin käynnissä. Vuodesta 2021 lähtien kuormitus kuvastaa Lahnasjoen kokonaisainevirtaamaa eli

Copyright © AFRY Finland Oy

Nuasjärveen Lahnasjoen kautta kohdistunutta kokonaiskuormitusta juoksutusten aikana sisältäen kaivosalueelta tulevan ns. hajakuormituksen.




Kuva 3-10. Lahnasjoen (FM13) nikkeli-, arseeni- ja sulfaattiainevirtaamien kehitys vuosina 2009–2024. Vuoden 2020 osalta on käytetty vuoden 2021 virtaamatietoa jatkuvatoimisen virtaamamittarin oltua vuonna 2020 epäkunnossa. Pitoisuuden jäädessä alle laboratorion määritysrajan pitoisuutena on käytetty analyysin määritysrajaa. Nikkelin ja arseenin osalta n = 1–2/kk, sulfaatin osalta vuosina 2009–2022 n = 4/vuodessa ja vuosina 2023–2024 n=1–2/kk, n = näytteenottojen lukumäärä.

## 3.7 Kemikaalit, räjähdysaineet ja polttoaineet

### Kemikaalit

Rikastuskemikaaleja käytetään erottamaan haluttu erotettava fraktio jauhetusta kiviaineksesta. Talkin rikastuksessa käytetään alkoholijohdannaista vaahdotetta. Nikkelirikastuksessa aktivointikemikaalina käytetään kuparisulfaattia, kokoojakemikaalina natriumetyyliksantaattia, painajana karboksimetyyliselluloosaa (CMC) sekä polymeerivaahdotetta. Nikkelisuodatuksen apuaineena käytetään lisäksi ferrisulfaattia.

Kaivosalueen vesien käsittelyssä käytetään pääosin sammutettua kalkkia eli kalsiumhydroksidia. Tarvittaessa vesienkäsittelyssä käytetään lisäksi natriumhydroksidia.

Saniteettivesien puhdistamiseen käytetään ferrisulfaattia. Kaivostoiminnassa vuonna 2024 käytettyjen kemikaalien kulutus on esitetty taulukossa (Taulukko 3-21).

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-21. Rikastamolla, vesienkäsittelyssä ja talkkitehtaalla käytettävät kemikaalit, niiden käyttökohteet ja vuotuiset käyttömäärät vuonna 2024.

| Kemikaali | Käyttökohde | Kulutus (kg/a) |
|---|---|---|
| 2-etyyliheksanoli | talkkirikasteen vaahdotus | 12 458 |
| Propyleeniglykolimetyylieetteri | nikkelirikasteen vaahdotusaine | 7 771 |
| Natriumetyyliksantaatti | nikkelirikasteen vaahdotusaine | 12 197 |
| Kuparisulfaatti | nikkelirikasteen vaahdotus | 3 830 |
| Natriumkarboksyylimetyyliselluloosa | nikkelirikasteen vaahdotus | 21 525 |
| Ferrisulfaatti | nikkelirikasteen suodatus, Arseenin saostus vedestä | 22 123 |
| Ferrisulfaatti | saniteettivesien käsittely | 2 340 |
| Natriumhydroksidi, 49–50 % | sivukivialueen suotoveden neutralointi | 340 028 |
| Sammutettu kalkki | sivukivialueen suotoveden neutralointi | 423 100 |
| Grip fix SW 10/3 LS | säkityksen liima | 3 940 |

### Räjähdysaineet

Louhinnassa käytetään erilaisia räjähteitä nykytuotannolla noin 300–400 t/a. Tällä hetkellä louhinnassa käytetään lähinnä reikään pumpattavaa emulsioräjähdeaineita ja aloitepanoksina patrunoituja emulsioräjähteitä tai buustereita eli valettua aloitepanosta Räjähdysaineiden tyypillisenä osa-aineena on ammoniumnitraatti.

### Poltto- ja voiteluaineet

Talkkirikasteen kuivaamiseen käytettiin vuonna 2023 n. 1200 tonnia ja vuonna 2024 500 tonnia nestekaasua. Vuotuinen käyttömäärä laski olennaisesti 2024 käyttöönotetun hybridikuivaimen myötä, joka mahdollistaa talkin kuivaamisen myös sähköllä.

Työkoneet käyttävät polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä. Polttoaineen kulutus tehdasalueella oli vuonna 2024 3925 l. Lisäksi urakoitsijan kaivostoiminnassa käyttämien koneiden kevyen polttoöljyn kulutus vuonna 2024 oli noin 1,1 milj. litraa ja dieselin noin 114 000 l.

## 3.8 Energian tuotanto ja käyttö

Kaivos- ja tehdasalueen toiminnassa käytetty energia koostuu ostetusta sähköstä, rikasteen kuivaamossa käytetystä nestekaasusta sekä työkoneiden käyttämästä kevyestä polttoöljystä ja dieselistä.

Vuosittainen sähkönkulutus (2017–2024) on ollut noin 75 GWh. Vuonna 2024 sähköä ostettiin 75 GWh.

Rikasteen kuivauksessa on nykyisin käytössä hybridikuivain, joka mahdollistaa kuivausilman tuotannon joko nestekaasulla tai sähköllä. Sähkökuivaimen teho on 5 MW. Nestekaasua käytettäessä teho on noin 6,5 MW. Kuivurin savukaasujen poistopiipun korkeus on 17 m maanpinnasta. Kuivurin savukaasuja ei käsitellä.

Raskaan polttoöljyn käyttö on loppunut tehtaalla vuonna 2022 rikasteen kuivatusprosessin muututtua nestekaasu-/sähkökäyttöiseksi. Kevyen polttoöljyn käyttö on vähentynyt

Copyright © AFRY Finland Oy

merkittävästi, kun aluelämmitykseen on vaihdettu sähkökattila ja trukkeja on vaihdettu sähkökäyttöisiksi.

Varastointi

Rikastamokemikaalit säilytetään rikastamolla tai rikastamon yhteydessä olevassa kemikaalivarastossa. Vesienkäsittelyprosessien saostuskemikaalit säilytetään siilossa käsittelyprosessin yhteydessä. Vedenpuhdistuskemikaalit säilytetään kemikaalivarastossa. Nestekaasulla on omat säiliöt Lahnaslammen itäpuolella.

Työkoneiden polttoaineena käytettävä kevyt polttoöljy säilytetään 5 $m^3$ säiliössä lastausalueella.

Urakoitsijan kaivostoiminnassa käyttämien koneiden kevyt polttoöljy ja diesel säilytetään huoltohallin yhteydessä olevassa kaksiosaisessa 30 $m^3$ polttoainesäiliössä.

## 3.9 Muut jätteet

Nykytilan mukaisessa toiminnassa syntyvät muut jätejakeet kuin kaivannaisjätteet on esitetty taulukossa (Taulukko 3-22) vuoden 2024 osalta.

Taulukko 3-22. Syntyneet jätteet ja jätemäärät vuodelta 2024.

| Jätelaji | t/a |
|---|---|
| Energiajae | 51 |
| Sekapelti | 36 |
| Sekajäte | 16 |
| Sekalainen puu | 14 |
| Puhdas metalliromu | 9,0 |
| Ruskea pahvi ja kartonki irto | 8,0 |
| Puhdas puu | 5,9 |
| Epäorgaaniset lietteet ja sakat pasta / kiinteä | 4,6 |
| Biojäte | 4,6 |
| Rakennusjäte | 4,3 |
| Öljyinen jäte kiinteä / pasta | 4,31 |
| Käytetty voiteluöljy vesipitoisuus alle 10 % neste | 3,200 |
| Kyllästetty puu | 2,400 |
| Lyijyakkujäte | 2,029 |
| Muu SE-romu | 1,798 |
| Muovi ja kumi | 1,720 |
| Tietosuojamateriaali | 1,484 |
| Öljy ja pesuaine-erotin koko nesteosa | 1,260 |
| Sekalainen keräyspaperi irto | 0,924 |
| Öljyvesiseos jäte neste | 0,721 |
| Yritysten muovipakkaukset | 0,446 |
| Aerosolijäte kiinteä | 0,144 |
| Raskasmetalliparistojäte | 0,133 |
| Maalijäte kiinteä | 0,121 |
| Sekalasi | 0 |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Jätelaji | t/a |
|---|---|
| Loisteputket | 0,048 |

## 3.10 Päästöt ilmaan

Kaivosalueella syntyy pölypäästöjä lähinnä hajakuormituksesta. Pölyä aiheutuu louhinnasta avolouhoksessa, lastauksista, kuljetuksista, sivukiven läjittämisestä sekä malmin jatkokäsittelystä.

Rikastushiekka on hienojakoista, joten kuivana se pölyää herkästi. Syntyvä pöly kertyy pääasiassa kaivos- ja 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. Kuivempina aikoina sään kehitystä seurataan päivittäin ja tarvittaessa kastellaan padonharjoja ennakoivasti.

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. Kuivempina aikoina sään kehitystä seurataan päivittäin ja tarvittaessa kastellaan padonharjoja ennakoivasti.

Kaivoksella mitattiin poistokaasujen hiukkasten (15 kohdetta) ja kaasumaisten yhdisteiden (1 kohde) päästöt laitoksen ympäristöluvassa (Nro 9/08/2, Dnro Psy-2003-y-175, 18.1.2008) esitetyn mukaisesti viimeksi vuonna 2024 (AFRY Finland Oy 2025b). Mittaukset toteutettiin normaaleissa käyttö- ja prosessiolosuhteissa. Ympäristöluvassa esitetty hiukkaspitoisuuden raja-arvo (10 mg/m$^3$n, kuiva kaasu) koskee neljää kohdetta: karkea- ja hienomurska sekä malmivarasto ja malmisiilo. Hiukkaspitoisuudet alittivat näissä kohteissa luparajan. Luparaja alitettiin myös edellisissä mittauksissa vuosina 2018 ja 2021.

Joulukuussa 2022 Elementis lopetti kokonaan raskaan polttoöljyn käytön kuivauksessa, mikä on vähentänyt ilmapäästöjä merkittävästi. Vuonna 2023 kuivauksessa käytettiin pelkkää nestekaasua ja vuonna 2024 kuivauksessa on käytetty suurimmaksi osaksi sähköä. Rikkidioksidin päästöt ovat loppuneet kokonaan polttoöljyn käytön loputtua ja typen oksidien sekä hiilimonoksidin päästöt ovat vähentyneet.

## 3.11 Liikenne

Alueen liikenne jakautuu maantieliikenteeseen, kaivosalueen sisäiseen liikenteeseen ja junaliikenteeseen. Maantieliikenne koostuu tehdasalueen työntekijöiden työpaikkaliikenteestä ja raskaasta liikenteestä. Erilaiset toiminnassa tarvittavat kemikaalit ja muut tuotteet tuodaan tehtaalle pääasiassa rekka- ja säiliöautoilla. Myös osa lopputuotteiden kuljetuksesta hoidetaan rekoilla. Alueen sisäinen liikenne koostuu pääasiassa erilaisista työkoneista, joista merkittävimpiä ovat kiviautot. Lisäksi kaivosalueella on jonkin verran maastoautoilla tapahtuvaa henkilöliikennettä. Junaliikenne on pääasiassa erilaisten talkki- ja nikkelituotteiden kuljetusta.

Copyright © AFRY Finland Oy

Talkkituotteita on vuonna 2024 kuljetettu 125 317 t. Junalla tuotteita kuljetettiin 66 082 t ja maantiekuljetuksina rekoilla 59 235 t. Päivittäin rekka-autoja on lähtenyt keskimäärin 10 ja junakuljetuksia 3 kertaa viikossa. Kuljetukset pyritään pääsääntöisesti hoitamaan klo. 6.00–22.00, mutta satunnaisesti kuljetuksia tapahtuu öisinkin.

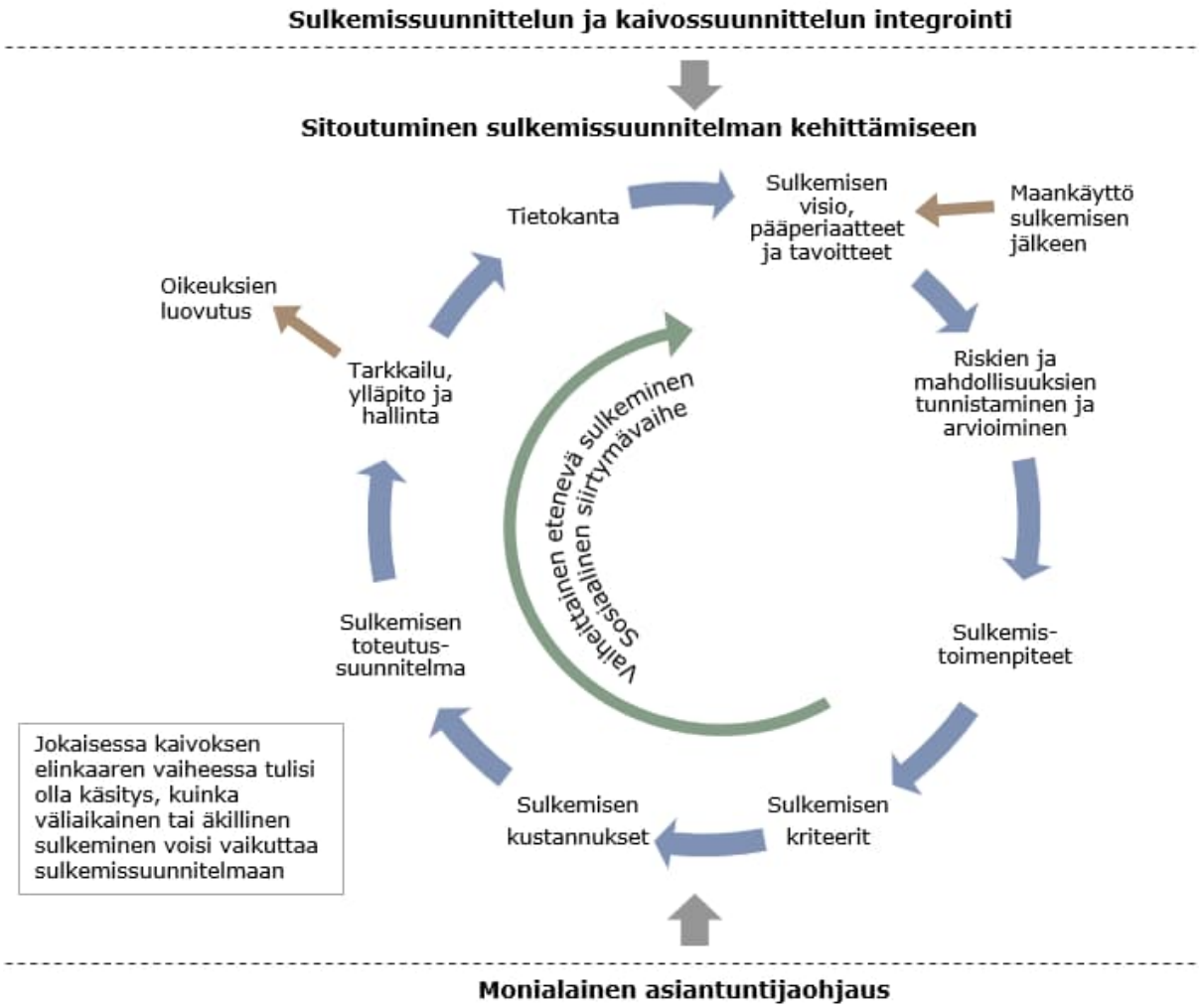
Tehtaalle tuodaan rikastus- ja vesienkäsittelykemikaaleja noin 7 rekka- ja säiliöautollista kuukaudessa, nestekaasua noin 4 kuljetusta kuukaudessa ja palletti-, paperi- ja suursäkkikuljetuksia noin 10 kuljetusta kuukaudessa. Punasuon kaivokselle tuodaan kerran tai kahdesti viikossa emulsioräjähdettä. Urakoitsijan varikolle tuodaan kevyen polttoöljyn kuljetuksia noin 4 kuukaudessa ja dieselin noin 5 kuukaudessa. Tehtaalle tuodaan kevyen polttoöljyn kuljetuksia ainoastaan 1 vuodessa. Lisäksi tehtaalle tuodaan postin kuljetuksia ja rahtia noin 15 kuljetusta viikossa ja jätekuljetuksia noin 4 viikossa. Lisäksi tällä hetkellä Uutelan kaivokselta Sotkamon tehtaalle toimitetaan n. 3000 rekkakuormaa vuodessa tien 870 kautta. Enimmillään Uutelasta voidaan toimittaa 550 000 t vuodessa, mikä tarkoittaa n. 11 000 rekkakuormaa vuodessa. Kuljetukset Uutelasta ovat jaksottaisia ja vuorokaudessa/viikossa tehtävät toimitusmäärät vaihtelevat tuotantotilanteen mukaan. Uutelan malmikuormia toimitetaan Sotkamon tehtaalle klo 06.00–22.00.

## 3.12 Kaivoksen sulkeminen

### 3.12.1 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 (Kuva 3-11).

Copyright © AFRY Finland Oy


Sulkemissuunnittelun ja kaivossuunnittelun integrointi
Sitoutuminen sulkemissuunnitelman kehittämiseen
Tietokanta
Sulkemisen visio, pääperiaatteet ja tavoitteet
Maankäyttö sulkemisen jälkeen
Oikeuksien luovutus
Tarkkailu, ylläpito ja hallinta
Riskien ja mahdollisuuksien tunnistaminen ja arvioiminen
Vaihe 1
Vaihe 2
Vaihe 3
Vaihe 4
Vaihe 5
Vaihe 6
Vaihe 7
Vaihe 8
Vaihe 9
Vaihe 10
Vaihe 11
Vaihe 12
Vaihe 13
Vaihe 14
Vaihe 15
Vaihe 16
Vaihe 17
Vaihe 18
Vaihe 19
Vaihe 20
Vaihe

Jälkihoidon yleisiä tavoitteita ovat:

- Alue saatetaan fyysisesti ja kemiallisesti mahdollisimman stabiiliin 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.
- 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:

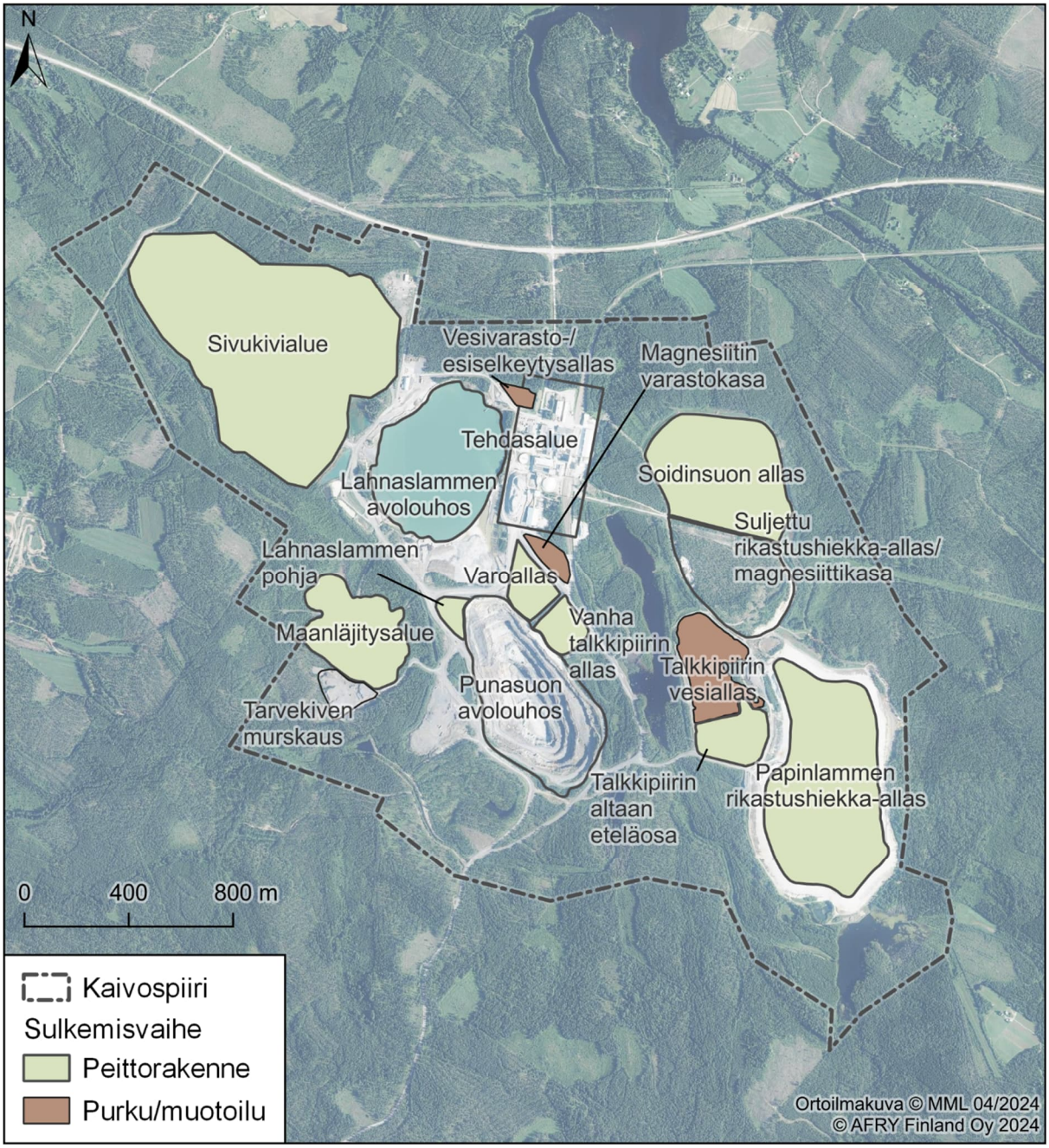
- Louhosjärven pintaosien veden laadusta ei aiheudu haittaa ihmisille tai eläimille. Louhosjärven ja ympäristön vuorovaikutuksesta ei aiheudu haittaa ympäröivän alueen pohjavesille tai pintavesille.
- Rikastushiekka-altaat suljetaan siten, että hapen kulkeutumista läjitykseen ja täten rikastushiekan sisältämien sulfidien hapettumista vähennetään tasaamalla peittorakenteen läpivirtaamaa pitämällä peittorakenne kosteana.
- Rikastushiekka-altaiden sulkemisrakenteet pystytään toteuttamaan kaivospiirin alueelta saatavilla olevista materiaaleista
- Vastaanottavaan vesistöön ei aiheudu kaivosalueelta sulkemisen jälkeen sellaista kuormitusta, joka vaarantaisi kalaston elinolosuhteet tai heikentäisi vesistöjen ekologista tilaa.

### 3.12.3 Sulkemistoimenpiteet

Elementisin Sotkamon kaivokselle nykyisille toiminnoille on laadittu nykyvaatimusten mukainen sulkemissuunnitelma vuonna 2024.

Ympäristönsuojelulain mukaan suljettavat alueet on esitetty kuvassa (Kuva 3-12). Kuvassa on esitetty ne alueet, jotka suljetaan peittorakenteilla, sekä ne alueet, joita ainakin osin puretaan ja muotoillaan. Tehdasalueen mahdollinen purkaminen kuuluu kaivoslain mukaisen vakuuden piiriin.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 3-12. Ympäristönsuojelulain mukaan suljettavat alueet. Kuvassa on esitetty ne alueet, jotka suljetaan peittorakenteilla sekä ne alueet, joita ainakin osin puretaan ja muotoillaan.

### Maanläjitysalue

Osa läjitetyistä maamassoista hyödynnetään maarakentamisessa sekä maisemoinnissa. Pintamaita käytetään toiminnan loppuessa sivukivialueen ja rikastushiekka-altaan peittorakenteisiin.

Vuonna 2024 tehtiin tutkimuksia pintamaiden läjitysalueella. Tutkimusalueella maaperä koostui pääasiassa silttisestä tai hiekkaisesta moreenista, jonka seassa oli paikoin turvetta ja vaaleaa maa-ainesta, joka on mahdollisesti talkkia. Osa maa-aineksesta on myös geokemialliselta laadultaan sellaista, että sitä ei voida hyödyntää sulkemisrakenteiden

Copyright © AFRY Finland Oy

pintaosissa. Tämän vuoksi on varauduttu siihen, että osa maanläjitysalueesta maisemoidaan paikalleen. Peittorakenteena käytetään samaa sulkemisrakennetta, mikä on suunniteltu Papinlammen rikastushiekka-altaalle.

Lahnaslammen sivukivialue

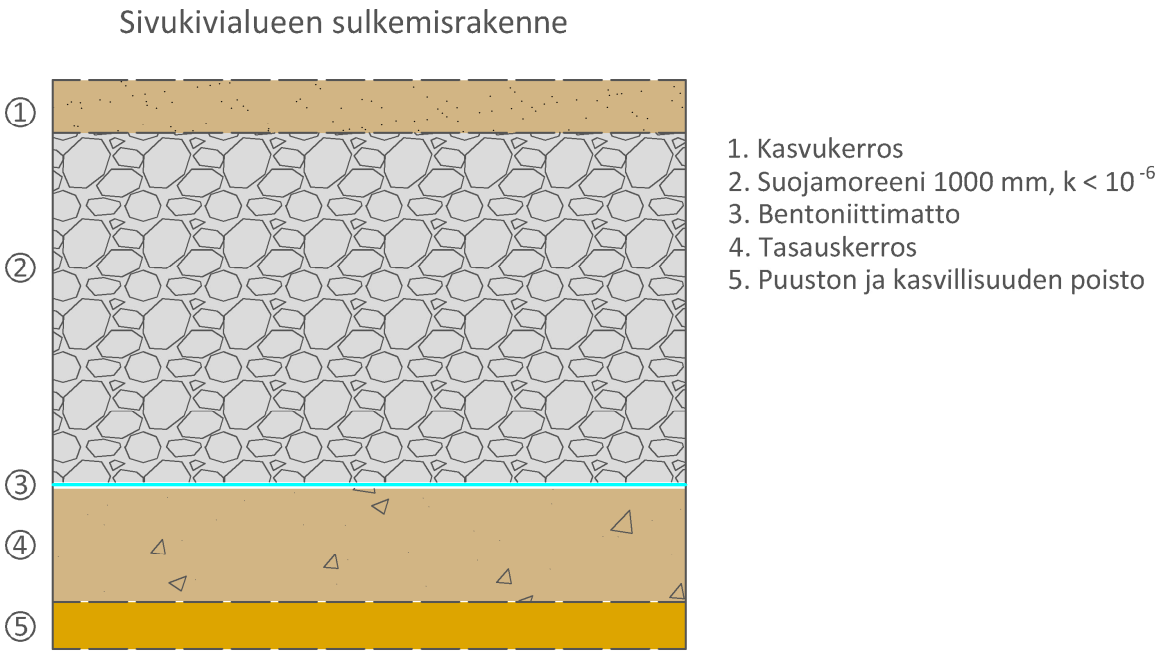
Sivukivialue on maisemoitu vuonna 2011, peittorakenne ei kuitenkaan riitä täyttämään lupapäätöksessä Dnro PSY-2003-Y-175 rakenteelle asetettua vaatimusta.

Maisemoidun rakenteen päälle on jatkettu sivukiven läjitystä pienimuotoisesti silloin kun Lahnaslammen vedenpinta on ollut liian korkealla ja sivukiveä ei ole voitu läjittää Lahnaslampeen työturvallisuussyistä.

Sivukivialueen uudeksi peittorakenteeksi on esitetty vuoden 2024 sulkemissuunnitelmassa seuraava rakenne alhaalta ylöspäin:

- Maisemoidulta alueelta poistetaan nykyinen puusto ja kasvillisuus
- Osa alueesta on louhepinnalla, louhe tasataan ja peitetään moreenikerroksella
- Sivukivialue tasataan
- Alueelle levitetään bentoniittimatto
- Bentoniittimatto suojataan suojamoreenilla, jonka kerrospaksuus on 1000 mm ja vedenläpäisevyys k < $10^{-6}$
- Päälle levitetään kasvukerros

Kyseisellä rakenteella vähennetään alueelta suotautuvaa vesimäärää. Kerrokset on esitetty kuvassa (Kuva 3-13).

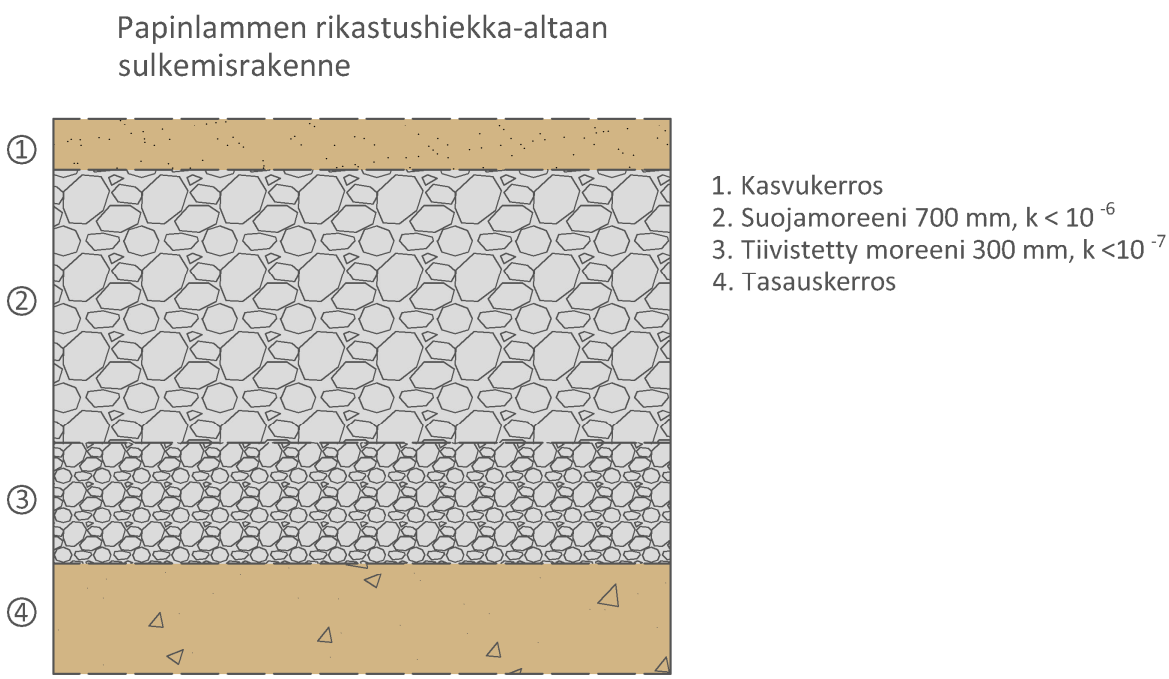



Kuva 3-13. Sivukivialueen sulkemisrakenne.

Copyright © AFRY Finland Oy

### Rikastushiekka-allas

Rikastushiekan laatuun perustuen Papinlammen rikastushiekka-altaalle on esitetty sulkemissuunnitelmassa seuraavaa rakennetta (Kuva 3-14).




Kuva 3-14. Papinlammen rikastushiekka-altaan sulkemisrakenne.

Rikastushiekassa ei ole happamoitumisen vaaraa ja metallien päästö on maltillinen, joten ei ole yhtä tärkeää vähentää läpisuotaumaa kuin on sivukivialueella (sivukivialueelle esitetty bentoniittia läpisuotauman vähentämiseksi). Happivuon pienentäminen siis riittää rikastushiekka-altaan sulkemistoimena. Peiton paksuus määräytyy sen mukaan, että suojakerros pitää tiiviskerroksen kosteana ja suojelee jäätymiseltä, siten happivuo pysyy matalana lähes samalla tavoin kuin bentoniittimaton ollessa mukana.

### Soidinsuon allas sekä vanhat rikastushiekan läjitysalueet

Kaivospiirin alueella on myös muita suljettavia altaita (Taulukko 3-23). Kaikki vanhat läjitysalueet on esitetty sulkemissuunnitelmassa suljettavan vastaavalla rakenteella kuin Papinlammen rikastushiekka-allas.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 3-23. Vanhat magnesiitin läjitysalueet.

| Vanha alue, suljettava | Pinta-ala (ha) |
|---|---|
| Vanha talkkipiirin allas | 3 |
| Lahnaslammen pohja | 1 |
| Varoallas | 3 |
| Talkkipiirin altaan eteläosa | 5,9 |
| Soidinsuonaltaan pohjoisosa | 19,1 |
| **Vanha alue, suljettu** | |
| Soidinsuonaltaan eteläinen osa / Magnesiittikasa (sulkeminen hyväksytty) | 14 |

### Punasuon avolouhos

Avolouhoksen keskeiset sulkemistoimenpiteet esitetään alla:

- Avolouhos aidataan
- Avolouhoksen annetaan täyttyä vedellä. Veden laatua valvotaan osana toiminnan jälkeistä valvontaa.
- Louhoksen täyttymisvaiheessa turvallisuutta hallitaan avolouhoksen aitaamisella, ulkopuolisten pääsyn estämiseksi, vähintään louhoksen täyttymiseen asti. Lisäksi alueelle pystytetään varoituskyltit.
- Kulkutie louhosalueelle säilytetään ja ylläpidetään tarkkailua varten.
- Louhosjärven reunojen lopullisessa muotoilussa huomioidaan näytteenoton tarpeet.
- Louhosjärven ylivuotovedelle toteutetaan matala oja.
- Louhoksen ylitevesiä voidaan tarvittaessa käsitellä erityisesti ns. huuhtoutumisvaiheen aikana.

### Lahnaslammen avolouhos

Louhinta Lahnaslammen avolouhoksella loppui 2010. Louhokseen on läjitetty Punasuon louhoksen pintamaita, sivukiviä ja magnesiittihiekkaa. Sivukiven läjitys Lahnaslammen kaivokseen on käynnissä. Lahnaslammen kaivokseen on läjitetty vuosina 2010–2023 yhteensä 3,3 milj. $m^3$ (noin 9,6 milj. t) Punasuon sivukiveä. Lahnaslammen kaivoksen jäljellä oleva tilavuus on noin 12 milj. $m^3$ (*tilanne keväällä 2024*). Louhos aidataan toiminnan päättyessä.

### Teollisuusalue ja infrastruktuuri

Teollisuusalueiden ja infrastruktuurin osalta sulkemistoimenpiteiksi kaavaillaan seuraavaa:

- Toiminnan jälkeinen maaperän laatu tarkistetaan, keskittyen niihin osiin kaivostoimintojen alueilla, joissa pilaantumisriski on suurin. Tarvittaessa suoritetaan maaperän kunnostustoimenpiteet ympäristöviranomaisen hyväksymällä tavalla.
- Tarpeettomat maanpäälliset rakennukset, rakenteet, putkistot, kaapelit ja tiet poistetaan.

Copyright © AFRY Finland Oy

- 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.
- Maaperän kunto tarkistetaan kaivosalueella. Erityistä huomiota kiinnitetään kohonneen riskin kohteisiin, esimerkiksi paikkoja, joissa käsitellään esimerkiksi rikastetta, haitta-ainepitoisia jätteitä, polttoaineita tai öljyjä. Tarvittaessa suoritetaan kunnostustoimia.
- Alueet kasvitetaan soveltuvilta osin. Vaihtelevia pinnamuotoja sovelletaan siellä, missä mahdollista, biodiversiteettikehityksen tukemiseksi.

Ympäristönsuojelulain vakuuden alaiseksi toiminnaksi teollisuusalueelta on tunnistettu kaivospiirin pohjoisosassa sijaitseva vanha vesivarasto-/esiselkeytysaltaan sulkeminen.

Copyright © AFRY Finland Oy



# 4 YVA-VAIHTOEHDOT JA UUDET SUUNNITELLUT TOIMINNOT

# 4 YVA-VAIHTOEHDOT JA UUDET SUUNNITELLUT TOIMINNOT

## 4.1 YVA-vaihtoehdot

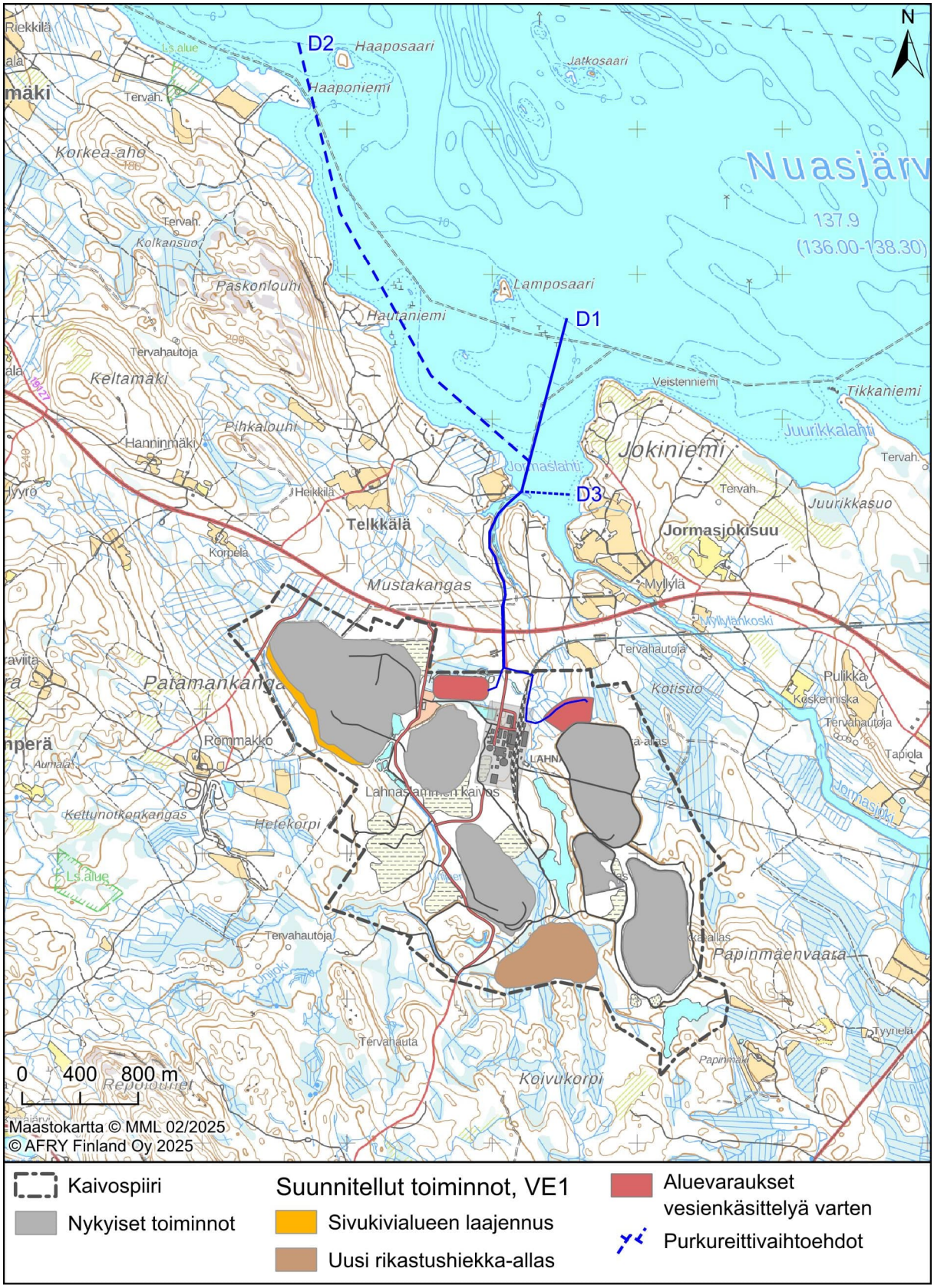
Ympäristövaikutusten arvioinnin vaihtoehdoissa suunnitellut toiminnot on esitetty taulukossa (Kuva 4-1). Suunniteltujen toimintojen sijoittuminen kartalla on esitetty kuvissa 4-1 ja 4-2.

Taulukko 4-1. Hankevaihtoehtojen kuvaukset.

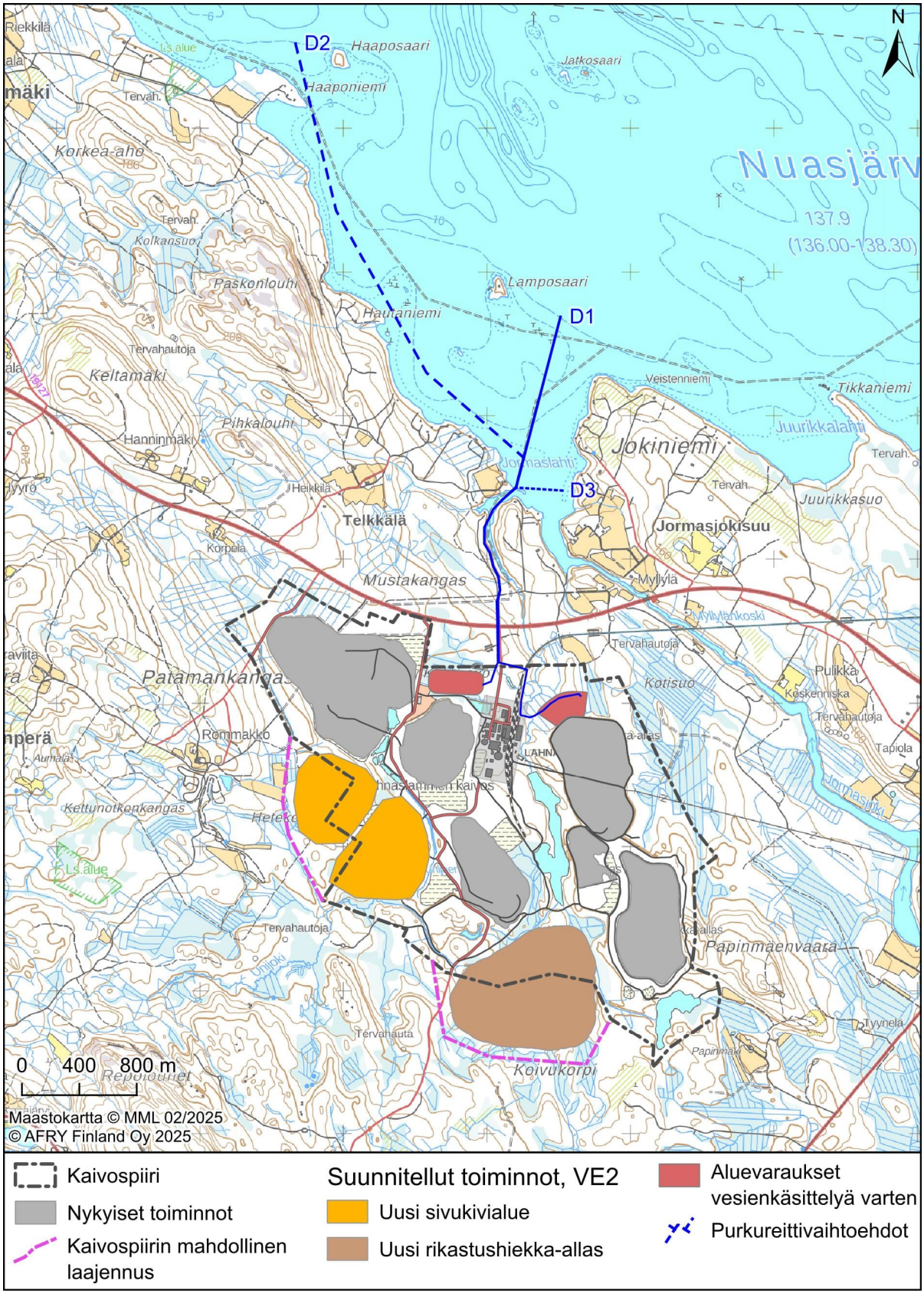
| | VE0 | VE1 | VE2 |
|---|---|---|---|
| Toiminta-aika | Toiminta päättyy noin vuonna 2035 | Toiminta jatkuu noin 20 vuoden ajan vuosina 2030–2049 | Toiminta jatkuu noin 20 vuoden ajan vuosina 2030–2049 |
| Talkin tuotanto-määrä* | 150 000 t/a | 300 000 t/a | 300 000 t/a |
| Sivukivi | Sivukivi läjitetään Lahnaslammen avolouhokseen nykyisen luvan mukaisesti. | Tehdään nykyiselle sivukivialueelle korotus (korko +240 m) sekä pieni laajennus (noin 5 ha). | Rakennetaan kaksi kokonaan uutta sivukivialuetta |
| Rikastushiekka | Papinlammen rikastushiekka-allas tulee täyteen (nykyinen lupa patokorolle +181 m, haettu ympäristölupaa korotukseen tasolle +190 m)<br><br>Kun Papinlammen rikastushiekka-allas täyttyy, niin luvan mukaisesti on mahdollista läjittää rikastushiekkaa myös Lahnaslammen louhokseen. | Rikastushiekka läjitetään Papinlammen rikastushiekka-altaan täytyttyä Lahnaslammen avolouhokseen. Kaikki rikastushiekka ei mahdu louhokseen ja loput läjitetään uuteen pieneen rikastushiekka-altaaseen. | Rakennetaan kokonaan uusi rikastushiekka-allas Papinlammen lounaispuolelle, johon rikastushiekan läjitys tapahtuu Papinlammen rikastushiekka-altaan täytyttyä. |
| Vesienhallinta | Nykyinen vesienhallinta. Purku Lahnasjokeen. Sulfaattikuormitus noin 4000–7000 t/a. | Tarkastellaan vesienkäsittelyn parantamista sekä vaihtoehtoisia purkureittejä Nuasjärveen. Sulfaattikuormitus noin 3000 t/a. | Tarkastellaan vesienkäsittelyn parantamista sekä vaihtoehtoisia purkureittejä Nuasjärveen. Sulfaattikuormitus noin 2300 t/a. |
| Kaivospiirin pinta-ala | Pysyy ennallaan | Pysyy ennallaan | Laajenee noin 95 ha |

**VE0 talkin tuotantomäärän on oletettu olevan noin tasolla 150 000 t/a, jota se on ollut viime vuosina. Todellisuudessa tuotantomäärä riippuu talkin kysynnästä. VE1:ssä ja VE2:ssa on oletettu, että tuotantomäärä on max 300 000 t/a, koska tulevaisuudessa talkin kysyntä voi kasvaa. Tuotantomäärän nostolla vaihtoehtoihin VE1 ja VE2 on haluttu varmistaa, että kaivannaisjätealueiden läjityskapasiteetti ja vesienkäsittelyn mitoitus ovat riittäviä ja ympäristökuormitus- ja vaikutukset arvioidaan riittävällä tavalla, mikäli tuotanto tulevaisuudessa kasvaa nykyiseen verrattuna.*

Copyright © AFRY Finland Oy



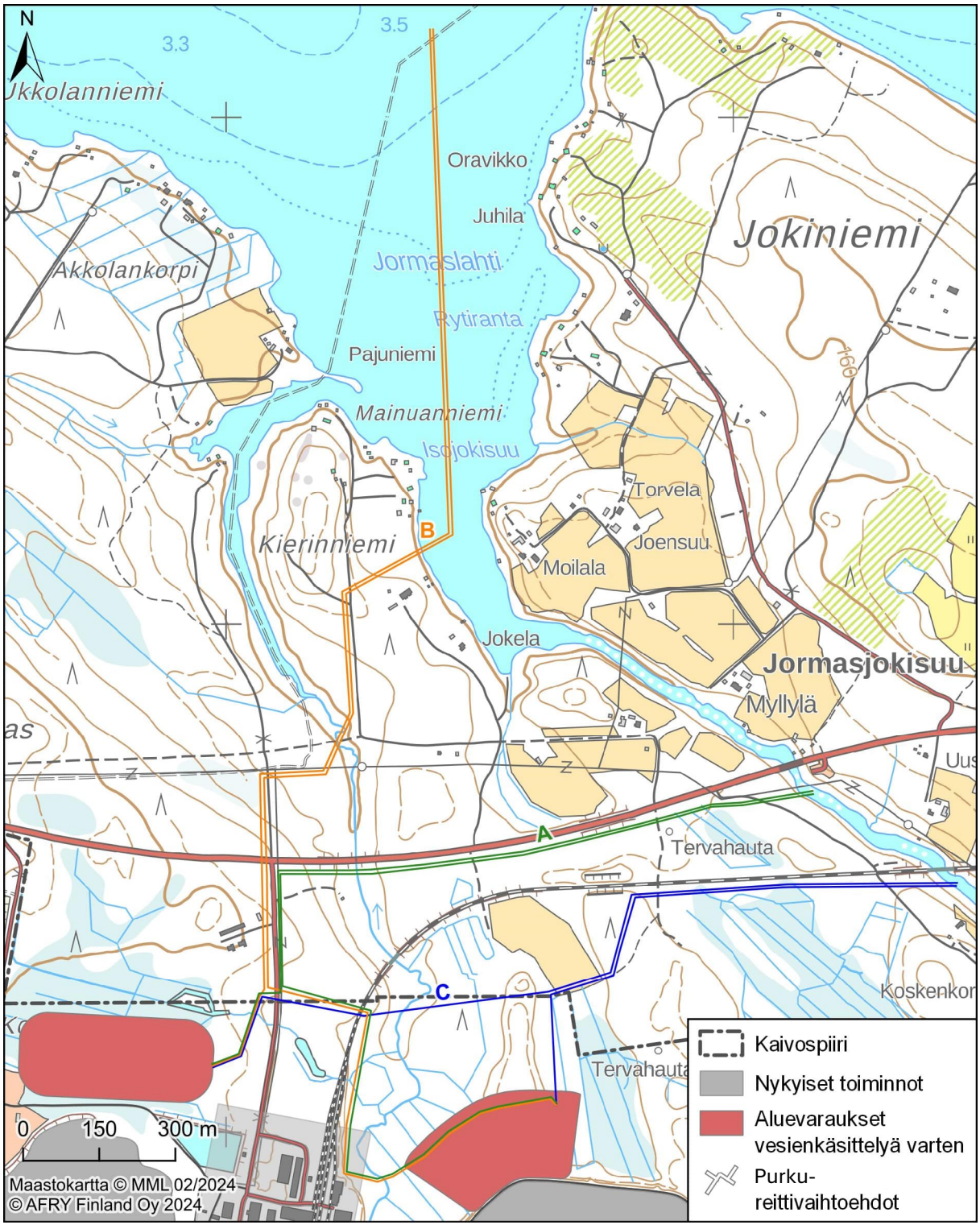

Kuva 4-1. Suunniteltujen toimintojen sijoittuminen kaivoksen alueella vaihtoehdossa VE1.




Kuva 4-2. Suunniteltujen toimintojen sijoittuminen kaivoksen alueella vaihtoehdossa VE2.

## 4.2 YVA-ohjelman jälkeen hankkeeseen tulleet muutokset

YVA-ohjelmavaiheessa suunniteltiin kolmea ei vaihtoehtoista purkureittiä purkuvesille, joista reitit A ja C oli linjattu Jormasjokeen ja reitti B Nuasjärveen. YVA-ohjelmavaiheen purkureitit on esitetty kuvassa 4-3.




Kuva 4-3. Purkuputken reittivaihtoehdot A, B ja C YVA-ohjelmavaiheessa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vesistövaikutuksia Jormasjoessa on tarkasteltu laskennallisesti kappaleessa 10.4.2.2. Laskennan, sekä YVA-ohjelmavaiheessa yleisöltä saadun palautteen perusteella Jormasjoen purkuvaihtoehdosta luovuttiin YVA-selostuksen alkuvaiheessa, eikä Jormasjokea ole tarkasteltu tarkemmin.

YVA-ohjelmasta saadun lausunnon perusteella pyydettiin myös tarkastelemaan mahdollisimman optimaalista purkupaikkaa Nuasjärvessä, tämän vuoksi YVA-selostukseen valittiin kolme vaihtoehtoista paikkaa Nuasjärvessä, ja ne nimettiin vaihtoehdoiksi D1, D2 ja D3, jotta nimitys poikkeaa YVA-ohjelmavaiheesta. Linjaukset D1-D3 on esitetty kuvassa (Kuva 4-11).

Purkureittilinjaus B kulki YVA-ohjelmavaiheessa Kierinniemen itäpuolelta Nuasjärveen. Myös tästä reitistä saatiin yleisöltä palautetta YVA-ohjelmavaiheessa, ja YVA-selostukseen purkureitti on muutettu kulkemaan Kierinniemen länsipuolta.

## 4.3 Louhinta

Elementis louhii Punasuon avolouhoksesta talkkimalmia avolouhintana. Avolouhoksen pinta-ala oli vuoden 2024 lopussa 21,5 ha. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 louhoksen lopullinen suunniteltu pinta-ala on 26 ha ja avolouhoksen pohja on tuotannon loppuvaiheessa tasolla –50. Nykyisessä pitkän tähtäimen louhintasuunnitelmassa (PTS=pitkän tähtäimen suunnitelma) on n. 24 milj. tonnia sivukiveä ja noin 15 milj. tonnia malmia. Kokonaislouhintamäärä on enimmillään 2,5 milj. tonnia vuodessa. Vuotuinen louhintamäärä riippuu tuotantotilanteesta, sekä mahdollisuuksista hyödyntää yhtiön muita esiintymiä.

Mahdollinen talkin tuotantomäärien kasvu vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 tapahtuu lisäämällä malmin toimituksia Uutelasta tai muista ns. satelliittiesiintymistä.

Malmi ja sivukivi irrotetaan poraus-panostus -menetelmällä. Poravaunulla poratut 10–20 metrin pituiset reiät panostetaan reikään pumpattavalla emulsioräjähdysaineella ja sytyttämiseen käytetään impulssiletkujärjestelmää. Irrotettu malmi ja sivukivi lastataan kaivinkoneilla kiviautoihin, jotka kuljettavat malmin rikastukseen ja sivukiven läjitettäväksi.

Louhinta tapahtuu urakoitsijan toimesta. Urakoitsija työskentelee louhintatilanteen mukaan yhdessä tai kahdessa vuorossa 5 päivänä viikossa. Työpäiviä kertyy noin 260 päivää vuodessa. Normaali työskentelyaika on sivukiven ja malmin ajon osalta yhdessä vuorossa klo 6.00–14.00 ja kun työt ovat kahdessa vuorossa klo. 6.00–22.00. Räjäytykset suoritetaan pääasiassa samaan kellon aikaan eli klo 14.00 ja viikossa on yhdestä kahteen räjäytyskertaa.

## 4.4 Sivukiven läjitys

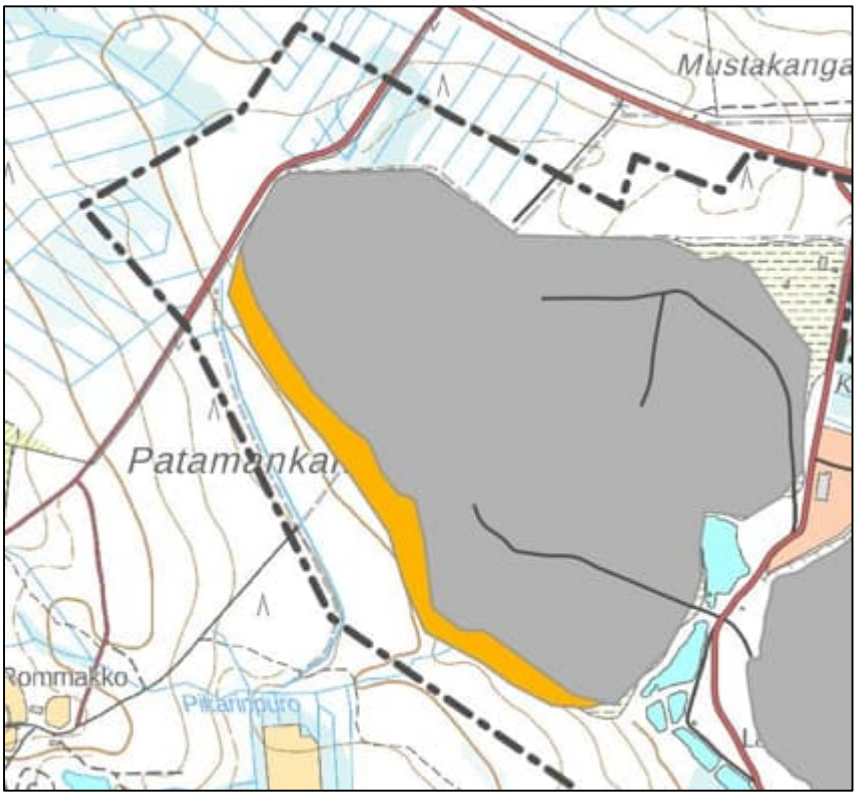
Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Punasuon malmio hyödynnetään kokonaisuudessaan ja siitä muodostuu 24 milj. tonnia sivukiveä. Tiheydellä 1,8 laskettuna sivukiven tilavuudeksi saadaan 13,3 milj. $m^3$.

Vaihtoehdossa VE1 nykyistä sivukivialuetta korotetaan tasolle +240 m ja laajennetaan noin 5 ha (Kuva 4-4). Nykyisen lupapäätöksen mukainen ylin täyttötaso on +220 m. Nykyisen sivukivialueen alle ei ole alun perin tehty erityistä pohjarakennetta, vaan pohja muodostuu huonosti vettä läpäisevästä luonnonmoreenista.

Nykyinen sivukivialue suljetaan sulkemissuunnitelman mukaisella peittorakenteella (bentoniittimatto/moreeni), jonka jälkeen rakennetaan korotus tasolle +240 m. Sivukivialueen

Copyright © AFRY Finland Oy

laajennuksen alle tehdään nykyisten vaatimusten mukaisesti rakenne käyttäen esimerkiksi HDPE-kalvoa tai bentoniittimattoa tai tarvittaessa monikerrosrakennetta. Pohjaranne tarkentuu lupahakemusvaiheessa pohjatutkimusten ja karakterisointitietojen perusteella.



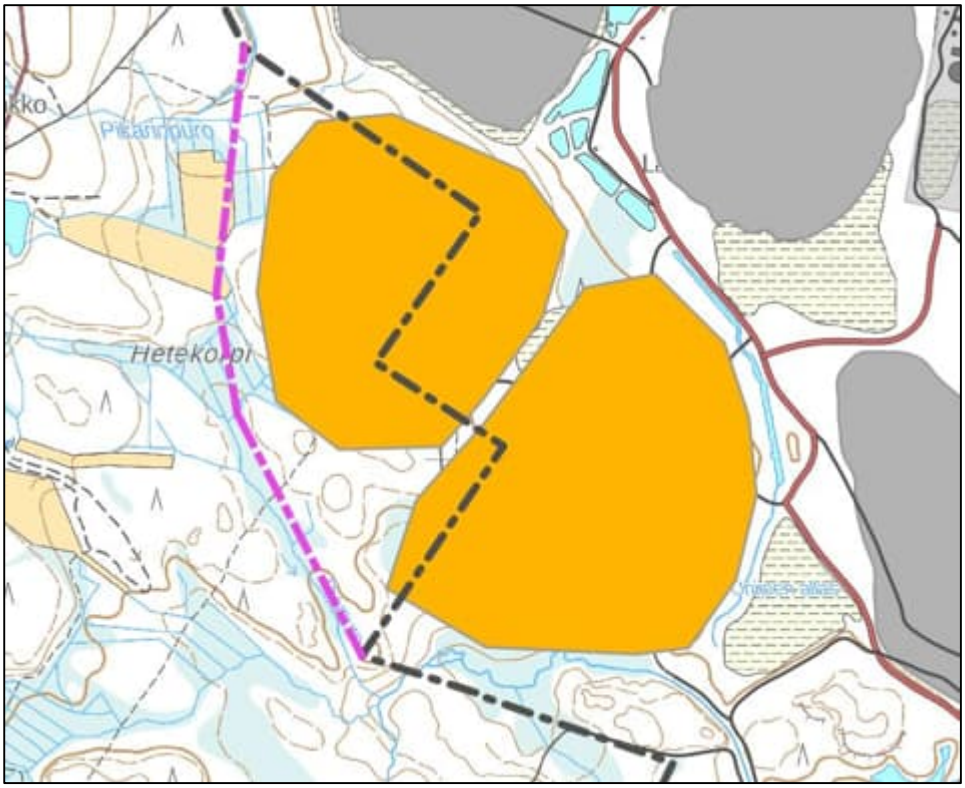

Kuva 4-4. Kuvassa nykyinen sivukivialue harmaalla ja laajennusalue keltaisella. Kuva on ote kuvasta 4-1.

Vaihtoehdossa VE2 rakennetaan kaksi kokonaan uutta sivukivialuetta nykyisen maanläjitysalueen päälle (Kuva 4-5), Punasuon avolouhoksen länsipuolelle. Läntisen läjitysalueen pinta-ala on noin 28 ha ja sille läjitetään rikkipitoisempi kivi. Itäisen läjitysalueen pinta-ala on noin 35 ha, ja sille läjitetään tavanomainen sivukivi. Sivukivialueiden täyttötaso on noin +220 m. Rikkipitoisemman sivukivialueen alle tehdään nykyisten vaatimusten mukaisesti rakenne käyttäen HDPE-kalvoa tai bentoniittimattoa tai tarvittaessa monikerrosrakennetta. Tavanomaisen sivukivialueen pohjarakenteena toimii mineraalimaa.

Hankevaihtoehdossa VE2 sivukivet on jaoteltu niiden rikkipitoisuuden mukaan niin, että kivet, joissa S > 1 % läjitetään rikkipitoiselle sivukivialueelle ja S ≤ 1 % läjitetään tavanomaiselle sivukivialueelle. Muodostuvista pääsivukivilajiryhmistä kiilleliuskeessa ja talkkimagnesiitissa on siinä määrin vaihtelua rikkipitoisuudessa, että kumpaakin sivukiveä läjitetään sekä rikkipitoiselle että tavanomaiselle sivukivialueelle.

Uudet kaivannaisjätteen jätealueet eivät mahdu kokonaan nykyisen kaivospiirin sisäpuolelle, vaan vaihtoehdossa VE2 kaivospiiriä laajennetaan nykyisestä noin 95 ha.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 4-5. Uusi sivukivialue, jossa on kaksi erillistä läjitysaluetta. Kuva on ote kuvasta 4-2.

## 4.5 Rikastushiekan läjitys

Elementisin tavoitteena on jatkaa toimintaa Sotkamon tehtaalla myös sen jälkeen, kun Punasuon louhinta päättyy. Rikastushiekan arvioitu tuotantomäärä vuosille 2030–2049 (20 vuotta) on 12,90 milj. tonnia. Tiheydellä 1,35 laskettuna rikastushiekan tilavuudeksi saadaan 9,55 milj. $m^3$.

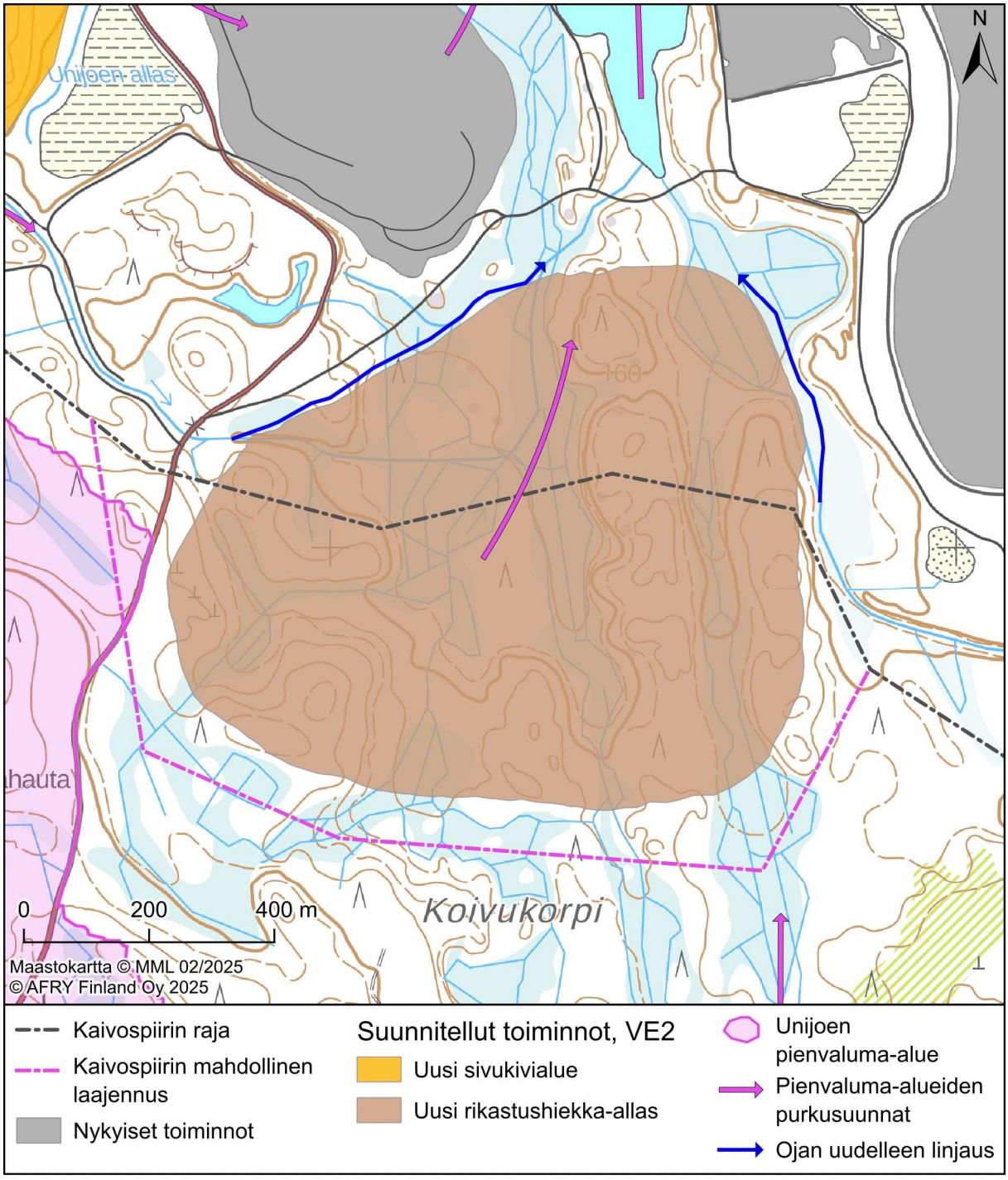
Rikastushiekka-altaalle sijoitetaan rikastushiekan lisäksi myös vesienkäsittelyn sakkoja arviolta noin 0,01 milj. t/a ja 20 toimintavuoden aikana yhteensä noin 0,2 milj. tonnia.

Papinlammen rikastushiekka-altaan patojen nykyinen ympäristölupa on tasolle +181 m. Vaihtoehtoon VE0 on sisällytetty rikastushiekka-altaan korotus tasolle +190 m, jolle Elementis on hakenut jo ympäristölupaa.

Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekkaa sijoitetaan osittain Lahnaslammen vanhaan avolouhokseen (tässä tilanteessa rikastushiekan tiheys on 0,93 ja rikastushiekan painuma on noin 15 %). Lisäksi rakennetaan uusi rikastushiekka-allas kaivosalueen eteläosaan, jonka pinta-ala on noin 22 ha (Kuva 4-1).

Vaihtoehdossa VE2 rikastushiekkaa ei läjitetä Lahnaslammen avolouhokseen vaan rakennetaan uusi rikastushiekka-allas, jonka pinta-ala on noin 70 ha. Tuotantovuosille laskettu rikastushiekka mahtuu altaaseen kokonaisuudessa padon korkeudella 25 m (taso +180 m). Uusi allas ei mahdu kokonaisuudessaan nykyisen kaivospiirin sisään, vaan vaihtoehdossa kaivospiiriä laajennetaan nykyisestä noin 95 ha (Kuva 4-2 ja Kuva 4-6).

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 4-6. VE2 rikastushiekan läjitys kokonaisuudessaan uudelle rikastushiekka-altaalle.

Molemmissa hankevaihtoehdoissa uuden rikastushiekka-altaan alle tehdään nykyisten vaatimusten mukainen rakenne, joka voi olla esimerkiksi joku seuraavista:

- Luontainen pohja. Juurisalaojat padon määränpuolen luiskan juureen
- Bentoniittimatto sekä suojakerrokset
- Bitumigeomembraani sekä suojakerrokset
- Monikerrospohjarakenne (esim. bentoniitti ja HDPE-kalvo, sekä suojakerrokset)

Pohjaranne tarkentuu lupahakemusvaiheessa pohjatutkimusten ja karakterisointitietojen perusteella.

Copyright © AFRY Finland Oy

Uusien rikastushiekan läjitysalueiden tilantarve on määritetty vesialtaiden tapaan eli reunapato rakennettaisiin lopulliseen läjitystilavuuden edellyttämään tasoon heti alussa. Käytännössä rakennusmateriaalien säästämiseksi kannattaa reunapato rakentaa alussa matalampana ja korottaa myöhemmin padon kuivapuolelle (alavirran puolelle) tai ylävirtaan rikastushiekan päälle. Ylävirtaan korotuksessa reunapadon määrät ovat pienemmät, mutta läjitystilavuus pienenee korotusten myötä (pinta-ala pienenee jokaisella korotuskerralla). Ylävirtaan korotuksia on järkevää tehdä, kun reunapadolle määritetään alkuun riittävän korkea taso. Tällöin altaan pinta-ala ei pienene ylävirtaan korotusten myötä liikaa, jolloin altaan operointi ja stabiliteetti säilyvät hyvällä tasolla koko elinkaaren ajan vapaan veden alueen sijaitessa riittävän kaukana korotusosista.

Alueelle tehdään maa- ja kallioperän tutkimuksia, joiden perusteella valitaan sopiva rakenne altaan pohjalle ja patoon. Valintaan vaikuttavat mm. maaperän vedenläpäisevyysominaisuudet ja leikkauslujuus. Mikäli kallio vaikuttaa olevan syvällä, voidaan altaan pohjalta leikata korkeampia maastonkohtia varsinkin, jos materiaali on hyödyntämiskelpoista. Maa-aineksen leikkaaminen tuottaa enemmän läjitystilavuutta.

Alkupadon rakenne voi olla esimerkiksi seuraava: tiivistysosa moreenista, tukipenger louheesta, lisäksi padolle tehdään eroosiosuojaukset ja harjakerrokset murskeesta.

## 4.6 Pintamaiden läjitys

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 voi muodostua poistettavia pintamaita sivukivialueen pohjarakenteen alta, rikastushiekka-altaan patojen alta sekä vesienkäsittelyaltaiden alta. Vaihtoehdossa VE1 pintamaita voidaan läjittää väliaikaisesti nykyiselle olemassa olevalle pintamaan läjitysalueelle tai sivukivialueen laajennusalueelle. Vaihtoehdossa VE2 pintamaita voidaan läjittää väliaikaisesti uudelle tavanomaisen sivukiven läjitysalueelle. Pintamaita hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan jo toimintavaiheessa nykyisen sivukivialueen sulkemisessa sekä Papinlammen rikastushiekka-altaan sulkemiseen.

## 4.7 Vesien hallinta

### 4.7.1 Vesikierto

Kaivoksen vesienhallinta muuttuu uusien suunniteltujen toimintojen myötä. Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 vesienhallinta on esitetty kartalla kuvissa (Kuva 4-7 ja Kuva 4-8).

Sivukivialueilla muodostuvat sulfaattipitoiset vedet sekä Lahnaslammen vesi käsitellään sulfaatinpoistoprosessissa sulfaattikuormituksen vähentämiseksi. Sulfaatinpoistoprosessiin otetaan vesi Lahnaslammesta, jonne ohjataan myös sivukivialueen vedet. Jos rikastushiekkaa läjitetään Lahnaslampeen, se lisää purettavan veden määrää läjitetyn rikastushiekan tilavuuden verran. Rikastushiekan mukana tuleva prosessivesi kiertää takaisin rikastamolle. Toisena vaihtoehtona on ohjata sulfaatinpoistoon vain sulfaattipitoisimmat vesijakeet, kuten sivukivialueelta tulevat vedet.

Sulfaatinpoistoprosessissa käsitelty vesi ohjataan selkeytysaltaan tai muun kiintoaineen erotuksen kautta purkuun Nuasjärveen. Lahnaslammen louhoksen valuma-aluetta pyritään pienentämään, mikä vähentää louhosjärveen tulevan puhtaan valumaveden ja siten sulfaatinpoistoprosessissa käsiteltävän veden määrää. Jos VE2:ssa matalarikkisen sivukivialueen suotovesissä sulfaattipitoisuus on riittävän matala, voidaan vedet mahdollisesti ohjata olemassa olevalle vesienkäsittely-yksikölle hydroksidisaostukseen ja sieltä

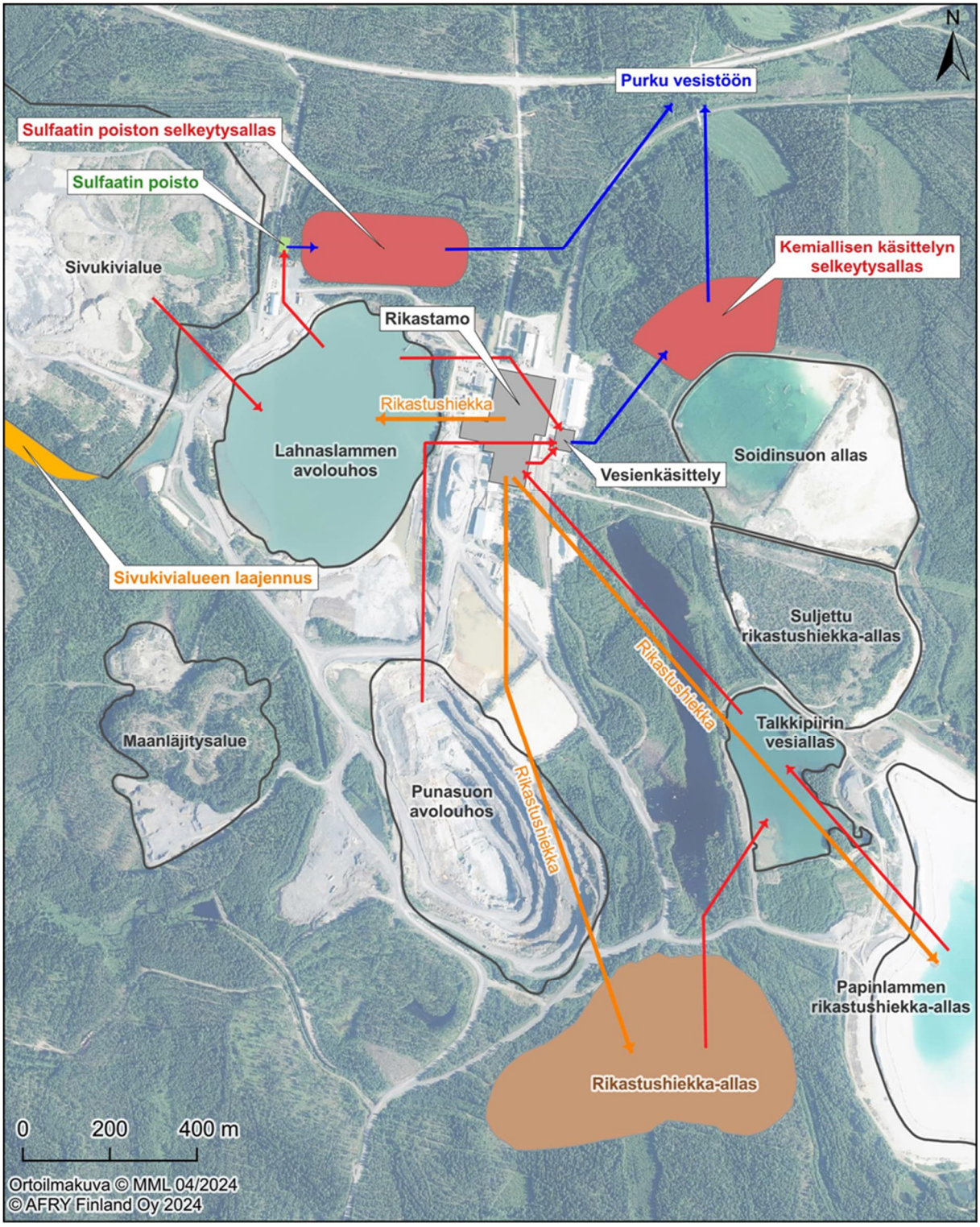
Copyright © AFRY Finland Oy

purettavaksi. Sulfaatinpoistossa muodostuva sakka läjitetään mahdollisesti rikastushiekka-alueelle omalle lohkolle.

Punasuon louhoksen kuivatusvedet ja tehdasalueen vedet pumpataan suoraan tehdasalueella olemassa olevaan vesienkäsittely-yksikköön, jonne ohjataan tarvittaessa myös rikastushiekka-alueelle sadannan vuoksi kertyvä ylimäärävesi ja muita vähäsulfaattisia vesiä. Vesienkäsittely perustuu kalkkisaostukseen, jossa mm. useat metallit saostuvat hydroksideina. Sakka erotetaan vedestä uudella selkeytysaltaalla, joka voidaan tarvittaessa tyhjentää sakasta. Sakka läjitetään mahdollisesti rikastushiekka-alueelle omalle lohkolle.

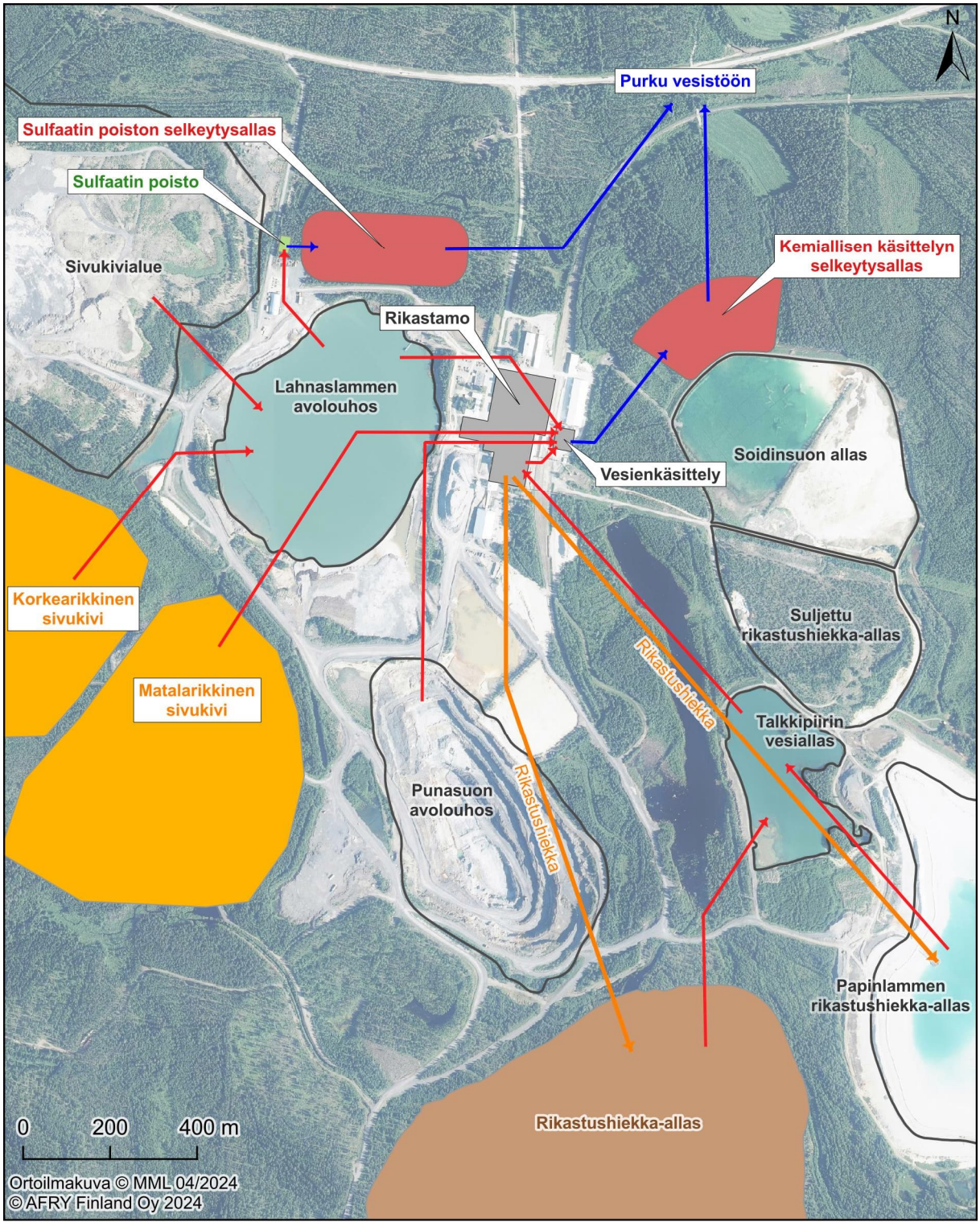
Vesienhallinnassa on oletettu, että jo suljetuilta alueilta, esimerkiksi Soidinsuon altaalta, ei johdeta vesiä kaivoksen vesikiertoon. VE2:ssa on oletettu, että suljetulta sivukivialueelta muodostuu vain 10 % suotovesimäärä verrattuna sulkemista edeltävään tilanteeseen.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 4-7. Kaivoksen vesienhallinta vaihtoehdossa VE1.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 4-8. Kaivoksen vesienhallinta vaihtoehdossa VE2.

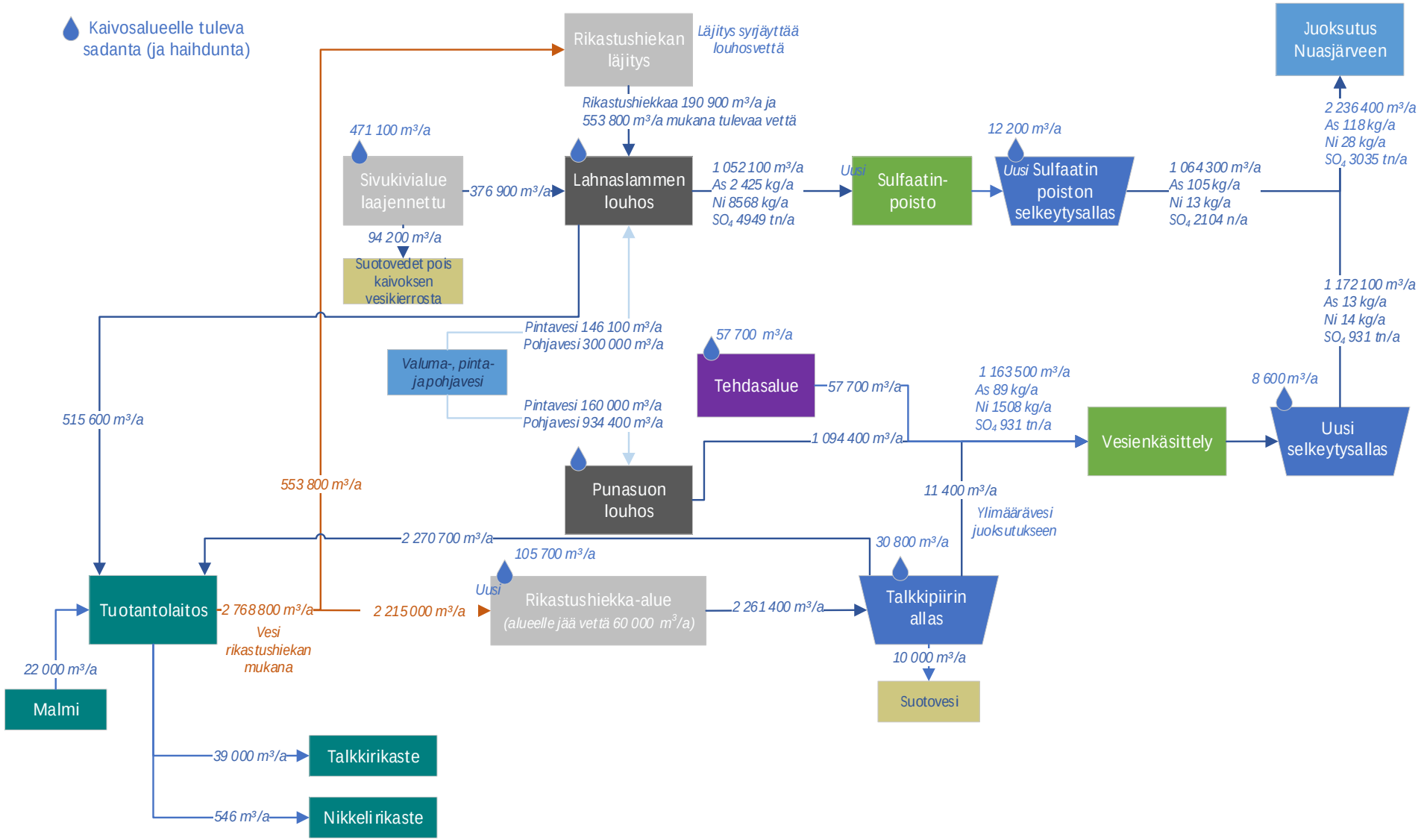
### 4.7.2 Vesitase ja kuormitus

Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukainen vesitase ja sulfaatin, arseenin ja nikkelin kuormitukset on esitetty kuvissa 4-9 ja 4-10.

Eri vaihtoehtojen (VE0, VE1 ja VE2) kuormitustaso on esitetty useampien kuormitteiden osalta taulukossa (Taulukko 4-2). Vesistökuormitus on eri parametrien osalta suurempaa vaihtoehdossa VE1 kuin vaihtoehdossa VE2.

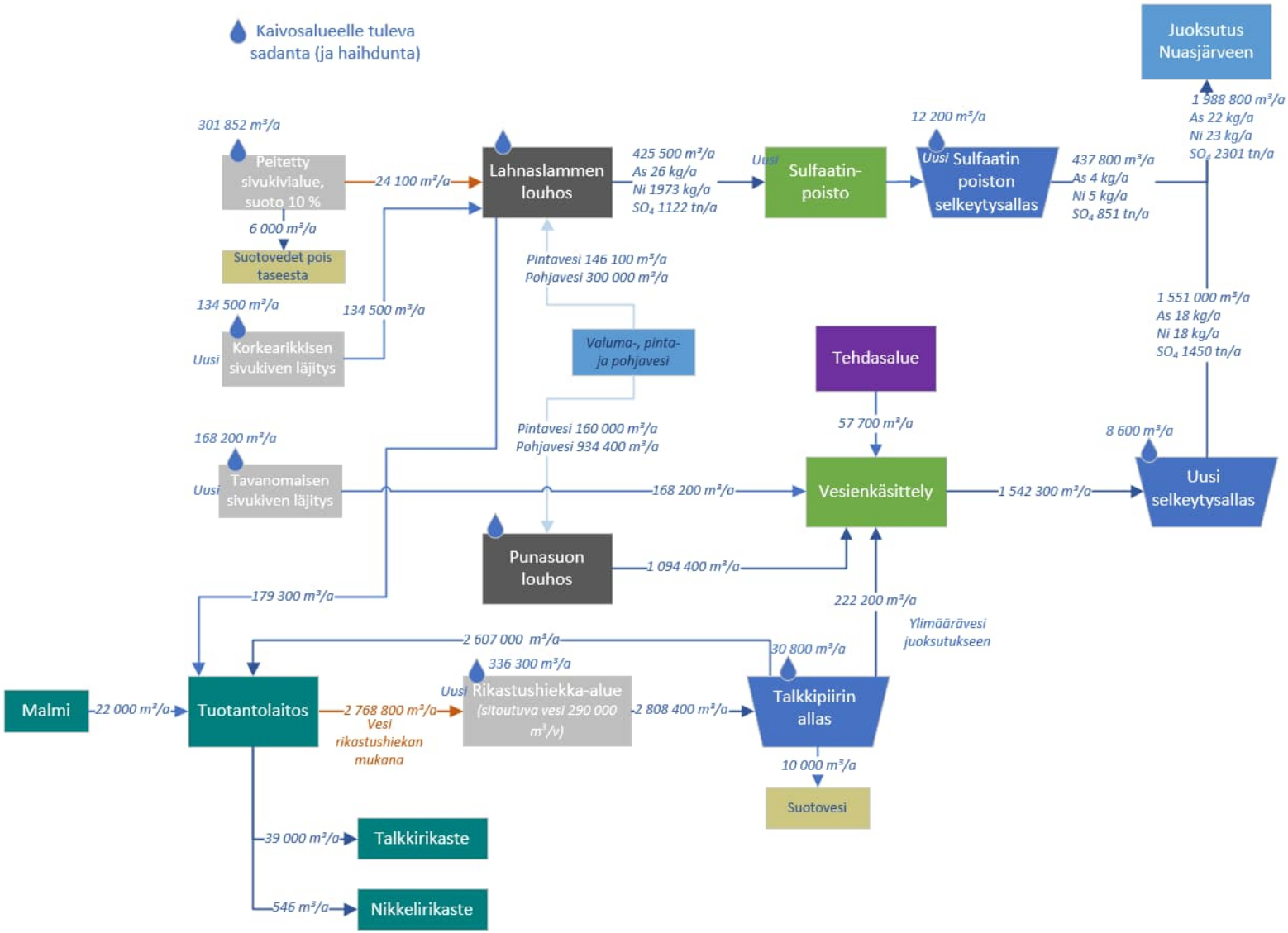
Tarkempi kaivoksen vesi- ja kuormatasetarkastelu on liitteenä 3. Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 kaivannaisjätealueiden sekä vaihtoehdon VE1 Lahnaslammen louhosjärven veden-laatua ennen vesienkäsittelyä on käsitelty yksityiskohtaisemmin liitteessä 4.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 4-9. Suunniteltujen toimintojen vesikiertokaavio ja vesimäärät sekä arseenin, nikkelin ja sulfaatin kuormitus vaihtoehdossa VE1.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 4-10. Suunniteltujen toimintojen vesikiertokaavio ja vesimäärät sekä arseenin, nikkelin ja sulfaatin kuormitus vaihtoehdossa VE2.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 4-2. Kokonaiskuormitus vaihtoehdoissa VE0, VE1 ja VE2 keskimääräisen sadannan tilanteessa.

| Parametri | Vuosikuormitus kg/a | | |
|---|---|---|---|
| | VE0 | VE1 | VE2 |
| Kiintoaine | 4 300 | 4 700 | 4 200 |
| Sulfaatti | 4 262 000 | 3 035 000 | 2 301 000 |
| Kloridi | 14 400 | 15 700 | 13 900 |
| Kokonaisfosfori | 10,3 | 11,2 | 9,9 |
| Fosfaattifosfori | 6,2 | 6,7 | 6,0 |
| Kokonaistyppi | 1 500 | 1 600 | 1 500 |
| Nitriitti- ja nitraattityppi | 1 200 | 1 300 | 1 000 |
| Nitraattityppi | 1 200 | 1 300 | 1 000 |
| Ammoniumtyppi | 219 | 238 | 212 |
| Elohopea, liukoinen | 0,15 | 0,17 | 0,15 |
| Alumiini, kokonais | 103 | 112 | 99 |
| Alumiini, liukoinen | 20,5 | 22,4 | 19,9 |
| Antimoni, kokonais | 34 | 37 | 33 |
| Antimoni, liukoinen | 33,9 | 36,9 | 32,8 |
| Arseeni, kokonais | 16,8 | | |
| Arseeni, liukoinen | | 118 | 22,0 |
| Kadmium, liukoinen | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Kalium, kokonais | 21 600 | 23 500 | 20 900 |
| Kalsium, kokonais | 606 000 | 1 091 000 | 764 000 |
| Koboltti, kokonais | 1,2 | 1,3 | 1,2 |
| Kromi, kokonais | 2,3 | 2,4 | 2,2 |
| Kromi, liukoinen | 1,1 | 1,2 | 1,1 |
| Kupari, kokonais | 2,2 | 2,3 | 2,1 |
| Kupari, liukoinen | 2,1 | 2,2 | 2,0 |
| Lyijy, liukoinen | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Magnesium, kokonais | 688 000 | 749 000 | 666 000 |
| Mangaani, kokonais | 150 | 160 | 140 |
| Natrium, kokonais | 43 100 | 47 000 | 41 800 |
| Nikkeli, kokonais | 31,2 | | |
| Nikkeli, liukoinen | | 27,6 | 23,0 |
| Rauta, kokonais | 69,6 | | |
| Rauta, liukoinen | | 30,8 | 29,5 |
| Sinkki, kokonais | 24,7 | 26,8 | 23,9 |
| Sinkki, liukoinen | 13,7 | 14,9 | 13,2 |

Copyright © AFRY Finland Oy

### 4.7.3 Sulfaatinpoisto

Vesistökuormituksen vähentämiseksi, YVAssa on tarkasteltu vesien tehokkaampaa käsittelyä sulfaatin poistamiseksi. Sulfaatinpoistoon soveltuvia vedenkäsittelymenetelmiä on esitetty alla. Sulfaatinpoistomenetelmää ei ole valittu vaan se tarkentuu ympäristölupahakemusvaiheessa.

#### Kalkkisaostus

Yleisin menetelmä happamien metalli- ja sulfaattipitoisten kaivosvesien käsittelyssä on kalkkisaostus. Käytettävä kalkki voi olla kalsiumoksidia (CaO), kalsiumhydroksidia ($Ca(OH)_2$) tai kalsiumkarbonaatti $CaCO_3$.

Kalkkisaostuksessa veden pH:n noustessa metallit saostuvat pääasiassa hydroksideina. Lisäksi sulfaatti saostuu kipsinä ($CaSO_4$). Sulfaatin saostumiseen kipsinä vaikuttavat vedessä olevat ionit, mm. magnesium, natrium ja kalium haittaavat sulfaatin saostumista kipsinä. Tarvittava pH metallien saostamiseksi riippuu poistettavista metalleista, koska eri metallit saostuvat eri pH-alueilla.

Kalkin annostelu pH-arvon perusteella toimii metallien saostuksessa, mutta sulfaatin saostamiseksi sopivan pH-arvon lisäksi, kalkista liukenevan kalsiumin ja sulfaatin stoikiometrinen moolisuhde tulisi olla lähellä 1:1.

Metallien saostuminen hydroksideina on tyypillisesti nopeaa, kun taas sulfaatin saostuminen kipsinä on hitaampaa. Näin ollen, jos halutaan saostaa sekä sulfaattia että metalleja, on reaktorit mitoitettava niin, että viipymäaika on riittävän pitkä.

Jos käsiteltävän veden magnesiumpitoisuus on suuri, magnesium voi haitata sulfaatin saostumista kipsinä mm. pitäen sulfaattia liukoisessa muodossa magnesiumsulfaattina ($MgSO_4$). Magnesiumin saostamiseksi pH nostetaan riittävän korkeaksi, noin pH-tasolle 11,5, jolloin myös sulfaattia saadaan saostumaan kipsinä ja muita metalleja hydroksideina.

Yksivaiheisessa korkean pH:n kalkkisaostuksessa on riskinä, että korkeassa pH:ssa liukenevat metallihydroksidit, kuten alumiinihydroksidi ($Al(OH)_3$) liukenevat. Sivukivialueen suotovedelle tehtyjen laboratoriokokeiden perusteella alumiini kuitenkin saostui hyvin korkeassakin pH:ssa. Alumiini voi korkeassa pH:ssa saostua ettringiittinä $Ca_6Al_2(SO_4)_3(OH)_{12}$, mikäli olosuhteet ovat sopivat.

Korkean pH:n kalkkisaostuksen jälkeen käsitellyn veden pH-arvoa voi joutua laskemaan, mikä voidaan tehdä esimerkiksi hiilidioksidin ($CO_2$) avulla.

#### Ettringiittisaostus

Ettringiittisaostus on monivaiheinen sulfaatinpoistomenetelmä, jossa sulfaattia poistetaan vedestä alumiinin avulla ettringiittinä ($Ca_6Al_2(SO_4)_3(OH)_{12}$). Menetelmässä veden pH nostetaan tasolle 11,5–12, jolloin alumiini on vesiliuoksessa liukoisessa muodossa. Samalla veteen lisätään alumiinia ($Al^{3+}$) sisältävää kemikaalia. Kemikaalien lisäyksen jälkeen veteen liuenneet alumiini-ionit saostuvat sulfaatin kanssa ettringiittinä. Ettringiittisaostukselle optimaalinen kalsiumin ja sulfaatin moolisuhde on $Ca:SO_4$ 2:1. Ettringiitti on stabiili noin pH-alueella 10,5-13.

Muodostunut sakka tulee erottaa vedestä esimerkiksi painovoimaisilla erotusmenetelmillä tai suodattamalla. Menetelmällä saavutettava sulfaattipitoisuus on yleensä alle 300 mg/L.

Copyright © AFRY Finland Oy

Ennen käsitellyn veden purkamista ympäristöön pH tulee tarvittaessa säätää matalammaksi esimerkiksi hiilidioksidilla. Kiintoaineen muodostuminen ja saostuskemikaalien käyttö on suurempaa verrattuna kipsisaostukseen.

Prosessin alussa, ennen varsinaista ettringiittisaostusta, on mahdollista saostaa metallihydroksideja ja kipsiä ettringiittisaostuksessa käytettävää pH:ta matalammassa pH:ssa kalkin avulla. Muodostunut sakka tulee erottaa ennen ettringiittisaostusvaihetta.

### Biologiset menetelmät

Sulfaattia voidaan poistaa kaivosvesistä sulfaatinpelkistäjäbakteerien (SRB) avulla. Bakteerit pelkistävät sulfaattia sulfidiksi anaerobisissa olosuhteissa. Sulfaatinpelkistystä voidaan tehdä esimerkiksi reaktoreissa, suotopatjoissa tai altaissa, kuten louhosjärvissä, ja sitä tapahtuu myös mm. kosteikoilla ja soilla. Sulfaatinpelkistäjäbakteerit tarvitsevat orgaanisen aineen lisäystä. Orgaanisena aineena voidaan käyttää esimerkiksi metanolia, asetaattia tai eläinten lantaa. Biologinen sulfaatinpoisto vaatii myös ravinteita ja tämä tulee huomioida ravinnepäästöjen arvioinnissa. Biologisessa sulfaatinpoistossa vaadittava viipymäaika voi olla pitkä etenkin kylmissä olosuhteissa, samoin tarvittava allastilavuus, koska kylmissä olosuhteissa bakteerien toiminta hidastuu merkittävästi.

Biologisessa sulfaatinpoistossa muodostuva sakkamäärä on pienempi verrattuna esimerkiksi kipsisaostukseen ja myös saavutettavat jäännöspitoisuudet ovat tyypillisesti pienempiä. Sulfaatinpelkistyksessä myös metallit voivat pelkistyä sulfideina. (Vestola & Mroueh, 2008)

### Kalvoerotus

Paine-erolla toimivissa kalvoerotusmenetelmissä, kuten nanosuodatuksessa ja käänteisosmoosissa, käsiteltävä vesi menee paine-eron avulla puoliläpäisevän kalvon läpi. Käänteisosmoosilla voidaan saavuttaa yli 95 % sulfaatin poistotehokkuus. Käsitellyn veden laatu on erittäin hyvä ja sitä voidaan käyttää muissa prosesseissa.

Käsittelyssä muodostuu rejektijae, johon kalvon avulla erotetut haitta-aineet konsentroituvat. Rejektin osuus voi olla noin 20–50 % syöteveden määrästä, mutta se riippuu merkittävästi syöteveden laadusta. Nanosuodatuksessa ja käänteisosmoosissa pyritään välttämään poistettavien aineiden saostumista prosessissa, koska se likaa kalvoja ja laitteistojen pintoja. Mm. kohonneet kalsium-, mangaani-, magnesium- ja sulfaattipitoisuudet voivat aiheuttaa likaantumista ja haitata kalvoprosessin toimintaa. Likaantumista voidaan syötevedestä riippuen vähentää mm. esikäsittelyllä, pH:n säädöllä, antiskalanttien käytöllä tai saostamalla rejektistä haitta-aineita yhtäaikaisesti. Likaantuneita kalvoja voidaan puhdistaa, mutta likaantuminen voi myös olla pysyvää, mikä lyhentää kalvojen käyttöikää.

Copyright © AFRY Finland Oy

Yhteenveto

Sulfaatinpoistomenetelmien eroavaisuuksia on esitetty taulukossa (Taulukko 4-3).

Taulukko 4-3. Sulfaatinpoistomenetelmien eroavaisuudet.

| | Kipsisaostus | Ettringiitti saostus | Biologiset menetelmät | Kalvoerotus + saostus |
|---|---|---|---|---|
| Arvioitu saavutettava $SO_4$-pitoisuustaso | 1800 mg/l | 800 mg/l | 500 mg/l | 50 mg/l |
| Investointikustannukset | Kohtuulliset | Hieman kipsisaostusta korkeammat | Erittäin korkea | Erittäin korkea |
| Operointikustannukset | Alhaiset/kohtuulliset | Korkeat johtuen kalliista kemikaalista | Erittäin korkeat, energiankulutus + saostus | Erittäin korkeat: energiankulutus + saostus, materiaalit (kalvot) |
| Sakka | Sakka läjitettävä alueelle. | Sakka läjitettävä alueelle. | Sakka läjitettävä alueelle. | Sakka läjitettävä alueelle. |
| Teknologia ja riskit | Todennettua teknologiaa | Varmistettava kokeellisesti | Varmistettava kokeellisesti. Riskinä bakteerimassa toimivuus kylmissä olosuhteissa → Liuosten lämmitystarve, joka nostaa kustannuksia entisestään | Varmistettava kokeellisesti soveltuuko Elementisin pitoisuuksille. Kalvojen tukkeutuminen korkeissa sulfaattipitoisuuksissa on riski |

### 4.7.4 Arseenin poisto

Vaihtoehdossa VE1, louhoksen täyttyessä rikastushiekasta, arseenipitoisuus voi kasvaa louhoksen purkuvedessä kaivoksen toiminnan aikana. Arseenin on havaittu poistuvan vedestä jossain määrin kalkkisaostuksessa. Hankkeessa varaudutaan myös arseenin poistoon koagulaatio-flokkulaatiolla käyttämällä esimerkiksi ferrisulfaattia ($Fe_2(SO_4)_3$), jos kalkkisaostuksen tehokkuus ei ole riittävä. Ferrisulfaattiliuosta syötetään veteen ennen kalkkisaostusvaihetta, koska siinä tarvittava pH-alue on matalampi kalkkisaostusvaiheeseen verrattuna. Koaguloitaessa ferrisulfaatilla, tulisi kemikaali sekoittaa veteen pikasekoituksessa ja hyvän flokin muodostamiseksi jatkaa sekoitusta hidassekoitusvaiheessa. Tämän jälkeen muodostunut kiintoaine tulee erottaa ennen veden syöttämistä seuraavaan vaiheeseen kalkkisaostukseen. Kiintoaine voidaan erottaa esimerkiksi flotaatiolla, suodatuksella tai laskeutusaltaassa.

Copyright © AFRY Finland Oy

### 4.7.5 Selkeytysaltaat ja lietteet

Alustavasti sulfaatinpoistomenetelmäksi on suunniteltu kalkkisaostusta, mutta menetelmäksi voi myöhemmin valikoitua joku muukin menetelmä. Mikäli kaivosyhtiö päätyy kalkkisaostukseen, sulfaatinpoisto vaatii kiintoaineen erotuksen esimerkiksi sakeuttimella, selkeytysaltaalla tai muulla kiintoaineen erotusmenetelmällä. Tässä vaiheessa kiintoaineen erotusmenetelmäksi on alustavasti valittu laskeutusallas.

Soidinsuon altaan täyttyessä, tässä YVA-menettelyssä varaudutaan myös uuden kemiallisen käsittelyn selkeytysaltaan rakentamiseen.

Sulfaatinpoiston- ja kemiallisen käsittelyn selkeytysaltaat rakennetaan tiiviinä maanvaraisina altaina. Altaiden tiivistyksessä voidaan käyttää esimerkiksi HDPE-kalvoa.

#### Sulfaatinpoiston selkeytysallas

Sulfaatinpoiston selkeytysaltaassa erotetaan sulfaatinpoistossa muodostuvaa kipsisakkaa. Altaan mitoitusvirtaama on 400 m³/h. Altaan tehollinen laskeutuspinta-ala on vähintään 3,2 ha ja altaan syvyys on alustavasti 3 m ja vesitilavuus 96 000 m³. Laskenta ei huomioi altaan luiskakaltevuuksia.

Allas on mitoitettu savipartikkelin (halkaisija 0,0015 mm) kokoisten hiukkasten poistoon. Mitoitusvirtaama on arvioitu kerran 100 vuodessa toistuvan sateisen vuoden perusteella. Kyseiseltä ajanjaksolta on katsottu suurin kuukausitason virtaama. Mitoituksessa on huomioitu ilmastonmuutoksen vaikutus, joka voi lisätä vesimäärää 20 %. Mitoituksessa on oletettu, että Lahnaslampea käytetään tasausaltaana. Vedenpinnan tason on arvioitu muuttuvan enintään 0,5 m. Jos vedenpinnan vaihtelu voi olla tätä suurempaa, pienentää se hetkellistä altaalle tulevaa vesimäärää. Sulfaatinpoistossa muodostuneen sakan erotuksessa voidaan käyttää myös muita kiintoaineen erotusmenetelmiä, esimerkiksi sakeutinta, ja erotusmenetelmiä voidaan myös yhdistää. Altaan mitat tarkentuvat seuraavassa suunnitteluvaiheessa.

Laskeutunut sakka ruopataan altaasta ja sijoitetaan rikastushiekka-alueelle omalle lohkolle. Sakeuttimelta lähtevä sakka voidaan pumpata rikastushiekka-alueelle. Sakkaa voidaan läjittää joko Soidinsuon altaalle tai uudelle rikastushiekka-alueelle riippuen Soidinsuon altaan sulkemisen tilanteesta.

Alustava arvio sulfaatinpoistossa syntyvän sakan määrästä on noin 29 000 t/a - 214 000 t/a, kiintoainepitoisuudella 2-6 %, mikä tiheydellä 1 020-1 060 g/l vastaa noin 30 000–217 000 m³/a. Sakka sisältää mm. kipsiä ($CaSO_4$), magnesiumia (Mg), mangaania (Mn), nikkeliä (Ni), alumiinia (Al) ja muita Lahnaslammen louhosvedessä olevia metalleja, jotka saostuvat sulfaatinpoistoprosessissa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kemiallisen käsittelyn selkeytysallas

Kemiallisen käsittelyn selkeytysaltaaseen puretaan vettä käytössä olevasta kemiallisesta käsittelystä. Selkeytysallas on mitoitettu vastaamaan olemassa olevan vesienkäsittely-yksikön kapasiteettia. Selkeytysaltaan mitoitusvirtaamana on käytetty 280 m³/h ja poistettavan partikkelin kokona on käytetty savipartikkelia (halkaisija 0,0015 mm). Altaan tehollinen laskeutuspinta-ala on vähintään 2,2 ha. Alustavasti altaan syvyydeksi on arvioitu 3 m ja vesitilavuus 67 000 m³. Altaan mitat tarkentuvat seuraavassa suunnitteluvaiheessa.

Kemiallisessa käsittelyssä muodostuvan sakan laadun arvioidaan olevan samantyyppistä, mitä muodostuu nykyisin kemiallisessa vesienkäsittelyssä (ks. 3.5.4). Laskeutunut sakka ruopataan altaasta ja sijoitetaan rikastushiekka-alueelle omalle lohkolle. Sakka voidaan läjittää joko Soidinsuon altaalle tai uudelle rikastushiekka-alueelle riippuen Soidinsuon altaan sulkemisen tilanteesta.

### 4.7.6 Purkuputki

YVA-selostuksessa tarkastellaan kaivokselta purettavan käsitellyn ylimääräveden pumppaamista purkuputkea pitkin Nuasjärveen (Kuva 4-11). Purkupaikkavaihtoehtoja Nuasjärvessä on kolme (D1, D2 ja D3).

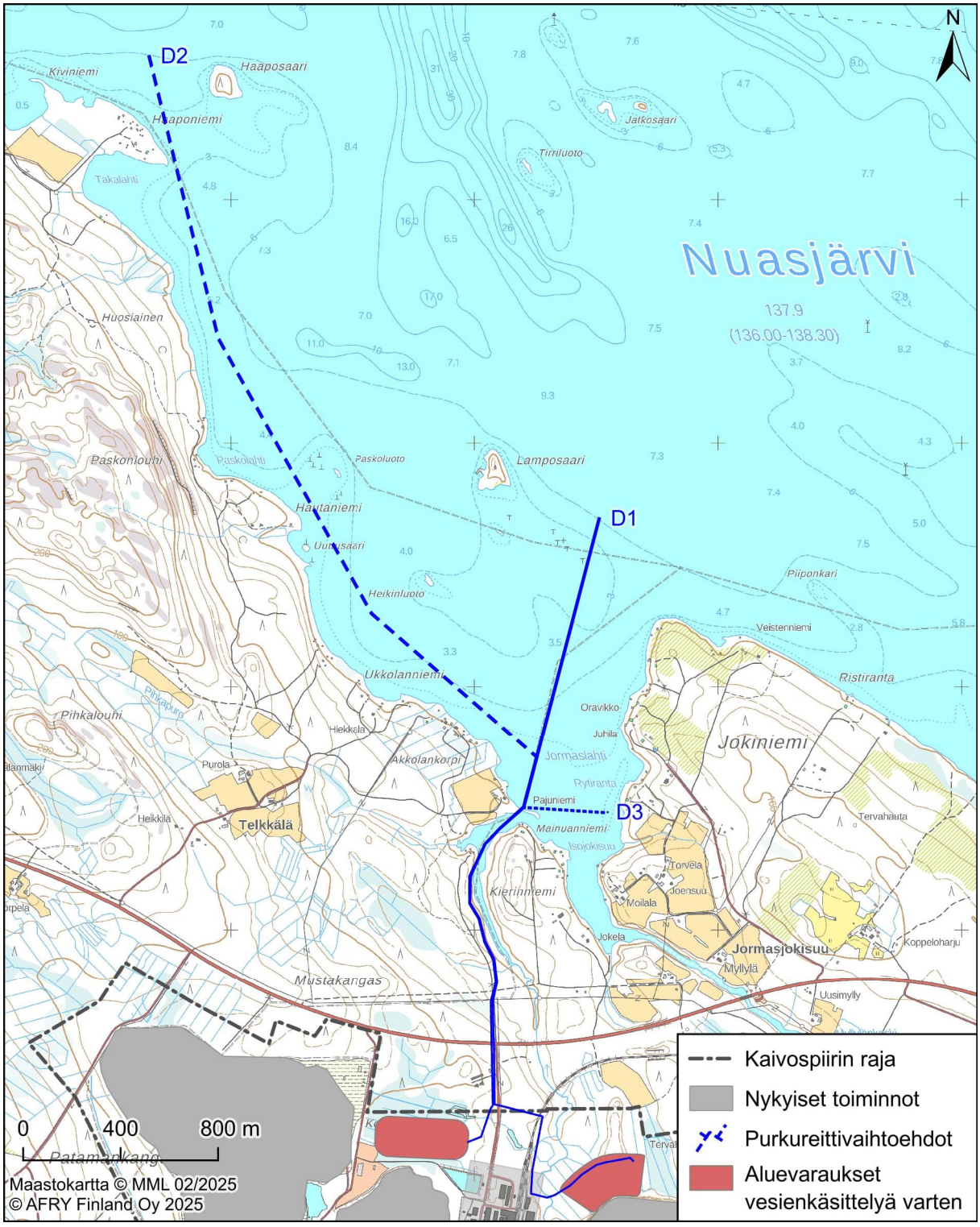
Putkilinjaus on sijoitettu siten, että se kulkee yhtiön omistuksessa olevilla kiinteistöillä ja mahdollisimman paljon rakennettujen teiden varsilla.

Putken linjauksessa on huomioitu maan pinnanmuodot siten, että suuremmilta korkeusvaihteluilta vältyttäisiin putken korkeusprofiilissa. Lisäksi linjaus on pyritty pitämään mahdollisimman etäällä nykyisistä rakennuksista. Vesistöjen alituksia on pyritty vähentämään. Alustavasti tien 6 ja rautatien alitukset tehdään poraamalla ja muut tienalitukset tehdään kaivamalla.

Putki kaivetaan maahan pääsääntöisesti routarajan alapuolelle, syvyys vaihtelee noin 2,8–3,0 m välillä. Putken vaatima putkikäytävän leveys on noin 26 m. Putken vieressä kulkee tarvittavilla alueilla huoltotie mm. ilmanpoisto- ja tyhjennyskaivoille. Putkimateriaalina käytetään korkeatiheyksistä polyeteeniä (PEH, PE 100, SDR 17, paineluokka PN10).

Nuasjärveen asennettaessa putki painotetaan järven pohjaan betonipainoin. Tarvittaessa järven pohjaa voidaan ruopata ja ruoppauspohja täyttää murskeella tai soralla. Nuasjärvessä purkupiste valitaan järvessä riittävän syvään kohtaan ja veden sekoittumista tehostetaan diffuusorilla, jotta vältetään veden kerrostumista.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 4-11. Purkuputken reittivaihtoehdot.

## 4.8 Liikenne

Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kaivospiirin sisällä voi aiheutua liikennemäärien kasvua lähinnä rakentamisvaiheessa kaivannaisjätteen jätealueiden pohjien ja patojen sekä uusien vesienhallintarakenteiden rakentamisen aikana. Toimintavaiheessa tuotantomäärän kasvaessa myös liikennemäärät kasvavat nykytilaan (VE0) verrattuna. Kasvu lisää

Copyright © AFRY Finland Oy

raskasta liikennettä sekä junakuljetuksia, kevyen liikenteen määrien pysyessä ennallaan. Eniten kasvua tapahtuu raskaan liikenteen malmin kuljetuksien määrillä Uutelan kaivokselta, jossa kasvu on lähes kolminkertainen (VE0: 3000 kuljetusta vuodessa, VE1–VE2: 8800 kuljetusta vuodessa). Eri hankevaihtoehtojen liikennemäärät on esitetty laajemmin kappaleessa 7.

## 4.9 Kemikaalit ja polttoaineet

Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kemikaalien käyttö lisääntyy tuotannon kasvun sekä esimerkiksi vesienkäsittelyn parantamisen vuoksi. Sulfaatinpoiston kemikaaleina voidaan käyttää mm. kalsiumhydroksidia ($Ca(OH)_2$) ja lipeää (NaOH). Mahdollisessa sulfaatinpoistoprosessin purkuveden pH:n säädössä luparajojen mukaiseksi voidaan käyttää esimerkiksi hiilidioksidia ($CO_2$). Sulfaatinpoiston kemikaalimäärät on arvioitu taulukkoon, niin että käytettävä menetelmä olisi kalkkisaostus, menetelmä voi olla myös joku muu. Hankevaihtoehdossa VE1 on varauduttu siihen, että Lahnaslammen louhoksesta lähtevää vettä käsiteltäisiin arseenipitoisuuden alentamiseksi ferrisulfaatilla.

Polttoaineen käyttömäärät kasvavat vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kun uusia alueita rakennetaan sekä tuotannonnoston takia. Räjähteiden käyttö Sotkamossa ei kasva, vaikka tuotantoa nostettaisiin, sillä lisätuotanto saadaan Uutelasta. Käytettävät kemikaalit, polttoaineet ja räjähdemäärät vaihtoehdoissa VE0, VE1 ja VE2 on esitetty taulukossa (Taulukko 4-4).

Taulukko 4-4. Käytettävät kemikaalit, polttoaineet ja räjähteet eri hankevaihtoehdoissa.

| | VE0 | VE1 | VE1 ja VE2 |
|---|---|---|---|
| Kemikaalit | t/a | t/a | t/a |
| 2-etyyliheksanoli | 12 | 25 | 25 |
| Propyleeniglykolimetyylieetteri | 8 | 16 | 16 |
| Natriumetyyliksantaatti | 12 | 24 | 24 |
| Kuparisulfaatti | 4 | 8 | 8 |
| Natriumkarboksyylimetyyliselluloosa | 22 | 43 | 43 |
| Ferrisulfaatti, Arseenin saostus vedestä | 22 | 44 | 44 |
| Ferrisulfaatti, saniteettivesien käsittely | 2 | 2 | 2 |
| Ferrisulfaatti, varaus arseenin saostamiseksi louhosvedestä | - | 530 | - |
| Natriumhydroksidi, 49–50 % | 340 | 408 | 408 |
| Sammutettu kalkki | 423 | 508 | 508 |
| Sammutettu kalkki sulfaatin poistoon* | - | 3800–4700 | 900–1900 |
| Grip fix SW 10/3 LS | 4 | 8 | 8 |
| Polttoaineet ja räjähteet | | | |
| Polttoaineet | 954 | 1429 | 1429 |
| Räjähteet | 369 | 369 | 369 |

**Sulfaatinpoistomenetelmää ei ole päätetty*

## 4.10 Energian tuotanto ja käyttö

Vuosittainen sähkönkulutus (2017–2024) on ollut noin 75 GWh. Tuotannon kasvaessa (VE1, VE2) sähkönkulutuksen arvioidaan noin kaksinkertaistuvan.

Copyright © AFRY Finland Oy

Rikasteen kuivauksessa on nykyisin käytössä hybridikuivain, joka mahdollistaa kuivausilman tuotannon joko nestekaasulla tai sähköllä. Mikäli talkin tuotantoa kasvatetaan, hybridikuivaimessa käytetään sähköä, eikä nestekaasun käyttö lisäänny.

Taulukko 4-5. Energian käyttö vaihtoehdoissa VE0, VE1 ja VE2.

| | | VE0 | VE1 ja VE2 |
|---|---|---|---|
| Sähkö | GWh/a | 75 | 140 |
| Nestekaasu | t/a | 500 | 500 |

## 4.11 Päästöt ilmaan

Vaikutukset ilmanlaatuun aiheutuvat pääasiassa pölyämisestä eli kaivostoimintojen hiukkaspäästöistä. Rakennustöiden yhteydessä aiheutuu ilma- ja pölypäästöjä hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2, kun maanpintaa muokataan läjitysalueilla ja ympärille tehdään ojitukset. Maansiirtotöissä esiintyy pölyämistä, etenkin kuivina aikoina. Maarakentamisesta muodostuva pöly koostuu pääasiassa suurikokoisista hiukkasista, jotka eivät leviä kauas kohteesta. Sivukiven ja malmin kuljetuksista ja kippauksista sekä rikastushiekka-altaalta voi aiheutua pölyämistä etenkin kuivina aikoina. Vaikutuksia ilmanlaatuun on käsitelty kappaleessa 19.

## 4.12 Melu

Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 melua voi aiheutua kaivannaisjätteen jätealueiden pohjien ja patojen sekä uusien vesienhallintarakenteiden rakentamisen aikaisista maanrakennustöistä. Melua toimintavaiheessa aiheutuu mm. louhintaräjäytyksistä, työkoneiden ja kiviautojen liikenteestä, sivukiven läjityksestä ja malmin murskauksesta. Toimintavaiheessa rikastushiekka-altaan patoja korotetaan jatkuvasti siten, että altaalla on jatkuvasti töissä yksi kaivinkone, joka nostaa rikastushiekka-altaan padon läheisyydessä olevaa rakeisempaa rikastushiekkaa padon harjalle kuivumaan. Eri hankevaihtoehtojen meluavat toiminnot ja melumallinnukset on esitetty laajemmin kappaleessa 8.

## 4.13 Sulkeminen

Sulkemisen ja jälkihoidon periaatteet on kuvattu nykytilan sulkemiskappaleessa kpl 3.12.

Vaihtoehdossa VE1 sivukivialueen laajennus suljetaan alustavan arvion perusteella samankaltaisella peittorakenteella kuin nykyinenkin sivukivialue, eli bentoniittimatolla ja moreenikerroksella.

Vaihtoehdossa VE2 tavanomaisen sivukiven läjitysalue voitaisiin sulkea esimerkiksi moreenirakenteella. Vaihtoehdossa VE2 rikkipitoisen sivukiven läjitysalue voi vaatia tiiviimmän sulkemisrakenteen, ja peittona käytettäisiin mahdollisesti monikerrosrakennetta.

Molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Koivukorven uusi rikastushiekka-allas suljetaan alustavan arvion mukaan vastaavalla moreenipeitolla kuin mitä on esitetty nykyisen Papinlammen rikastushiekka-altaan peittorakenteeksi (Kuva 3-14).

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). YVA-menettelyä sovelletaan hankkeisiin ja niiden muutoksiin, joilla on todennäköisesti merkittäviä ympäristövaikutuksia.

YVA-menettelyä sovelletaan hanketyypistä ja kokoluokasta riippuen joko suoraan YVA-asetuksen hankeluettelon perusteella tai yksittäistapauksessa tehtävän päätöksen pohjalta. Elementisin YVA-velvoite pohjautuu YVA-lain liitteen 1 kohtaan 2a ja 12.

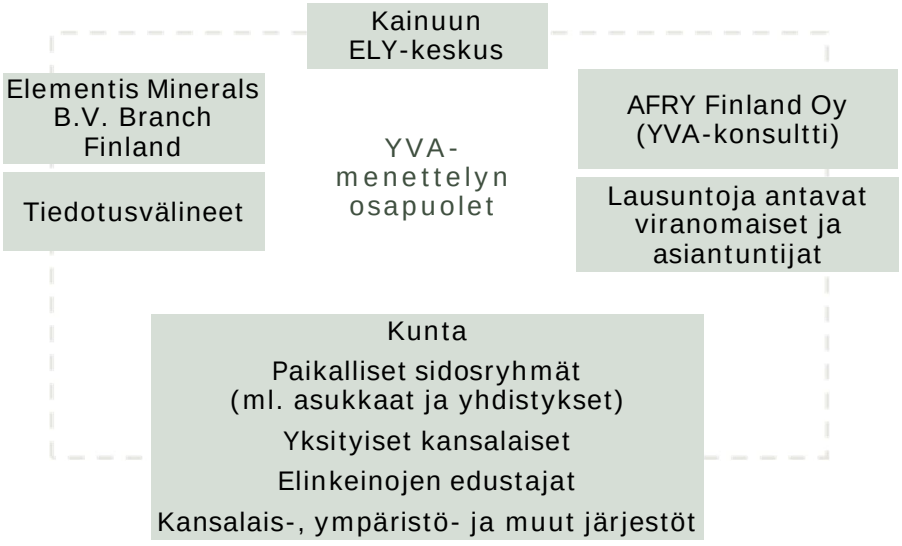
| YVA-lain kohta |
|---|
| 2) luonnonvarojen otto käsittely, kun<br>a) kaivosmineraalien louhinta, paikalla tapahtuva rikastaminen ja käsittely, kun kaivoksen pinta-ala on yli 25 hehtaaria |
| 12) 1-11 kohdassa tarkoitettuja hankkeita kooltaan vastaavat hankkeiden muutokset |

YVA-menettelyn keskeiset osapuolet ovat hankkeesta vastaava, joka tässä hankkeessa on Elementis Minerals B.V. Branch Finland, ja yhteysviranomainen eli tässä tapauksessa Kainuun 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 taulukossa (Kuva 5-1).




Kuva 5-1. YVA-menettelyyn osallistuvia tahoja.

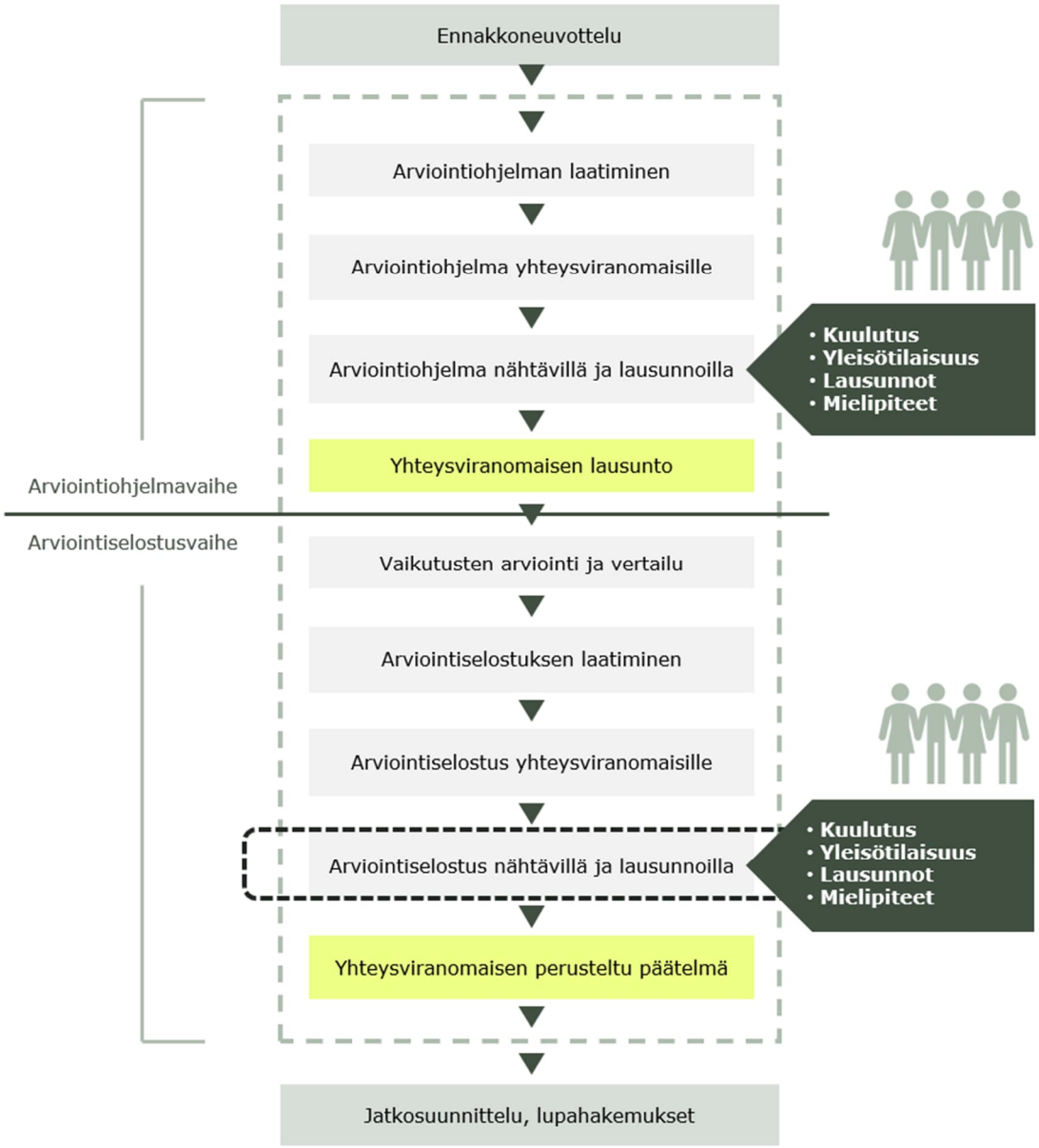
Copyright © AFRY Finland Oy

## 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 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.

Copyright © AFRY Finland Oy

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

Tässä hankkeessa ennakkoneuvottelu pidettiin 26.3.2024. Ennakkoneuvotteluun kutsuttiin yhteysviranomaisen, hankevastaavan ja YVA-konsultin lisäksi eri viranomaistahojen edustajia. Neuvotteluun osallistui 19 henkilöä.

### 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.

YVA-menettely käynnistyy virallisesti, kun YVA-ohjelma jätetään yhteysviranomaiselle. Hankevastaava toimitti Kaivannaisjätteiden ja vesienhallinnan YVA-ohjelman yhteysviranomaisena toimivalle Kainuun ELY-keskukselle 7.5.2024. Yhteysviranomainen kuulutti YVA-menettelyn aloittamisesta ja YVA-ohjelman nähtävillä olosta 17.5.2024. YVA-ohjelma oli nähtävillä lausuntojen ja mielipiteiden antamista varten 17.5.–17.6.2024. Yhteysviranomainen kokosi ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antoi niiden perusteella oman lausuntonsa 2.7.2024 (KAIELY/369/2024).

### 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.

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,

Copyright © AFRY Finland Oy

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 Elementisin YVA-menettelyssä edistetään osallistumista.

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

| Tapa | Ajankohta |
|---|---|
| Seurantaryhmä kokoontui kommentoimaan YVA-ohjelmaluonnosta. Seurantaryhmän jäseniltä kerättiin hanketta koskevaa tietoa. | 23.4.2024 |
| Kuka tahansa voi antaa mielipiteensä YVA-ohjelmasta, jonka ELY-keskus on asettanut nähtäville. | 17.5.2024 – 17.6.2024 |
| Tiedottaminen YVA-ohjelmavaiheen yleisötilaisuudessa, johon kuka tahansa voi osallistua ja ilmaista siellä näkemyksensä. | 28.5.2024 |
| Seurantaryhmä kokoontuu kommentoimaan YVA-selostusta. | 23.4.2025 |
| Kuka tahansa voi antaa mielipiteensä YVA-selostuksesta, jonka ELY-keskus on asettanut nähtäville. | 3.9.-2.10.2025 |
| Tiedottaminen YVA-selostusvaiheen yleisötilaisuudessa, johon kuka tahansa voi osallistua ja ilmaista siellä näkemyksensä. | 17.9.2025 |
| ELY-keskus tiedottaa hankkeen YVA-menettelystä internetsivuillaan<br><br>https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/elementis-minerals-bv-branch-finland-sotkamon-tehdas-kaivannaisjatteiden-ja-vesienhallinta-sotkamo | |

Copyright © AFRY Finland Oy

### 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 Kainuun ELY-keskus, ja niistä tiedotetaan YVA:n internetsivuilla.

Ensimmäinen yleisötilaisuus järjestettiin YVA-ohjelman nähtävillä olon aikana 27.5.2024 Break Sokos Hotel Vuokatin 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 ja yleishyödyllisistä yhdistyksistä koostuva seurantaryhmä. Seurantaryhmän kokoonpano on esitetty ohessa. Seurantaryhmän kokoonkutsujana toimii 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 23.4.2024 ja 23.4.2025.

Seurantaryhmään kutsutut tahot:

- Cross Country Rommakko Oy
- Jormasjoen metsästysseura
- Jormaskylän kalaveden osakaskunta
- Jormaskylän Korholanmäen Osakaskunta
- Kainuun ELY-keskus
- Kainuun kalatalouskeskus
- Kontinjoen seudun kylät ry
- Maanomistajat
- Sotkamon kunta
- Sotkamon luonto ry

### 5.3.4 Muu viestintä

Elementis Mineralsin tavoitteena on parantaa viestintää ja vuorovaikutusta lähiasukkaiden ja muiden sidosryhmien kanssa. YVA-hankkeen seurantaryhmän 2. kokouksessa

Copyright © AFRY Finland Oy

23.4.2025 sovittiin, että myös YVA-hankkeen loputtua tullaan järjestämään vähintään kerran vuodessa paikan päällä Sotkamon tehtaalla seurantaryhmän kokous, jossa käsitellään yhtiön ajankohtaisia asioita. Seurantaryhmän kokoukseen ovat tervetulleita kaikki halukkaat.

## 5.4 YVA-ohjelmalausunnon huomioiminen

Yhteysviranomainen kokosi YVA-ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antoi niiden perusteella oman lausuntonsa 2.7.2024 (KAIELY/369/2024). 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 melu-, pöly- sekä vesistövaikutukset. YVA-selostusvaiheessa, vaikutusarviointien valmistuttua merkittäviksi vaikutuksiksi todettiin vaikutukset:

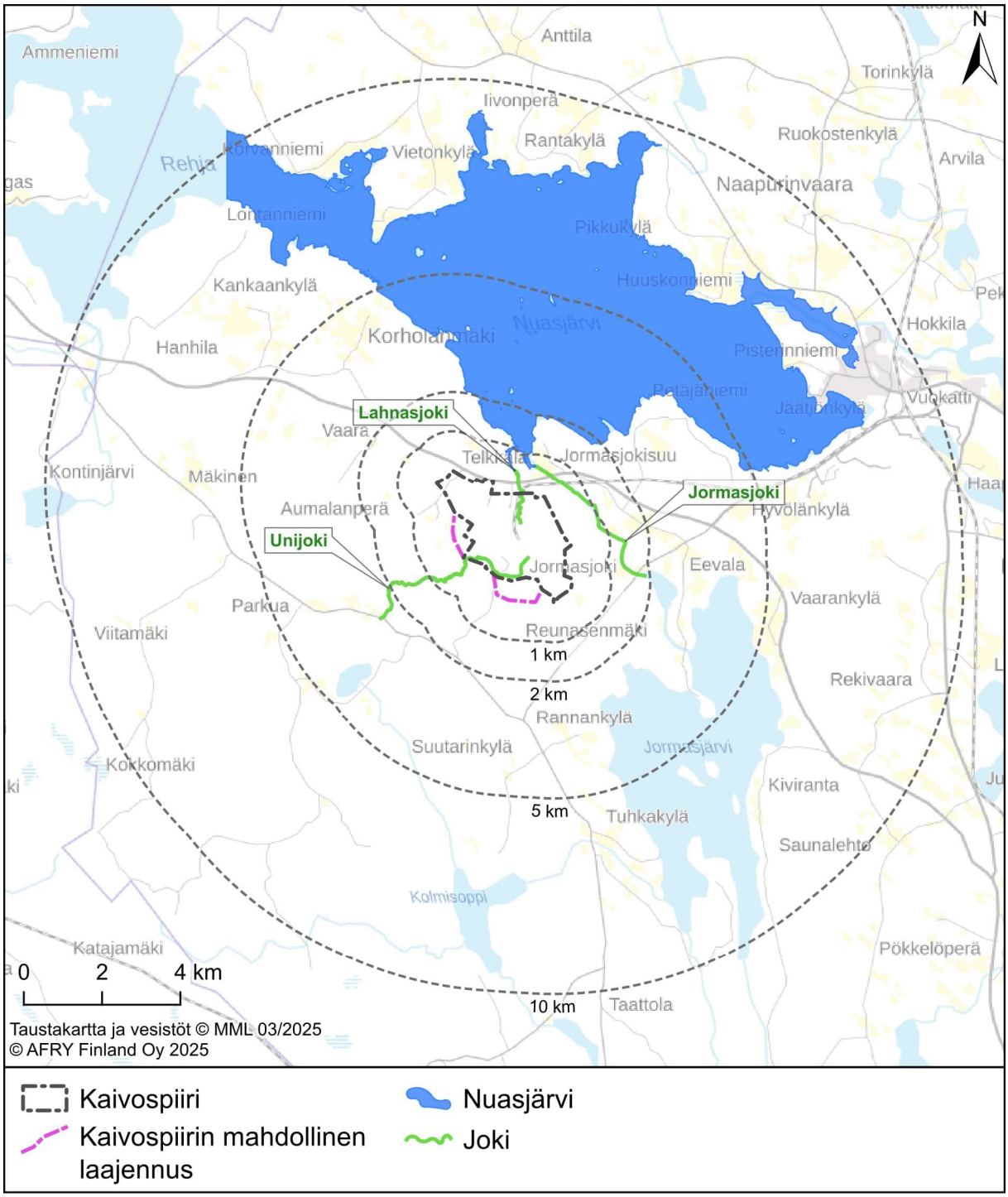
- vesistöön ja kalastoon
- pohjaveteen
- kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin
- saukkoihin
- ihmisiin

### 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 Lahnasjoessa, Jormasjoessa ja Nuasjärvessä laadullisten tekijöiden osalta, ja lisäksi tarkasteltiin vaikutuksia Unijoen valuma-alueeseen. Meluvaikutuksia tarkasteltiin noin 2 km etäisyydelle hankealueesta. Maankäytöllisiä vaikutuksia noin < 0,5 km, ilmapäästövaikutuksia noin 2–3 km ja maisemavaikutuksia noin 10 km etäisyydelle hankealueesta. Pohjavesivaikutuksia tarkasteltiin noin 3 km etäisyydelle hankealueesta. Vaikutusalueet eivät ulotu tarkastelualueiden ulkopuolelle.

Copyright © AFRY Finland Oy



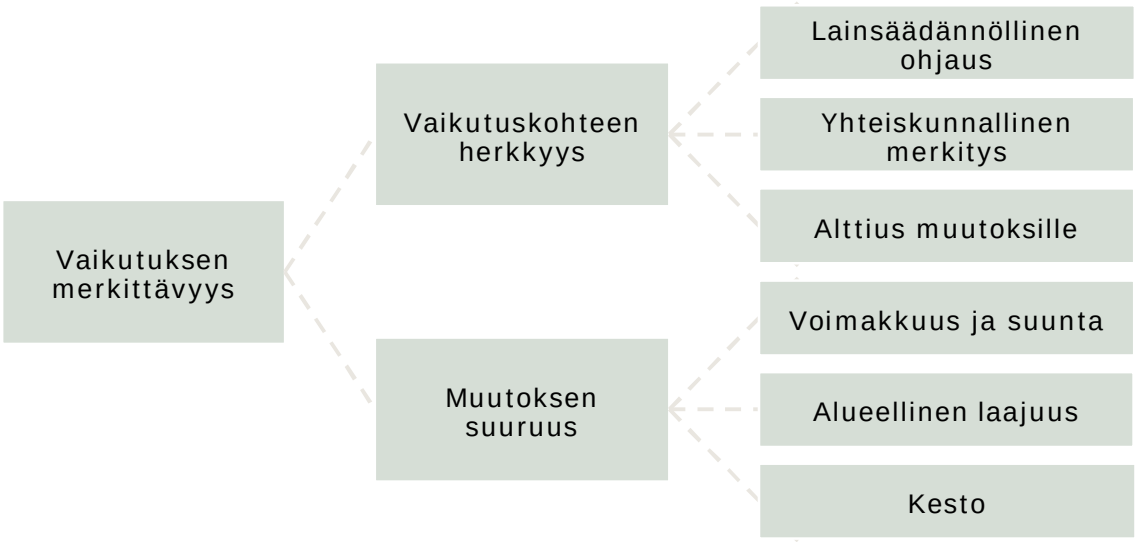

Kuva 5-3. Vaikutusten tarkastelualueet.

### 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.

Copyright © AFRY Finland Oy

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 8.2 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

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

- Vesi- ja kuormatase
- Kaivannaisjätealueiden sekä louhosjärven vedenlaatujen geokemiallinen mallinnus
- Melumallinnus
- Pölymallinnus
- Pohjavesimallinnus
- Vesistömallinnus
- Luontoselvitykset (kasvillisuus ja luontotyypit, pöllöt, pesimälinnusto, saukot, viitasammakot, liito-oravat)
- Maiseman havainnekuvat
- Muinaisjäännösselvitys

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

Kesän 2024 luontoselvitykset ovat YVA:n liitteenä. Kesällä 2025 tehtiin lisää luontoselvityksiä purkuputkilinjalta. Kesän 2025 luontoselvityksistä on ehditty huomioida YVA:ssa linnustoselvitykset ja viitasammakkokartoitus, mutta ei kasvillisuusselvityksiä. Kesän 2025 selvityksistä laaditaan myöhemmin oma erillisraportti ja tulokset esitetään lupavaiheessa.

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 kaivosalueella (VE1 ja VE2) ja siihen liittyvän infrastruktuurin hyödyntäminen myös tulevaisuudessa tukee maakuntakaavan merkintää kaivosalueesta sekä tavoitetta luonnonvarojen kestävästä hyödyntämisestä.
- Hanke ei ole ristiriidassa voimassa olevien maakunta-, yleis- tai asemakaavojen kanssa eikä estä niiden toteuttamista.
- Toteutusvaihtoehdossa VE2 muodostuu mahdollinen viranomaisten kanssa ratkaistava asemakaavoitus- tai yleiskaavoitustarve kaivospiirin laajennuksen alueilla.
- Vaihtoehdon VE1 toteuttaminen ei muuta kaivoksen lähialueen maankäyttöä. Vaihtoehdossa VE2 hankealueen lähiympäristöön etelä- ja lounaisosissa kohdistuu uusien sivukivialueiden ja rikastushiekka-altaan myötä muulta maankäytöltä vähäisesti alueita varaava vaikutus. Sekä vaihtoehtoon VE1 että VE2 liittyvä purkuputken reittivaihtoehto D aiheuttaa paikallisia maankäytön rajoituksia, mutta ei estä kaavoissa osoitettujen maankäyttömuotojen toteuttamista.
- Hankkeen toteutusvaihtoehdoista VE1 ja VE2 aiheutuvat vaikutukset maankäytölle ja yhdyskuntarakenteelle arvioidaan kokonaisuudessaan vähäisen kielteisiksi.

## 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 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

Copyright © AFRY Finland Oy

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

Kaivospiiri sijaitsee valtatie 6:n, Patamankankaan, Kotisuon, Papinmäenvaaran ja Koivukorven rajaamalla alueella noin 15 kilometrin etäisyydellä Sotkamon keskustan länsipuolella ja noin 18 kilometrin etäisyydellä Kajaanin keskustan kaakkoispuolella. Hankealuetta ympäröiviä asuinalueita ovat Telkkälä, Jormasjokisuu, Määttälänmäki, Jormasjoki, Reunasenmäki ja Aumalanperä. Alueen ympäristö on pääasiassa maastonmuodoiltaan vaihtelevaa havumetsää, mutta paikoin helppokulkuista metsäistä ja ojitettua suota. Pieniä paikallisia peltoalueita sijaitsee hankealueen länsi-, pohjois- ja kaakkoispuolilla. Nykyinen kaivospiirin alue on reuna-alueita lukuun ottamatta ihmistoiminnan muokkaamaa. Alueelle on ajoyhteys Parkuantieltä (seututie 870) etelästä sekä Kajaanintieltä (valtatie 6) pohjoisesta. Kaivospiirin alueen keskelle johtaa rautatie hankealueen koillisosasta ja voimajohto itäosasta. Alueen luoteisosassa sijaitsee moottorikelkkaura.

### 6.2.1 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT)

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Valtioneuvosto päätti valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista 14.12.2017 ja ne tulivat voimaan 1.4.2018. Päätöksellä valtioneuvosto korvasi valtioneuvoston vuonna 2000 tekemän ja 2008 tarkistaman päätöksen valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista.

Alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on muun muassa auttaa saavuttamaan maankäyttö- ja rakennuslain ja alueidenkäytön suunnittelun tavoitteet, joista tärkeimmät ovat hyvä elinympäristö ja kestävä kehitys. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan tavoitteet on otettava 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

Copyright © AFRY Finland Oy

- 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

Kainuun maakunnassa on voimassa kuusi maakuntakaavaa, joista viimeisimmän, Kainuun tuulivoimamaakuntakaava 2035:n, Kainuun maakuntahallitus on 12.02.2024 (§ 26) määrännyt maankäyttö- ja rakennuslain 201 §:n nojalla tulemaan voimaan ennen kuin se on saanut lainvoiman. Maakuntakaava tulee voimaan, kun päätöksestä on kuulutettu maakuntakaavan alueeseen kuuluvissa kunnissa, niin kuin kunnalliset ilmoitukset niissä julkaistaan (maankäyttö- ja rakennusasetus 93 §). Kainuun liitto on kuuluttanut maakuntakaavan voimaan tulosta 6.3.2024. Kainuun alueella ei ole vireillä olevia maakuntakaavoja. (Kainuun Liitto 2024a)

Koko Kainuun alueella on voimassa Kainuun maakuntakaava 2020, joka on hyväksytty 7.5.2007 ja vahvistettu 29.4.2009. Kainuun maakuntakaavoitusta on täydennetty vaihemaakuntakaavoin.

Ensimmäisessä vaihemaakuntakaavassa tarkastellaan puolustusvoimain ampuma- ja harjoitusalueita sekä niiden melualueita. Vaihemaakuntakaava on asetettu lainvoimaiseksi Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä 16.2.2015. Vaihemaakuntakaavassa ei ole hankealueen mukaista kaivospiiriä tai sen ympäristöä koskevia merkintöjä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kainuun kaupan vaihemaakuntakaava on vahvistettu ympäristöministeriössä 7.3.2016. Vaihemaakuntakaavassa määritellään merkitykseltään seudullisten kaupan suuryksiköiden sijainti, niiden alaraja ja enimmäismitoitus. Vaihemaakuntakaavassa ei ole hankealueen mukaista kaivospiiriä tai sen ympäristöä koskevia merkintöjä.

Kainuun tuulivoimamaakuntakaava on hyväksytty Kainuun maakuntavaltuuston 30.11.2015 tekemässä päätöksessä, jonka Ympäristöministeriö on vahvistanut 31.1.2017 antamallaan päätöksellä (YM7/5222/2015). Kaavassa esitetään tuulivoiman hyödyntämiseen parhaiten soveltuvat alueet. Lähimmät alueet sijaitsevat noin 20 km etäisyydellä hankealueen lounais- ja eteläpuolilla.

Kainuun vaihemaakuntakaava 2030 on hyväksytty maakuntavaltuustossa 16.12.2019. Vaihemaakuntakaavassa 2030 käsitellään alue- ja yhdyskuntarakennetta, virkistystä, liikennejärjestelmää, luonnon- ja kulttuuriympäristöä sekä luonnonvarojen käyttöä ja elinkeinojen toimintaedellytyksiä. Maakuntakaavassa osoitettavien uusien kaavaratkaisujen osalta Kainuun vaihemaakuntakaava 2030 kumoaa tai muuttaa osin Kainuun maakuntakaavan 2020 kaavaratkaisuja ja sisältää teknisluonteisia korjauksia Kainuun 1. vaihemaakuntakaavan, Kainuun kaupan vaihemaakuntakaavan ja Kainuun tuulivoimamaakuntakaavan kaavamerkintöihin ja -määräyksiin.

Kainuun tuulivoimamaakuntakaava 2035 on hyväksytty maakuntavaltuustossa 12.12.2023, jolloin on kumottu voimassa olevien maakuntakaavojen maakuntakaavamerkinnät ja -määräykset siltä osin kuin tuulivoimamaakuntakaavassa 2035 osoitetaan niihin muutoksia. Kaava käsittelee seudullisesti merkittäviä tuulivoimaloiden alueita, voimajohtojen maakuntakaavamerkintöjen muutostarpeita, pohjavesialueita ja valtakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita. Maakuntahallitus on 12.02.2024 (§ 26) päättänyt määrätä maankäyttö- ja rakennuslain 201 §:n nojalla maakuntakaavan tulemaan voimaan ennen kuin se on saanut lainvoiman. Maakuntakaavan voimaan tulosta on kuulutettu 6.3.2024.

Hankealue on osoitettu maakuntakaavassa merkinnällä EK (kaivos tai kaivostoimintaan tarkoitettu alue) ja sitä ympäröivät alueet, kuten kaivospiirin mahdollisen laajennuksen alueet, merkinnällä M (maa- ja metsätalousvaltaiset alueet) (Kuva 6-1). Kaivosalueelle on osoitettu energiahuollon aluetta (en), teollisuus- ja varastoaluetta, jolla on merkittävä, vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos (t/kem), yhdysrata / sivurata hankealueen pohjoisosasta keskiosaan, pääsähköjohto 400 kV, 220 kV, 110 kV hankealueen itäosasta keskiosaan sekä ohjeellinen pääsähköjohto 110 kV hankealueen poikki pohjois-eteläsuuntaisesti ja hankealueen luoteisosaan. Hankealueen pohjoisosaa sivuten on osoitettu moottorikelkkailureitti, ulkoilureitti sekä valtatie (vt) valtatie 6:n kohdalle. Valtatie 6:n kohdalle on maakuntakaavayhdistelmässä osoitettu myös valtakunnallisesti merkittävä maantie/runkoverkko, jonka yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa tulee suunnittelumääräyksen mukaisesti varautua maantien kehittämiseen valtakunnallisena runkotienä. Lisäksi hankealueen välittömään läheisyyteen länsipuolelle on osoitettu moottoriurheilualue (e1). Koko hankealue kuuluu maakuntakaavayhdistelmässä osoitetulle liikenteen yhteistyökäytävälle (lk).

Hankealueen pohjoispuolelle Nuasjärven ympäristöön on osoitettu matkailun vetovoima-aluetta (mv). 1,5 km etäisyydelle lounaispuolelle on osoitettu luonnonsuojelukohde (SL) ja kaakkoispuolelle elinkeinoelämän kannalta erityisen merkittävä yhdystie (yt-e). Hankealueen etelä- ja lounaispuolelle on osoitettu elinkeinoelämän kannalta erityisen merkittävä seututie tai pääkatu (st-e). Arvokas kallioalue on osoitettu noin 1,5 kilometrin etäisyydelle hankealueen pohjoispuolelle.

Copyright © AFRY Finland Oy

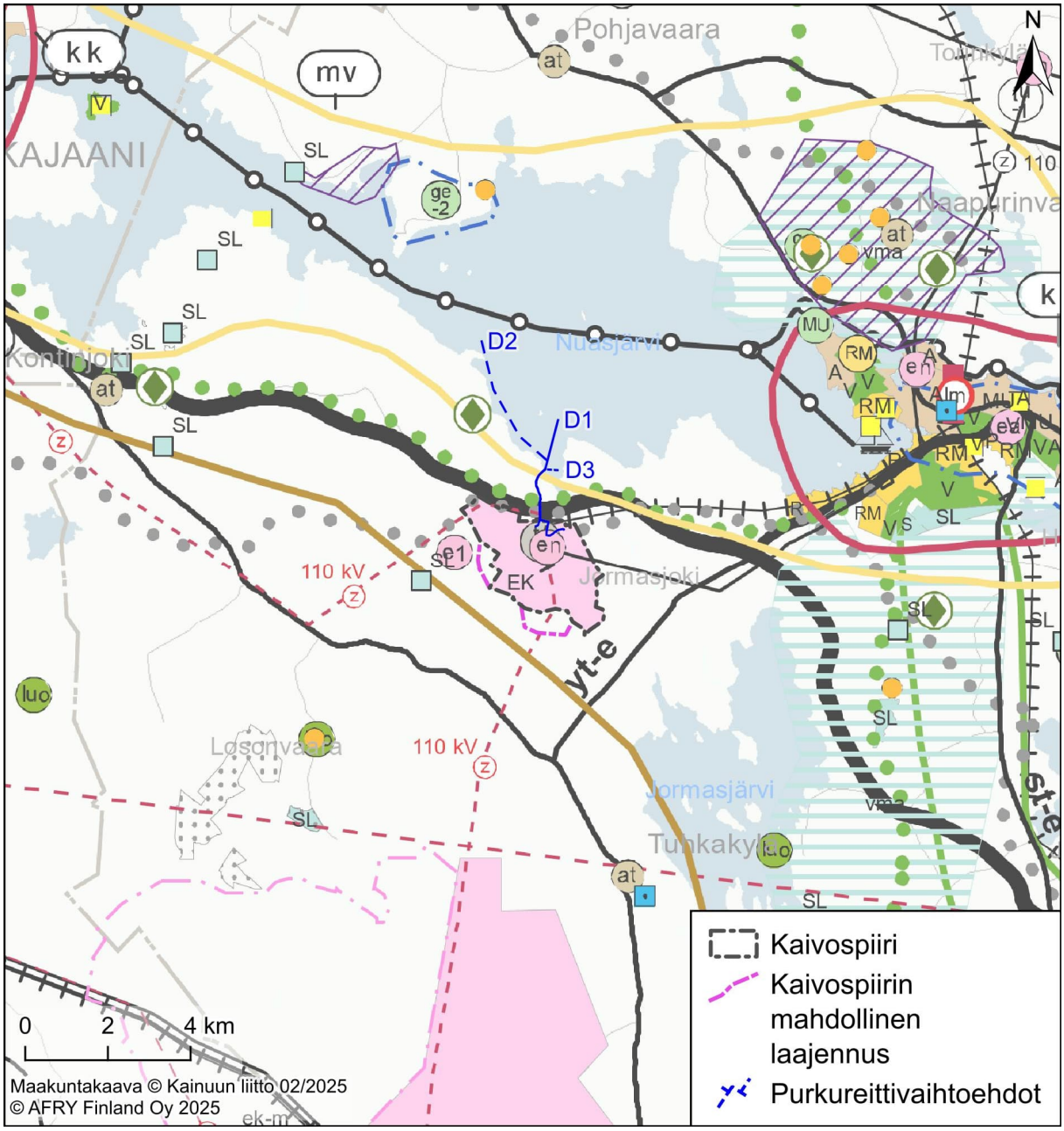
Kainuun tuulivoimamaakuntakaava 2035:n voimaantulon myötä ei ole osoitettu uusia tai kumottu aikaisempia kohteita hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä. Hankealueen itäpuolelle noin neljän kilometrin etäisyydelle on osoitettu maiseman vaalisemisen kannalta valtakunnallisesti arvokasta aluetta (vma). Hankealueen eteläpuolelle noin viiden kilometrin etäisyydelle on osoitettu pääsähköjohdon yhteystarve 400 kV itä-länsisuuntaisesti.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkastellaan myös hankkeeseen liittyvää purkuputkea, joka sijoittuu kaivospiirin pohjoisosan ja Nuasjärven välille. Purkuputken linjaukselle on kolme Nuasjärveen sijoittuvaa alavaihtoehtoa D1, D2 ja D3, joita tarkastellaan toisiinsa verrattuna yhtä todennäköisinä vaihtoehtoina. Kaikkien reittivaihtoehtojen reittiosuus kaivospiirin ja Jormaslahden Pajuniemen välillä on sama. Reittivaihtoehto D1 sijoittuu Pajuniemen ja Lamposaaren itäpuoleisen alueen välille, reittivaihtoehto D2 sijoittuu Pajuniemen ja Haaposaaren länsipuoleisen alueen välille ja reittivaihtoehto D3 Jormaslahdelle.

Vaihtoehtoisten purkuputkireittien D1, D2 ja D3 yhteisen osuuden alueelle on osoitettu kaivos tai kaivostoimintaan tarkoitettua aluetta (EK), maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M) sekä teollisuus ja varastoaluetta, jolla on merkittävä, vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos (t/kem). Yhteinen osuus risteää maakuntakaavayhdistelmässä osoitettujen valtatien (vt), moottorikelkkailureitin, ulkoilureitin ja ohjeellisen pääsähköjohdon 110 kV kanssa sekä sijoittuu Jormaslahdella matkailun vetovoima-alueelle (mv). Vaihtoehtoisten purkuputkireittien D1, D2 ja D3 yhteisen osuuden eteläpäädyssä itäisemmän vesienkäsittelyn aluevarauksen alueelle osoitettu reitti risteää myös osoitetun yhdysradan / sivuradan kanssa.

Purkuputkireittien D1, D2 ja D3 itsenäisille alueille on osoitettu matkailun vetovoima-aluetta (mv) sekä reittivaihtoehdon D2 läheisyyteen pohjoispuolelle veneväylä. Kuvassa 6-1 näkyvä arvokas kallioalue on osoitettu reittivaihtoehdon D2 länsipuolelle Paskonlouhen kohdalle.

Copyright © AFRY Finland Oy



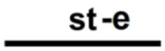
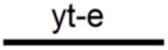

Kuva 6-1. Kainuun epävirallisessa voimassa olevien maakuntakaavojen yhdistelmäkartassa hankealueelle ja sen lähiympäristöön osoitetut maakuntakaavamerkinnät. Hankealue on esitetty kuvassa maakuntakaavan EK-aluetta ympäröivällä mustalla pistekatkoviivalla ja purkuputkivaihtoehdot sinisellä viivalla ja katkoviivalla (Kainuun liitto 2024b).

Copyright © AFRY Finland Oy

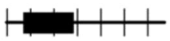
Taulukko 6-1. Hankealueelle ja sen lähiympäristöön on osoitettu seuraavat kaavamerkinnät ja niihin liittyvät suunnittelumääräykset (Kainuun liitto 2024c).

| Merkintä | Kuvaus | Suunnittelumääräys |
|---|---|---|
|  | Kaivos tai kaivostoimintaan tarkoitettu alue<br>Merkinnällä EK, ek osoitetaan kaivoslain piiriin kuuluvien kaivoskivennäisten hyödyntämiseen tarpeellisia alueita. | Alueen käyttöönottoa suunniteltaessa on otettava huomioon toiminnan aiheuttamat ympäristövaikutukset tuotannon aikana ja sen päätyttyä. |
|  | Luonnonsuojelualue tai -kohde<br>Merkinnällä SL osoitetaan luonnonsuojelulain nojalla suojeltuja tai suojeltaviksi tarkoitettuja alueita. Alueella on voimassa MRL 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus.<br><br>Suojelumääräys (MRL 30.2 §):<br>Alueella saa suorittaa sellaisia toimenpiteitä, jotka ovat tarpeen alueen suojeluarvon säilyttämiseksi tai palauttamiseksi. Rakennuslupahakemuksesta tulee pyytää MRL 133 §:n mukaisesti alueellisen ELY-keskuksen tai vastaavan toimivaltaisen viranomaisen lausunto. | Alueen maankäyttö tulee suunnitella ja toteuttaa siten, ettei toimenpiteillä vaaranneta alueen suojelun tarkoitusta ja suojeluarvoja. |
|  | Teollisuus- ja varastoalue, jolla on merkittävä, vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos<br>Merkinnällä t/kem osoitetaan alueet, joille saa sijoittaa merkittäviä, vaarallisia kemikaaleja valmistavia tai varastoivia laitoksia. | - |
|  | Moottorikelkkailureitti<br>Merkinnällä osoitetaan valtakunnallisesti ja maakunnallisesti merkittävät yleisen liikkumisen kannalta tärkeät ohjeelliset moottorikelkkailureitit. | - |
|  | Ulkoilureitti<br>Merkinnällä osoitetaan vähintään ylikunnalliset ja maakunnallisesti merkittävät yleisen liikkumisen kannalta tärkeät ohjeelliset ulkoilureitit. Reitit voidaan perustaa sopimuksilla tai ulkoilulain mukaisesti. | - |

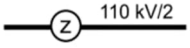
Copyright © AFRY Finland Oy

| Merkintä | Kuvaus | Suunnittelumääräys |
|---|---|---|
|  | Moottoriurheilualue<br>Merkinnällä e1 osoitetaan vähintään seudullisesti merkittävät moottoriurheilualueet ja ajoharjoitteluradat. Alueella on voimassa MRL 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. | Alueen toimintaa suunniteltaessa ja kehitettäessä on otettava huomioon alueelle sijoitettavien toimintojen ympäristövaikutukset ja sopeutuminen ympäröivään maankäyttöön sekä pyrittävä ehkäisemään haitallisia vaikutuksia. |
|  | Valtakunnallisesti merkittävä maantie/runkoverkko<br>Merkinnällä osoitetaan valtakunnallisesti merkittävät maantiet / runkoverkko. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. | Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa tulee varautua maantien kehittämiseen valtakunnallisena runkotienä. |
|  | VALTATIE/KANTATIE<br>Merkinnällä osoitetaan valtatiet / kantatiet. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. | Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa on pyrittävä edistämään kevyen liikenteen väylien toteuttamista erityisesti kyläkeskusten ja koulujen läheisyydessä. |
|  | ELINKEINOELÄMÄN KANNALTA ERITYISEN MERKITTÄVÄ SEUTUTIE TAI PÄÄKATU<br>Merkinnällä st-e osoitetaan elinkeinoelämän kannalta erityisen tärkeät seututiet ja Kajaanin pääkadut, joiden liikenteellinen merkitys edellyttää mm. tien leveyteen ja geometriaan liittyviä kehittämistoimenpiteitä. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. | - |
|  | Elinkeinoelämän kannalta erityisen merkittävä yhdystie<br>Merkinnällä yt-e osoitetaan elinkeinoelämän kannalta erityisen tärkeät yhdystiet, joiden liikenteellinen merkitys edellyttää mm. tien leveyteen ja geometriaan liittyviä kehittämistoimenpiteitä. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. | - |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Merkintä | Kuvaus | Suunnittelumääräys |
|---|---|---|
|  | Yhdysrata / sivurata ja liikennepaikka<br>Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. | - |
|  | VENEVÄYLÄ<br>Kainuun maakuntakaavassa on osoitettu maakunnallista tai seudullista merkitystä omaavat venesatamat ja veneväylät. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. | - |
|  | Arvokas kallioalue<br>Merkinnällä osoitetaan Kainuun luonnon- ja maisemansuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaat kallioalueet. | Alueen käyttöä suunniteltaessa tulee erityisesti ottaa huomioon kalliomuodostuman geologiset ominaispiirteet sekä biologiset ja maisemalliset arvot. |
|  | Liikenteen yhteistyökäytävä<br>Kehittämisperiaatemerkinnällä lk esitetään keskeisten liikenneväylien ja maaseutuasutuksen alueita, joiden kehittämisessä on tarvetta kansainväliseen, ylimaakunnalliseen ja/tai kuntien väliseen yhteistyöhön. Kehittämismerkinnällä osoitetaan kansainvälinen Oulu-Kajaani-Vartius –vyöhyke, Kajaani-Kuhmo-Vartius -vyöhyke sekä maakuntarajat ylittävä Viitostien kehittämisvyöhyke ja NIIKA kehittämisvyöhyke. | Liikenteen yhteistyökäytävää kehitetään maaseudun kulttuuriympäristöön, maisemaan sekä sujuviin ja turvallisiin liikenneyhteyksiin tukeutuvana monipuolisen elinkeinotoiminnan, asumisen, vapaa-ajan, liikenteen ja matkailun vyöhykkeenä. Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota kulttuuriympäristön ja maiseman hoitoon sekä liikenteen ja matkailun palvelujen kehittämiseen. Maankäytön suunnittelussa on otettava huomioon korkealuokkaisen maantie- ja rautatieliikenteen sekä energia- ja tietoliikennejohtojen tilavaraukset ja rajoitukset ympäröivälle maankäytölle. |
|  | Maa- ja metsätalousvaltaiset alueet<br>Merkinnällä M osoitetaan pääasiassa maa- ja metsätalouskäyttöön tarkoitettuja alueita. | Maa- ja metsätalouskäyttöön tarkoitettuja alueita voidaan käyttää alueen pääasiallista käyttötarkoitusta sanottavasti haittaamatta ja luonnetta muuttamatta myös erityislainsäädännön ohjaamana muihin tarkoituksiin, kuten luontais- tai muuhun elinkeinotoimintaan, turvetuotantoon, maa- ja kiviainesten |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Merkintä | Kuvaus | Suunnittelumääräys |
|---|---|---|
| | | ottoon, haja-asutusluonteiseen pysyvään ja loma-asumiseen sekä jokamiehen oikeuden rajoissa ulkoiluun ja retkeilyyn. Alueille voidaan perustaa yksityisiä suojelualueita. Ilman erityisiä perusteita hyviä ja yhtenäisiä peltoalueita ei tule ottaa taajamatoimintojen käyttöön. Maankäyttöä suunniteltaessa on tuettava metsätalousalueiden yhtenäisyyttä ja toimivuutta. |
|  | Matkailun vetovoima-alue<br>Matkailun vetovoimamerkinnällä mv osoitetaan maakunnan matkailu- ja virkistystoiminnan kannalta merkittävimmät aluekokonaisuudet. Niihin sisältyvät matkailukeskusten alueet ja niihin liittyvät virkistys-, suojelu- ja muut alueet, joista on mahdollista kehittää matkailu- ja virkistystoimintaa palveleva laaja kokonaisuus. | - |
|  | Energiahuollon alue<br>Merkinnällä en osoitetaan maakunnan energiahuollon kannalta tärkeät voimalat sekä muuntamo ja sähköasema-alueet. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. | Vesivoimalaitosalueen yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa on otettava huomioon vaelluskalojen nousuesteen poistamiseksi tarvittavan kalatien rakentaminen.<br><br>Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa tulee varautua uusien pääsähköjohtoyhteyksien kytkeytymiseen ko. alueelle. |
|  | Pääsähköjohto 400 kV, 220 kV, 110 kV<br>Merkinnällä osoitetaan 400 kV:n, 220 kV:n ja 110 kV:n kantaverkon ja 110 kV:n alueverkon nykyiset pääsähköjohdot (voimajohdot). Pääsähköjohdon jännitetasoon lisätty merkintä osoittaa johtokäytävän johtojen lukumäärän. Alueilla on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. | - |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Merkintä | Kuvaus | Suunnittelumääräys |
|---|---|---|
|  | Ohjeellinen pääsähköjohto 110 kV<br>Merkinnällä osoitetaan uudet ohjeelliset 110 kV:n pääsähköjohdot. Pääsähköjohdon jännitetasoon lisätty merkintä osoittaa johtokäytävän johtojen lukumäärän. Alueilla on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. | Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa uudet pääsähköjohdot on pyrittävä sijoittamaan samaan tai olemassa olevan johtokäytävän yhteyteen. |

Lisäksi voimassa olevien Kainuun maakuntakaavojen koko maakuntakaava-aluetta koskevista yleismääräyksistä hanketta koskee erityisesti:

Rantojen käyttö (Kainuun vaihemaakuntakaava 2030)

Yleinen suunnittelumääräys: Ranta-alueita tulee kehittää viihtyisinä asumisen ja virkistyksen alueina huomioon ottaen vapaa-ajan, osa-aika- tai pysyvän asumisen tarpeet. Alueiden suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota sähköisten palvelujen saatavuuteen, olemassa olevaan infrastruktuuriin sekä ympärivuotisen käytön edellytyksiin. Yksityiskohtaisemmassa kaavoituksessa tulee ottaa huomioon yleisen virkistyskäytön tarpeet ja vesille pääsyn mahdollisuudet, luonnon- ja maisema-arvot sekä vesi- ja energiahuollon järjestäminen.

Liikenneturvallisuus (Kainuun maakuntakaava 2020)

Yleinen suunnittelumääräys: Yksityiskohtaisemmassa kaavoituksessa ja muussa alueiden käyttöä koskevassa suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota liikenneturvallisuuden edistämiseen sekä sujuvan ja hyvän liikenneympäristön saavuttamiseen.

Maa-ainesten ottotoiminta (Kainuun vaihemaakuntakaava 2030)

Yleinen suunnittelumääräys: Maa- ja kalliokiviainesten otto tulee sovittaa alueen luonto-, kulttuuri- ja ympäristöarvoihin. Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa on huolehdittava maa-ainesten ottamisen tarkoituksenmukaisesta etenemisestä ja alueelle soveltuvasta maisemoinnista sekä jälkikäytöstä sekä otettava huomioon toiminnan liikenteelliset vaikutukset ja vaikutukset lähiasutukseen.

Muinaisjäännökset ja muu arkeologinen kulttuuriperintö (Kainuun vaihemaakuntakaava 2030)

Yleinen suunnittelumääräys: Yksityiskohtaisemmassa kaavoituksessa ja muussa alueidenkäyttöä koskevassa suunnittelussa tulee tarkistaa kiinteitä muinaisjäännöksiä ja muuta arkeologista kulttuuriperintöä koskeva ajantasainen tieto museoviranomaisten ylläpitämistä rekistereistä ja arvioida yhteistyössä museoviranomaisten kanssa mahdollisten aluetta / kohdetta koskevien selvitysten tai tutkimusten tarve.

### 6.2.3 Yleiskaavat

Kaivospiirin alueella ei ole voimassa olevaa yleiskaavaa. Lähin yleiskaavoitettu alue, Sotkamon Nuasjärven rantaosayleiskaavan muutos ja laajennus (hyv. 28.10.2014),

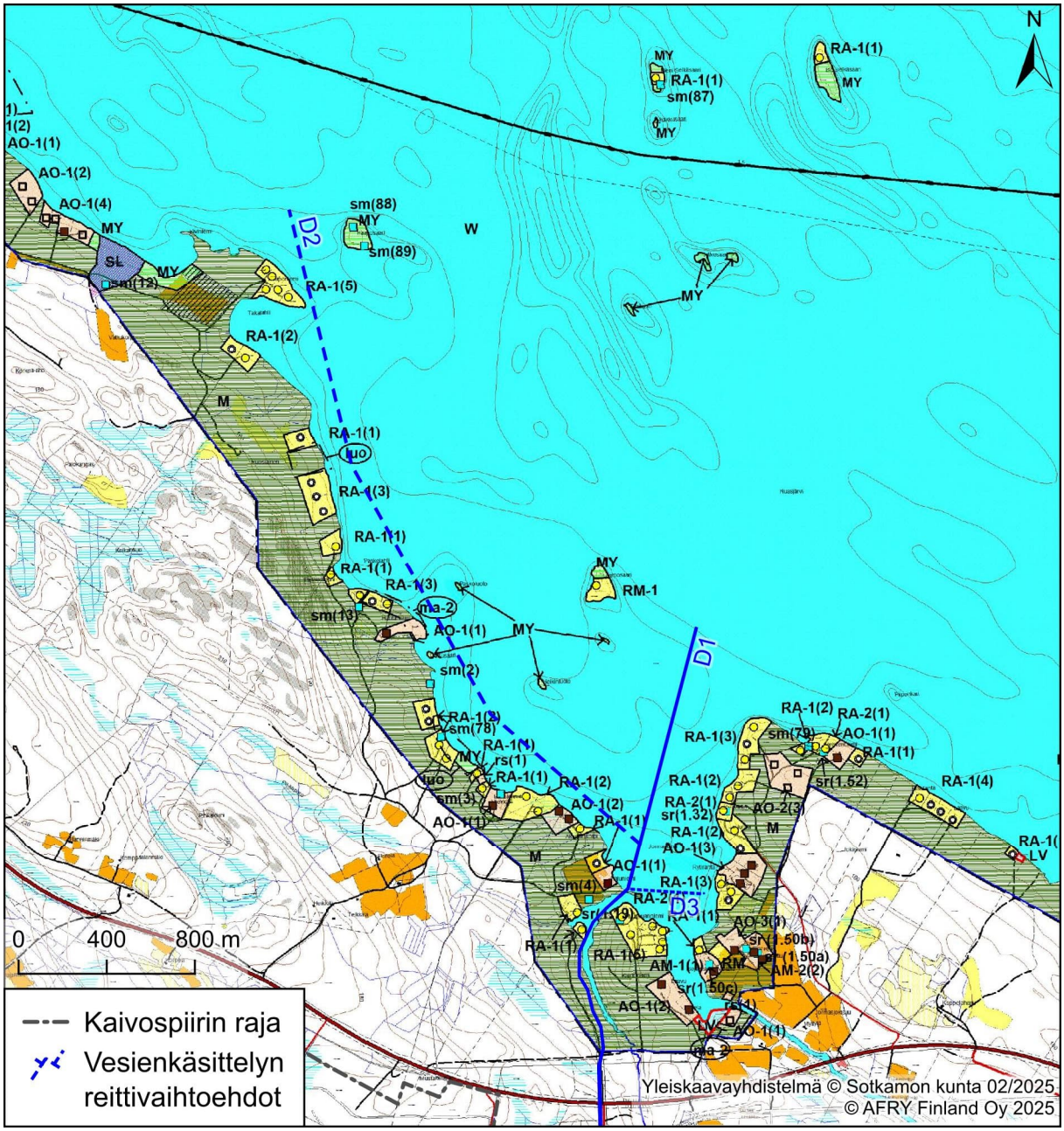
Copyright © AFRY Finland Oy

sijaitsee noin 500 metrin etäisyydellä hankealueen pohjoispuolella. Toiseksi lähimpänä sijaitsee Jormasjärven rantaosayleiskaava (hyv. 27.6.2006) noin 1,6 kilometriä hankealueelta kaakkoon.

Nuasjärven rantaosayleiskaavan muutoksessa ja laajennuksessa lähimmäksi hankealuetta on osoitettu maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M) ja Jormasjärven rantaosayleiskaavassa lähimmäksi hankealuetta on osoitettu vesialuetta (W) sekä maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M). Ote kaavasta esitetään kuvassa 6-2.

Purkuputkireitti sijoittuu Nuasjärven rantaosayleiskaavan muutoksen ja laajennuksen alueelle. Kaavassa purkuputkireitin alavaihtoehtojen D1, D2 ja D3 yhteisen osuuden kohdalle on osoitettu maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M) sekä Kierinniemen länsipuolella sivuavasti loma-asuntoaluetta (RA-1). Alavaihtoehdot D1, D2 ja D3 sijoittuvat rantaosayleiskaavassa osoitetulle vesialueelle (W). Vaihtoehdon D2 putken pää sijoittuu lähimmillään noin 600 metrin etäisyydelle kaavassa osoitettua veneväylää. Vaihtoehdon D1 pää sijoittuu Lamposaaren itäpuolelle noin 400 metrin etäisyydelle alueesta, jolle on osoitettu matkailupalvelujen aluetta (RM-1). Vaihtoehto D2 sivuaa matkailupalvelujen aluetta (RM-1) Haaponiemen kohdalla sekä sijoittuu lähelle rantaviivaa, jonne on lähimmiksi osoitettu muun muassa erilispientalojen aluetta (AO-1) ja loma-asuntoaluetta (RA-1). Vaihtoehdon D2 pää sijoittuu noin 250 metrin etäisyydelle Haaposaaresta, minne on osoitettu muun muassa maa- ja metsätalousvaltaista aluetta, jolla on erityisiä ympäristöarvoja (MY). Vaihtoehdon D3 pää sijoittuu Rytirannan läheisyyteen, minne on osoitettu matkailupalvelujen aluetta (RA-1).

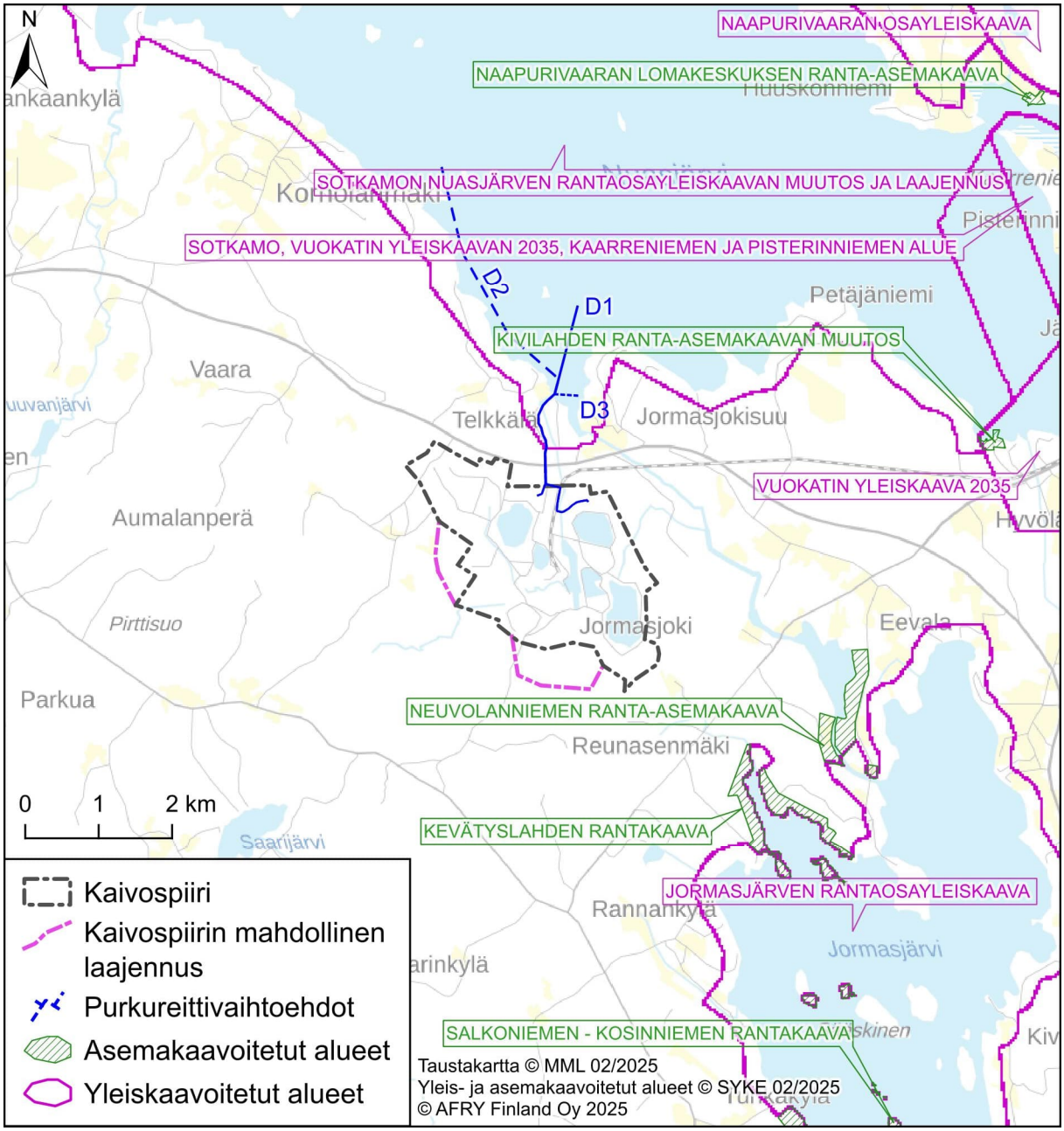
Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 6-2. Ote kaivospiirin pohjoispuolella voimassa olevasta Nuasjärven rantaosayleiskaavan muutoksesta ja laajennuksesta, jonka alueelle purkuputkireittivaihtoehdot sijoittuvat (Sotkamon kunta 2014).

Kaivospiirin ympäristön voimassa olevien yleiskaavojen aluerajaukset esitetään laajemmin kuvassa 6-3. Etelän puoleinen kaivospiirin mahdollisen laajennuksen alue sijaitsee lähimmillään noin 2,3 kilometrin etäisyydellä Jormasjärven rantaosayleiskaavan alueesta Kevätyssuon ympäristössä, missa rantaosayleiskaavassa on osoitettu vesialuetta (W) sekä maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M).

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 6-3. Asema- ja yleiskaavoitetut alueet hankealueen (kaivospiiri) ympäristössä. Kuvassa esitetään myös vaihtoehtoiset purkuputkireitit D1, D2 ja D3 sinisellä.

### 6.2.4 Vireillä olevat yleiskaavat

Hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole vireillä olevia yleiskaavahankkeita. Lähin vireillä oleva yleiskaavahanke on Vuokatin yleiskaavan muutos, jonka suunnittelualue sijaitsee noin 10 kilometrin etäisyydellä hankealueen itäpuolella. Sivakkalehdon tuulivoimayleiskaava sijaitsee Kajaanissa noin 13 kilometriä hankealueesta lounaaseen, mutta sijoittuu myös Sotkamon puolelle noin 18 kilometrin etäisyydelle hankealueesta. Lisäksi Sotkamon kunnanvaltuusto on hyväksynyt Uutelan kaivoksen osayleiskaavan, joka sijaitsee noin 15 kilometrin etäisyydellä hankealueen eteläpuolella. Osayleiskaavan hyväksymispäätöksestä ei valitettu ja kaava tuli voimaan 13.5.2025.

Copyright © AFRY Finland Oy

### 6.2.5 Asemakaavat ja ranta-asemakaavat

Hankealuetta lähimmät asemakaavoitetut alueet sijaitsevat Jormasjärven ja Pieni-Jormasen rannoilla, noin 1600 m kaivospiirin rajasta kaakkoon (Kevätyslahden rantakaava, 1.3.1994) ja noin 2300 m kaivospiirin rajasta itäkaakkoon (Neuvolanniemen ranta-asemakaava, 17.7.2000).

Kevätyslahden rantakaavassa lähimmäksi hankealuetta on osoitettu metsätalousaluetta (M) ja Neuvolanniemen ranta-asemakaavassa lähimmäksi hankealuetta on osoitettu maa- ja metsätalousaluetta (M) (Sotkamon kunnan karttapalvelu 2024).

Kaivospiirin ympäristön voimassa olevien asemakaavojen aluerajaukset esitetään kuvassa 6-3.

### 6.2.6 Vireillä olevat asemakaavat ja ranta-asemakaavat

Hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole vireillä asemakaavahankkeita. Lähin vireillä oleva asemakaavahanke on Vuokatinhovintien varsi (korttelit 419 ja 420) noin 10 kilometrin etäisyydellä hankealueen itäpuolella (Sotkamon kunta 2025).

### 6.2.7 Asutus

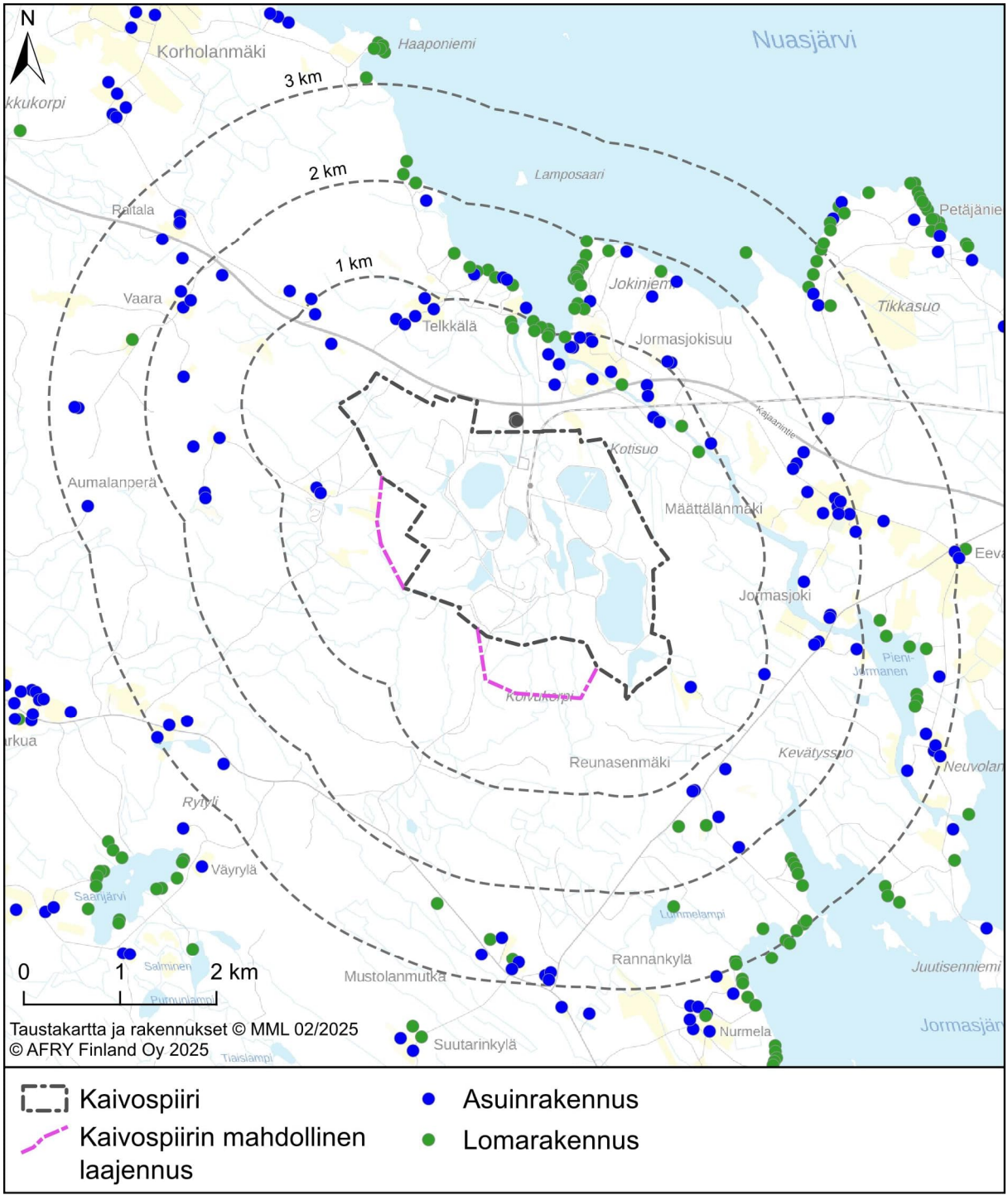
Hankealue sijaitsee taajama-alueen ulkopuolella, mutta alueen ympäristössä sijaitsee yksittäisiä asuin- ja lomarakennuksia alle kilometrin etäisyydellä (kuva 6-4). Suurin osa alle kilometrin etäisyydellä sijaitsevista asuinrakennuksista sijaitsee Kajaanintien pohjoispuolella Telkkälän ja Myllylänkosken välisellä alueella. Suurin osa hankealuetta lähimmistä lomarakennuksista sijaitsee Jormaslahden ympäristössä noin 1–2 kilometriä hankealueesta pohjoiseen.

Lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat hankealueen ja Kajaanintien välillä Kokkosuon kohdalla. Kyseiset rakennukset ovat hanketoimijan omistuksessa. Muut alle kilometrin etäisyydellä olevat asuinrakennukset sijaitsevat Papinmäellä hankealueen kaakkoispuolella, Rommakossa hankealueen lounaispuolella, Korpelassa hankealueen luoteispuolella sekä Myllykosken ympäristössä.

Kaivospiirin ympäristön lomarakennukset sijoittuvat pääosin Nuasjärven, Jormasjärven ja Saarijärven rannoille. Urheilun ja matkailun keskittymänä tunnettu Vuokatin vaara sijaitsee noin kuuden kilometrin etäisyydellä hankealueen itäpuolella.

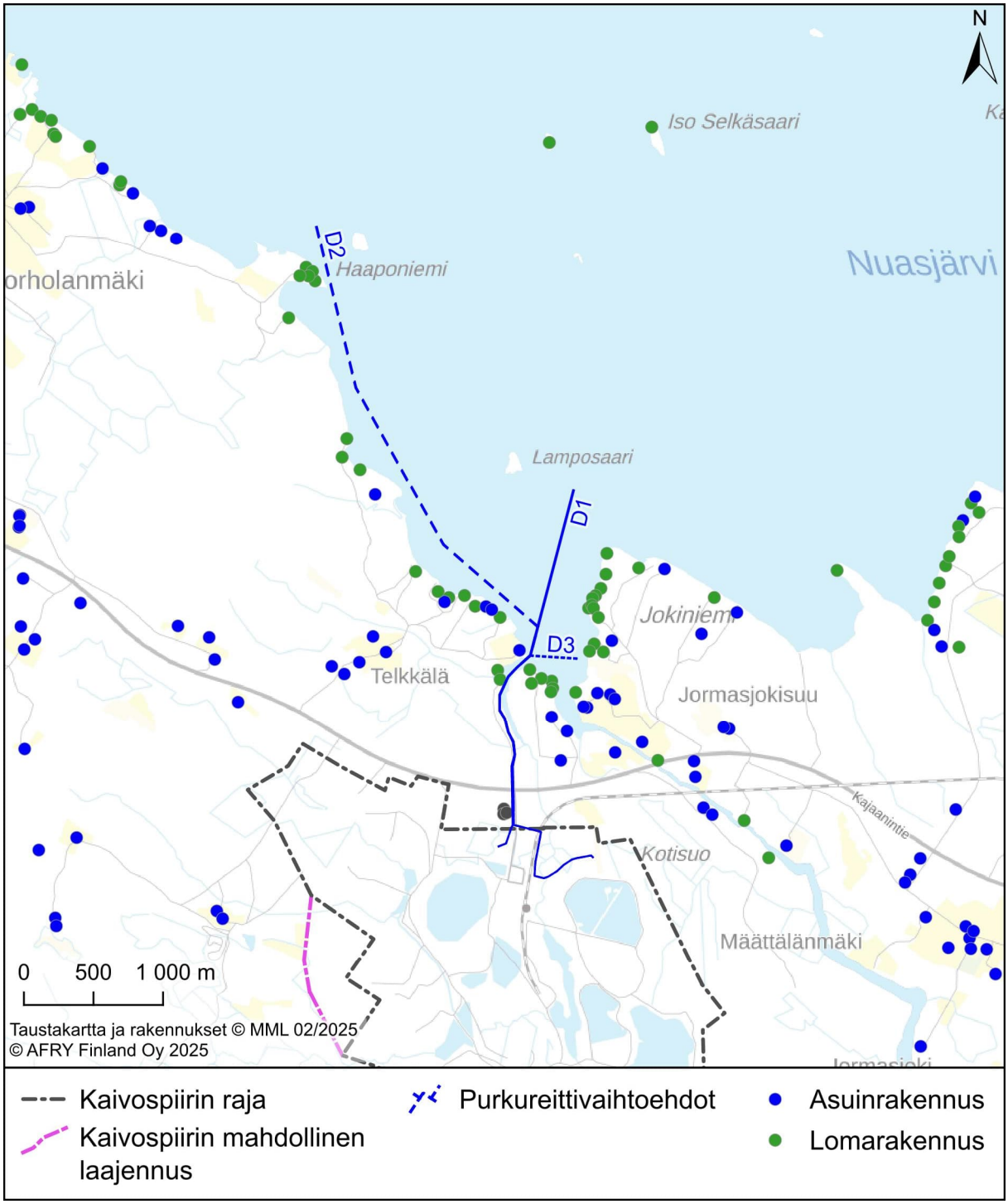
Vaihtoehtoisten purkuputkireittien D1, D2 ja D3 yhteisen osuuden läheisyyteen sijoittuu lomarakennuksia Kierinniemen pohjoisosassa ja Kierinniemen länsipuolella lähimmillään noin 50 metrin etäisyydelle sekä yksi asuinrakennus Pajuniemeen alle 100 metrin etäisyydelle (Kuva 6-5). Alavaihtoehdon D1 itsenäisellä osuudella lähimmät rakennukset ovat Jokiniemen länsirannalla sijaitsevia lomarakennuksia yli 300 metrin etäisyydellä. Alavaihtoehdon D2 itsenäisellä osuudella Telkkälän, Hautaniemen ja Haaponiemen alueella sijaitsevat asuinrakennukset sekä lomarakennukset sijaitsevat lähimmillään noin 100 metrin etäisyydellä. Alavaihtoehdon D3 itsenäisellä osuudella Rytirannan alueella sijaitsevat lähimmät rakennukset ovat lomarakennuksia, jotka sijaitsevat lähimmillään noin 100 metrin etäisyydellä.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 6-4. Asuinrakennusten ja lomarakennusten sijoittuminen hankealueen lähiympäristössä. Kuvassa harmaalla osoitetut rakennukset kaivospiiriin rajalla ovat hanketoimijan omistuksessa.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 6-5. Asuinrakennusten ja lomarakennusten sijoittuminen vaihtoehtoisten purkuputkireittien D1, D2 ja D3 lähiympäristössä. Kuvassa harmaalla osoitetut rakennukset kaivospiiriin rajalla ovat hanketoimijan omistuksessa.

Copyright © AFRY Finland Oy

## 6.3 Vaikutusten arviointi

Keskeisenä maankäytöllisenä vaikutuksena on mahdollinen yleis- tai asemakaavoitustarve toteutusvaihtoehtoon VE2 liittyen. Lain kaivoslain muuttamisesta mukaan (505/2023) kaivostoiminnan tulee perustua sellaiseen maankäyttö- ja rakennuslain mukaiseen asemakaavaan tai oikeusvaikutteiseen yleiskaavaan, jossa kaivosalueen ja kaivoksen apualueen sijainti ja suhde muuhun alueiden käyttöön on selvitetty (47 §). Toteutusvaihtoehdossa VE2 nykyistä kaivospiirin aluetta laajennetaan, jolloin muodostuu mahdollinen asemakaavoitus- tai yleiskaavoitustarve. Koska alueella ei ole voimassa olevaa yleis- tai asemakaavaa, on vaihtoehtoon VE2 liittyen yhteistyössä viranomaisten kanssa selvitettävä, aiheuttaako laajennusalueen kaavoittaminen tarpeen kaavoittaa olemassa oleva kaavoittamaton alue.

### 6.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Maankäytön rakentamisen aikaisista vaikutuksista puhuttaessa tarkoitetaan uuden sivukivialueen ja rikastushiekka-altaan osalta pohjarakenteen rakennustöitä. Toiminnan aikana sivukivialue laajenee ja rakentuu jatkuvasti ja rikastushiekka-allas korottuu.

Rakentamisen aikaisista maanmuokkaustöistä aiheutuu paikallisia melu-, pöly- ja liikennevaikutuksia pääasiassa hankealueen sisällä. Toteutusvaihtoehdossa VE1 rakentamisen aikaiset vaikutukset kohdistuvat Patamankankaalla sijaitsevan nykyisen sivukivialueen välittömään läheisyyteen nykyisen kaivospiirin sisäpuolelle, missä nykyisen sivukivialueen eteläpuolelle rakennetaan sivukivialueen laajennuksen pohjarakenteita. Vaihtoehdossa VE1 toteutetaan uusi rikastushiekka-allas Papinlammen lounaispuolelle, mistä aiheutuvat maankäytön muutokset rajautuvat kaivospiirin alueelle.

Toteutusvaihtoehdossa VE2 rakentamisen aikaiset vaikutukset kohdistuvat Patamankankaan nykyisen sivukivialueen eteläpuolelle, länsipuoleiselle kaivospiirin mahdollisen laajennuksen alueelle. Sivukivialueen pohjarakenteiden rakennustyöt sijoittuvat Hetekorven itäpuolelle, jolloin maastokartassa osoitettu polku poistuu käytöstä. Vaihtoehdossa VE2 toteutetaan uusi rikastushiekka-allas Papinlammen lounaispuolelle Koivukorven pohjoispuolelle, mistä aiheutuvat maankäytön muutokset kohdistuvat eteläpuoleiselle kaivospiirin mahdollisen laajennuksen alueelle. Uuden rikastushiekka-altaan sekä uusien sivukivialueiden rakentaminen edellyttää alueiden puuston poistoa.

Uuden purkuputken rakentamisesta aiheutuu väliaikaisesti maankäyttöä rajoittavaa vaikutusta putkireitin rakentamisalueelle. Hankkeesta aiheutuu suoria maankäyttövaikutuksia putkilinjan ympäristöön, kun puustoa raivataan, huoltotiet rakennetaan, putkilinja kaivetaan, putki asennetaan ja peitetään sekä viimeistellään. Rakentamisesta voi aiheutua välillisiä melu-, tärinä ja pölyhaittoja, mutta haitat rajoittuvat suhteellisen pienelle alueelle ja ovat lyhytaikaisia, sillä putkilinjaa tehdään todennäköisesti alue kerrallaan valmiiksi saattaen. Putkilinja tarvitsee noin 26 metrin levyisen alueen rakentamisvaiheessa, jonka jälkeen osa pinta-alasta palautuu kasvillisuudelle. Putkilinja pidetään puustosta vapaana huoltotoimien ja mahdollisten putkirikkojen varalta. Putkilinjan rakentamisesta voi aiheutua hetkellisiä liikenteellisiä rajoitteita valtatielle 6, Lahnaslammen kaivokselle vievälle tielle sekä Kierinniemen luoteispuolella sijaitsevalle kiinteistölle vievälle tielle. Putkilinjan rakentamistyö kestää kuusi (6) kuukautta, mutta putkilinjaa tehdään todennäköisesti alue kerrallaan valmiiksi, jolloin mahdolliset maankäytön rajoitukset eivät ole pitkäkestoisia. Putkilinjan rakentamisesta aiheutuu mahdollisia väliaikaisia lyhyitä rajoituksia vesiliikenteelle putkityömaan kohdalla.

Copyright © AFRY Finland Oy

### 6.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen

Toteutusvaihtoehdossa VE1 hankkeen maankäytölliset vaikutukset kohdistuvat suoraan nykyisen kaivospiirin alueelle, jolloin alueen maankäyttömuoto ei muutu nykyisestä merkittävästi. Sivukivialueen vaiheittainen täyttäminen kaivospiirin alueen luoteisosassa voi aiheuttaa välillisiä vaikutuksia lähialueen mahdolliseen virkistyskäyttöön toiminnasta aiheutuvan pölyn ja melun vuoksi. Toteutusvaihtoehdossa VE1 uusi rikastushiekka-allas sijoittuu nykyisen kaivospiirin alueelle lähelle nykyistä rikastushiekka-allasta. Uuden rikastushiekka-altaan maankäytölliset toiminnan aikaiset vaikutukset arvioidaan vähäisen kielteisiksi vaihtoehdossa VE1, sillä maankäyttö ei muutu olennaisesti nykytilaan verrattuna.

Toteutusvaihtoehdossa VE2 hankealue laajenee kohti Rommakossa sijaitsevia rakennuksia ja alueen moottoriurheilukeskusta sekä kohti etelää Koivukorven alueelle. Laajennusalueiden osalta alueiden käyttö virkistystoiminnassa estyy. Olemassa olevan kaivostoiminnan lähialueet eivät kuitenkaan lähtökohtaisesti ole virkistyskäytölle suotuisimpia ja käytetyimpiä alueita. Uusien sivukivialueiden täyttäminen Hetekorven itäpuolella voi aiheuttaa melua ja pölyä läheisille peltoalueille. Vaikutukset eivät kasva merkittävästi nykyisestä toiminnasta aiheutuviin tämänhetkisiin vaikutuksiin nähden suunniteltujen sivukivialueiden sijoittuessa olemassa olevien kaivostoimintojen välittömään läheisyyteen. Sivukivialueiden toteuttaminen ei estä alueen ympäristön nykyisten toimintojen toteuttamista kaivospiirin mahdollisen laajennuksen alueen ulkopuolella. Uusi rikastushiekka-allas sijoittuisi lähimmillään noin 1,1 kilomerin etäisyydelle Papinmäellä sijaitsevasta asuinrakennuksesta. Nykyinen rikastushiekka-allas Papinmäenvaaran länsipuolella sijaitsee noin 700 metrin etäisyydellä kyseisestä asuinrakennuksesta.

Maankäytöllisiä vaikutuksia arvioitaessa on huomioitu toteutusvaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukaiset maankäytölliset muutokset nykytilaan verrattuna. Toteutusvaihtoehdolla VE1 ei arvioida olevan merkittäviä maankäytöllisiä vaikutuksia toimintojen sijoittuessa olemassa olevan kaivospiirin ja hanketoimintojen oheen. Vaihtoehdolla VE2 arvioidaan olevan vähäisiä kielteisiä maankäytöllisiä vaikutuksia kaivospiirin mahdollisten laajennusalueiden nykyisen maankäytön (metsätalous, virkistyskäyttö) estyessä hankkeen myötä. Toteutusvaihtoehdon VE1 tai VE2 suorat maankäyttöä rajoittavat vaikutukset eivät yllä kaivospiirin tai kaivospiirin laajennuksen alueen ulkopuolelle. Valittava vaihtoehto rajoittaa jatkossa kaivosalueen sisälle suunniteltavien mahdollisten muiden uusien toimintojen sijoittumista. Molemmat vaihtoehdot tehostavat toimintoja olemassa olevalla kaivosalueella hajauttamatta niitä merkittävissä määrin käytössä olevan alueen ulkopuolelle.

Uusi purkuputkireitti rajoittaa rakennusten rakentamista putkilinjan kohdalle. Maalle rakennettavan purkuputkireitin osalta hanketoimija omistaa maa-alan. Purkuputken rakentamisen jälkeen putkireitillä liikkuminen esimerkiksi metsätalouskoneilla on mahdollista, eikä linja rajoita metsätaloustöitä. Linjareitille rakennettavat ja parannettavat tiet ovat myös maa- ja metsätalouden käytössä ja helpottavat alueelle pääsyä.

#### 6.3.2.1 Vaikutukset valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin

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

Copyright © AFRY Finland Oy

Olemassa oleviin yhteyksiin ja infrastruktuuriin perustuvan kaivoksen toimintojen laajentaminen tukee Sotkamon kunnan ja Kainuun maakunnan aluetaloutta ja elinvoimaa sekä vahvistaa alueelle muodostuneen kaivososaamisen tulevia toimintaedellytyksiä. Hankkeen myötä jo teollisessa toiminnassa olevan kaivosalueen käyttö laajenee ja tehostuu. 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 kaivoksen käytön aikana.

Toteutusvaihtoehdot VE1 ja VE2 mahdollistavat riittävät suojaetäisyydet suunnitellun kaivostoiminnan ja herkkien kohteiden sekä toimintojen välille. Kaivostoiminnassa tehdään myös yksityiskohtaista riskienhallintaa toiminnan turvaamiseksi ja haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi.

Hankealueelle tai sen lähialueelle ei sijoitu valtakunnallisesti merkittäviä rakennettuja kulttuuriympäristökohteita (RKY) tai luonnonperinnön kohteita.

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

#### 6.3.2.2 Maakuntakaavat

Voimassa olevien maakuntakaavojen yhdistelmässä osoitettu kaivos tai kaivostoimintaan tarkoitettu alue (EK) on osoitettu nykyisen kaivospiirin mukaisesti. Toteutusvaihtoehto VE1 vastaa nykyisen kaivospiirin mukaista aluetta ja vastaa maakuntakaavassa osoitettua maankäyttöä. Toteutusvaihtoehto VE1 on voimassa olevien maakuntakaavojen mukainen.

Kaivospiirin laajennuksen alue sijoittuu maakuntakaavassa osoitetun kaivoksen tai kaivostoimintaan tarkoitetun alueen (EK) etelä- ja länsipuolille. Kaivospiiri laajenee toteutusvaihtoehdossa VE2 verrattain vähäisesti länsipuolella kohti moottoriurheilualuetta (e1) sekä luonnonsuojelukohdetta (SL). Länsisuuntaisella laajentumisella arvioidaan olevan vähäinen kielteinen vaikutus moottoriurheilualueen kehittämiselle. Moottoriurheilualueella on voimassa MRL 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus, mutta kaivospiirin laajenemisen alue ei sijoitu moottoriurheilualueelle. Kaivospiirin laajentumisella ei arvioida olevan vaikutuksia hankealueen lounaispuolelle osoitetun luonnonsuojelukohteen maankäytölle, mutta hankkeen suunnittelussa on huomioitava suojelun kohteena olevat arvot ja hankkeen vaikutukset niihin.

Maakuntakaavan yleispiirteisyys huomioiden, vaihtoehdon VE2 etelänsuuntaisella laajentumisella ei arvioida olevan maankäytöllisiä vaikutuksia voimassa olevissa maakuntakaavoissa osoitetuille maankäyttömuodoille. Toteutusvaihtoehdon VE2 osalta etelänpuoleisen kaivospiirin mahdollisen laajennuksen alueen maankäyttö on suunniteltava siten, että sillä ei estetä maakuntakaavassa osoitetun ohjeellisen pääsähköjohdon (110 kV) toteuttamista.

Vaihtoehtoisten purkuputkireittien D1, D2 ja D3 ei arvioida aiheuttavan vaikutuksia, jotka estäisivät maakuntakaavassa osoitettua maankäyttöä. Putkireitin kanssa risteävät

Copyright © AFRY Finland Oy

maakuntakaavassa osoitetut maankäyttömuodot voidaan huomioida ja yhteensovittaa hanketoimintojen kanssa putkireitin tarkemmassa suunnittelussa.

#### 6.3.2.3 Kuntakaavat

Toteutusvaihtoehdolla VE1 ei arvioida olevan maankäytöllisiä vaikutuksia olemassa olevien ja vireillä olevien kuntakaavojen (yleiskaava, asemakaava, ranta-asemakaava) mukaisen maankäytön toteutumiselle hankkeen sijoittuessa kaivospiirin nykyiselle alueelle. Hanke-alueen luoteisosassa sijaitsevan sivukivialueen laajentaminen ja korottaminen aiheuttavat maisemavaikutuksia, joiden osalta vaikutusten arviointi on esitetty YVA-selostuksen luvussa 21.

Sotkamon Nuasjärven rantaosayleiskaavan muutoksen ja laajennuksen alueelle sijoittuu molempiin toteutusvaihtoehtoihin (VE1 ja VE2) liittyvä uusi purkuputki, jonka alueelle on osoitettu maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M), sivuavasti loma-asuntoaluetta (RA-1) sekä vesialuetta (W). Vaihtoehtoiset purkuputkireitit D1, D2 ja D3 eivät ole ristiriidassa rantaosayleiskaavan muutoksessa ja laajennuksessa osoitetun maankäytön kanssa. Reittivaihtoehdon sijoittaminen järven pohjaan voi vähäisesti vaikuttaa loma-asuntoalueen (RA-1) rannan käyttöön esimerkiksi laiturin sijoittamisen tai ankkuroinnin osalta, mutta ei estä loma-asumista kaavassa osoitetulla alueella. Purkuputken toteuttaminen ei vaadi asemakaavoittamista, mutta putkireitti on huomioitava ja asemakaavoituksen osalta jatkossa osoitettava tulevissa kaavoissa, mikäli reitin alueelle laaditaan kaavoitusta.

Lain kaivoslain muuttamisesta mukaan (505/2023) kaivostoiminnan tulee perustua sellaiseen maankäyttö- ja rakennuslain mukaiseen asemakaavaan tai oikeusvaikutteiseen yleiskaavaan, jossa kaivosalueen ja kaivoksen apualueen sijainti ja suhde muuhun alueiden käyttöön on selvitetty” (47 §). Toteutusvaihtoehdossa VE2 muodostuu mahdollinen viranomaisten kanssa ratkaistava asemakaavoitus- tai yleiskaavoitustarve, sillä alueella ei ole voimassa olevaa vaihtoehdon VE2 mukaista yleis- tai asemakaavaa ja toteutusvaihtoehtoon liittyen osoitetaan uudet apualueeksi tulkittavat kaivospiirin laajennuksen alueet. Asema- tai yleiskaavoittamisen myötä hankkeella saattaa olla epäsuoria tai suoria vaikutuksia myös alueen ympäröivään maankäyttöön esimerkiksi kaavoituksessa mahdollisesti määritettävien suojavyöhykkeiden kautta.

### 6.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päätyttyä hankealueen maankäyttömuoto muuttuu kaivostoiminnasta muuhun käyttöön. Kaivoksen sulkemisen jälkeen osia kaivosalueesta voidaan palauttaa virkistyskäyttöön, esimerkiksi metsästysalueiksi. Kaivos- ja tehdasalue palautuvat hitaasti takaisin metsätalousalueiksi, ellei tehdasalue siirry muuhun teolliseen käyttöön. Kaivostoiminnan jälkeen tarpeettomat rakennukset ja rakenteet voidaan poistaa, ja alueella voidaan suorittaa pilaantuneiden maiden kunnostuksia. Sotkamon kaivosalueen sulkemissuunnitelman mukaan muun muassa sivukivialueille ja rikastushiekka-allasalueille rakennetaan peittorakenne ja osa kaivostoiminnan aikaisista rakenteista voidaan purkaa tai muotoilla uudelleen. Pintamaita käytetään toiminnan loppuessa sivukivialueen ja rikastushiekka-altaan peittorakenteisiin. (AFRY Finland Oy 2024)

Toteutusvaihtoehdossa VE1 peittorakennealueiden laajuus on pienempi kuin toteutusvaihtoehdossa VE2. Toiminnan päätyttyä alueen maankäytön suunnittelussa tulee huomioida kaivostoiminnan aiheuttamat maankäytölliset rajoitteet, jotka voidaan arvioida esimerkiksi alueen tulevassa kaavoituksessa.

Copyright © AFRY Finland Oy

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.

### 6.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Hankkeen toteuttamatta jättäminen ei aiheuta muutoksia alueen nykyiseen yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön. Hankkeen toteuttamatta jättäminen ei muuta kaivosalueen nykyistä maankäytön tilannetta ja nykyisten kaivostoimintojen mukainen käyttö alueella jatkuu edelleen. Olemassa olevan kaivospiirin rakenteet rajaavat jatkossakin alueen maankäyttöä ja estävät tai rajoittavat muuta maankäyttöä hankealueella toiminnan päättymiseen ja rakenteiden purkamiseen saakka. Mikäli kaivospiirin alue on myöhemmin tarkoitus ottaa kaivostoiminnasta olennaisesti poikkeavien maankäyttömuotojen käyttöön, voi tämä edellyttää maakuntakaavan päivittämistä sekä yleis- ja/tai asemakaavoitusta.

## 6.4 Yhteisvaikutukset

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

## 6.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Maankäyttövaikutukset arvioidaan toteutusvaihtoehdon VE1 osalta vähäisen kielteiseksi vaihtoehtoon liittyvän purkuputkilinjan D vuoksi. Toteutusvaihtoehdossa VE1 sivukivialueen laajennus ja uusi rikastushiekka-allas sijoittuvat olemassa olevan kaivospiirin alueelle vastaavien nykyisten toimintojen välittömään läheisyyteen. Tällöin myös kohteen herkkyys muutokselle on arvioitu vähäiseksi (Taulukko 6-2).

Maankäyttövaikutukset arvioidaan toteutusvaihtoehdon VE2 osalta kokonaisuudessaan vähäisen kielteisiksi, mutta herkkyydeltään kohtalaisen kielteiseksi, sillä kaivospiirin laajennuksen alue saattaa rajata lounaisosassa nykyistä peltopinta-alaa sekä muuttaa eteläosan nykyistä maankäyttöä paikallisesti merkittävästi. Toteutusvaihtoehtoon VE2 liittyvällä purkuputkilinjalla D on vaihtoehtoa VE1 vastaavasti vähäisiä negatiivisia vaikutuksia linjan kohdan maankäyttöön.

Toteutusvaihtoehdossa VE2 muodostuu mahdollinen viranomaisten kanssa ratkaistava asemakaavoitus- tai yleiskaavoitustarve kaivospiirin laajennuksen alueilla.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 6-2. Yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön 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 | VE0 | | | | |
| | Kohtalainen | | | | VE2 | | | | | |
| | Suuri | | | | | | | | | |
| | 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

- Hankkeen toteutusvaihtoehdossa VE0 toiminta jatkuu nykyisellään noin vuoteen 2035 asti. Suhteutettuna koko vuodelle, tehdasalueelle suuntautuva päivittäinen raskas liikenne on noin 43 ajoneuvoa, joka sisältää sekä tuotteen kuljetukset alueelta että tehdasalueelle tulevat kuljetukset. Työntekijöistä aiheutuva henkilöliikennemäärä on noin 208 ajoneuvoa vuorokaudessa. Liikennemäärät sisältävät edestakaiset matkat. Lisäksi tehdasalueelta tehdään tuotekuljetuksia junalla kolme kertaa viikossa.
- Tuotantoa on nykyisellään ympäri vuoden keskeytymättä vuorokauden ympäri, lukuun ottamatta huoltoseisokkeja.
- Hankkeen toteutusvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 tuotantokapasiteetin on oletettu kasvavan, jolloin myös liikennemäärät kasvavat. Toiminta jatkuu noin 20 vuoden ajan vuosina 2030–2049. Työntekijöistä aiheutuvan henkilöliikennemäärän on arvioitu pysyvän nykyisellä tasolla, noin 208 ajoneuvoa vuorokaudessa. Raskasta liikennettä on molemmissa toteutusvaihtoehdossa (VE1 tai VE2) noin 108 ajoneuvoa vuorokaudessa sisältäen edestakaiset matkat. Lisäksi tehdasalueelta tehdään tuotekuljetuksia junalla seitsemän kertaa viikossa.
    - Hankkeen toteutusvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kaivoksen raskaan liikenteen määrän arvioidaan kokonaisuudessaan kasvavan noin 2,5-kertaiseksi (150 %) nykytilanteeseen (VE0) verrattuna sisältäen sekä 6-tien että Uutelaan suuntautuvan liikenteen. Henkilöliikenteen määrän arvioidaan pysyvän ennallaan. Kaivosalueen junakuljetusten määrän arvioidaan kasvavan noin 2,3-kertaiseksi (133 %).
    - Malmikuljetusten määrä Uutelasta yksittäisen vuorokauden aikana ei lisäänny, mutta kuljetuspäivien lukumäärä vuoden aikana kasvaa.
- Hankkeen kuljetusreitit sekä henkilöautoliikenne kulkevat kaivosalueelle pohjoisesta päin valtatietä 6 pitkin pääportille sekä urakoitsijan käyttämälle tielle. Lisäksi hankealueelle suuntautuu raskasta liikennettä etelästä, Uutelan kaivokselta seututietä 870 pitkin. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 valtatie 6:n liikennemäärä kaivoksen kohdalla kasvaa noin 1,1 % kokonaisliikenteen ja 18,6 % raskaan liikenteen osalta nykytilaan verrattuna. Seututien 870 liikennemäärät kaivoksen kohdalla kasvavat vastaavasti noin 3,7 % kokonaisliikenteen ja 51,3 % raskaan liikenteen osalta.
- Muutosten suuruus arvioidaan vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kohtalaisen kielteiseksi. Hankkeen herkkyys muutoksille liikennevaikutusten osalta arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi. Kokonaisuutena vaikutus on siten vähäinen.
- Kaivosalueen rakentamisessa tarvitaan tavallisia kaivin- ja maansiirtokoneita, eikä alueen ulkopuolinen liikenne lisäänny rakentamisvaiheessa merkittävästi. Rakentamisen yhteydessä alueelle tuodaan kuitenkin jonkin verran materiaaleja kaivosalueen ulkopuolelta. Rakentamisvaihe on lyhytaikainen suhteessa toiminta-aikaan.
- Purkuputken rakentamisen aikainen liikenne (noin 6 kk) on vähäistä, sillä työ keskittyy pääosin paikalliseen asennukseen putkilinjalle. Toimintavaiheessa purkuputkilinja ei aiheuta liikennettä.

Copyright © AFRY Finland Oy

## 7.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Vaikutuksia liikenteeseen on arvioitu tarkastelemalla hankkeen rakentamiseen, toimintaan ja toiminnan lopettamiseen liittyvien maantiekuljetusten määriä ja käytettyjä reittejä sekä vertaamalla kuljetusmääriä teiden nykyisiin liikennemääriin.

Liikenneturvallisuutta on tarkasteltu huomioimalla liikennemäärien kasvu, tiestön ominaisuudet, tapahtuneet tieliikenneonnettomuudet sekä herkät ja häiriintyvät kohteet. Arviointiselostuksessa kuvataan kuljetusreitit, niiden kunto, liikennemäärät ja onnettomuustilastot sekä reittien varrella sijaitsevat herkät kohteet. Hankkeen henkilö- ja raskaan liikenteen määrät perustuvat hankevastaavan tekemiin arvioihin hankevaihtoehdoissa VE0, VE1 ja VE2.

Lisääntyvän liikenteen vaikutukset liikenneturvallisuuteen arvioidaan huomioimalla herkät kohteet mm. risteysalueiden ja tapahtuneiden liikenneonnettomuuksien perusteella. Lisäksi on otettu huomioon mahdolliset viihtyvyyshaitat lähiasutukselle.

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

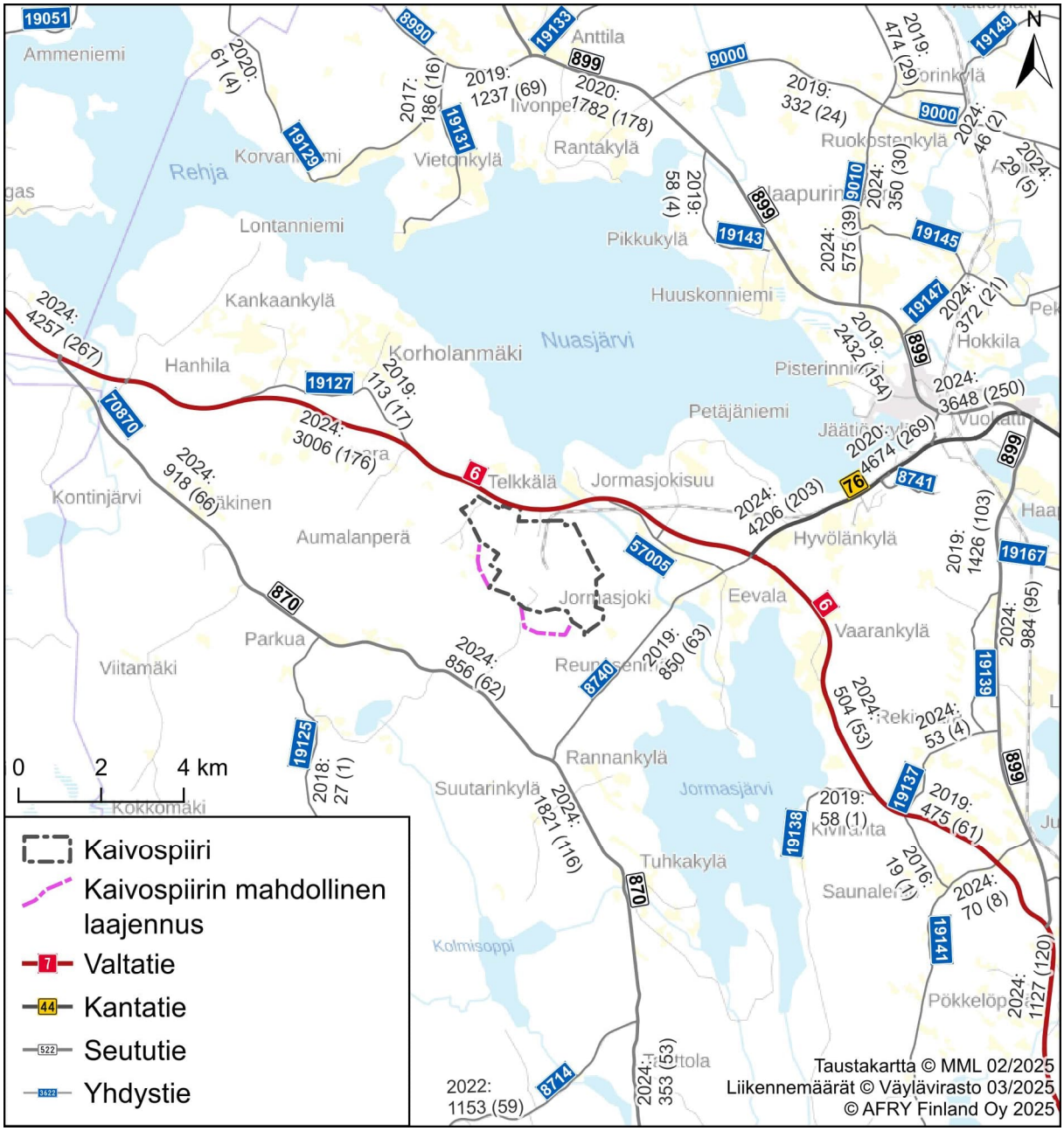
## 7.2 Nykytila

Alueen liikenne jakautuu maantieliikenteeseen, kaivosalueen sisäiseen liikenteeseen ja junaliikenteeseen. Maantieliikenne koostuu tehdasalueen työntekijöiden työpaikkaliikenteestä sekä raskaasta liikenteestä. Uutelasta tuotava malmi, toiminnassa tarvittavat kemikaalit ja muut tuotteet tuodaan tehtaalle pääasiassa rekka- ja säiliöautoilla. Myös osa lopputuotteiden kuljetuksesta hoidetaan rekoilla. Alueen sisäinen liikenne koostuu pääasiassa erilaisista työkoneista, joista merkittävimpiä ovat kiviautot, sekä maastoautoilla tapahtuvasta henkilöliikenteestä. Junaliikenne koostuu pääasiassa erilaisten talkki- ja nikkelituotteiden kuljetuksista.

Liikennöinti kaivosalueelle tapahtuu pohjoisesta valtatieltä 6 tai etelästä seututieltä 870. Keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä (KVL) valtatiellä 6 hankealueen kohdalla on 3006 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta 176 (6 %) on raskasta liikennettä (KVLras). Keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä (KVL) seututiellä 870 hankealueen kohdalla on 856 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskasta liikennettä (KVLras) oli 62 ajoneuvoa (7 %). Liikennemäärät hankealueen ympäristössä on esitetty kuvassa (Kuva 7-1) (Väylävirasto 2025a). Laskentavuosi on ilmoitettu liikennemäärien yhteydessä. Lähialueen yksityisteiden liikennemääristä ei ole saatavilla tietoa.

Valtatie 6 on pääväyläasetuksen mukainen maantien pääväylä, jolla suositaan pitkämatkaista liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta, mitä liittymät heikentävät. Paikallisesti liikennettä synnyttävät pääosin työ- ja asiointimatkat sekä maa- ja metsätalouden kuljetukset. Tien päällyste on kovaa asfalttibetonia. Valtatien 6 talvihoitoluokka hankealueen lähistöllä on Is, eli tie on pääosin paljas ja liukkaus torjutaan pääsääntöisesti ennakoivilla toimenpiteillä. Valtatien 6 nopeusrajoituksena on pääosin 100 km/h, mutta talvirajoitusten aikana suurin sallittu nopeus on 80 km/h. Seututiellä 870 nopeusrajoitus on 80 km/h. (Väylävirasto 2025a).

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 7-1. Laskentavuoden keskimääräiset vuorokausiliikennemäärät hankealueen läheisyydessä. Raskaan liikenteen määrä on esitetty sulkeissa. (Väylävirasto 2025a)

Kuvassa (Kuva 7-2) on esitettynä kaivosalueelle johtavien teiden tietoja, kuten nopeusrajoitukset, tiestön kuntoluokitukset asfalttipäällysteisiltä osuuksilta sekä vauriomerkinnät. Lisäksi kuvassa on esitetty lähialueella vuosina 2019–2024 tapahtuneet liikenneonnettomuudet (Väylävirasto 2025a).

Uutelan kaivosalueelle johtava seututie 870 kulkee Pohjois-Savosta Kainuun alueelle, liittyen Kajaanin läheisyydessä valtatiehen 6. Tieosuus on asfalttipäällysteinen. Tieosuuden kuntoa on tarkasteltu tarkemmin valtatieltä 6 Uutelan kaivosalueelle asti. Seututien 870 kunto valtatie 6:lta Pirttimäentien risteyskohtaan, josta tie johtaa Uutelan kaivokselle, on pääosin hyvä tai erittäin hyvä. Tämä tieosuus on noin 29 kilometriä pitkä. Yhteensä alle kahden kilometrin pituudelta on kohtia, jossa päällysteiden kunto on tyydyttävä (n. 1,5 km), huono (n. 0,2 km) tai erittäin huono (n. 0,1 km). Yhdystien 8730 kunto seututieltä

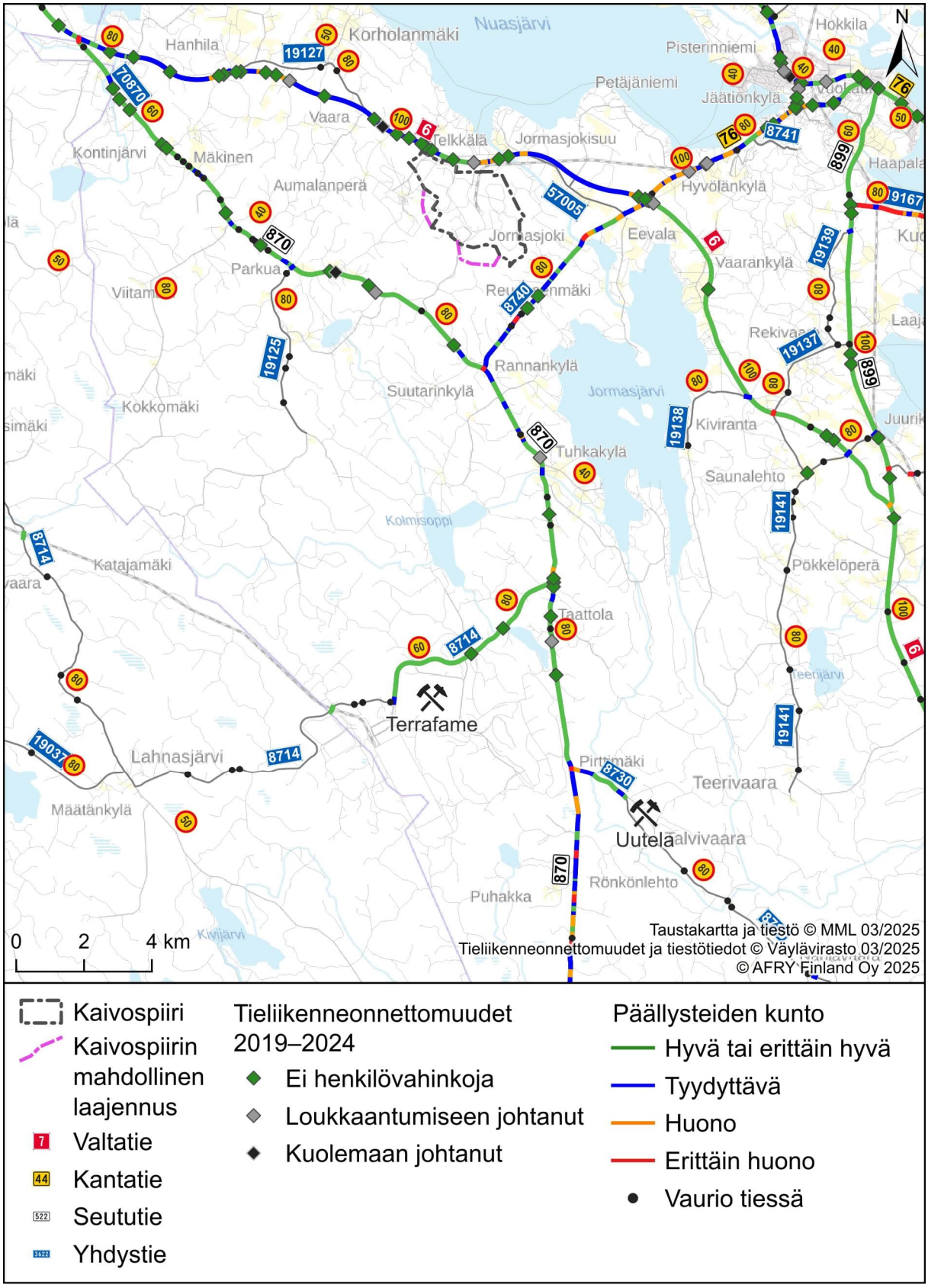
870 Uutelan kaivokselle on pääosin hyvä tai erittäin hyvä. Tieosuus on noin 3,5 kilometriä pitkä, ja sen noin kahden kilometrin matkalle on saatavilla tiestön kuntotiedot. Näistä kohdista alle kilometrin matkalla päällysteen kunto on tyydyttävä (noin 0,6 km) tai huono (noin 0,2 km). Tieosuuden kunto on pääosin hyvä tai erittäin hyvä noin 1,1 kilometrin matkalta. Hankealueen pohjoispuolella kulkevan valtatien 6 kunto on alueen välittömässä läheisyydessä hyvä tai erittäin hyvä noin kilometrin matkalta. Kuitenkin laajemmalta hankealueen läheisyydestä tarkasteltuna valtatien 6 kunto on pääosin tyydyttävä. (Väylävirasto 2025a)

Päällystetty tie luokitellaan hyväkuntoiseksi, kun sen päällyste on uraton, ja korkeintaan vanhuuttaan väriltään haalistunut. Sillä ei ole suuria painumia, eikä heittoja ja halkeamat ovat kapeita tai hyvin paikattuja. Tietä voidaan pitää huonokuntoisena, jos sillä liikkuessa pitää urien tai vaurioiden vuoksi vaihtaa ajolinjoja, tai jos tie on niin epätasainen, että se haittaa matkustusmukavuutta. Päällystetyt tiet jaetaan viiteen kuntoluokkaan. Kuntoluokan määritys pohjautuu mittaus- ja inventointitietoihin, tien liikennemäärään ja nopeusrajoitukseen. Teillä, joilla liikennemäärät ovat suuret, kuntoluokka määräytyy pitkälti urasyvyyden mukaan. Vähäliikenteisillä teillä taas inventoidut vauriot ovat tärkeässä roolissa. Teiden kuntoluokkien kuvaus on esitetty taulukossa (Taulukko 7-1) (Väylävirasto 2025b).

Taulukko 7-1. Teiden kuntoluokitus (Väylävirasto 2025b).

| 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. |

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 7-2. Hankealueen lähiseudun tiestön tiedot, kuntoluokitus ja liikenneonnettomuudet. (Väylävirasto 2025a)

#### Tieliikenneonnettomuudet

Hankealueen lähiseudun teiden liikenneonnettomuuksia on tarkasteltu pohjoispuolelta länteen valtatietä 6 Kajaanin lähistölle asti noin 15 kilometrin matkalta. Itään päin tarkasteltiin valtatieltä 6 ja kantatietä 76 Vuokatin lähistölle asti noin 10 kilometrin matkalta. Hankealueen eteläpuolelle tarkasteltiin tieliikenneonnettomuuksia Uutelan kaivokselle asti, hankealueen etelärajasta noin 18 kilometrin matkalta. Tarkastelluilla tiestöosuuksilla tapahtui vuosina 2019–2024 yhteensä 64 tieliikenneonnettomuutta, joista 15 johti henkilövahinkoihin. Lähes puolet liikenneonnettomuuksista (25 kappaletta, noin 40 %) olivat hirvi- tai muita eläinonnettomuuksia. Valtatie 6 ja seututie 870 valtatie 6:lta Terrafamen ja Uutelan kaivosalueille korostuvat onnettomuustilastoissa lähialueen suurimpien liikennemäärien myötä. Näillä tieosuuksilla on tapahtunut valtaosa onnettomuuksista, yhteensä 51 kappaletta (Väylävirasto 2025a). Kuolemaan johtaneita onnettomuuksia on tapahtunut yhteensä kaksi (valtatiellä 6 tammikuussa 2021 sekä seututiellä 870 huhtikuussa 2023). Kummatkin tapaukset olivat kohtaamisonnettomuuksia päivänvalossa räntä- tai lumisateessa.

Tapahtuneet onnettomuudet hankealueen läheisyydessä on esitetty kuvassa Kuva 7-2. Väyläviraston tieliikenneonnettomuusaineistossa ovat mukana kaikki onnettomuudet, jotka poliisi on kirjannut järjestelmäänsä. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osalta peittävyys on 100-prosenttinen, mutta suuri osa henkilö- ja omaisuusvahinkoihin johtavista onnettomuuksista jää tilastojen ulkopuolelle edustavuuden ollessa sitä huonompi, mitä lievemmät ovat seuraukset.

## 7.3 Vaikutusten arviointi

### 7.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 toiminta laajenee mm. sivukivi- ja rikastushiekka-alueiden osilta. Kaivosalueen rakentamisessa tarvitaan tavallisia kaivamis- ja maansiirtokoneita, eikä alueen ulkopuolinen liikenne lisäänny merkittävästi. Rakentamisen yhteydessä alueelle tuodaan kuitenkin jonkin verran materiaaleja kaivosalueen ulkopuolelta, kuten bentoniittimattoa, HDPE-kalvorakenteita, suoja-geotekstiilejä, putkia ja tarvittavaa maa-ainesta kuten mursketta. Rakentamisvaihe on lyhytaikainen suhteessa toiminta-aikaan.

Purkuputken rakentamisen aikainen liikenne (noin 6 kk) on vähäistä, sillä työ keskittyy pääosin paikalliseen asennukseen putkilinjalle. Liikenne voi kuitenkin sisältää jonkin verran sorakuljetuksia asennusalustan valmistelua varten sekä putkiston ja vesistöasennuksen putkipainojen kuljetuksia työmaalle. Purkuputken rakentamisen arvioidaan aiheuttavan paikallista ja lyhytaikaista liikenteen lisääntymistä.

### 7.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

#### Liikennemäärät

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 liikenteen määrä kasvaa nykytilaan (VE0) verrattuna. Liikennemäärät kasvavat raskaan liikenteen sekä junakuljetusten osalta, mutta henkilöautoliikenteen määrä pysyy nykyisellä tasolla. Hankkeen kuljetusreitit sekä henkilöautoliikenne kulkevat kaivosalueelle pohjoisesta valtatietä 6 pitkin pääportille sekä urakoitsijan tielle. Lisäksi hankealueelle suuntautuu raskasta liikennettä etelästä seututietä 870 pitkin. Hankkeen liikennereitit on esitetty kuvassa 7-3.

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankevastaavan arvion mukaan vuonna 2024 kaivoksen keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä oli koko vuodelle suhteutettuna henkilöliikenteen osalta noin 208 ajoneuvoa ja raskaan liikenteen osalta noin 43 ajoneuvoa (sisältäen edestakaiset matkat). Kaivostoiminta jatkuu vuoden ympäri keskeytyksettä vuorokauden ympäri. Kokonaisliikennemäärä (KVL) keskimäärin vuorokaudessa oli siten 251,3 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus oli 17,2 %. Lisäksi tehdasalueelta tehdään tuotekuljetuksia junalla kolme kertaa viikossa.

Toteutusvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kaivoksen raskaan liikenteen määrän arvioidaan kasvavan keskimäärin noin 108 ajoneuvoon vuorokaudessa, jolloin kokonaisliikennemäärä (KVL) nousisi 316 ajoneuvoon vuorokaudessa. Malmikuljetusten määrä Uutelasta yksittäisen vuorokauden aikana ei lisäänny nykytilaan verrattuna, mutta kuljetuspäivien lukumäärä vuoden aikana kasvaa. Hankkeen toteutuessa kaivostoiminnan aiheuttama lisäys keskimääräiseen vuorokausiliikenteeseen (KVL) olisi noin 67 ajoneuvoa, joista kaikki olisivat raskaita ajoneuvoja. Kaivostoiminnan muutoksen myötä (tuotantomäärän kasvu) kaivoksen raskaan liikenteen määrä kasvaisi noin 2,5-kertaiseksi (150 %) nykyisestä 43 ajoneuvosta noin 108 ajoneuvoon vuorokaudessa, kun taas henkilöliikenteen määrä pysyisi ennallaan, noin 208 ajoneuvossa. Raskaan liikenteen osuus kaivoksen kokonaisliikennemäärästä olisi noin 34 %.

Toteutusvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 junakuljetusten määrä kasvaisi kolmesta seitsemään kuljetukseen viikossa, eli noin 2,3-kertaiseksi (133 %). Vaikka lisäys on suhteellisesti merkittävä, raideliikenteen kokonaismäärä pysyy edelleen vähäisenä. Junaliikenteen ei arvioida aiheuttavan merkittäviä vaikutuksia liikenteen sujuvuuteen alueella.

Taulukossa (Taulukko 7-2) on esitetty arviot toteutusvaihtoehtojen VE1 ja VE2 aikaisen raskaan liikenteen lisääntymisen vaikutuksista eri tieosuuksilla. Tarkastelu on tehty vertailemalla hankkeen aiheuttamia liikennemääriä laskentavuoden keskimääräisiin vuorokausiliikennemääriin hankealueen lähiympäristön teillä. Vaikutuksia on arvioitu eteläsuunnassa Uutelan kaivokselle asti, josta muodostuu vajaa puolet hankkeen raskaasta liikenteestä (44,7 %). Uutelan kaivokselta kuljetetaan malmia tehtaalle rikastukseen.

Taulukon (Taulukko 7-2) perusteella valtatie 6:lle kohdistuva kokonaisliikennemäärän muutos ei ole merkittävä. Kaivosalueen eteläpuolella vaikutukset seututie 870:n liikennemääriin ovat suurempia tiestön vähäisempien liikennemäärien vuoksi. Uutelan kaivoksen läheisyydessä tieosuuksien liikennemäärät ovat suhteellisen pienet, erityisesti raskaan liikenteen osalta, joten kasvava raskas liikenne näkyy siellä merkittävästi sekä kokonaismäärissä että prosentuaalisesti. Toisaalta nykyinenkin kaivostoiminta (VE0) kuormittaa jo kyseistä tieverkostoa raskaan liikenteen osalta (nykytilassa kaivosliikenteen osuus on noin 31 % välillä 8714-risteys – Uutelan kaivokselle johtavan tien 8730 risteys, vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kaivosliikenteen osuus noin 60 %).

Tieosuuksien välittömässä läheisyydessä ei ole tiheää asutusta, mutta paikoittain on kuitenkin vähäistä haja-asutusta. Asuin- ja vapaa-ajan rakennukset hankealueen tiestön läheisyydessä (150 m etäisyydellä tiestä) on esitetty kuvassa (Kuva 7-4). Lisääntyvä liikennemäärä vaikuttaa tien kuntoon sekä liikenneonnettomuuksien riskiin.

Copyright © AFRY Finland Oy

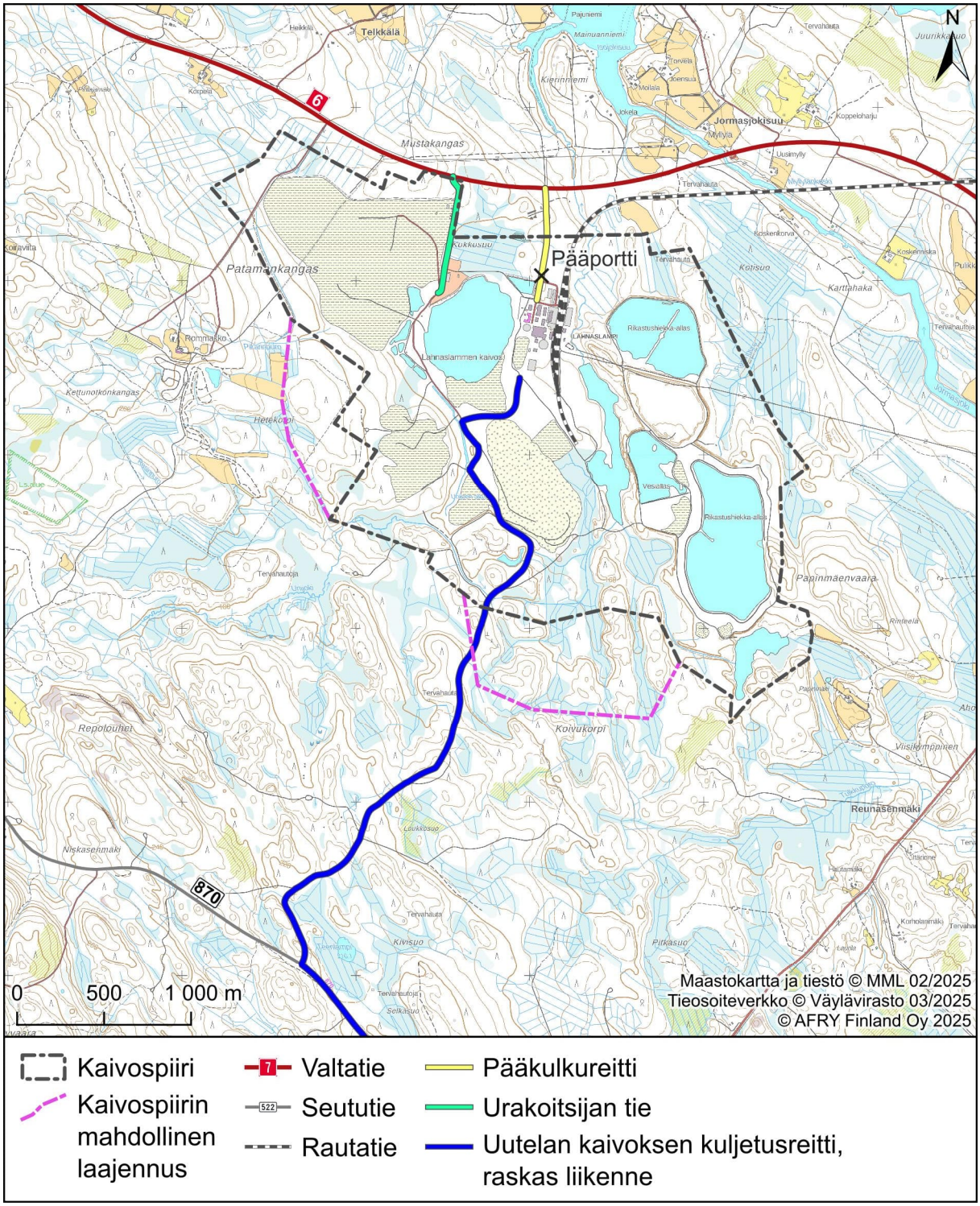
Taulukko 7-2. Liikennemäärien muutokset vertailtaessa nykytilaa (VE0) hankevaihtoehtoihin VE1 ja VE2. Taulukon yläosassa esitetään kaivoksen toiminnasta aiheutuvat liikennemäärät, ja taulukon alaosassa esitetään kaivoksen sekä muun liikenteen yhteisvaikutus (Väylävirasto 2025a).

| Tie | VE0 | VE1–VE2 | |
|---|---|---|---|
| | Kaivoksen nykyinen liikenne, KVL (KVLras) | Kaivoksen liikennemäärä vaihtoehdoissa VE1–VE2, KVL (KVLras) | Muutos-% KVL (KVLras) kaivoksen liikennemäärissä VE0:n ja VE1–VE2:n välillä. |
| VT6 ja Pääportti | 190 (26)<br>(KVLras 13,7 %) | 222 (58)<br>(KVLras 26,1 %) | 16,8 % (123,1) % |
| Urakoitsijan tie | 44,9 (0,9)<br>(KVLras 2 %) | 45,7 (1,7)<br>(KVLras 3,8 %) | 1,8 % (88,9) % |
| Seututie 870, etelästä/etelään | 16,4 (16,4)<br>(KVLras 100 %) | 48,2 (48,2)<br>(KVLras 100 %) | 193,9 % (193,9) % |
| | | | |
| Tie | Nykytila: VE0 ja alueen muu liikenne, KVL (KVLras) | VE1–VE2 lisäävä vaikutus / Uudet liikennemäärät, KVL (KVLras) | Muutos-% KVL (KVLras) alueen tiestöön suhteessa teiden keskimääräisiin vuorokausiliikennemääriin. |
| VT6 kaivoksen kohdalla | 3006 (176) | Lisäys: 32,8 (32,8)*)<br><br>Uudet liikennemäärät: 3038,8(208,8) | 1,1 % (18,6 %) |
| Seututie 870, etelästä/etelään kaivoksen kohdalla | 865 (62) | 31,8 (31,8)<br>897,8 (94,8) | 3,7 % (51,3 %) |
| Seututie 870, etelästä/etelään (8740-risteys – Terrafamelle johtava tien 8714 risteys) | 1821 (116) | 31,8 (31,8)<br>1853,8 (148,8) | 1,8 % (27,4 %) |
| Seututie 870, etelästä/etelään (8714-risteys – Uutelan kaivokselle johtavan yhdystien 8730 risteys) | 335 (53) | 31,8 (31,8)<br>367,8 (85,8) | 9,5 % (60 %) |

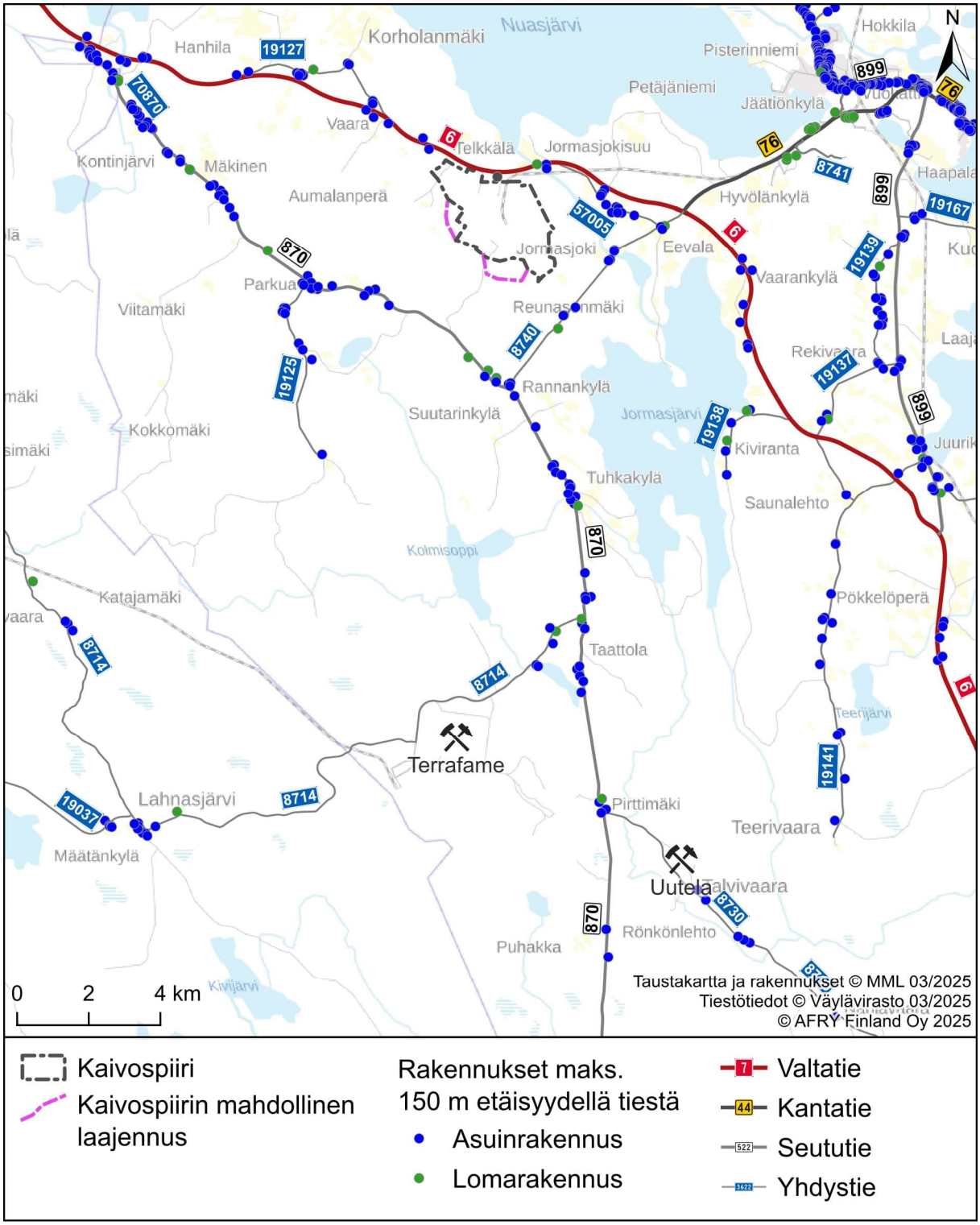
*) Sisältää VE1–VE2 hankevaihtoehtojen kaikki VT6:seen kohdistuvat liikennemäärät, VT6 ja pääportti sekä urakoitsijan tien.

KVL = Keskimääräinen vuorokausiliikenne, (KVLras) = Raskaan liikenteen KVL; Keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä, joka koskee pelkästään raskasta liikennettä, kuten kuorma-autoja ja rekkoja.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 7-3. Kaivoksen liikennereitit.




Kuva 7-4. Asuin- ja lomarakennukset hankealueen sekä Uutelan kaivoksen tiestön läheisyydessä. (Väylävirasto 2025a)

## Liikenneturvallisuus

Sotkamon kaivostoiminta aiheuttaa jo nykyisellään kohtuullisen paljon liikennettä. Hankevaihtoehdot VE1 ja VE2 lisäävät raskasta liikennettä, mikä heikentää liikenneturvallisuutta kuljetusreiteillä, erityisesti hankealueen lähiseudulla. Raskas liikenne vaikuttaa myös koettuun turvallisuuteen.

Copyright © AFRY Finland Oy

Liikennemäärien kasvun vaikutusta onnettomuusmääriin voidaan arvioida onnettomuuksien sattumisen todennäköisyyksien avulla. Yleisesti puhutaan onnettomuusriskistä, joka voidaan määritellä tieosuuden onnettomuuksien suhteena tieosuudella liikkuvien altistumisen riskille, tyypillisesti liikennesuoritteeseen. Jos liikennemäärän kasvaessa ei tehdä liikenneturvallisuutta kehittäviä toimenpiteitä, myös onnettomuuksien määrän voidaan arvioida kasvavan samassa suhteessa.

Hankealueen läheisyydessä sijaitsee paikoitellen haja-asutusta, joten liikenneturvallisuuteen on kiinnitettävä kauttaaltaan huomioita. Lähiseudun tiestöllä ei ole erillisiä kevyenliikenteenväyliä, joten varsinkin raskaan liikenteen kuljetuksissa tulee noudattaa erityistä varovaisuutta.

Melu, tärinä ja pölyäminen

Nykytilanteessa alueella on jo kohtalaisesti liikennettä, ja valtatie 6 on ennestään vilkas. Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 raskas liikenne lisääntyy lähialueen teillä. Suurin muutos kohdistuu seututien 870 liikenteeseen. Liikenteen lisääntyminen aiheuttaa haittoja lähiasutukselle, kuten melua, tärinää ja pölyämistä. Uutelaan vievät yleiset tiet ovat kaikki asfalttipintaisia, mikä vähentää pölyhaittaa verrattuna sorapintaisiin teihin. Melu- ja tärinävaikutuksia on tarkasteltu tarkemmin luvussa 8 ja pölyvaikutuksia luvussa 19.

### 7.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Sulkemistoimenpiteiden päätyttyä kaivosliikenne, raskaiden ajoneuvojen kuljetukset sekä työntekijöiden työmatkaliikenne päättyvät. Sulkemisen jälkeen alueelle suuntautuu vain harvakseltaan henkilöautoliikennettä kaivoksen jälkitarkkailun takia. Tiet hankealueella palvelevat tienkäyttäjiä kaivoksen sulkemisen jälkeenkin esimerkiksi virkistys- ja metsätalouskäyttöä varten.

### 7.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Liikennemäärät pysyvät nykyisen kaivostoiminnan mukaisina.

## 7.4 Yhteisvaikutukset

Elementisin Uutelan kaivos, josta kuljetetaan malmia Elementisin Sotkamon kaivoksen tehtaalle rikastukseen, sijaitsee yli 10 kilometrin etäisyydellä Sotkamon kaivoksesta etelään. Uutelan kaivoksen läheisyydessä sijaitsee myös Terrafamen kaivos, jonka toiminta kuormittaa seututietä 870, sillä pääosa Terrafamen kaivoksen kuljetusliikenteestä kulkee sen kautta. Lähialueen mahdollisesti toteutuvat tuulivoimahankkeet voivat lisätä yhteisvaikutuksia. Tuulivoimaloiden rakennusaikaiset vaikutukset voivat olla merkittäviä alueen tiestölle. Varsinkin tuulivoimakomponenttien erikoiskuljetukset voivat vaikuttaa merkittävästi liikenteen sujuvuuteen.

## 7.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Kaivostoiminnalla on vaikutusta alueen liikennemääriin jo nykytilanteessa (VE0). Molemmat hankevaihtoehdot (VE1 ja VE2) nostavat raskaan liikenteen määriä yhtä paljon nykyiseen tasoon verrattuna. Ylemmän tieverkon (kuten valtatie 6) herkkyys hankkeen vaikutuksille arvioidaan vähäiseksi, sillä tiestö ovat suunniteltu suurten liikennemäärien ja kuljetusten tarpeisiin. Yleisesti liikennemäärät ovat tarkasteltavilla tieosuuksilla kohtalaisia, eikä toiminnan laajentamisella katsota olevan kovin merkittäviä vaikutuksia liikenteen yleiseen sujuvuuteen. Merkittävämmät vaikutukset liikennemäärän kasvulla on

Copyright © AFRY Finland Oy

onnettomuusriskiin ja teiden kuntoon. Varsinkin talviolosuhteissa onnettomuusriski kasvaa liikennemäärien lisääntyessä.

Merkittävimmät liikennevaikutukset vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kohdistuvat raskaan liikenteen määrän lisääntymiseen Uutelan kaivoksen läheisyydessä, jossa liikennemäärät ovat nykyisellään suhteellisen vähäisiä. Kokonaisliikennemääriin suhteutettuna liikennemäärät lisääntyvät kohtalaisesti tarkastelluilla osuuksilla.

Kaivosalueen rakentamisessa tarvitaan tavallisia kaivin- ja maansiirtokoneita, eikä alueen ulkopuolinen liikenne lisäänny merkittävästi. Rakentamisen yhteydessä alueelle tuodaan myös jonkin verran materiaaleja kaivosalueen ulkopuolelta. Rakentamisvaihe on lyhytaikainen suhteessa toiminta-aikaan. Purkuputken rakentamisen aikainen liikenne (noin 6 kk) on vähäistä, sillä työ keskittyy pääosin paikalliseen asennukseen putkilinjalle. Toimintavaiheessa purkuputkilinja ei aiheuta liikennettä.

Hankkeen herkkyys muutoksille liikennevaikutusten osalta arvioidaan vähäiseksi, koska alueella on jonkin verran asutusta ja vapaa-ajan kiinteistöjä, mutta ei liikenteelle erityisen herkkiä kohteita kuten päiväkoteja tai kouluja. Liikennemäärät ovat paikoin suhteellisen alhaisia tarkastelualueella, tiestö melko hyväkuntoista ja onnettomuuksien määrä ei ole poikkeuksellisen suuri. Vaihtoehdolla VE0 ei ole vaikutusta liikenteeseen, sillä liikennemäärät eivät muutu nykyisestä. Muutosten suuruus arvioidaan vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kohtalaiseksi, koska liikennemäärän kasvu on suhteellisen merkittävä, ja sillä on vaikutusta liikenneturvallisuuteen sekä tieverkon kuntoon. Herkkyyden ollessa vähäinen, vaikutuksen merkittävyys on kokonaisuutena vähäinen. Suurin vaikutus liikennemäärän muutoksella on Uutelan kaivoksen läheisyyden tieosuuksilla, jossa liikennemäärät ovat nykyisellään suhteellisen pienet.

Taulukko 7-3. 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<br>VE2 | | 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. VE1- ja VE2-vaihtoehdoissa on oletettu, että kaivoksen tuotantomäärä kasvaa 150 000 tonnista vuodessa (t/a) 300 000 tonniin vuodessa. Talkin tuotantomäärät kuitenkin riippuvat kysynnän määrästä, ja liikennemäärät kasvavat tuotannon kasvaessa. Tulevaisuuden tuotantomääriä ei voida ennustaa

Copyright © AFRY Finland Oy

tarkasti, ja arviossa on pyritty esittämään maksimituotantomäärät ja sitä kautta maksimaaliset liikennemäärät.

## 7.7 Vaikutusten lieventäminen

Liikenteen aiheuttamia vaikutuksia voidaan vähentää ajoittamalla kuljetukset niin, että ne häiritsevät mahdollisimman vähän muuta liikennettä ja lähialueiden asukkaita. Erityisesti raskaan liikenteen ohjaaminen päiväaikaan voi lieventää melu- ja liikenneturvallisuushaittoja sekä parantaa liikenteen sujuvuutta.

Kaivosliikenteen eniten käyttämillä lähialueen teillä, valtatie 6:lla ja seututiellä 870, on pääosin 80 km/h nopeusrajoitus. Kesäaikaan valtatie 6:lla suurin sallittu nopeus on 100 km/h. Kuljetusurakoitsijoiden ohjeistuksella ja valvonnalla voidaan tehostaa liikennesääntöjen noudattamista ja siten vähentää onnettomuusriskiä. Myös työmatkaliikenteen riskejä voidaan lieventää muistuttamalla liikennesääntöjen noudattamisesta.

Vuosina 2014–2024 tarkastelluilla tieosuuksilla tapahtui yhteensä 64 liikenneonnettomuutta, joista lähes puolet (25 kappaletta, noin 40 %) olivat hirvi- tai muita eläinonnettomuuksia. Hirvivaara on merkittävä tekijä, joka vaikuttaa alueen liikenneturvallisuuteen. Liikenneturvallisuutta voidaan parantaa noudattamalla liikennesääntöjä ja lisäämällä tarkkaavaisuutta erityisesti alueilla, joilla on hirvivaaramerkkejä. Tarkan ajotavan ja varovaisuuden noudattaminen voi vähentää eläinonnettomuuksien riskiä.

Copyright © AFRY Finland Oy

# 8 MELU JA TÄRINÄ



# 8 MELU JA TÄRINÄ

## YHTEENVETO

- Sotkamon kaivoksen ja tehtaan melua tuottaville koneille ja toiminnoille on tehty äänilähdemittaukset 2/2025. Mittausten avulla laadittiin meluvaikutuksia kuvaavat melumallinnukset nykytilanteelle (VE0) sekä hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukaiselle toiminnalle. Mallinnuksien lähtötiedot, käytetyt menetelmät ja tulokset ovat esitetty tarkemmin selostuksen erillisliitteeksi laaditussa meluselvitysraportissa (liite 5). Tehdyn meluselvityksen perusteella kaivostoiminnan merkittävimpiä melulähteitä ovat poralaitteet avolouhoksessa sekä sivukivialueilla kiviaineksen kaadoista syntyvä ääni. Tehtaan meluvaikutukset aiheutuvat merkittävimmin erilaisista puhaltimista.
- Hankevaihtoehdot VE1 ja VE2 lisäävät melua nykytilanteeseen verrattuna ainakin 1-2 dB lähimpien häiriintyvien kohteiden luona. Hankevaihtoehtojen tuomat muutokset ovat suurimmillaan toiminta-alueen kaakkois- sekä länsipuolella, jossa melutasot kasvavat 4-5 dB hankevaihtoehdossa VE1 ja 6-7 dB hankevaihtoehdossa VE2. Suurin muutos tapahtuu kohteiden luona, jossa nykytilan melutaso on vähäinen.
- Kun tuloksia verrataan ohjearvoon mallinnusepävarmuus huomioiden, kaikkien lähimpien asuinrakennusten luona kaikissa hankevaihtoehdoissa päivä- ja yöajan ohjearvot (55 dB/50 dB) alitetaan. Yöaikaan nyky- ja ennustetilanteissa toiminta-alueen itäpuolella sijaitsevan lomarakennuksen luona tuloksista ei voida sanoa ylittyykö vai alittuuko ohjearvo, kun huomioidaan mallinnuksen epävarmuus ja verrataan tulosta loma-asuinalueiden yöohjearvoon 40 dB. Yöajan melussa ei tapahdu muutosta nykytilan ja muiden hankevaihtoehtojen välillä.
- Melun häiritsevyyttä on arvioitu pohjautuen mallinnukseen sekä toiminnan ympäristömelumittausten tulosten perusteella. Melun ei arvioida olevan häiritsevästi impulssimaista tai kapeakaistaista lähimpien asuin- tai lomarakennusten luona. Räjäytysten enimmäisäänitasot pysyvät nykytilanteessa kohtuullisina. Räjäytyksiä tehdään kerran tai kaksi viikossa.
- Muita melulähteitä toiminta-alueen lähistöllä on Vt6 liikenne. Valtatien kokonaisliikennemäärä on nykyisellään noin 3000 ajoneuvoa/vrk. Kaivoksen ja tehtaan aiheuttama liikennemäärä on Vt6:lle on nykytilassa 190 ajon./vrk ja hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 222 ajon./vrk, joten nyky- tai ennustetilanteessa kaivoksen ja tehtaan kuljetuksilla ei ole käytännön vaikutusta valtatien aiheuttamaan kokonaismeluun.
- Lähin luonnonsuojelualue sijaitsee noin 1,5 km etäisyydellä toiminta-alueen länsipuolella, jossa 45 dB päiväajan ohjearvo alitetaan selkeästi nykytilanteessa sekä hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukaisen toiminnan aikana.
- Toiminnan tärinävaikutukset johtuvat kaivoksen räjäytyksistä sekä raideliikenteestä. Maantieliikenteellä ei arvioida olevan merkittäviä tärinävaikutuksia. Räjäytyksien tärinävaikutuksia on mitattu ja vaikutukset lähimpien asuinrakennusten luona ovat hyvin pienet tai havaitsemattomat. Samoin raideliikenteen tärinän ei arvioida olevan selkeästi havaittavaa. Hankevaihtoehdot VE1 ja VE2 eivät tuo merkittävää muutosta tärinävaikutuksiin.

Copyright © AFRY Finland Oy

- Meluvaikutusten merkittävyys rakentamisen ja toiminnan ajalta arvioidaan hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vähäiseksi kielteiseksi. Hankevaihtoehdot VE1 ja VE2 eivät lisää merkittävästi tärinävaikutuksia rakentamisen tai toiminnan aikana.

## 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 2024)

Taulukko 8-1. Tyypillisiä eri ääni- tai melulähteiden aiheuttamia äänenpainetasoja (Kuuloliitto 2024)

| 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 Melumallinnus

Hankkeen meluvaikutusten arviointi perustuu alustaviin suunnittelutietoihin, rakentamiseen ja toimintaan liittyvien laitteiden ja kuljetusten määriin sekä kokemuksiin muiden vastaavien toimintojen melusta.

Melumallinnukset toteutettiin käyttäen tietokoneavusteista melulaskentaohjelmistoa SoundPlan v9.1, missä äänilähteestä lähtevä ääniaalto lasketaan digitaaliseen karttapohjaan äänenpaineeksi vastaanottopisteessä raytracing -menetelmällä. Mallinnusalgoritmeina käytettiin pohjoismaisia teollisuus-, tie- ja rautatieliikennemelumalleja, joiden parametrisointi on ohjeistettu Ympäristöministeriön melumallinnusohjeessa (Ympäristöministeriö 2007).

Mallinnuksessa otetaan huomioon kunkin äänilähteen äänipäästö, äänen geometrinen leviämisvaimentuminen, maaston korkeuserot sekä maanpinnan ja ilmakehän melun vaimennusvaikutukset. Myös rakennusten aiheuttama äänen varjostusvaikutus sekä äänen diffraktio (sironta) rakennuksista huomioidaan mallissa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Mallinnusten lähtökohtana on ollut tilanne, jossa kaikki meluavat toiminnot tapahtuvat yhtäaikaisesti ja mahdollisimman laajoilla käyttöajoilla. Lisäksi melumallinnus laskee melun leviämisen siten, että olosuhteet ovat melun leviämisen kannalta hyvät (mm. kevyt myötätuuli tarkastelupisteeseen). Melun vaikutuksia terveyteen ja viihtyvyyteen on arvioitu vertaamalla tilannetta terveysperusteisiin melutason ohjearvoihin.

### 8.1.2 Tärinä

Tärinän osalta arvioinnissa on tarkasteltu kaivoksen räjäytysten aiheuttamia sekä kuljetuksista aiheutuvia tärinävaikutuksia. Tärinän voimakkuutta on arvioitu tärinää aiheuttavan toimenpiteen suuruuden perusteella olemassa olevan tiedon ja alueelle tehtyjen mittausten perusteella. Arvioinnissa on huomioitu hankealueen läheisyydessä sijaitsevat rakennukset ja rakennelmat sekä tärinän eteneminen eri etäisyyksille. Lisäksi on arvioitu ihmisten mahdollisesti kokemia häiriövaikutuksia ja selvitetty toimenpiteitä tärinävaikutusten ehkäisyyn ja lieventämiseen. Kaivoksen aikaisempien tärinämittaustulosten lisäksi arviointi perustuu julkaisuihin RIL 253-2010 Rakentamisen aiheuttamat tärinät (RIL 2010), Ympäristöasioiden hallinta kiviainestuotannossa SY 25/2010 (BAT) (Suomen ympäristökeskus 2010) sekä VTT:n tiedotteeseen 2278 (Talja, A. 2004).

Louhinnassa tärinän suuruuteen vaikuttaa yhtäaikaisesti räjähtävä (momentaaninen) räjähdysainemäärä Q, maankamaran ja kallioperän ominaisuudet, etäisyys R sekä tarkasteltavan rakennuksen perustamistapa. Värähtelyn suuruus on suoraan verrannollinen räjähdysainemäärään ja vastaavasti kääntäen verrannollinen räjäytyspaikan ja tarkastelupisteen etäisyyteen. (RIL 2010)

Tärinän ohjearvot (suositusarvot) tarkastellaan rakennuksittain määrittelemällä rakennukselle tai rakenteelle tärinän heilahdusnopeuden v suurin ohjearvo kaavalla: v = Fk*v1, jossa Fk on rakennustapakerroin ja v1 louhintatärinän heilahdusnopeuden ohjearvon perusarvo (mm/s). Muuttujien avulla voidaan laskea ohjearvoja louhintatilanteissa, jotka perustuvat tarkasteltavan rakenteen rakenneluokkaan sekä tärinälähteen ja tarkastelupisteen väliseen maankamaran tietoihin ja etäisyyksiin. Esimerkiksi puurakenteisen asuinrakennuksen ohjearvot vaihtelevat välillä 6–38 mm/s, kun louhintaa tehdään 50 metrin etäisyydellä. Merkittävin muuttuja tärinän leviämiselle on maa- ja kalliopohjan ominaisuudet. Pehmeiden maalajien alueella sovellettavat ohjearvot ovat verrattain pieniä, kun tärinä leviää pehmeässä maassa kauemmaksi. Vastaavasti kovassa kallioperässä ohjearvot voivat olla moninkertaisia samalla etäisyydellä. (RIL 2010)

Asumisviihtyvyyden kannalta ihminen kokee tärinän usein häiritsevänä huomattavasti pienemmillä arvoilla, kuin mitä rakennusten tärinäraja-arvot ovat. Heilahdusnopeuden ollessa 2–5 mm/s tärinätaso on tuskin huomattava, 5–10 mm/s havaittava ja 10–20 mm/s epämiellyttävä. (Suomen ympäristökeskus 2010)

Louhintaräjäytyksistä aiheutuu tärinän lisäksi myös ilman värähtelyä, jota kutsutaan ilmanpaineaalloksi. Värähtely on pienitaajuista ja se toteutuu osittain ihmisen kuuloalueella ja osittain sen alapuolella. Ilmanpaineaallon suuruuteen vaikuttavat tekijät vaihtelevat räjäytyksestä toiseen, mikä tekee ilmanpaineaallon suuruuden arvioimisesta vaikeaa. Ilmanpaineaallon leviämiseen ympäristöön ja samalla ilmanpaineaallon aiheuttamaan vaurioitumisriskiin vaikuttavat mm. säätila, maasto, esteet ja paineaallon tulosuunta. Ilmanpaineaalto on suurin, kun räjähdysaine räjäytetään ilmassa tai pintapanoksena. Huonokuntoisimmat ikkunat voivat rikkoutua, kun paineaallon huippuarvo ylittää 1 kPa. Mikäli panoskoko (kerralla räjähtävä räjähdysainemäärä) on noin 70 kg, niin teoreettinen 1 kPa

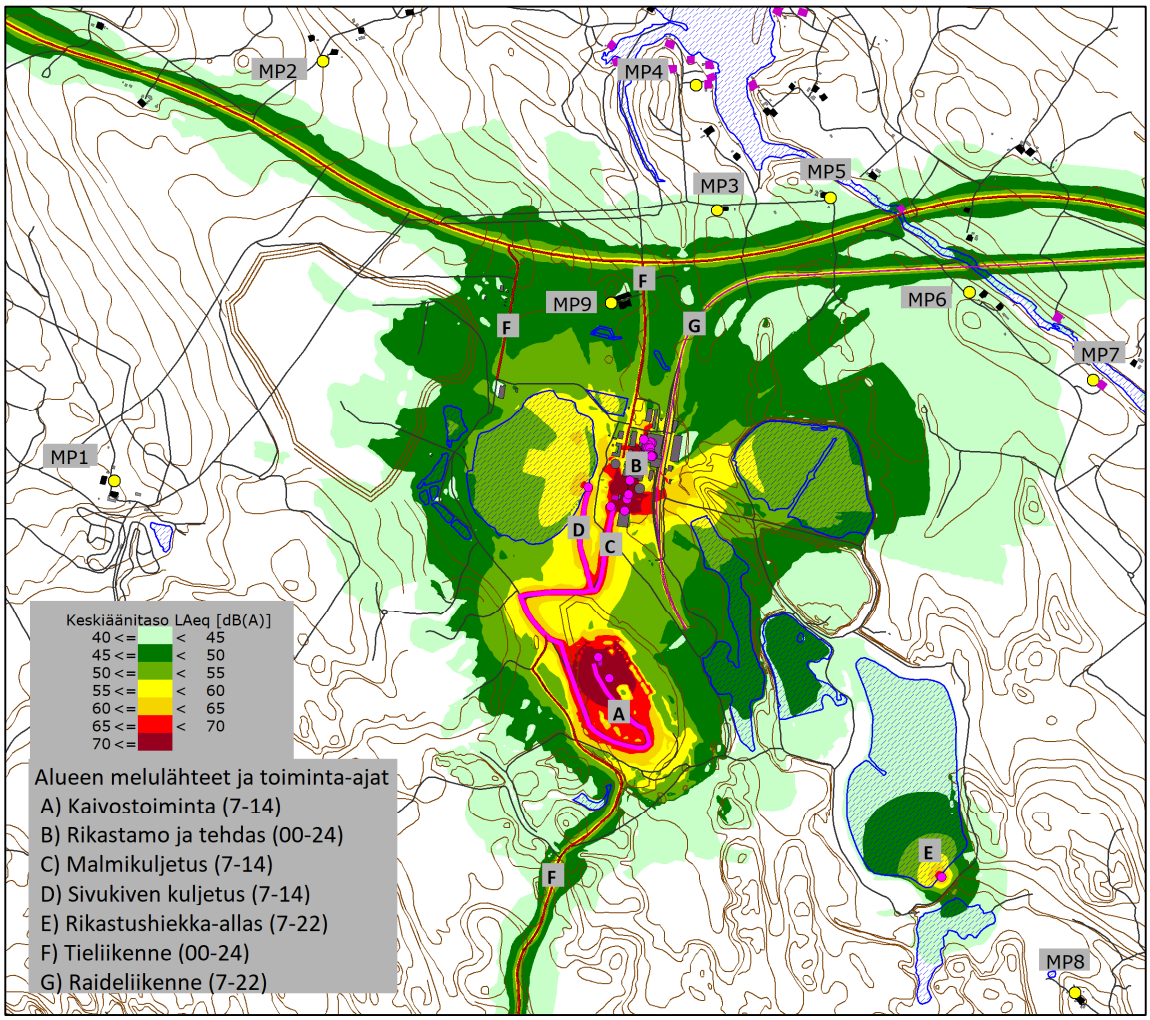
Copyright © AFRY Finland Oy

paineaallon etäisyys on alle 100 m. Ilmanpaineaalto voi aiheuttaa rakenteiden räminää muutaman sadan metrin etäisyydellä. (RIL 2010, Suomen ympäristökeskus 2010)

### 8.1.3 Nykytila

#### 8.1.3.1 Melu

Sotkamon kaivoksen ja tehtaan melua tuottaville koneille ja toiminnoille on tehty äänilähdemittaukset 2/2025. Mittauksien avulla laadittiin nykytilan meluvaikutuksia kuvaava melumallinnus, jonka lähtötiedot, käytetyt menetelmät ja tulokset ovat esitetty tarkemmin selostuksen erillisliitteeksi laaditussa meluselvitysraportissa (liite 5). Tehdyn meluselvityksen perusteella kaivostoiminnan merkittävimpiä melulähteitä ovat poralaitteet avolouhoksessa sekä sivukivialueilla kiviaineksen kaadoista syntyvä ääni. Tehtaan meluvaikutukset aiheutuvat merkittävimmin erilaisista puhaltimista. Kuvassa (Kuva 8-1) on esitetty nykytilan toiminnasta aiheutuva päiväaikaisen (klo 07-22) melun keskiäänitason LAeq leviämiskartta. Keltainen alue kuvaa asuinrakennusten päiväaikainen ohjearvoa 55 dB ja vastaavasti tummanvihreä loma-asuinalueiden ohjearvoa 45 dB. Mallinnuksessa on huomioitu teollisuusmelun lisäksi toiminnan aiheuttamat tie- ja raideliikenteen meluvaikutukset.




Kuva 8-1. Kaivoksen ja tehtaan nykytilan meluvaikutusten keskiäänitaso LAeq päiväaikaan, mallinnus kuvaa erityisen aktiivisen päivän melutasoa. Asuinrakennukset on merkitty mustilla neliöillä ja lomarakennukset violeteilla neliöillä. Suuremmat karttakuvat löytyvät YVA:n liitteestä 5.

Copyright © AFRY Finland Oy

Lähimpien asuin- ja lomarakennusten luona toteutuvat melutasot ovat esitetty tarkemmin erillisraportissa (liite 5), joiden perusteella nykytilanteessa kaivoksen ja tehtaan tuottama ympäristömelun keskiäänitaso vaihtelee lähimpien asuin- ja lomarakennusten luona päiväaikaan välillä ollen 33–45 dB ja yöaikaan 27-44 dB.

Kaikkien lähimpien asuinrakennusten luona päivä- ja yöajan ohjearvot (55dB/50dB) alitetaan, kun mallinnusepävarmuus otetaan huomioon. Yöaikaan nykytilanteessa toiminta-alueen itäpuolella sijaitsevan lomarakennuksen (MP7) luona tuloksista ei voida sanoa ylittyykö vai alittuuko ohjearvo, kun huomioidaan mallinnuksen epävarmuus ja verrataan tulosta loma-asuinalueiden yöohjearvoon 40 dB. Lähin luonnonsuojelualue sijaitsee noin 1,5 km etäisyydellä toiminta-alueen länsipuolella, jossa 45 dB päiväajan ohjearvo alitetaan selkeästi.

Mallinnuksen lisäksi toiminnan melua on tarkkailtu joka toinen vuosi toistuvin ympäristömelumittauksin lähimpien asuin- ja lomarakennusten luona. Viimeksi mittaukset on suoritettu 2023. Mittausten mukaan kaivokselta kantautuva äänitaso on ollut suhteellisen matala, mutta alhaisesta taustamelusta johtuen joissakin mittauspaikoissa helposti erottuva. Kaivokselta kantautuvat äänet ovat pääsääntöisesti peräisin tehtaan prosessilaitteista ja maansiirtoautoista. Mittausohjeen mukaisen ohjearvovertailun mukaisesti mittaustulokset alittavat ympäristöluvan asettamat raja-arvot selkeästi.

Muita melulähteitä toiminta-alueen lähistöllä on Vt6 liikenne. Valtatien liikennemäärä on noin 3000 ajon./vrk, josta kaivoksen ja tehtaan osuus on nykytilanteessa 190 ajon./vrk. Kaivoksen ja tehtaan kuljetuksilla ei ole käytännön merkitystä valtatien aiheuttamaan kokonaismeluun. Esimerkiksi 1 dB:n tieliikennemelun kasvu vaatisi noin 20 % lisäystä liikennemäärään.

Toiminta-alueen lähistöllä toimii myös Cross Country Rommakko -moottoriurheilukeskus, jossa järjestetään toimintaa ympärivuotisesti esimerkiksi moto- ja kelkkacrossin, enduron sekä maastokartingin parissa. Toiminta sijoittuu kaivoksen länsipuolelle lähelle MP1 asuinrakennusta. Toiminnan aiheuttamasta ympäristömelusta ei ole tarkempia tietoja.

#### 8.1.3.2 Tärinä

Toiminta-alueella merkittävin tärinälähde on Punasuon avolouhoksen räjäytykset. Myös raideliikenne aiheuttaa tärinää. Avolouhoksen räjäytysten tärinävaikutuksia on mitattu vuonna 2011 (Finnrock 2011). Mittauksissa asetettiin tärinämittarit kolmen eri etäisyydellä sijaitsevan rakennuksen perustuksiin: laboratorio (1200 m), tehdasalueen rivitalo (1750 m) ja omakotitalo (2400 m). Mittausaikana kaivoksessa suoritettiin useita räjäytyksiä. Mittarit eivät havainneet yli kynnysarvon 0,5 mm/s tärinää missään tarkastelupisteessä. Tärinä ei aiheuta vaaraa rakenteiden rikkoutumiselle lähimpien häiriintyvien kohteiden luona. Samoin ilmanpaineaallon kannalta etäisyydet kaivoksesta lähimpiin häiriintyviin kohteisiin ovat suuret, joten vaikutukset jäävät hyvin vähäisiksi.

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 sekalajitteisen maalajin eli moreenin alueella. Tavarajunan nopeus on 30 km/h. Lähimmät häiriintyvät kohteet sijoittuvat noin 100 m etäisyydelle raiteesta. Kun huomioidaan maalaji ja tavarajunan maltillinen nopeus, tälle etäisyydelle tärinän ei arvioida olevan selkeästi havaittavaa. Maantieliikenne ei aiheuta tasaisilla tieosuuksilla tärinää sekä töyssyjen ja routavaurioiden

Copyright © AFRY Finland Oy

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 aikainen melu ei eroa normaalista toiminnasta merkittävästi. Rakentamisen aikana kaivoksen ja tehtaan melua aiheuttavissa toiminnoissa ei tapahdu muutoksia. Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 osalta rakentamisvaiheessa toteutetaan uusien rikastushiekka-altaan sekä sivukivialueiden pohjarakenne. Uusien rikastushiekka-alueiden sekä uusien sivukivialueiden (VE2) rakentaminen sisältää puuston ja pintamaiden poiston ennen alueen täyttöä. Meluavimmaksi tilanteeksi rakennusaikana arvioidaan rikastushiekka-alueen padon sekä sivukivialueiden rakentaminen lähimmässä sijainnissa asuin- ja lomarakennuksiin verrattuna. Padon sekä sivukivialueiden rakentamisen aikaista melua aiheutuu kiviaineksen kuljetuksista ja kaadoista. Nämä melulähteet on huomioitu toiminnan aikaisessa vaikutusarvioinnissa (kappale 8.2.2), joten toiminta-ajan tulokset soveltuvat myös rakentamisen vaikutusten arviointiin.

Mallinnuksessa ei ole huomioitu vesienkäsittelyyn tulevien muutosten ja vesienjohtamisreitin rakentamiseen liittyviä meluvaikutuksia. Vesienkäsittelyyn liittyvät altaat rakennetaan tehdasalueen pohjoispuolelle ja purkuputki esitettyjen reittivaihtoehtojen mukaisesti. Rakennusvaiheessa melua aiheutuu normaaleista maanmuokkaustöistä ja meluvaikutukset arvioidaan hyvin paikallisiksi rakennusvaiheesta riippuen. Vesienkäsittelyaltaiden rakentamisen kesto on arvioitu olevan 6 kk ja purkuputken rakentaminen samoin 6 kk.

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

#### 8.2.2.1 Melumallinnuksen tulokset ja vertailu ohjearvoihin

Kaivoksen ja tehtaan toiminnan ajan melumallinnus tehtiin nykytilan VE0 lisäksi toteutusvaihtoehdoille VE1 ja VE2. Melumallinnus pohjautuu 2/2025 tehtyihin kaivoksella ja tehtaalla tehtyihin melulähteiden äänipäästömittauksiin sekä suunnittelutietoihin hankevaihtoehtojen mukaisista toimista. Melumallin lähtötiedot, käytetyt menetelmät ja tulokset on esitetty tarkemmin erillisessä meluselvitysraportissa liitteessä 5.

Melumallinnuksien lähtökohtana on ollut mallintaa hyvin aktiivisen vuorokauden melutaso. Esimerkiksi tehdasalueen melulähteistä on oletettu kaikkien toimintojen olevan yhtäaikaisesti käynnissä. Kaivoksen liikenne on mallinnettu toteutuvan niin malmikasalle kuin sivukivialueelle, vaikka todellisuudessa ajoja toteutuu vain toiseen näistä kaivoksen toimintavaiheesta riippuen. Uusille rikastushiekka-alueille on oletettu kuljetuksia ja kiviaineskaatoja ja mallinnus kuvaakin näiden osalta rikastushiekka-alueen patorakenteen rakennusvaihetta. Sivukivialueille on mallinnettu myös kuljetuksia ja kiviaineskaatoja, jotka kuvaavat niin rakennusajan kuin toimintavaiheen meluvaikutuksia. Kiviaineskaadolla tarkoitetaan mitä vain kiviaineksen kippausta, kyseessä voi olla sivukiven kippaus toimintavaiheessa tai rakennusmateriaalin kippaus pohjarakenteen tai padon rakennusvaiheessa.

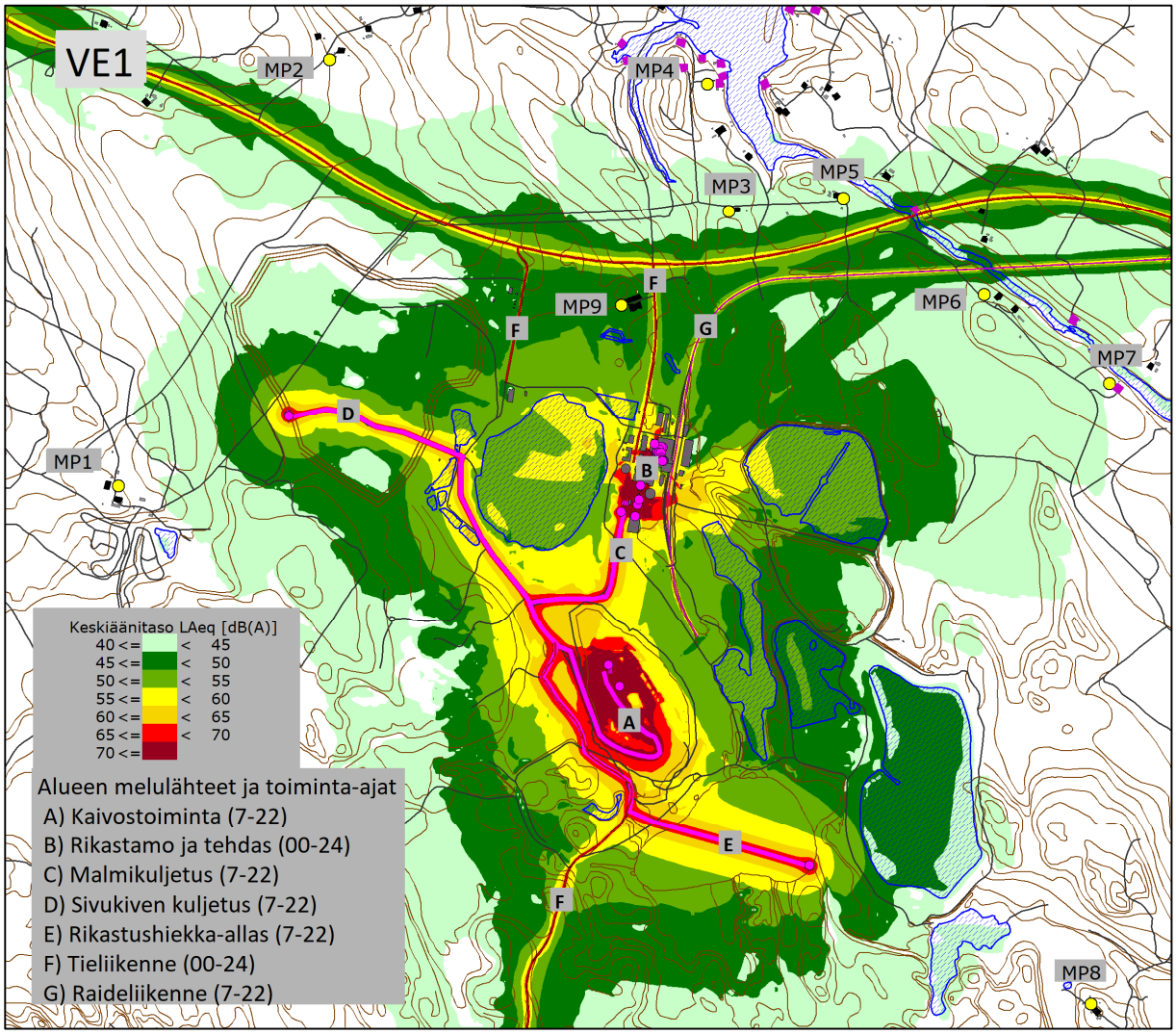
Copyright © AFRY Finland Oy

Toiminnan aikana rikastushiekka-alueella toimii vain yksittäinen kaivinkone, jonka melupäästö on mallinnettua selkeästi pienempi. Koneiden ja puhaltimien melupäästöksi on oletettu jatkuva maksimiäänipäästö, vaikka useat toiminnot sisältävät melutason vaihtelua ja taukoja. Edellä mainituista syistä mallinnuksen mukaiset keskiäänitasot ovat korkeampia kuin pääosin toteutuvat keskiäänitasot.

Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 tuotantokapasiteetin oletetaan kasvavan ja tällöin muutos ympäristömelussa havaitaan melua tuottavien toimintojen ja laitteiden pidempinä toiminta-aikoina sekä uusien toiminta-alueiden käyttöönottona sivukivialueen ja rikastushiekka-altaan osalta. VE2 vaihtoehdossa nykyinen kaivospiiri laajenee. Sivukivialueen ja rikastushiekka-altaan osalta melulähteet ovat sijainniltaan jatkuvassa muutoksessa ja melumallinnukseen on valittu tilanteet, kun toiminnot tapahtuvat mahdollisimman lähellä lähimpiä asuin- tai lomarakennuksia.

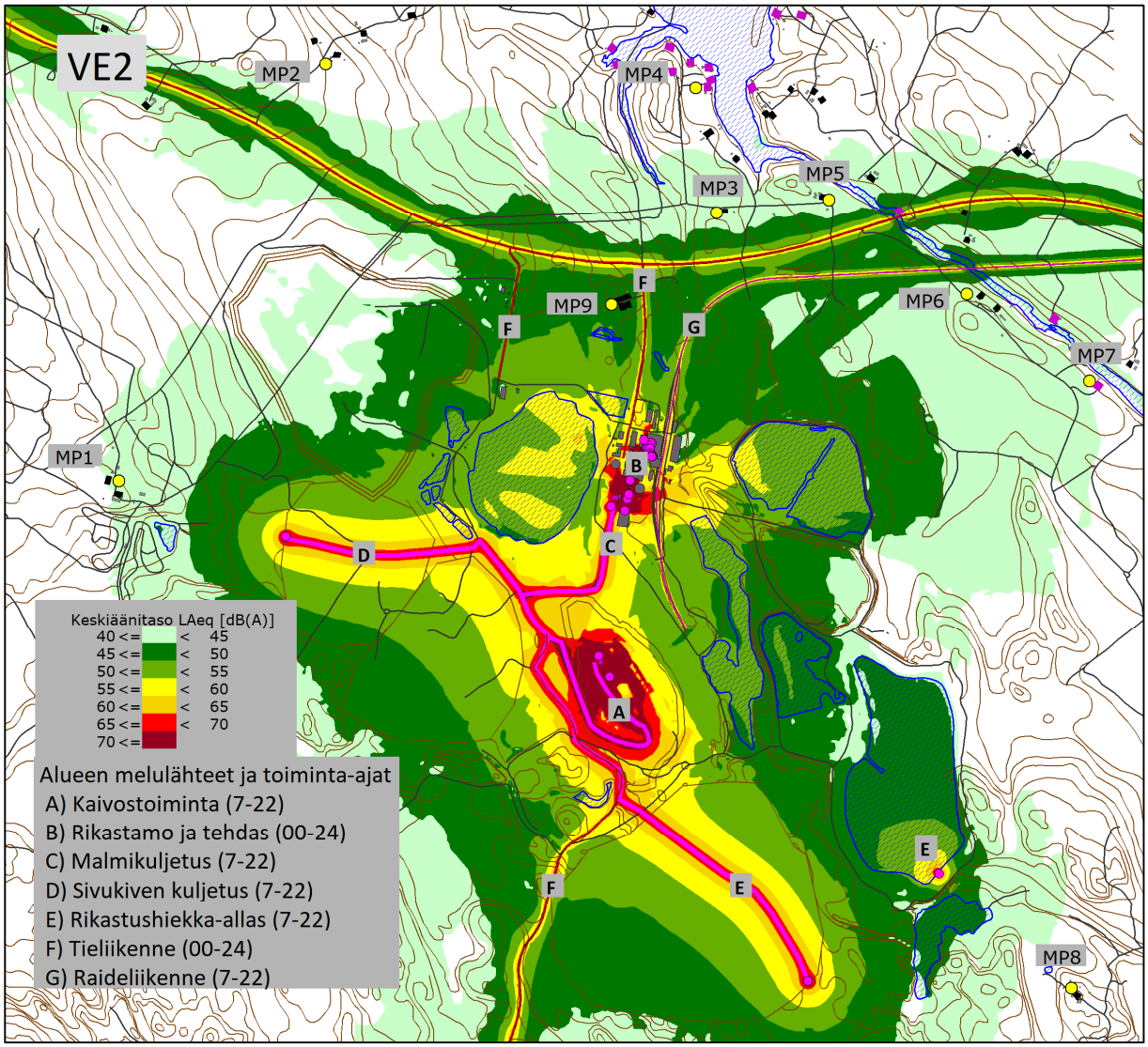
Kuvissa (Kuva 8-2 ja Kuva 8-3) on esitetty hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 toiminnasta aiheutuvan päiväaikaisen (klo 07-22) melun keskiäänitason LAeq leviämiskartat. Keltainen alue kuvaa asuinrakennusten päiväaikaista ohjearvoa 55 dB ja vastaavasti tummanvihreä loma-asuinalueiden ohjearvoa 45 dB. Mallinnuksessa on huomioitu teollisuusmelun lisäksi toiminnasta aiheutuvat tie- ja raideliikenteen meluvaikutukset.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 8-2. Kaivoksen ja tehtaan hankevaihtoehdon VE1 meluvaikutusten keskiäänitaso LAeq päiväaikaan, mallinnus kuvaa erityisen aktiivisen päivän melutasoa. Asuinrakennukset on merkitty mustilla neliöillä ja lomarakennukset violeteilla neliöillä. Suuremmat karttakuvat löytyvät YVA:n liitteestä 5.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 8-3. Kaivoksen ja tehtaan hankevaihtoehdon VE2 meluvaikutusten keskiäänitaso LAeq päiväaikaan, mallinnus kuvaa erityisen aktiivisen päivän melutasoa. Asuinrakennukset on merkitty mustilla neliöillä ja lomarakennukset violeteilla neliöillä. Suuremmat karttakuvat löytyvät YVA:n liitteestä 5.

Lähimpien asuin- ja lomarakennusten luona toteutuvat melutasot ovat esitetty tarkemmin erillisraportissa, joiden perusteella hankevaihtoehdot VE1 ja VE2 lisäävät melua nykytilanteeseen verrattuna ainakin 1-2 dB lähimpien häiriintyvien kohteiden luona. Hankevaihtoehtojen tuomat muutokset ovat suurimmillaan alueen kaakkois- sekä länsipuolella, jossa melutasot kasvavat 4-5 dB hankevaihtoehdossa VE1 ja 6-7 dB hankevaihtoehdossa VE2. Kaakkoispuolen melutilanteen muutos johtuu pääosin rakennusvaiheessa tehtävästä rikastushiekka-altaan rakentamisesta. Suurin muutos tapahtuu yksittäisten kohteiden luona, jossa nykytilan melutaso on vähäinen. Näillä alueilla melumuutosta voidaan pitää suhteellisen merkittävänä. Esimerkiksi 3 dB kasvu melutasossa saavutetaan silloin, kun lähtötilannetta vastaavien melulähteiden määrä kaksinkertaistuu.

Kun tuloksia verrataan ohjearvoon mallinnusepävarmuus huomioiden, kaikkien lähimpien asuinrakennusten luona kaikissa hankevaihtoehdoissa päivä- ja yöajan ohjearvot (55dB/50dB) alitetaan. Yöaikaan nyky- ja ennustetilanteissa toiminta-alueen itäpuolella sijaitsevan lomarakennuksen (MP7) luona tuloksista ei voida sanoa ylittyykö vai alittuuko

Copyright © AFRY Finland Oy

ohjearvo, kun huomioidaan mallinnuksen epävarmuus ja verrataan tulosta loma-asuinalueiden yöohjearvoon 40 dB. Yöajan melussa ei tapahdu muutosta nykytilan ja muiden hankevaihtoehtojen välillä. Lähin luonnonsuojelualue sijaitsee noin 1,5 km etäisyydellä toiminta-alueen länsipuolella, jossa 45 dB päiväajan ohjearvo alitetaan selkeästi.

Melun leviämiskarttojen perusteella voidaan havaita, että toiminnan tie- ja raideliikenne aiheuttavat melua liikennereittien lähistöllä sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten luokse. Liikennemäärät ovat kuitenkin suhteellisen vähäiset, joten melutasot jäävät vähäisiksi. Liikenteen vaikutusarvioinnissa (kappale 7) on esitetty hankevaihtoehtojen tuomat muutokset eri tieosuuksien kokonaisliikennemääriin. Vt6:lla liikennemäärä kasvaa 1,1% ja Seututiellä 870 (Uutelan liikenne) liikennemäärä kasvaa 1,8-9,5 %. Esimerkiksi 1 dB tieliikennemelun kasvu vaatisi noin 20 % lisäystä liikennemäärään, joten kaivoksen ja tehtaan liikennemäärän lisäyksellä ei ole käytännön vaikutusta liikenneväylien aiheuttamaan kokonaismeluun.

#### 8.2.2.2 Tuotetun melun häiritsevyys

Impulssimaisuus

Melumallinnuksen tulosten tarkempi tarkastelu osoittaa, että kiviaineskaatojen (sivukiven tai rakennusmateriaalin kippaus) aiheuttama ympäristömelu ei ole vaikuttavimpien melulähteiden joukossa missään tarkastelupisteessä. Kaatotapahtuma aiheuttaa impulssimaista melua, mutta kokonaismelun kannalta kaatotapahtumat eivät ole merkittäviä. Impulssimaisuutta on tarkasteltu myös kahden vuoden välein lähimpien häiriintyvien kohteiden luona tehtyjen ympäristömelunmittausten yhteydessä. Vuoden 2023 ympäristömelumittauksen analyysissä impulssimaisuutta arvioitiin impulssimaisuustestin NT ACOU 112 perusteella. Testi tehtiin MP1 tarkastelupisteen äänitallenteelle, joka sijoittui lähimmäksi mittausaikana toteutuneita kaatotapahtumia. Tuloksissa havaittiin kiviautojen kaadot muusta melusta erottuvina melutapahtumina, mutta tapahtumien voimakkuus ei ollut testin mukaisesti häiritsevästi impulssimaista. Näistä syistä esitetyissä melumallinnustuloksiin ei ole lisätty impulssimaisuuden sanktiota.

Kapeakaistaisuus

Melu on kapeakaistaista, jos siinä on selvästi kuultavia soivia ääniä (vihellystä, ulinaa). Melun kapeakaistaisuutta arvioidaan taajuussisällöltään terssikaistoittain mitattujen tulosten mukaan. Kapeakaistaisuutta on tarkasteltu kahden vuoden välein tehtävissä ympäristömelumittauksissa ja sitä ei ole havaittu viime vuosina missään mittauspisteessä.

Enimmäismelutasot

Räjäytysten aiheuttama äänitaso voi olla hetkellisesti suuri, mutta ajallisesti tarkasteltuna räjäytyksillä ei ole merkittävää vaikutusta melun keskiäänitasoon. Sotkamon kaivoksella tehdään keskimäärin yksi tai kaksi räjäytystä viikossa. Enimmäisäänitasolle ei ole olemassa keskiäänitason kaltaista oleskelualueiden ohjearvoa, mutta yleisesti teollisuudessa käytetty tavoitearvo on merkittäville hetkittäisille melutapahtumille LAFmax 65 dB lähimpien asuin- tai lomarakennusten luona.

Vuoden 2025 äänitehotasomittausten yhteydessä mitattiin kaivoksen louhintaräjäytyksen aiheuttama melutaso asuinrakennuksen luona mittapisteessä MP1. Räjäytyksen aiheuttama enimmäismelutaso LAFmax oli 59,4 dB. Melutaso alittaa yleisen tavoitearvon ja kuulohavainnonkin perusteella meluvaikutusta ei koettu erityisen häiritsevänä. Mitattu

Copyright © AFRY Finland Oy

räjäytys tehtiin syvällä avolouhoksessa. Jos kaivoksen toiminta vaatisi louhintaräjäytystä maanpinnan tasolla, saman räjähdeainemäärän sisältämä louhintaräjäytys ilman erillisiä melua vähentäviä toimenpiteitä todennäköisesti ylittäisi 65 dB tavoitearvon.

#### 8.2.2.3 Tärinävaikutukset

Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 tärinävaikutukset säilyvät pääosin nykytilan kaltaisina (kappale 8.1.3.2). Raideliikenteen lisääntyessä kolmesta seitsemään kuljetukseen viikossa tärinävaikutuksien toistuvuus kasvaa.

### 8.2.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Kaivoksen ja tehtaan toimintojen päättyessä melua ja tärinää aiheuttavat toiminnot ja meluvaikutukset loppuvat. Ympäristön melu koostuu lähinnä Vt6:n tieliikenteen aiheuttamasta melusta.

### 8.2.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Toteuttamatta jättäminen ei muuta alueen melu- ja tärinätilannetta nykytilanteesta.

## 8.3 Yhteisvaikutukset

Toiminta-alueen läheisyydessä ei sijaitse muita teollisuusmelua aiheuttavia toimijoita. Kaivos- ja tehdasalueen pohjoispuolella sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten luona toteutuvaan kokonaismelutasoon vaikuttaa myös Vt6:n liikenne. Lähellä tietä sijaitsevien kohteiden kannalta valtatiellä on teollisuusmelua merkittävämpi vaikutus. Melulähteet ovat kuitenkin melulaadultaan erilaiset: liikenteen melu on havaittavissa yksittäisten ohiajojen melutapahtumina, kun taas tehtaan melu on pääosin tasaisempaa ja jatkuvaa hurinaa. Kaivostoiminnan melusta on erotettavissa myös yksittäisten kiviaineskaatojen (sivukiven tai rakennusmateriaalin kippauksen) meluvaikutukset.

## 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 ja loma-asutusta ja alueilla on myös virkistyskäyttöä. Rakentamisen sekä toiminnan aikainen meluvaikutusten merkittävyys arvioidaan hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 *vähäiseksi kielteiseksi*. Suuremmat muutokset melussa kohdistuvat vain yksittäisiin asuinrakennuksiin. Melutasot pysyvät selkeästi asuinrakennusten ohjearvojen alapuolella. Hankevaihtoehtojen tuomat muutokset koskevat samantyyppisiä melulähteitä kuin nykytilanteessa, joten tuotetun melun laatu ei muutu.

Hankevaihtoehdot VE1 ja VE2 eivät lisää toiminnasta johtuvia tärinävaikutuksia rakentamisen aikana eivätkä toiminnan aikana.

Vaihtoehdolla VE0 ei arvioida olevan vaikutuksia meluun ja tärinään.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 8-2. 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 | | | | VE1 Melu<br>VE2 Melu | VE0<br>VE1 Tärinä<br>VE2 Tärinä | | | | |
| | 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

Louhintaräjäytyksen meluun ja tärinää voidaan vaikuttaa louhintasuunnittelun keinoin, mutta yksi merkittävin häiritsevyyttä vähentävä tekijä on kuulijan tietoisuus tulevasta räjäytyksestä. Räjäytyksistä tiedottamalla ja räjäytysten ajankohdan säännöllisyydellä voidaan vaikuttaa merkittävästi erityisesti räjäytysmelun häiritsevyyteen.

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 päivittää uusien melupäästömittausten tulosten avulla.

Copyright © AFRY Finland Oy

# 9 MAA- JA KALLIOPERÄ SEKÄ POHJAVEDET



# 9 MAA- JA KALLIOPERÄ SEKÄ POHJAVEDET

YHTEENVETO

- Maaperä on pääosin moreenia (sekalajitteinen maalaji). Toimintahistorian takia täyttömaakerrokset ja erilaiset läjitysalueet ovat yleisiä.
- Kallioperä on pääosin biotiittiparaliusketta (kiilleliuske), louhittava malmi on vuolukiveä. Alueella tavataan myös mustaliusketta.
- Kaivospiirin alueella tai sen läheisyydessä ei ole luokiteltuja pohjavesialueita. Läheisyydessä on muutamia talousvesikaivoja.
- Alueella ei ole arvokkaita geologisia muodostumia tai pohjavesialueita. Siten herkkyys muutoksille kohdealueella on vähäinen.
- Vaikutukset kallioperään ovat toiminnan luonteen takia väistämättömiä (mineraalivarojen hyödyntäminen). Vaikutukset sijoittuvat avolouhoksen alueelle.
- Vaikutukset maaperään ja pohjaveteen kohdistuvat pääosin olemassa oleville sivukivi- ja rikastushiekka-alueille. Vaikutukset kohdistuvat vähäisemmässä määrin uusille sivukivi- ja rikastushiekka-alueille, joiden suotovesiä hallitaan pohjarakenteilla.
- Nykyinen sivukivialue suljetaan sulkemissuunnitelman mukaisella bentoniittipeittorakenteella, joka pienentää suotovesivaikutuksia. Vaihtoehdossa VE1 korotus rakennetaan sulkemisrakenteen päälle.
- Vaikutusten arvioidaan levittäytyvän vaihtoehdossa VE2 hieman laajemmalle alueelle kuin vaihtoehdossa VE1, koska kaivospiirin alue laajenee ja toimintoja sijoittuu enemmän uusille luonnontilaisille alueille.
- Rikastushiekan läjittäminen Lahnaslampeen vähentää louhosjärven veden vuorovaikutusta ympäröivän pohjaveden kanssa. Punasuon louhoksen täyttymisen jälkeen sulkemisen jälkeiset pohjavesivaikutukset ovat samankaltaisia vaihtoehtojen VE1 ja VE2 välillä.
- Vaikutukset ovat toiminnan luonteen ja laajuuden takia suuria ja alueen herkkyyden ollessa vähäinen, arvioidaan pohjavesivaikutusten olevan merkittävyydeltään molemmissa vaihtoehdoissa kohtalaisen kielteisiä.

## 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 viemäröinti estävät tai vähentävät sadeveden suotautumista pohjavedeksi. Myös pohjaveden paikalliset virtaussuunnat voivat muuttua rakentamistoimien seurauksena. Rakentamiskohteessa (maarakentaminen, louhinta) muodostuu ylimääräisiä massoja (maamassat, sivukivi) 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

Copyright © AFRY Finland Oy

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
- 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 äskettäin laadittu pohjavesimalli (AFRY Finland Oy 2024a). Maa- ja kallioperään kohdistuvia vaikutuksia tarkasteltiin noin kilometrin etäisyydellä hankealueesta 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 erikoistunut asiantuntija (geologi).

## 9.2 Nykytila

### 9.2.1 Maa- ja kallioperä

#### 9.2.1.1 Maaperä

Lahnaslammen alueen maaperä on pääpiirteissään peräisin jääkaudelta ja sen loppuvaiheesta. Valtaosa Lahnaslammen alueen mannerjäätikön kuluttamasta ja tasoittamasta kallioperästä on jäätikön synnyttämien moreenikerrostumien peitossa, ja alueen moreeni on kauttaaltaan mannerjäätikön alla kerrostunutta tiivistä pohjamoreenia. Mannerjäätikön sulamisen jälkeen alueelle ulottui mannerjään patoamana Sotkamon jääjärvi. Lahnaslammen alue oli ajoittain kokonaan veden peitossa ja jääjärven pinta ulottui ylimmillään noin 200 m mpy. Sen matalille ranta-alueille ja pohjalle kerrostuneita sedimenttejä (hietaa, hienoa hietaa, hiesua ja savea) esiintyy alueella. Sotkamon jääjärvivaiheen jälkeen alueelle ulottui muinainen Ancylusjärvi. Veden pinta oli tuolloin noin 160 m mpy. Ainoastaan korkeimmat alueet etelä- ja länsiosassa olivat kuivaa maata. Veden peittämille rinnealueille kerrostui rantavoimien työn tuloksena hiekkaa ja hietaa ja alaville rinteille sekä laaksojen pohjille hienoa hietaa, hiesua ja savea. Maankohoamisen seurauksena veden pinta laski vähitellen ja maanpiirteet saivat nykyisen muotonsa. Ainoastaan laaksoalueille jääkauden ja

Copyright © AFRY Finland Oy

vesivaiheiden jälkeen kehittyneet suot ovat muuttaneet maisemakuvaa. (Saarelainen ja Räisänen 2001)

Kohdealueen maaperän yleispiirteet on esitetty kuvassa 9-1. Maaperä on sen mukaisesti pääasiassa sekalajitteista maalajia eli moreenia, jonka päälajitetta ei ole selvitetty. Myös hienolajitteisia maalajeja (siltti) tavataan paikoin. Maaperän paksuus on GTK:n karttapalvelun (GTK 2025a) mukaan noin 10 m.

Alueella on ollut toimintoja vuosikymmenten ajan, joten alueella on toteutettu paljon rakentamisia, kaivuja ja läjityksiä. Kohteessa on yksi merkintä 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. Merkintä sijaitsee Punasuon louhoksen luoteispäässä (koordinaatit: 551807, 7110022).

Lahnaslammen kaivos sijaitsee ns. 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 perusteella hankealueen moreenin (Luonnonmaa: moreeni< 2 mm raekoko) alkuaineiden mediaanipitoisuudet ovat lähinnä tavanomaisella tasolla (laskennan säde 15 km, keskipiste 551967,7110215, Metalliprovinssi_3) (GTK 2025b). Esimerkiksi kaikkien ns. PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) mukaisten alkuaineiden (11 kpl) pitoisuudet olivat alle kynnysarvotasojen. Kynnysarvotaso ilmaisee yleensä haitatonta pitoisuutta. Kynnysarvo on haitallisen aineen pitoisuusarvo, jonka ylittyessä maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on arvioitava (Ympäristöministeriö 2023). Alueilla, joilla taustapitoisuus on kynnysarvoa korkeampi, arviointikynnyksenä pidetään taustapitoisuutta (VNa 214/2007) (SSTP= Suurin suositeltu taustapitoisuusarvo).

Kohdealueelle ei sijoitu arvokkaita kalliomuodostumia, kivikkoja eikä moreeni-, ranta- tai tuulikerrostumia.

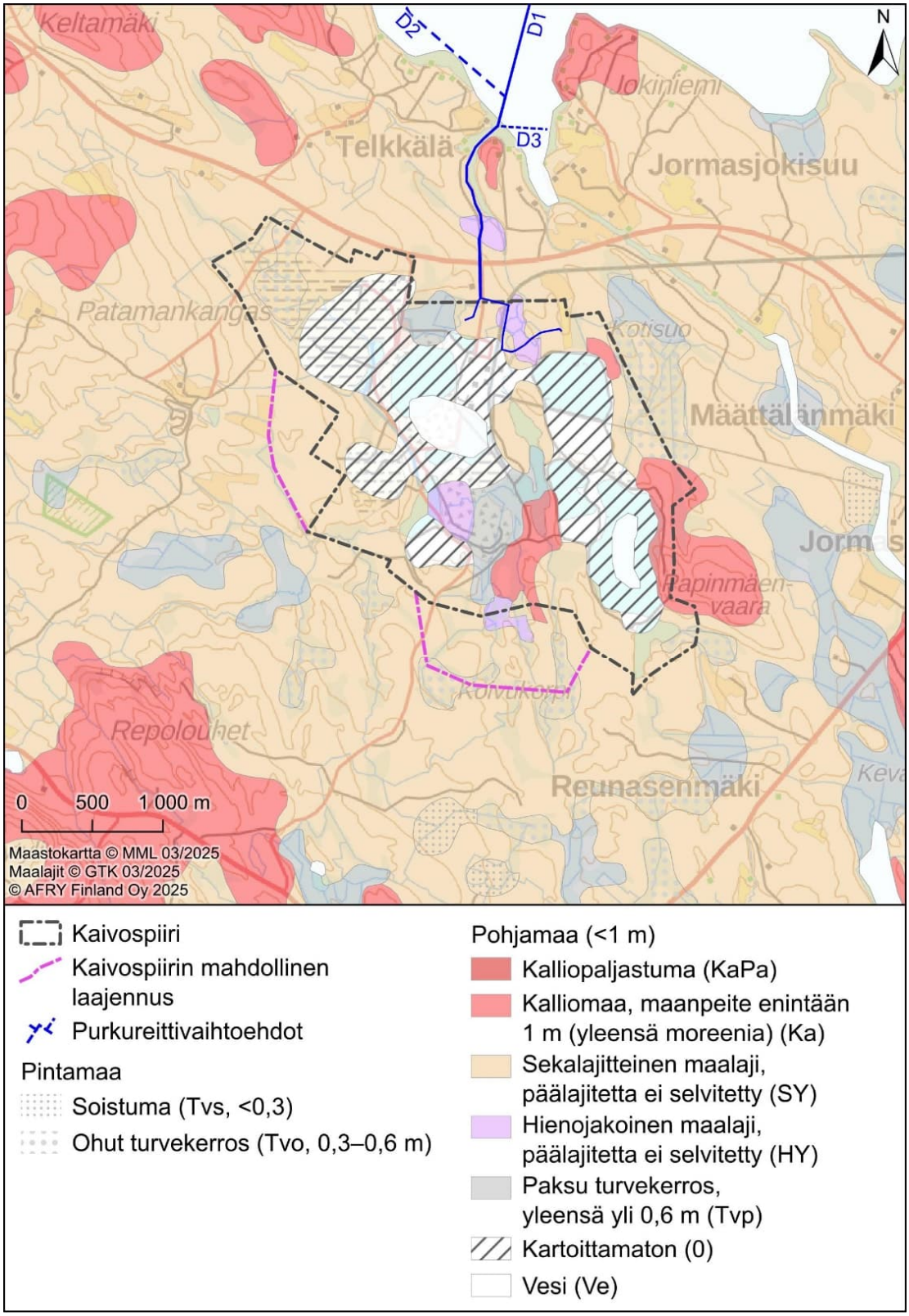
Kohdealueelta ei ole tietoa happamista sulfaattimaista GTK:n palvelussa (GTK 2025c) eikä myöskään arviota niiden esiintymisen todennäköisyyksistä. Happamia sulfaattimaita esiintyy erityisesti muinaisen Litorinameren korkeimman rannan alapuolisilla alueilla, jotka ovat nousseet kuivalle maalle maankohoamisen seurauksena. Karkeasti ottaen happamia sulfaattimaita esiintyy Suomen rannikkoalueilla Pohjois-Suomessa noin 100 metrin ja Etelä-Suomessa noin 40 metrin korkeuskäyrän alapuolella. Hankealue sijaitsee noin tasolla +140…+190 mpy eli Litorinameri ei ole ulottunut kohdealueelle. Hankealueen kallioperä sisältää kuitenkin mustaliusketta. Mustaliuske on puolestaan noin kaksi miljardia vuotta sitten merenpohjaan kerrostunutta liejua, joka sisältää hiiltä ja rikkiä. Se aiheuttaa ongelmia yleensä metallipitoisuuksien ja happaman valuman riskin johdosta. Happamia sulfaattimaita voi alueella esiintyä ja ne tulee huomioida alueen rakentamisessa ja toiminnoissa.

Hapettomassa tilassa happamat sulfaattimaat tai mustaliuske eivät aiheuta haittaa ympäristölle. Esimerkiksi rakennushankkeiden maanrakennusvaiheessa, maata kaivettaessa, sulfidiyhdisteet voivat kuitenkin hapettua ja muodostaa rikkihappoa, joka liuottaa maaperästä ympäristölle haitallisia metalleja, kuten alumiinia, rautaa ja raskasmetalleja. Kun

Copyright © AFRY Finland Oy

sade huuhtelee maaperää, kertyneet yhdisteet vapautuvat veteen. Rikkihappo myös syövyttää teräs- ja betonirakenteita. Rakennushankkeissa happamien sulfaattimaiden ja mustaliuskeen tunnistaminen on tärkeää, jotta niistä johtuvat haitat ympäristölle ja rakenteille voidaan estää. Haittavaikutusten hallintakeinojen valinnassa kannattaa pyrkiä ensisijaisesti käyttämään sellaisia menetelmiä, joilla voidaan estää tai minimoida happaman valunnan muodostuminen. Happamien sulfaattimaiden tutkimuksista ja haittojen lieventämisestä on kerrottu Ympäristöhallinnon julkaisemassa oppaassa (Ympäristöministeriö 2022a).

Copyright © AFRY Finland Oy




*Kuva 9-1. Kaivosalueen ja sen lähiympäristön maaperän yleispiirteet.*

### 9.2.1.2 Kallioperä

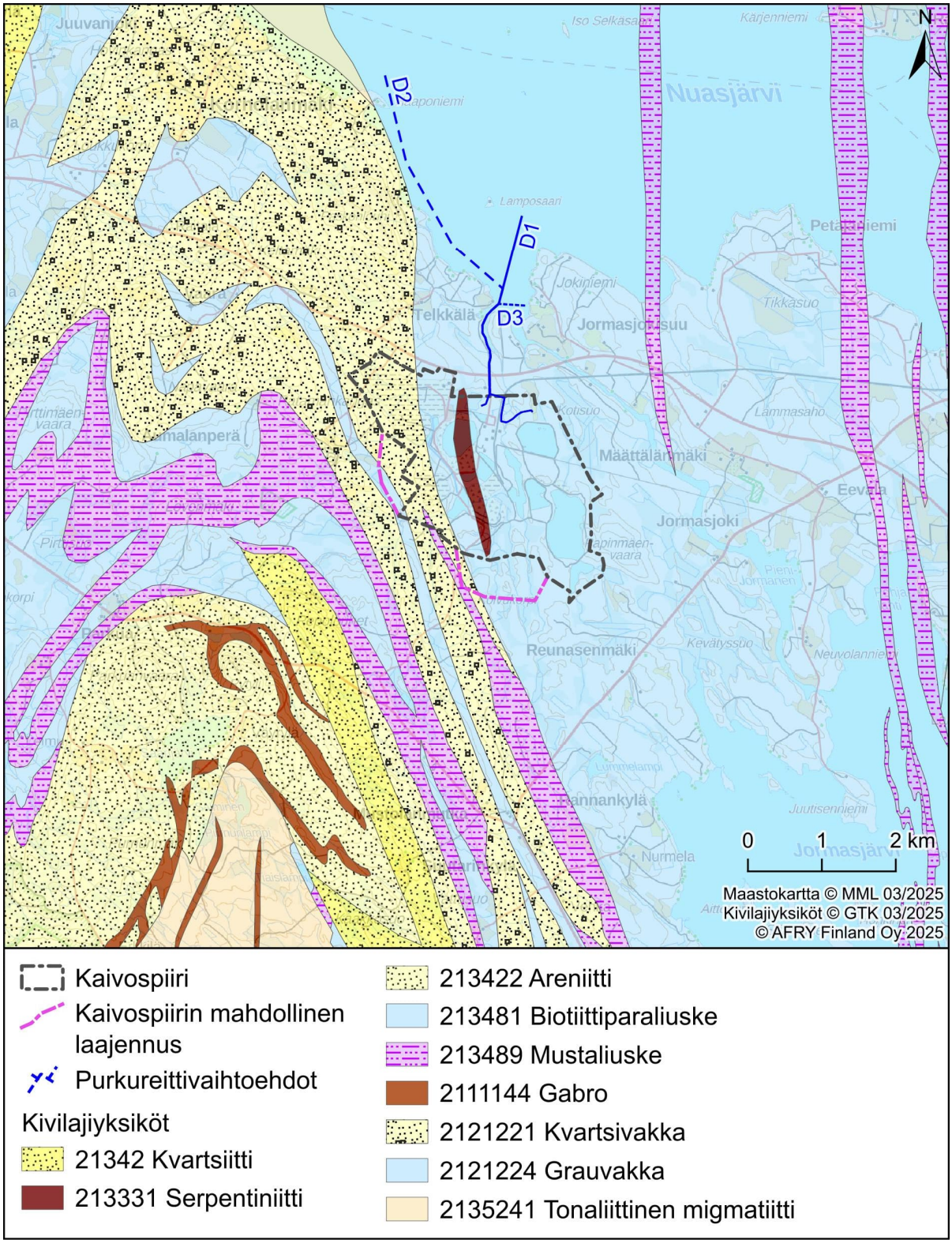
Alueen kallioperä on pääosin biotiittiparaliusketta (kiilleliuske). Punasuon ja Lahnaslammen avolouhosten alueella serpentiniitti on muuttunut talkkimagnesiitiksi (vuolukiveksi)

eli malmiksi. Kaivospiirin länsireunalla kivilajina on kvartsiitti (kvartsivakka). Biotiittiparaliuske on rakenteeltaan suuntautunut, sedimenttisyntyinen metamorfinen kivilaji, jonka pääminerаaleja ovat kvartsi, maasälpä ja kiilteet; alkuperältään se on yleensä savisyntyinen. Lisänimensä mukaisesti se sisältää runsaasti biotiittia. Kvartsiitti koostuu nimensä mukaisesti pääosin kvartsista. Serpentiniitti on metamorfinen kivi, joka koostuu serpentiiniryhmän mineraaleista, jotka ovat oliviinin ja pyrokseenien muuttumistuloksia. Alueella tavataan myös mustaliusketta. Mustaliuske on grafiitti- ja kiisupitoinen kiilleliuske. Mustaliuskeen takia alueen maaperä ja pohjavedet sisältävät luontaisesti kohonneita metalli-, arseeni- ja rikkipitoisuuksia.

Hankealueen ja sen lähiympäristön kallioperän yleispiirteet on esitetty kuvassa 9-2.

Louhittava malmi on vuolukiveä, joka sisältää talkkia 45–55 % ja karbonaattimineraaleja noin 40 % (pääosin magnesiittia ja dolomiittia). Muita mineraaleja, kuten kloriittia, sulfideja ja oksideja, on normaalisti noin 5 %. Talkkimalmin kemiallinen koostumus on melko homogeeninen. Malmin nikkelipitoisuudet ovat alueen vuolukivelle tyypillisesti korkeita (975–2 250 mg/kg, keskimäärin 1 770 mg/kg). Nikkelisulfidit rikastetaan nikkelirikasteeksi. Malmissa on myös kobolttia keskimäärin 150 mg/kg ja arseenia 170 mg/kg. Lahnaslammen ja Punasuon talkkiesiintymien sivukivet ovat samantyyppisiä. Punasuon kaivoksesta louhittavat sivukivet sisältävät noin 45 % kiilleliuskeita, 33 % epäpuhtaita vuolukiviä, 15 % mustaliuskeita ja 7 % serpentiinibreksiaa. Sivukivessä on todettu osin kohonneita haitta-aineiden pitoisuuksia (As, Cr, Cu, Ni, V ja Zn). Tarkemmin sivukiven ominaisuuksista on kerrottu kappaleessa 3.5.2.

Copyright © AFRY Finland Oy




*Kuva 9-2. Kaivosalueen ja sen lähiympäristön kallioperän yleispiirteet.*

Copyright © AFRY Finland Oy

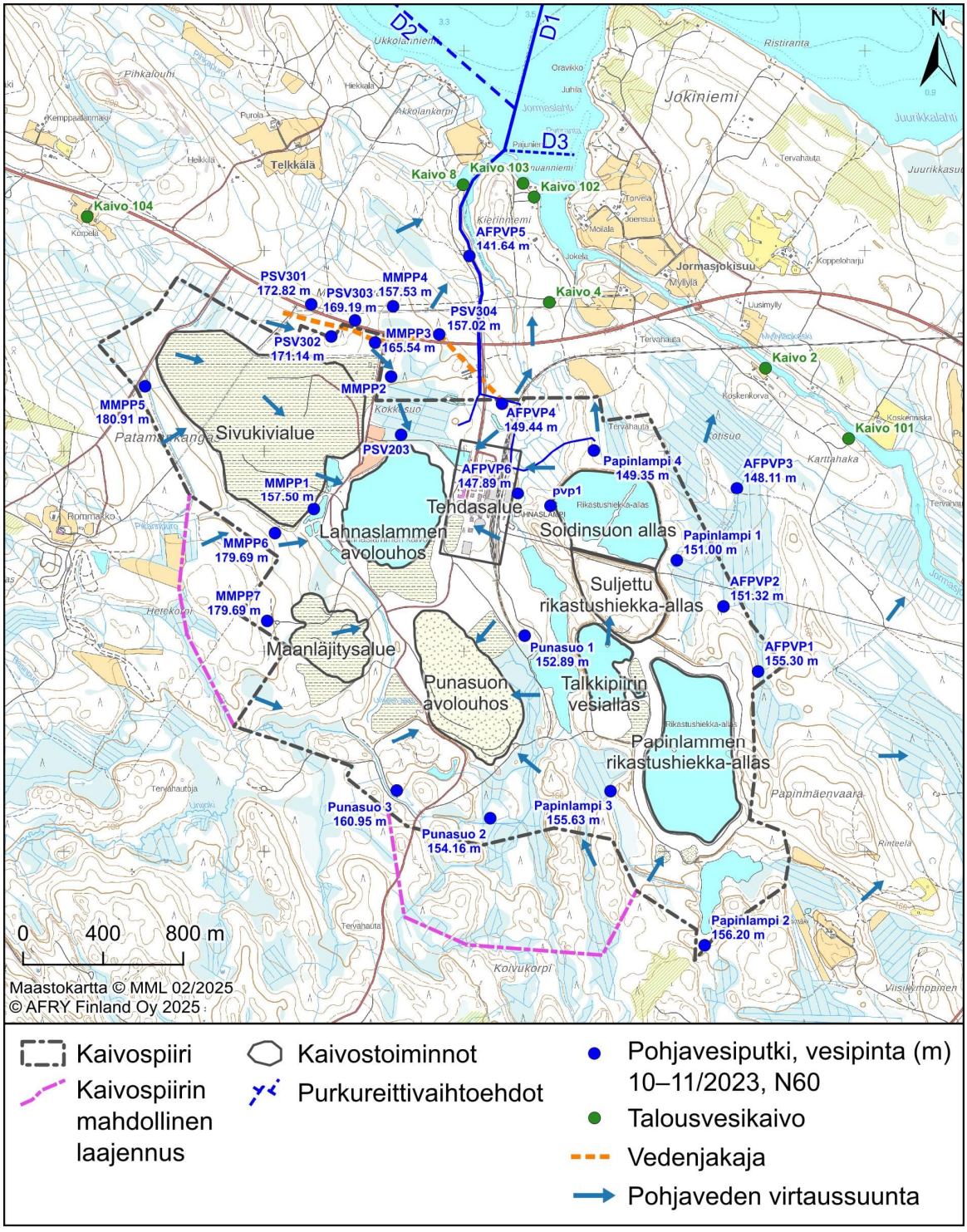
## 9.2.2 Pohjavedet

### 9.2.2.1 Pohjavesialueet ja talousvesikaivot

Kaivospiirin alueella tai sen läheisyydessä ei ole luokiteltuja pohjavesialueita. Läheisyydessä on muutamia talousvesikaivoja, joista muutama on ollut seurannassa. Lähimmät pohjavesialueet on esitetty oheisessa kuvassa 9-3. Uudessa tarkkailuohjelmassa olevien pohjavesiputkien ja kaivojen sijainti on esitetty kuvassa 9-4.




*Kuva 9-3. Hankealueen lähimmät pohjavesialueet.*



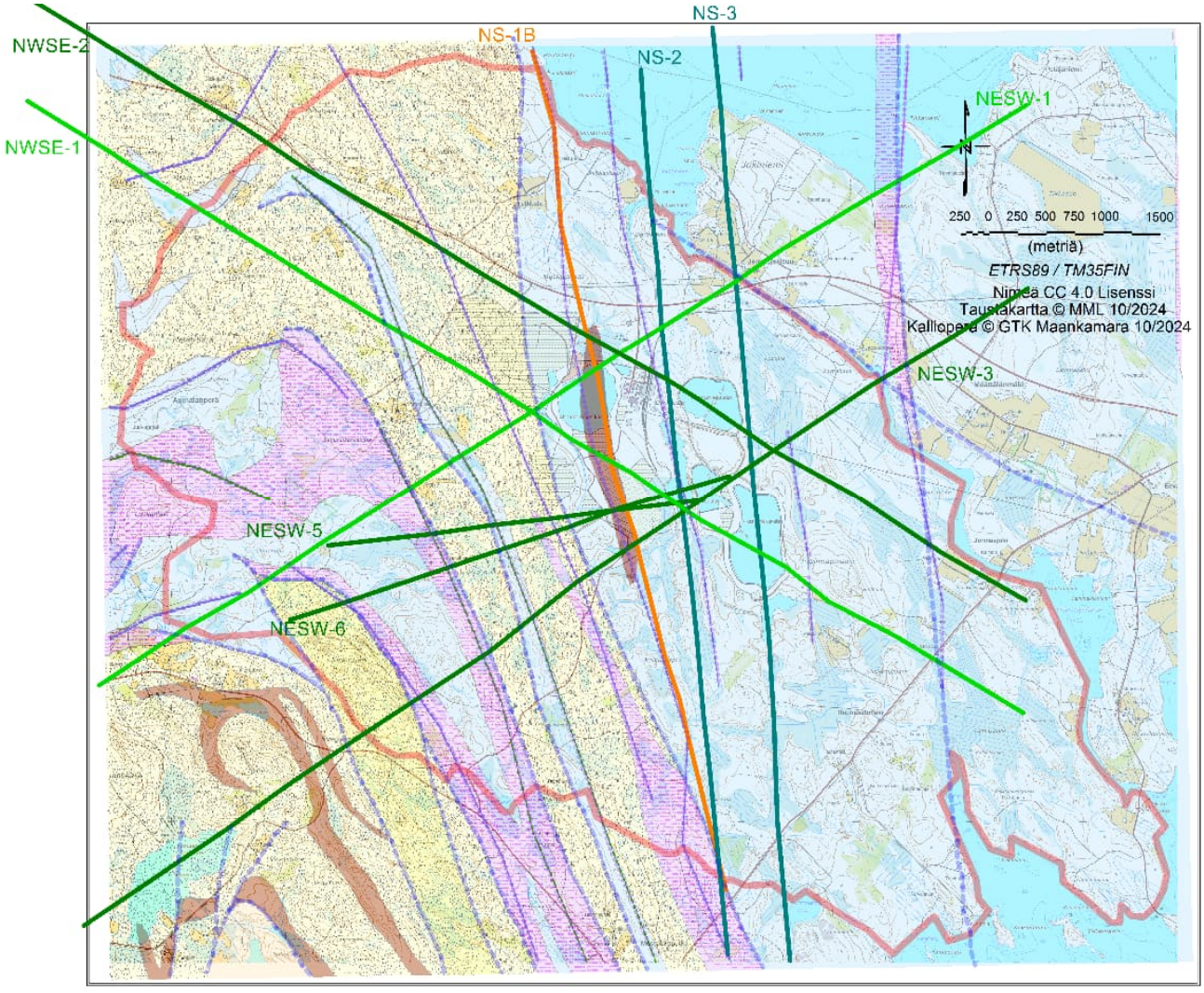

*Kuva 9-4. Pohjavesiputket ja talousvesikaivot sekä pohjaveden yleispiirteinen virtauskuva.*

### 9.2.2.2 Vedenjohtavuus ja pohjaveden virtaussuunnat

Alueen maaperä on pääosin moreenia ja pääosin huonosti vettä johtavaa. Tutkittujen moreeninäytteiden vedenläpäisevyys oli 1,42 x $10^{-7}$ m/s ja 3,22 x $10^{-8}$ m/s (Saarelainen ja Räisänen 2001). Paremmin vettä johtava ensimmäinen näyte edustaa alueen pintaosan moreenia ja toinen huonommin vettä johtava moreeni alueen hienojakoista, yleensä

muutaman metrin syvyydessä olevaa, moreenia. Kalliopohjaveden virtaus tapahtuu rakoilua ja ruhjevyöhykkeitä pitkin, joten virtausreitit ovat maaperän virtauksiin nähden monimutkaisemmat. Niissä kuitenkin pätee sama lähtökohta kuin maaperän virtauksissakin eli virtaus tapahtuu korkeammasta potentiaalista matalampaan, joten pääosin virtaukset tapahtuvat topografian mukaisesti. Siten vedenjakajat muodostuvat myös kallioperän ruhjevyöhykkeeseen. Lahnaslammen pohjaveden virtausmallinnuksessa (Pöyry Finland Oy 2012) lähtöarvoina käytettiin 3 x $10^{-7}$ m/s syvyysvälille 0 – 50 m, 1 x $10^{-7}$ m/s syvyysvälille 50 – 100 m, rikkonaiselle kohdetilavuuden kalliolle (mustaliuske) 2 x $10^{-8}$ m/s ja ruhjeille yhteensä 3 x $10^{-7}$ m/s. Ehyen kallion vedenjohtavuutena 100 metrin alapuolella käytettiin arvoa 1 x $10^{-9}$ m/s.

Kallioanalyysin perusteella (AFRY Finland Oy 2024a) kallion rikkonaisuus on suurinta ensimmäisen 25–50 m syvyydellä. Rikkonaisuutta esiintyy myös syvemmällä kalliossa. Tämä on mahdollisesti kairauksin lävistettyjen ruhjeiden ominaisuus. Kuvassa (Kuva 9-5) esitetään kootusti vuoden 2024 pohjavesimalliin sisällytetyt ruhjeviitteet. Muiden kuin NS-1B piirteiden osalta ei ole olemassa suoria havaintoja olemassaolosta, sijainnista tai geometriasta.




*Kuva 9-5. Pohjavesimallissa (AFRY Finland Oy 2024a) käytetyt ruhjeviitteet.*

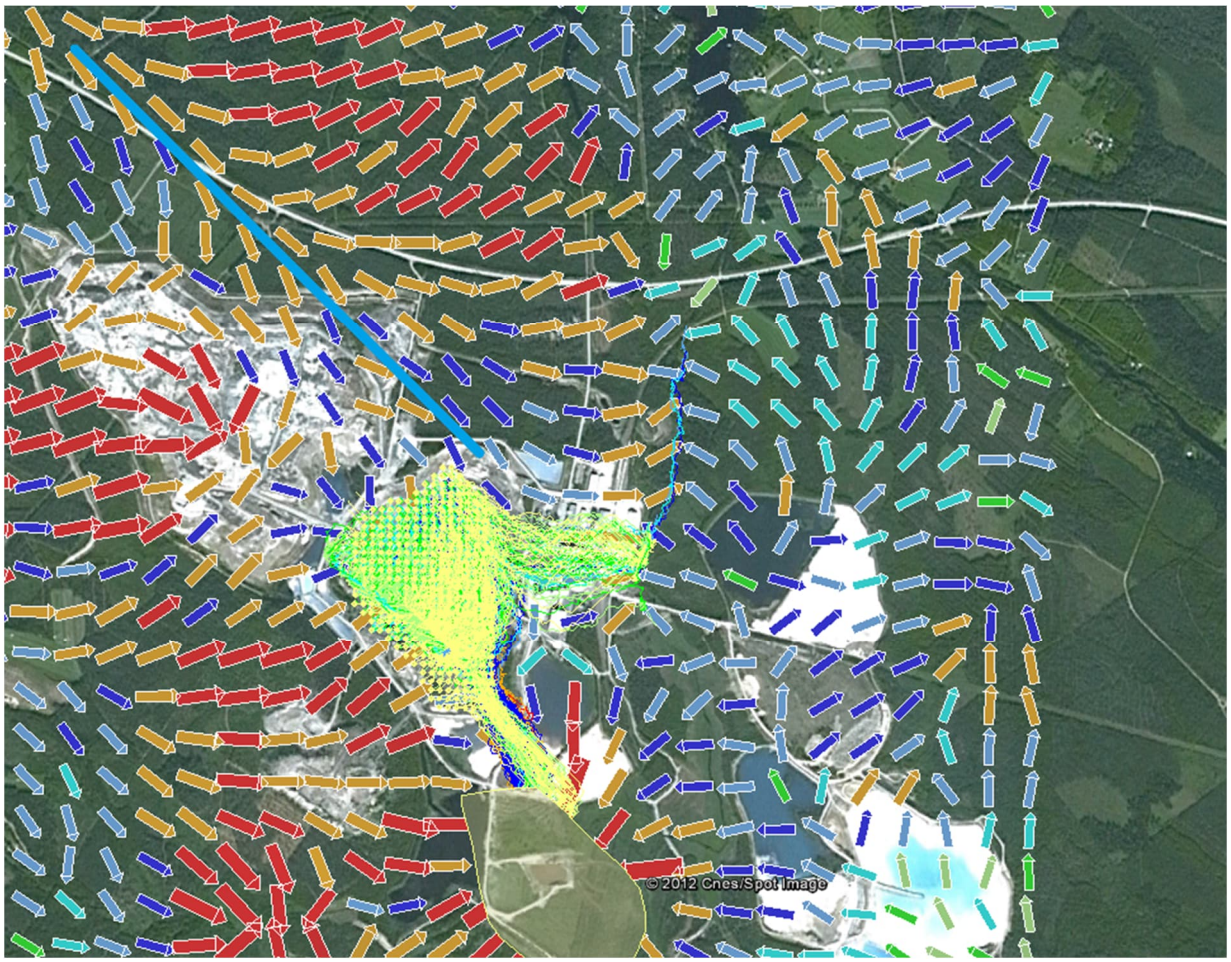
Copyright © AFRY Finland Oy

Pohjaveden virtaussuunta on sivukivialueella ja sen eteläpuolella itäkaakkoon ja sivukivialueen pohjoispuolella koilliseen eli alueella on vedenjakaja. Pohjoisen rikastushiekka-altaan kohdalla pohjaveden virtaussuunta on pohjoiseen-koilliseen. Kaivospiirin eteläosalla virtaussuunnissa on enemmän topografian mukaista vaihtelua. Lisäksi on merkittävää, että kaivospiirin alueella pohjavesiolosuhteet ovat muuttuneet louhinnan, vedenhallinnan ja muun rakentamisen takia. Lahnaslammen louhos on täyttynyt vedellä (pinta on noin tasolla +145…+149 mpy) ja Punasuon avolouhoksen pohja on noin tasolla + 65 mpy. Voidaan olettaa, että Punasuon louhoksen lähialueella pohjaveden virtaus (maa- ja kalliopohjavesi) on louhoksen suuntaan. Pohjaveden yleispiirteinen virtauskuva Lahnaslammen kaivoksen alueelta on esitetty kuvassa (Kuva 9-4). Virtauskuvan laadinnassa on hyödynnetty vanhoja tutkimustietoja, pohjaveden tarkkailutietoja ja uusien putkien vesipintatietoja (AFPVP1-AFPV6) sekä pintaveden korkeuksia.

### Pohjavesimallinnukset

Lahnaslammen kaivoksen alueen hydrologisista virtausolosuhteista on tehty mallinnus vuonna 2012 (Pöyry Finland Oy 2012). Mallinnus on tehty kaivostoimintaa edeltävässä tilanteessa, nykyhetkellä (2012) ja vuoden 2020 tilanteelle. Tavoitteena oli selvittää mallinnukseen perustuen mahdollinen haitta-aineiden kulkeutuminen suljetusta Lahnaslammen louhoksesta alapuoliseen vesistöön. Kuvassa (Kuva 9-6) esitetään vuoden 2012 raportin laskelma, jossa Lahnaslammen avolouhos oletettiin täytetyksi ja tasatuksi ympäröivän maanpinnan kanssa samaan korkeuteen. Mallin lähtötiedoissa oletettiin, että louhosta ei täytetty pintaan saakka mursketäytteellä vaan pinnalla on vähintään kahden metrin paksuinen kerros täyttömaata. Punasuon avolouhos on käytössä 2020-luvun tilanteessa.

Copyright © AFRY Finland Oy

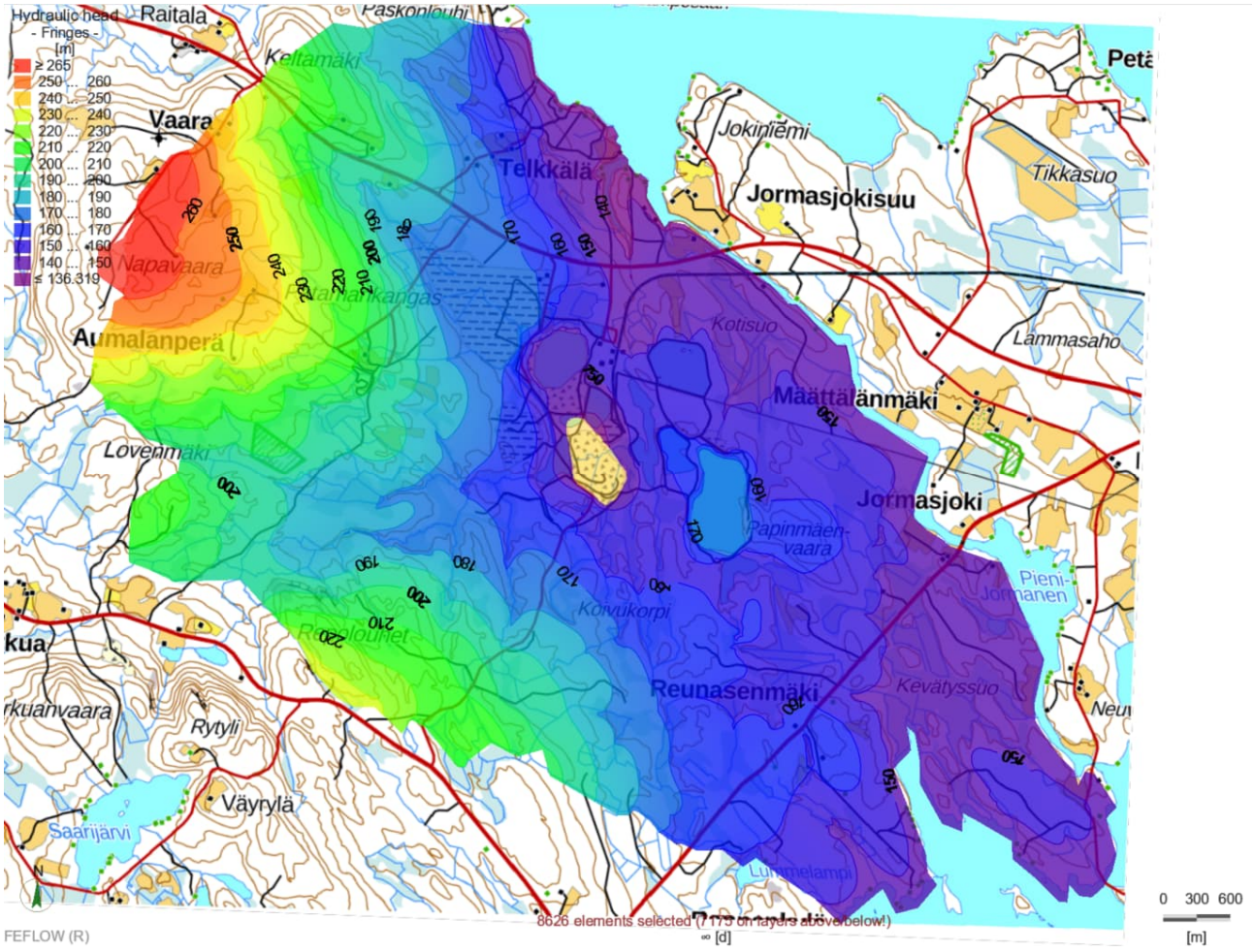



*Kuva 9-6. Mallilla lasketut pohjaveden virtausreitit ja virtaussuunnat 2020-luvun tilanteessa. Kuvaan on merkitty myös luode-kaakko-suuntainen pohjavedenjakaja (Pöyry Finland Oy 2012).*

Vuonna 2024 on tehty Punasuon avolouhoksen numeerinen pohjavesimallinnus (AFRY Finland Oy 2024a). Mallinnus on tehty nykyiselle (vuosi 2024, Kuva 9-7) ja vuoden 2035 louhokselle sekä sulkemisen jälkeiselle tilanteelle (Kuva 9-8). Vuosi 2024 toimi mallin lähtötilanteena. Louhintoja edeltävää aikaa ei mallinnettu, eikä vuoden 2024 Punasuon louhoksen kuivatuspumppauksen aiheuttaman alenemakartion laajuutta suhteessa louhintoja edeltävään aikaan siten ole laskettu. Vuoden 2035 simuloinnissa Punasuon louhoksen kuivatuksesta aiheutuu pohjavesipinnan alenemaa nykytilaan verrattuna. Vähintään 0,5 m pohjavesipinnan laskua voi tapahtua enintään 200–900 m etäisyydellä avolouhoksen reunasta. Pohjavettä suotautuu louhokseen noin 1810 $m^3$/vrk (vuosi 2024) ja 2560 $m^3$/d (vuosi 2035). Kun suoraan louhokseen satava vesi otetaan mukaan ja haihdunnan oletetaan louhoksen kohdalla olevan 50 % sadannasta, mallin laskemaksi kuivatusvesimääräksi saadaan 1 990 $m^3$/vrk vuonna 2024 ja 2 750 $m^3$/vrk vuonna 2035. Punasuon louhoksen mitatut kuivatusvesimäärät ovat 1 980, 2 180 ja 2 040 $m^3$/vrk vuosille 2021, 2022 ja 2023. Kuivatuspumppauksen lopettamisen jälkeen vuoden 2035 mukaisen louhoksen vedellä täyttyminen kestää noin 15 vuotta. Laskennassa ei ole mukana louhokseen muualta johdettavia tai pintavaluntana tulevia vesiä. Täyttymisen jälkeen pohjaveden virtausgradientti on kohti koillista ja itää. Mallinnuksen mukaan louhoksen ylivuoto tapahtuu pääasiassa ylivuoto-ojaa pitkin, ja pohjaveden virtaus kallio-osuudessa on hyvin vähäistä.

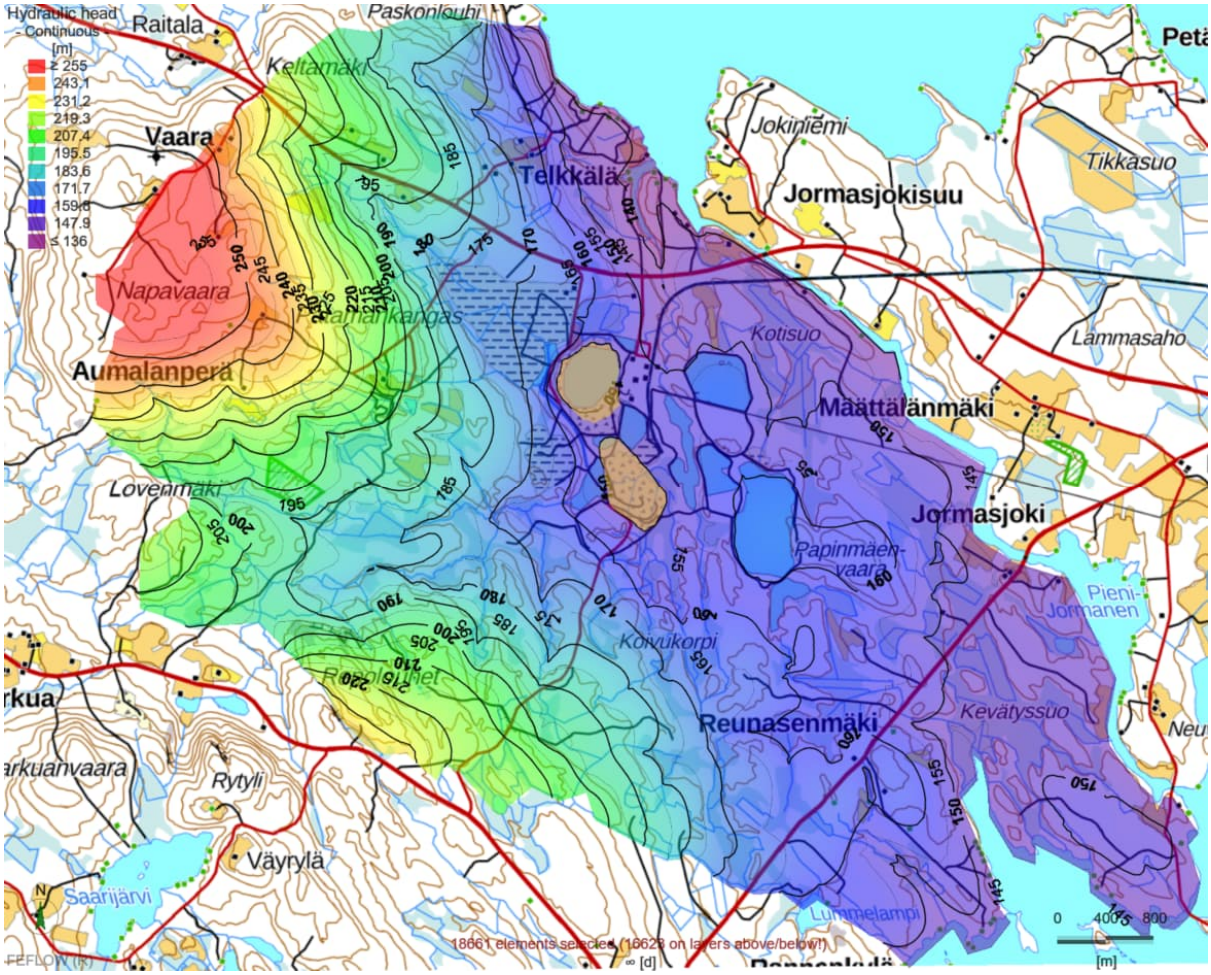
Copyright © AFRY Finland Oy

Täyttyneeseen louhokseen suotautuu pohjavettä noin 682 $m^3/d$ ja suorasta sateesta tulee vettä 215 $m^3/d$, kun haihdunnan oletetaan olevan 50 % vuosittaisesta sadannasta. Louhoksesta poistuu vettä lähinnä ylivuotona 898 $m^3/d$. Numeeriseen malliin liittyviä epävarmuuksia tarkasteltiin tekemällä herkkyystarkastelua ruhjeiden, kallioperän ja maaperän hydraulisen johtavuuden ja pohjaveden muodostumisen suhteen. Yleensä epävarmuudet laskennassa liittyvät kallion vedenjohtavuuteen, koska se on vaikea määritellä tarkasti ja kattavasti koko mallinnettavalle kalliotilavuudelle.




*Kuva 9-7. Pohjavesimallin laskema pohjavedenpinnan korkeus vuonna 2024. (AFRY Finland Oy 2024a)*

Copyright © AFRY Finland Oy




*Kuva 9-8. Pohjavesipinnan korkeus sulkemisen jälkeisessä tilanteessa, kun Punasuon louhos on täyttynyt vedellä. Punasuon ja Lahnaslammen louhosjärvet on korostettu keltaisella. (AFRY Finland Oy 2024a)*

### 9.2.2.3 Pohjaveden pinnankorkeus

Alueella on tarkkailtu pohjaveden pinnankorkeuksia useiden vuosien ajan. Seuraavassa on kuvaus vesipinnoista vuoden 2023 tarkkailuraportista. Vuoden 2024 raportti ei ole vielä valmistunut.

Sivukivialueen ympäristössä pohjaveden korkeuserot ovat suuria, mikä johtuu alueen geologisista ja morfologisista tekijöistä (Kuva 9-9). Pohjavedenpintojen vaihtelu oli esimerkiksi vuonna 2023 tarkkailuputkissa välillä 0,19–1,53 m, ja pohjavedenpinnan etäisyys maanpinnasta oli enimmillään noin seitsemän metriä (MPP4). Osassa putkia on havaittavissa lievää pohjavedenpinnan nousua vuonna 2023.

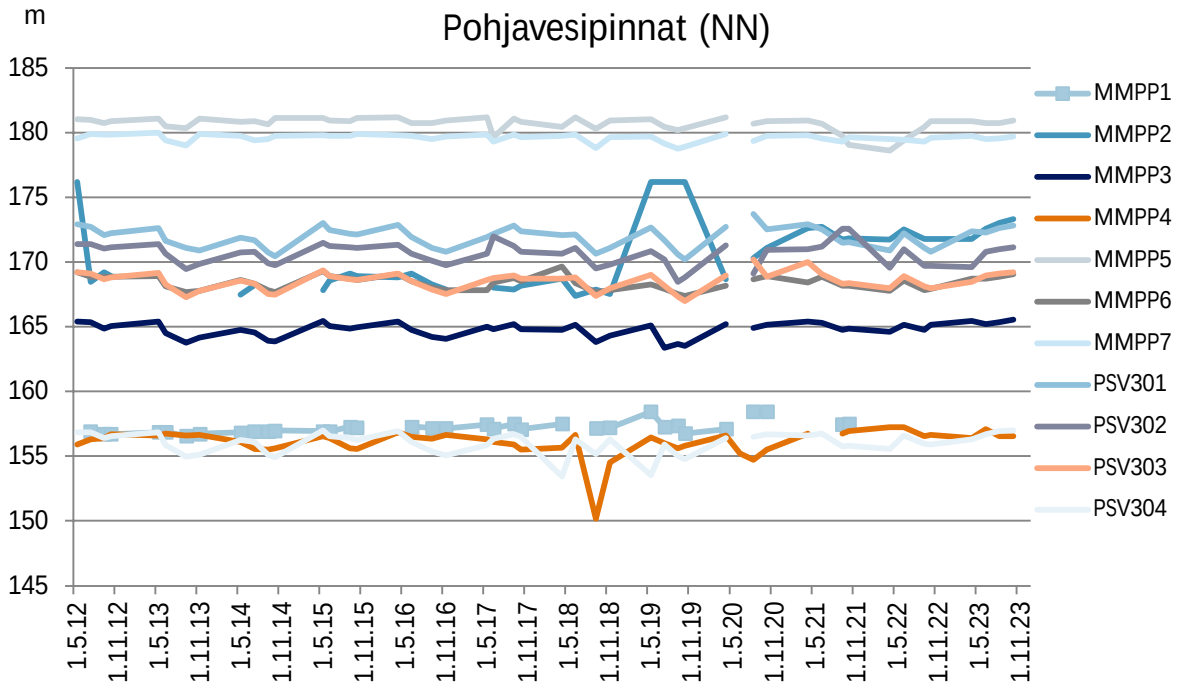
Punasuon louhosalueen ja jätealtaiden ympäristön pohjavesiputkia tarkkailtiin ensimmäisen kerran vuonna 2009. Pohjavesipinnan korkeudet vuosilta 2012–2023 on esitetty kuvassa 9-10. Pohjavesipinnoissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia ko. vuosien aikana. Vesipinnat ovat pääosin lähellä maanpintaa (0,16–0,57 m) ja vaihtelu on ollut vähäistä (0,14–0,42 m). Putkessa Punasuo 2 vaihtelut ovat olleet suurempia (2,14 m) ja vesipinta syvempänä maanpinnasta (3,94 m). Pohjavesipinta on ollut selvästi korkein

Copyright © AFRY Finland Oy

eteläosan putkessa Punasuo 3 ja alin rikastushiekka-altaan pohjoispuolen putkessa Papinlampi 4 (Kuva 9-10).

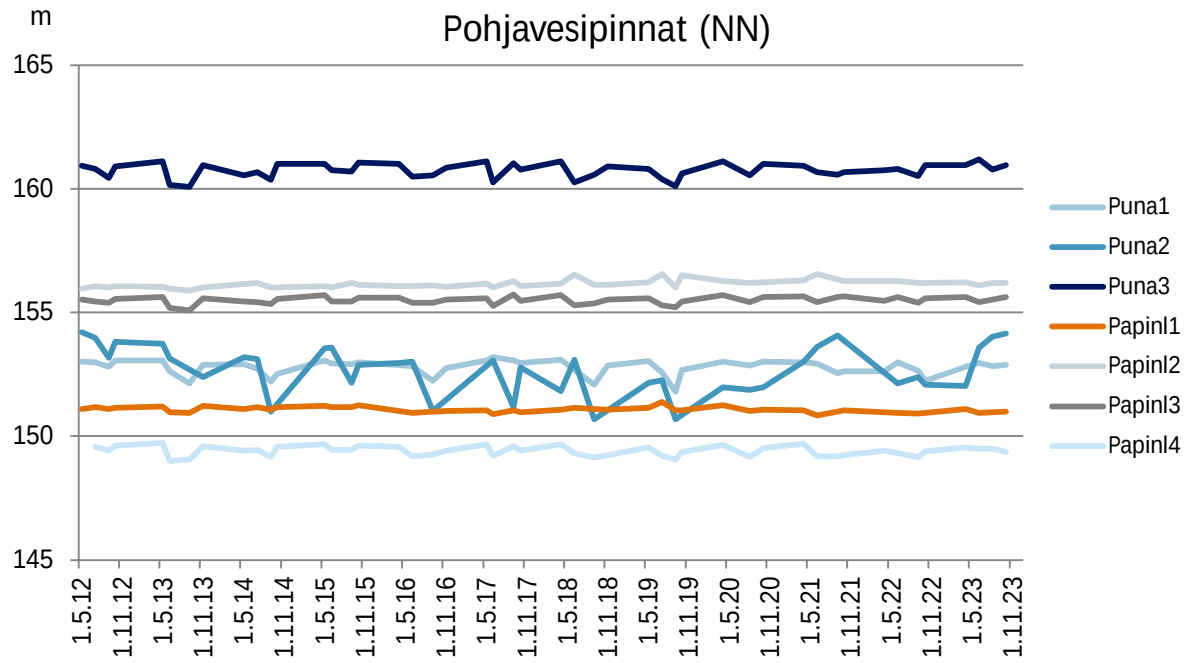
Vesipintojen vaihtelut kuvastavat kuitenkin pääosin normaalia vuodenaikaisvaihtelua ja putken sijaintipaikan olosuhteita. Moreenialueilla pohjaveden vuodenaikaisvaihtelu on yleensäkin suurempaa kuin esimerkiksi hiekka- ja soramuodostumissa (harjualueet). Suoalueella pohjavedenpinta on lähellä maanpintaa ja vuodenaikaisvaihtelu hyvin pientä.

Malmin louhinta Lahnaslammen avolouhoksesta loppui syksyllä 2010. Sivukiven läjitys Lahnaslammen suljettuun louhokseen aloitettiin vuonna 2010. Vuonna 2022 vesikerroksen paksuus oli noin 170 m, kun vedenpinta oli korkeudessa 149 m. Lahnaslammen avolouhoksen vedenpinta pyritään pitämään alle +150 m tasolla. Louhoksen vaikutus lähiympäristön vesipintoihin on ollut hyvin vähäinen. Vaikutusten vähäisyys kertoo alueen maaperän ja kallioperän huonosta vedenjohtavuudesta. Louhoksen ympäristössä on puroja, jokia, ojia ja kanavia sekä jätealtaita. Niillä voi olla osaltaan alueen vesitaloutta vakauttava vaikutus. Punasuon louhoksen pohja on tällä hetkellä noin tasolla +65 mpy ja syvyys maanpinnasta noin 80–90 m.




*Kuva 9-9. Pohjavedenkorkeus m (NN) sivukivialueen ympäristössä vuosina 2012–2023 (Huom. N2000=NN+0,60 m).*

Copyright © AFRY Finland Oy




*Kuva 9-10. Pohjavedenkorkeus m (NN) Punasuo-Papinlampi –alueella vuosina 2012–2023 (Huom. N2000=NN+0,60 m).*

#### 9.2.2.4 Pohjaveden laatu

Kaivoksen ja tehtaan pohjavesivaikutuksia on seurattu pitkään. Tarkkailuohjelmaa on päivitetty vuonna 2023. Uudistetun pohjavesitarkkailun näytteenottopisteet on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 9-4).

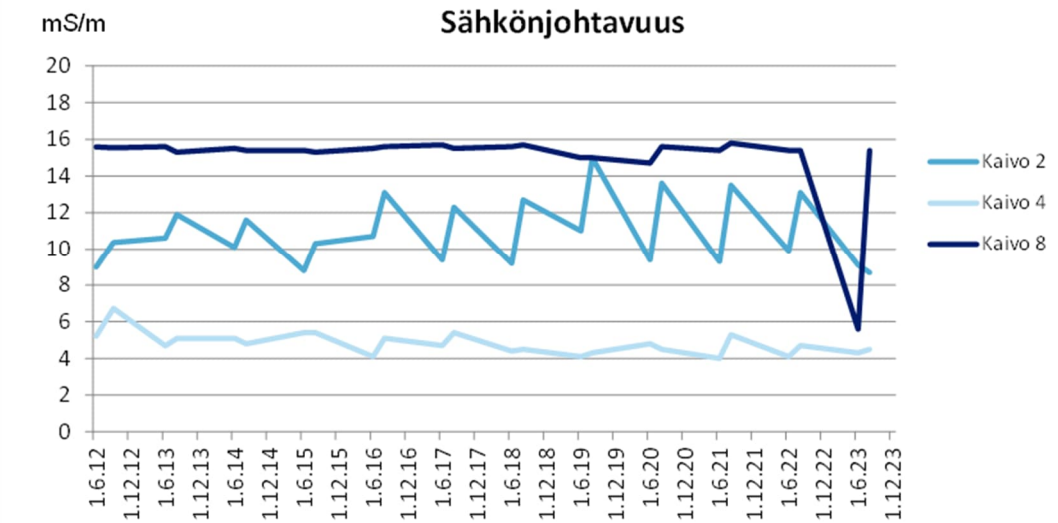
##### Tarkkailutulokset 2023

Kaivovesien tulokset vuosilta 2022–2023 on esitetty taulukossa 9-1. Kuvassa 9-11 on sähkönjohtavuusarvojen kuvaajat vuosilta 2012–2023. Kaivovesissä ei havaittu kohonneita pitoisuuksia tutkittujen muuttujien osalta. Pitoisuudet olivat pääosin aikaisemman vuoden tasolla ja täyttivät talousveden laatuvaatimukset (STM 1352/2015 ja muutokset). Liukoiset arseeni- ja nikkelipitoisuudet ovat olleet hyvin pieniä ja talousvesiasetuksen mukaisia sekä alittivat pohjavesien ympäristönlaatunormit (341/2009). Pitoisuuksissa ei ole havaittavissa tutkittujen muuttujien osalta selviä muutostrendejä.

Copyright © AFRY Finland Oy

*Taulukko 9-1. Kaivovesinäytteiden tulokset 2022–2023. Tummennetulla asetusten ylittävät/alittavat arvot.*

| | | pH | Alkaliteetti | S-joht | Sameus | As (liuk.) | Ni (liuk.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | mmol/l | mS/m | FTU | µg/l | µg/l |
| STM 401/2001 | | 6,5-9,5 | - | 250 | 1,0 | 10 | 20 |
| STM 2/2023 | | 6,5-9,5 | - | 250 | | 10 | 20 |
| Backman ym. 1999 | Kuilukaivo moreeni | 6,5 | 0,76 | 16,6 | | 0,26 | 1,4 |
| Kaivo 2 (15.6.2022) | porakaivo | 6,4 | 0,48 | 9,9 | 1,0 | 0,4 | 2,0 |
| Kaivo 4 (15.6.2022) | porakaivo | 6,1 | 0,22 | 4,3 | 0,58 | 0,2 | 1,4 |
| Kaivo 8 (15.6.2022) | kuilukaivo | 8,0 | 1,4 | 15,4 | 0,24 | <0,1 | <0,60 |
| Kaivo 2 (10.8.2022) | kuilukaivo | 6,4 | 0,56 | 13,1 | 0,68 | 0,4 | 2,9 |
| Kaivo 4 (10.8.2022) | porakaivo | 6,1 | 0,3 | 4,5 | 2,4 | 0,3 | 1,6 |
| Kaivo 8 (10.8.2022) | porakaivo | 8,1 | 1,4 | 15,4 | <0,20 | <0,1 | <0,60 |
| Kaivo 2 (5.6.2023) | porakaivo | 6,5 | 0,47 | 9,1 | <0,20 | 0,4 | 2,0 |
| Kaivo 4 (5.6.2023) | porakaivo | 6,1 | 0,19 | 4,0 | 0,25 | 0,1 | 1,2 |
| Kaivo 8 (5.6.2023) | kuilukaivo | 7,3 | 0,47 | 5,6 | 0,27 | <0,1 | <0,60 |
| Kaivo 2 (7.8.2023) | kuilukaivo | 6,6 | 0,38 | 8,7 | 0,35 | 0,4 | 2,2 |
| Kaivo 4 (7.8.2023) | porakaivo | 6,4 | 0,23 | 4,5 | 0,39 | 0,1 | 1,8 |
| Kaivo 8 (7.8.2023) | porakaivo | 8,2 | 1,4 | 15,4 | <0,20 | <0,1 | <0,60 |




*Kuva 9-11. Kaivovesinäytteiden sähkönjohtavuuden arvot 2012–2023. Talousvesiasetuksen (STM 1352/2015) laatusuositus 250 mS/m.*

Sivukivialueen vaikutuksia pohjavesiin on seurattu yhteensä 11 pohjavesiputkesta (PSV301-304 ja MMPP1-7), minkä lisäksi näytteet on otettu myös sivukivialueen itäpuolella sijaitsevasta putkesta PSV203. Sivukivialueen pohjavesivaikutukset rajoittuivat lähinnä sivukivialueen kaakkoisreunalle, jossa vedenlaadun muutokset ovat olleet selviä etenkin putkessa MMPP1. Piste MMPP1 edustaa vedenlaadultaan sivukivialueen suotovettä ja sen pitoisuudet ovat olleet yleensä merkittävästi suurempia kuin muiden pisteiden. Muilla tarkkailusuunnilla selviä pohjavesivaikutuksia ei ollut havaittavissa.

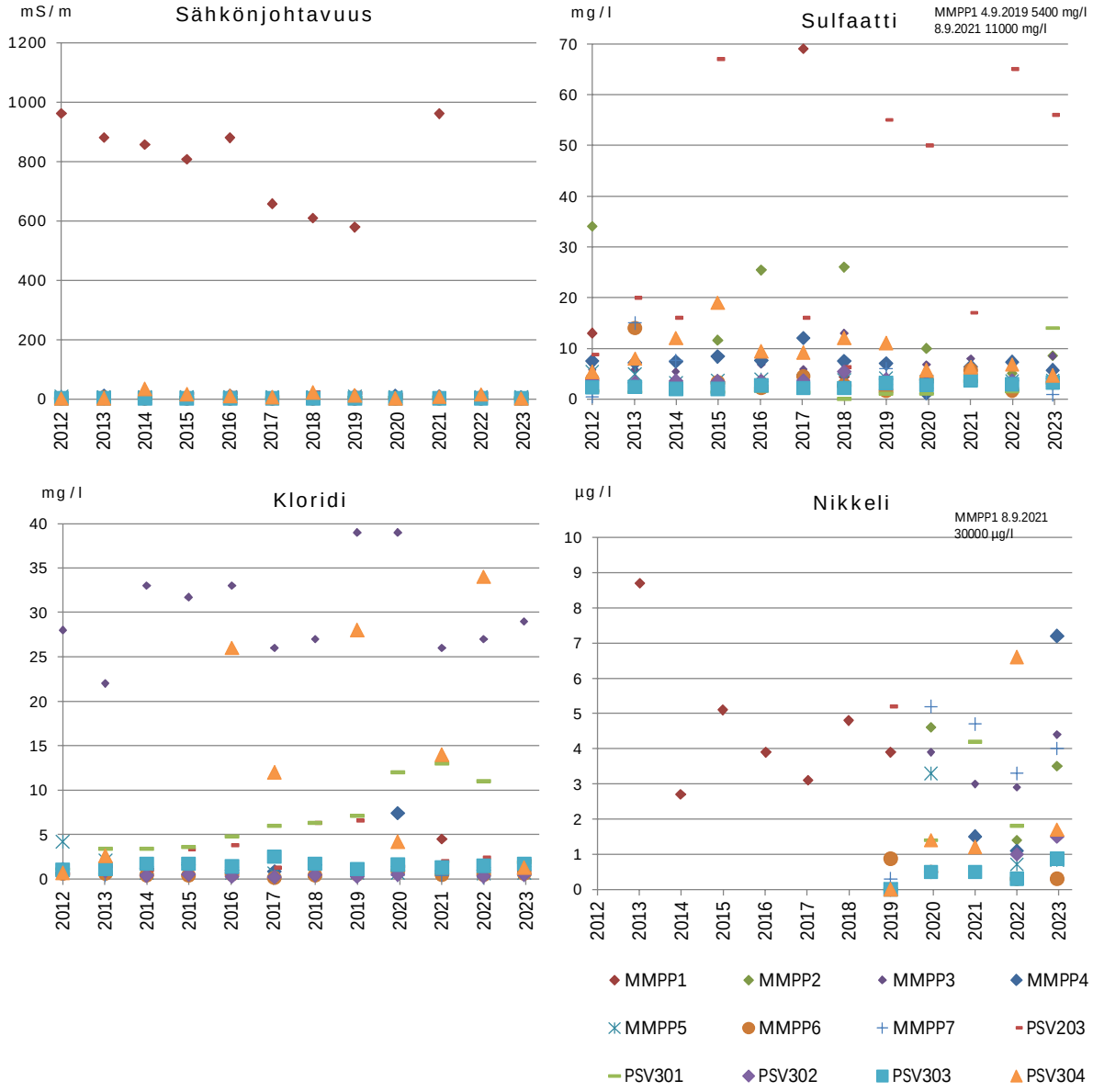
Copyright © AFRY Finland Oy

Jos sivukivialueen ympäristön pitoisuuksia verrataan pohjavesien ympäristönlaatunormeihin (341/2009), asetuksen nikkelipitoisuuden (Ni 10 µg/l) ylittävä pitoisuus havaittiin pisteillä MMPP1 ja PSV203 (Kuva 9-12). Pisteessä MMPP1 sulfaatin, ammoniumtypen ja arseenin pitoisuudet ylittivät ympäristölaatunormit. Lisäksi pisteillä MMPP3 ja PSV304 kloridipitoisuudet ylittivät ympäristönlaatunormin (25 mg/l). Osassa tarkkailupisteitä pH-arvo oli alhainen verrattuna talousvesiasetukseen (STM 1352/2015 ja muutokset). Alue ei ole pohjavesialuetta eikä alueen vettä käytetä talousvetenä*.

_____

**Pohjaveden laadun yleiset vertailuarvot määräytyvät pohjaveden yleisen suojelutarpeen sekä pohjaveden käytön ja käyttömahdollisuuksien mukaan. Haittojen ja riskien määrittämiseen ja vertailuarvojen soveltamiseen vaikuttavat myös muut pohjaveden haitta-aineiden aiheuttamat ympäristö- ja terveysriskit, haitta-ainelähteen sijainti suhteessa pohjavedenpinnan tasoon, pilaantumisen ajankohta sekä pohjaveteen mahdollisesti jo tapahtunut kulkeutuminen. Tärkeillä ja muilla vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla käytettäväksi suositellut pohjaveden laadun vertailuarvot on esitetty Ympäristöministeriön ´Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta´ -raportissa (Ympäristöministeriö 2014). Juomaveden otto-/käyttöpaikoilla (esim. kaivot) pohjaveden tulee lisäksi täyttää voimassa olevat talousveden laatuvaatimukset ja muut juomaveden kannalta olennaiset laatukriteerit (esim. haju ja maku). Vertailuarvot on annettu vain aineille, joiden vesiliukoisuus ylittää haitalliseksi arvioidun pitoisuuden ja kulkeutuminen veden mukana liukoisessa muodossa merkittävässä määrin on mahdollista. Pohjaveden pilaantuneisuuden perusarvioinnissa hyödynnetään yleisesti sovellettuna Sosiaali- ja terveysministeriön talousvesiasetusta (1352/2015) myös niiden alueiden osalta, joiden pohjavettä ei käytetä talousvetenä. Pohjaveden ympäristölaatunormit (VNa 341/2009) on tarkoitettu ainoastaan pohjavesimuodostumien (≈ luokitellut tärkeät pohjavesialueet) pohjaveden kemiallisen tilan luokitteluun, mutta näitä arvoja on käytetty muillakin alueilla pohjaveden laadun perusarviointiin.*

Copyright © AFRY Finland Oy




*Kuva 9-12. Sivukivialueen pohjaveden sähkönjohtavuusarvon, sulfaatti-, kloridi- ja nikkelipitoisuuksien kehitys vuosina 2012–2023. (AFRY Finland Oy 2024b)*

Punasuon louhosalueen ympäristön pohjavesitarkkailu aloitettiin vuonna 2009, Punasuon louhinta alkoi vuonna 2010. Alueella on kolme havaintoputkea. Punasuo1 sijaitsee louhosalueen pohjoispuolella sekä Punasuo2 ja Punasuo3 louhosalueen eteläpuolella.

Punasuo1:n pitoisuuksissa ei ole havaittavissa juurikaan merkittäviä muutoksia edellisvuoteen verrattuna (Kuva 9-13). Typpi- ja ammoniumtyppipitoisuudet olivat hieman kasvaneet edellisvuodesta, muutoin ainepitoisuudet olivat edellisvuotta alhaisempia ja pääosin pieniä.

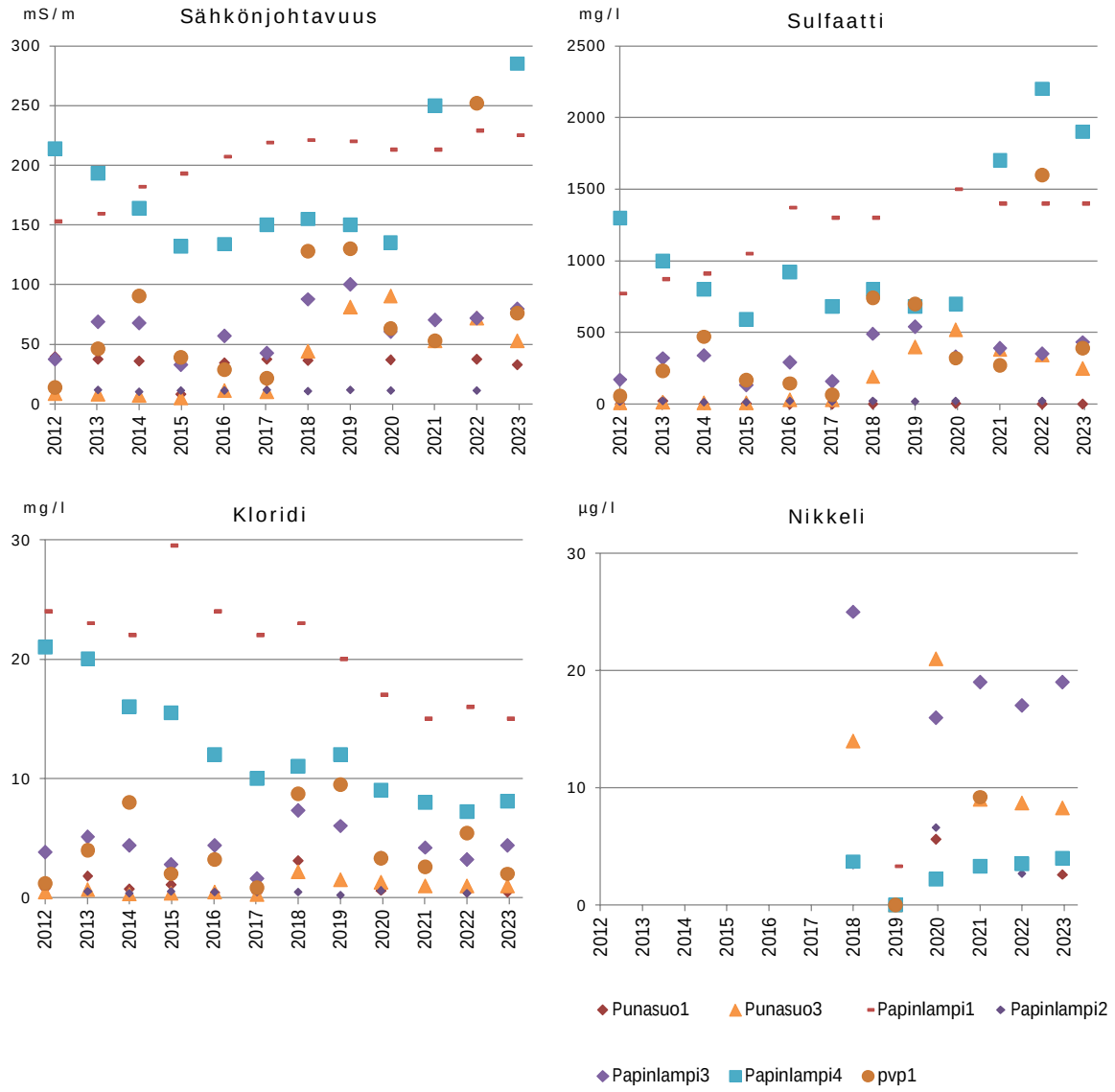
Putken Punasuo2 laadullinen tarkkailu on lopetettu vuonna 2014 ELY-keskuksen hyväksynnällä, koska putki ei edusta pohjaveden todellista tilaa. Veden korkeuden tarkkailu

Copyright © AFRY Finland Oy

jatkuu. Putkessa on havaittu aikaisempina vuosina mm. kohonneita sulfaatti- ja liukoisen nikkelin pitoisuuksia, joiden arveltiin johtuvan paikallisista geologisista tekijöistä (moreenissa mustaliusketta). Putki sijaitsee Unijoen uuden kaivetun uoman lähellä.

Punasuo 3:n pitoisuudet olivat pääosin edellisvuotta alhaisempaa tasoa ja pieniä. Sulfaattipitoisuudet ovat ko. putkessa kasvaneet vuodesta 2018 lähtien, ollen kuitenkin laskussa vuodesta 2021.

Punasuo1:n ammoniumtyppipitoisuus (660 µg/l) ylitti valtioneuvoston asetuksen (341/2009) ympäristönlaatunormin pitoisuustason (200 µg/l). Louhosalueen eteläpuolella (Punasuo 3) pH-arvo (4,7) alitti talousvesiasetuksen mukaisen laatutavoitteen (6,5–9,5) ja kloridipitoisuus (250 mg/l) ylitti ympäristönlaatunormin (150 mg/l). Putkien Punasuo 1 ja Punasuo 3 $COD_{Mn}$-arvot (13 ja 10 mg/l) ylittivät talousvesiasetuksen mukaisen laatutavoitteen (5 mg/l). Alue ei ole pohjavesialuetta eikä alueen vettä käytetä talousvetenä.




*Kuva 9-13. Punasuon louhosalueen ja allasalueen pohjaveden sähkönjohtavuusarvon, sulfaatti-, kloridi- ja nikkelipitoisuuksien kehitys vuosina 2012–2023. (AFRY Finland Oy 2024b)*

Copyright © AFRY Finland Oy

Allasalueen ympäristössä on myös vuonna 2009 asennettuja putkia. Putket Papinlampi1 ja Papinlampi4 sijaitsevat Soidinsuon altaan ympäristössä, Papinlampi 2 Papinlammen rikastushiekka-altaan eteläpäässä ja Papinlampi3 Papinlammen rikastushiekka-altaan ja kanavan välissä. Papinlampi 2 putki oli elokuussa 2023 kuiva eikä näytettä saatu.

Soidinsuon altaan ympäristössä putkissa Papinlampi 1 ja Papinlampi 4 sekä uusien altaiden ja kanavan välissä putkessa Papinlampi 3 havaittiin edellisvuosien tapaan sulfaattipitoisuuksien ja sähkönjohtavuusarvojen kohoamista. Altaan länsipuolella pisteessä pvp1 sähkönjohtavuuden ja sulfaatin arvot olivat laskeneet edellisvuoden tasosta, ollen kuitenkin selvästi koholla. Muutoin ainepitoisuudet olivat allasalueen ympäristössä lähellä edellisvuoden tasoa tai sitä alhaisempia.

Jos allasalueen ympäristön pitoisuuksia verrataan pohjavesien ympäristönlaatunormeihin (341/2009), sulfaattipitoisuus ylitti ympäristönlaatunormin (150 µg/l) edellisvuoden tapaan kaikilla havaintopaikoilla. Liukoisen nikkelin osalta ympäristönlaatunormi (10 µg/l) ylittyi pisteillä Papinlampi 1, pvp1 ja Papinlampi 3. Arseenin osalta ympäristönlaatunormi (5 µg/l) ylittyi pisteellä Papinlampi 4. Ammoniumtyppipitoisuudet olivat ympäristönlaatunormia (200 µg/l) suurempia pisteillä Papinlampi 1 ja Papinlampi 4.

Myös pH-arvo oli osin alhainen verrattuna talousvesiasetukseen (STM 1352/2015 ja muutokset). Kuten aiemmin on mainittu, kaivospiirin alue ei ole pohjavesialuetta eikä alueen vettä käytetä talousvetenä.

## 9.3 Vaikutusten arviointi

Kaivostoiminnan takia alueen maaperään ja kallioperään kohdistuvat vaikutukset ovat väistämättömiä. Rakentamisen ja toiminnan aikaiset vaikutukset riippuvat suuresti rakentamiskohteesta ja hankevaihtoehdosta. Vaihtoehdossa VE2 rakentamista tulee uusille alueille enemmän ja laajempana kuin vaihtoehdossa VE1 ja myös kaivospiiri laajenee.

### 9.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Tulevat rakentamisalueet ja niiden laajuudet riippuvat vaihtoehdoista. Sivukiven ja rikastushiekan osalta vaihtoehdot ovat merkittävästi erilaisia, mutta vesikäsittelyrakenteiden osalta vaihtoehdoilla ei ole eroja. Ne sijoittuvat kaivoalueen pohjoispuolelle, nykyisin lähinnä metsätalouskäytössä oleville alueille.

Tulevilla uusilla rakentamisalueilla poistetaan puusto ja pintamaat ja täyttömaat 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. Maanpoistomassoja on nykyisellään varastoitu sivukiven läjitysalueelle, Lahnaslammen kaivoksen eteläpäähän, sekä omalle läjitysalueelleen sivukiven läjitysalueen eteläpuolelle. Maanpoistomassoja on käytetty nykyisellään myös kaivosalueella muun muassa maisemointiin ja patorakenteisiin. Maanpoistomaan sisältämän kivennäismaan kemiallinen laatu heijastaa alueen luontaista taustapitoisuutta.

Rakentamisen aikana maaperään saattaa kohdistua vaikutuksia poikkeuksellisessa tilanteessa esimerkiksi työkoneen vikaantumisen tai onnettomuuden seurauksena. Lähinnä

Copyright © AFRY Finland Oy

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. Hankealue tai sen lähiympäristö eivät ole poikkeuksellisen herkkiä mahdollisen poikkeustilanteen vaikutuksille. Riskeihin varaudutaan ohjeistamalla toimintatapoja etukäteen sekä varaamalla työmaalle imeytysmateriaaleja ja ensitorjuntavälineitä.

Rakentamisalueen maa-ainesta ja kalliokiviainesta 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.

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 vaikutukset eivät ulotu hankealueen ulkopuolelle, sillä irtomaapeite koostuu pääosin moreenista, jonka vedenjohtavuus on pieni.

Rakentamisen edetessä pintavalunta hankealueella lisääntyy ja pohjaveden muodostuminen vähentyy.

### 9.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Tulevat toiminta-alueet ja niiden laajuudet riippuvat vaihtoehdoista. Sivukiven ja rikastushiekan osalta vaihtoehdot ovat merkittävästi erilaisia, mutta vesikäsittelyrakenteiden osalta vaihtoehdoilla ei ole eroja. Ne sijoittuvat kaivosalueen pohjoispuolelle, nykyisin lähinnä metsätalouskäytössä oleville alueille. Seuraavassa vaikutuksia on arvioitu toiminta-alueittain.

#### 9.3.2.1 Malmin louhinta ja tuotanto

Malmia louhitaan tällä hetkellä Punasuon avolouhoksesta, josta malmia on toimitettu tehtaalle vuodesta 2010 lähtien. Avolouhoksen pinta-ala on tällä hetkellä noin 20,5 ha ja sen on arvioitu laajenevan enimmillään 26 hehtaariin. Avolouhoksen pohja ulottuu tuotannon loppuvaiheessa tasolle -50 m (mpy). Maanpinta on alueella tasossa noin +155 m (mpy).

Malmi ja sivukivi irrotetaan poraus-panostus-menetelmällä. Poravaunulla poratut 10–20 metrin pituiset reiät panostetaan reikään pumpattavalla emulsioräjähdysaineella. Louhinnassa käytetään erilaisia räjähteitä nykytuotannolla noin 300 t/v. Irrotettu malmi ja sivukivi lastataan kaivinkoneilla kiviautoihin, jotka kuljettavat malmin rikastukseen ja sivukiven läjitettäväksi. Louhinta tapahtuu urakoitsijan toimesta.

Malmin murskauslaitteistot sijaitsevat rikastamon länsipuolella, jossa sijaitsee myös esimurskatun malmin välivarasto. Malmin jauhatus ja rikastus tapahtuu rikastamorakennuksessa lukuun ottamatta sakeutusaltaita, jotka sijaitsevat rikastamorakennuksen ympärillä. Jauhettu malmi vaahdotetaan useassa vaiheessa. Nikkelirikaste erotetaan talkkivaahdotuksen rejektistä monivaiheisessa vaahdotuksessa. Mikrotalkkitehdas sijaitsee ratapihan läheisyydessä tehdasalueen keskellä. Mikrotalkkitehtaan välittömässä läheisyydessä ovat myös pakkauslinjat ja lopputuotteiden varastotiloja. Toiminnan kuvaus on luvussa 3.

Louhinnan takia vaikutukset kallioperään ovat väistämättömiä ja kohdistuvat pääosin louhoksen syvempiin osiin. Louhosalueella maaperä on nykyään koko alaltaan jo muuttunut

Copyright © AFRY Finland Oy

tai toimintojen piirissä eikä nykytilanteeseen ole tulossa merkittäviä muutoksia. Louhinnan päästöt maaperään ja pohjaveteen ovat arvion mukaan vähäisiä. Räjähdysaineena käytetään ammoniumnitraattia, jolla on vaikutuksia louhoksesta pumpattavan veden laatuun (nitraatti- ja ammoniumtypen kohoaminen). Työkoneet käyttävät polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä. Polttoaineen kulutus tehdasalueella oli vuonna 2024 noin 4 000 litraa. Lisäksi urakoitsijan kaivostoiminnassa käyttämien koneiden kevyen polttoöljyn kulutus vuonna 2024 oli noin 1,1 milj. litraa. Raskaan polttoöljyn käyttö on loppunut tehtaalla vuonna 2022 rikasteen kuivatusprosessin muututtua nestekaasu-/ sähkökäyttöiseksi. Kevyen polttoöljyn käyttö on vähentynyt merkittävästi, kun aluelämmitykseen on vaihdettu sähkökattila ja trukkeja on vaihdettu sähkökäyttöisiksi.

Toiminta jatkuu kohteessa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 useita kymmeniä vuosia. Toiminnan aikaiset vaikutukset voivat liittyä poikkeuksellisiin tilanteisiin, kuten rakentamisvaiheessakin, esimerkiksi työkoneen vikaantumisen tai onnettomuuden seurauksena. Lähinnä kysymykseen tällöin tulee polttonesteen tai vastaavan nestemäisen aineen päätyminen maaperään ja edelleen pohjaveteen. Riskeihin varaudutaan ohjeistamalla toimintatapoja etukäteen sekä varaamalla työmaalle imeytysmateriaaleja ja ensitorjuntavälineitä. Kaivoksella ja tehtaalla käytettävät kemikaalit, räjähteet ja polttoaineet varastoidaan lainsäädännön ja ympäristöluvan määräysten mukaisesti.

Malmin jalostus tapahtuu sisätiloissa. Varasto- ja toiminta-alueet on rakennettu siten, ettei suoria päästöjä maaperään tai pohjaveteen pääse muodostumaan. Päästöjä voisi aiheutua lähinnä poikkeus- ja häiriötilanteissa.

Punasuon louhoksen kuivatusvesien määrä kasvaa vähitellen louhoksen syvetessä. Punasuon louhokseen kuivatusvesien kokonaismäärä on nykyisellään noin 750 000 $m^3$/a ja louhinnan loppuvaiheessa arviolta 900 000 $m^3$/a. Punasuon kuivatusvedet pumpataan nykyisin suoraan vesienkäsittelyyn eivätkä vedet mene enää Lahnaslammen louhokseen. Louhoksen kuivatuspumppauksen aiheuttamaa pohjavedenpinnan alenemaa on arvioitu tehdyssä pohjavesimallinnuksessa (AFRY Finland Oy 2024a). Vuoden 2035 simuloinnissa Punasuon louhoksen kuivatuksesta aiheutuva vähintään 0,5 m pohjavesipinnan alenema nykytilaan verrattuna ulottuu enintään 200–900 m etäisyydelle avolouhoksen reunasta. Pohjavettä suotautuu louhokseen noin 1 810 $m^3$/vrk (vuosi 2024) ja 2 560 $m^3$/d (vuosi 2035). Louhoksen kuivanapidon pohjaveden pintaa alentava vaikutus voi kohdistua myös osin VE2 mukaiselle sivukivialueelle tai eteläosan uudelle rikastushiekka-alueelle (VE1, VE2). Tällöin em. alueilla pohjaveden laatuun mahdollisesti kohdistuvat vaikutukset voivat kulkeutua louhoksen kuivatusvesiin.

Kaivoksen vesienhallinta muuttuu suunniteltujen uusien toimintojen myötä. Punasuon kuivatusvesien ohjaaminen on muutettu syksyllä 2024 niin, että vedet ohjataan nykyään suoraan purkuveden käsittelyn kautta Lahnasjokeen, eikä enää Lahnaslammen louhoksen kautta. Lisäksi vesienhallintaa tullaan muuttamaan niin että osa vesijakeista johdetaan sulfaatin poistoon.

#### 9.3.2.2 Sivukivialueet

Vaihtoehdossa VE1 nykyistä sivukiven kaivannaisjätealuetta korotetaan (+240 mpy) ja laajennetaan lounaisosiltaan (noin 5 ha). Laajennusten jälkeen sivukiven kaivannaisjätealueen kokonaispinta-ala on noin 65 ha. Vaihtoehdossa VE2 Punasuon louhoksen sivukivet läjitetään kokonaisuudessaan kahdelle uudelle sivukivialueelle nykyisen sivukivialueen eteläpuolelle.

Copyright © AFRY Finland Oy

Nykyisen sivukivialueen alle ei ole alun perin tehty erityistä pohjarakennetta, vaan pohja muodostuu huonosti vettä läpäisevästä luonnonmoreenista. Nykyinen sivukivialue suljetaan bentoniittimattorakenteella, ennen vaihtoedon VE1 korotuksen rakentamista. Sivukivialueen laajennuksen alle (VE1) ja rikkipitoisen kiviaineksen sivukivialueelle (läntinen sivukivialue VE2) alle tehdään nykyisten vaatimusten mukaisesti rakenne käyttäen esimerkiksi HDPE-kalvoa tai bentoniittimattoa tai tarvittaessa monikerrosrakennetta. Pohjarakenne tarkentuu lupahakemusvaiheessa pohjatutkimusten ja karakterisointitietojen perusteella.

Vaihtoehdossa VE2 rakennetaan kaksi kokonaan uutta sivukivialuetta nykyisen maanläjitysalueen päälle. Läntisen läjitysalueen pinta-ala on noin 28 ha ja sille läjitetään rikkipitoisempi kivi. Itäisen läjitysalueen pinta-ala on noin 35 ha, ja sille läjitetään tavanomainen sivukivi. Sivukivialueiden täyttötaso on noin +220 m. Rikkipitoisemman sivukivialueen alle tehdään nykyisten vaatimusten mukaisesti monikerrospohjarakenne. Uudet kaivannaisjätteen jätealueet eivät mahdu kokonaan nykyisen kaivospiirin sisäpuolelle, vaan vaihtoehdossa VE2 kaivospiiriä laajennetaan nykyisestä noin 95 ha.

### Vaikutukset maaperään ja kallioperään

Rakentamisen ja sivukiven läjityksen takia maaperän nykyisenkaltainen pintarakenne muuttuu. Vaihtoehdossa VE2 korkearikkisen sivukivialueen alueella maaperä on pääosin metsämaata ja matalarikkisen sivukiven läjitysalueen alueella osin olemassa olevaa maanläjitysaluetta. Kallioperään ei aiheudu vaikutuksia.

Malmin louhinnan yhteydessä poistettavaa sivukiveä hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan. Murskekelpoisen kiilleliuskeen laatua kontrolloidaan. Louhittu kiilleliuske murskataan ja murskatut kiilleliusketuotteet varastoidaan murskekivivarastoalueella, joka sijaitsee maanläjitysalueen eteläpuolella. Kiviaineksen murskaustoimintaa harjoitetaan tarpeen mukaan 1–3 kuukauden ajan vuodessa. Murskauksessa käytetään normaalia maanrakennuspuolella käytettävää murskaintyyppiä.

### Vaikutukset pohjaveteen

Vaihtoehdossa VE1 sivukivi läjitetään nykyiselle alueelle (korotus ja pieni laajennus). Nykyinen sivukivialue suljetaan ensin sulkemissuunnitelman mukaisella peittorakenteella (bentoniittimatto/moreeni), jonka jälkeen rakennetaan korotus tasolle +240 m. Olemassa olevan aineiston perusteella arvioituna vaihtoehdossa VE1 vaikutukset pohjaveden tilaan eivät tule olennaisesti muuttumaan nykyisestä. Laajennusalueen pinta-ala on myös pieni ja sen pohjalle rakennetaan nykyisten vaatimusten mukaiset pohjarakenteet, joten siltä alueelta pohjavesivaikutusten voidaan olettaa olevan vielä vähäisempiä. Läjitysalueen laajennus tulee sivukivialueen lounaispuolelle, josta pohjaveden virtaus suuntautuu sivukivikasaa kohden. Nykyisellä sivukivialueella ei ole pohjarakenteita, vaan läjitys on aikoinaan aloitettu luonnonmaan päällä (moreeni).

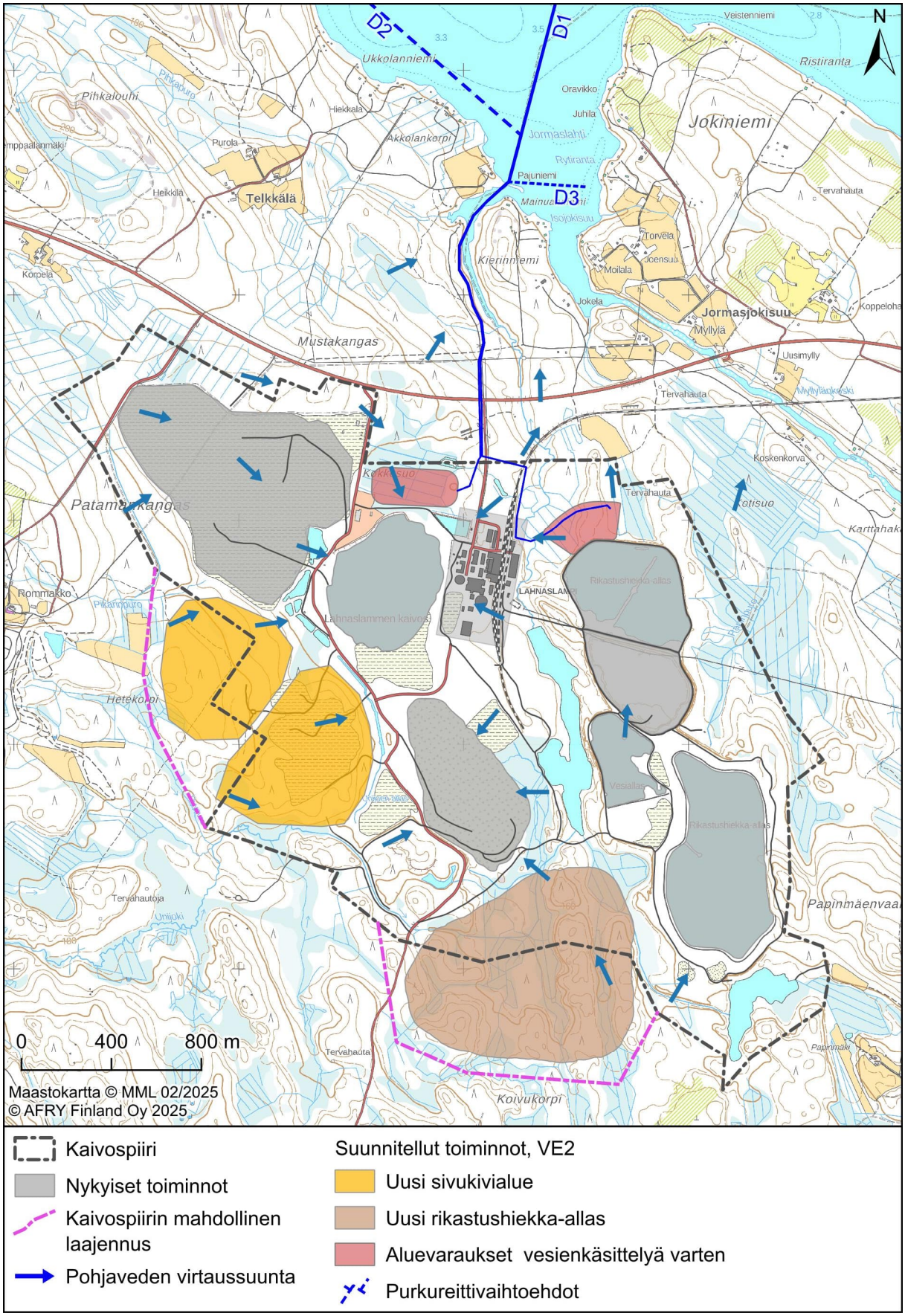
Sivukiven rikin ja haitta-aineiden pitoisuudet eivät ole korkeita, mutta osin kuitenkin koholla (Ni, As). Sivukiven haitta-ainepitoisuuksia on esitetty tässä selostuksessa aiemmin (Taulukko 3-7). Haitta-aineiden liukoisuudet ovat pääosin alhaisia (Taulukko 3-8). Punasuon kiilleliuske ja serpentiinibreksia luokitellaan hapontuotto-ominaisuuksiensa perusteella pysyväksi kaivannaisjätteeksi, mustaliuske ja epäpuhdastalkkimalmi luokitellaan eipysyväksi kaivannaisjätteeksi hapontuotto-ominaisuuksiensa perusteella (Taulukko 3-9).

Copyright © AFRY Finland Oy

Nykyisen tarkkailuaineiston perusteella pohjaveden laadun muutoksia on havaittavissa sivukivialueen kaakkoispuolella pisteessä MMPP1, jossa muun muassa sähkönjohtavuuden arvo, typpiyhdisteet, sulfaatti-, arseeni- ja nikkelipitoisuudet ovat koholla ja pH-arvo alhainen. Piste edustaa kuitenkin vedenlaadultaan sivukivialueen suotovettä ja havaintopaikka on jäänyt veden saartamaksi eikä siitä ole saatu näytteitä enää. Pohjaveden virtaussuunta on sivukivialueella kaakkoon kohti Lahnaslammen täyttynyttä avolouhosta (Kuva 9-14).

Vaihtoehdossa VE2 rikkipitoisemman sivukivialueen alle tehdään nykyisten vaatimusten mukainen rakenne käyttämällä esim. HDPE-kalvoa tai bentoniittimattoa tai tarvittaessa monikerrosrakennetta. Matalarikkinen sivukivialue sijoittuu nykyisen maanläjitysalueen kohdalle. Pohjaveden virtaussuunta on vaihtoehdon VE2 sivukivialueilla itään. Koska korkearikkisen sivukivialueen pohjarakenne tehdään nykyvaatimusten mukaiseksi, olisivat vaikutukset pohjaveden laadulliseen tilaan arvion mukaan vähäisempiä kuin vaihtoehdossa VE1.

Copyright © AFRY Finland Oy




*Kuva 9-14. Suunnitellut toiminnot (VE2) ja pohjaveden virtauskuva.*

Copyright © AFRY Finland Oy

Vaikutukset eivät kummassakaan vaihtoehdossa ulotu kaivospiirin ulkopuolelle. Maaperän laatu on kaivospiirin alueella luonnostaan sellaista, että pohjaveden muodostumis- ja virtausolosuhteet ovat pääosin varsin huonot. Tämä rajoittaa myös haitta-aineiden leviämistä laajemmalle ympäristöön. Myös kallioperän kautta tapahtuva pohjaveden virtaus on vähäistä, joskin siihen liittyy enemmän epävarmuuksia.

Suunnitelman mukaan sivukivialueilla muodostuvat sulfaattipitoiset vedet sekä Lahnaslammen sulfaattipitoinen vesi käsitellään sulfaatinpoistoprosessissa sulfaattikuormituksen vähentämiseksi. Sulfaatinpoistoprosessissa käsitelty vesi ohjataan Nuasjärveen. Lahnaslammen louhoksen valuma-aluetta pyritään pienentämään, mikä vähentää louhosjärveen tulevan puhtaan valumaveden ja siten sulfaatinpoistoprosessissa käsiteltävän veden määrää. Jos VE2:ssa matalarikkisen sivukivialueen suotovesissä sulfaattipitoisuus on riittävän matala, voidaan vedet mahdollisesti ohjata olemassa olevalle vesienkäsittely-yksikölle hydroksidisaostukseen ja sieltä purettavaksi.

#### 9.3.2.3 Rikastushiekka-alue

Vaihtoehdossa VE1 se osa rikastushiekasta, joka ei mahdu Papinlammen rikastushiekka-altaaseen, läjitetään Lahnaslammen avolouhokseen sekä uuteen pieneen rikastushiekka-altaaseen (noin 22 ha) hankealueen eteläosassa. Vaihtoehdossa VE2 rikastushiekkaa ei läjitetä Lahnaslammen avolouhokseen vaan rakennetaan uusi rikastushiekka-allas, jonka pinta-ala on noin 70 ha. Molemmissa hankevaihtoehdoissa uuden rikastushiekka-altaan alle tehdään nykyisten vaatimusten mukaisesti monikerrospohjarakenne (suojageotekstiili/HDPE/bentoniittimatto/suojageotekstiili) ja salaojitus.

##### Vaikutukset maaperään ja kallioperään

Rikastushiekka-altaan rakentamisen ja rikastushiekan läjityksen takia maaperän nykyisenkaltainen pintarakenne muuttuu. Eteläosan uuden rikastushiekka-altaan alue on pääosin metsämaata ja maaperä on pääosin moreenia, osin myös silttiä, kalliomaata ja pintaosiltaan turvetta. Alueella ei ole geologisesti arvokkaita kohteita. Kallioperään ei aiheudu vaikutuksia kummassakaan toteutusvaihtoehdossa.

Magnesiittipitoista rikastushiekkaa pyritään hyödyntämään mahdollisuuksien mukaan. Hiekkaa on käytetty maanrakentamiseen kaivosalueella 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

Rikastushiekassa on havaittu kohonneita arseenin, koboltin, kromin, nikkelin ja antimonin pitoisuuksia (Taulukko 3-10). Rikastushiekassa alkuaineiden liukoisuudet olivat pieniä lukuun ottamatta arseenia ja antimonia. Arseenin liukoisuus ylitti valtioneuvoston asetuksen 331/2013 vaarattoman jätteen kaatopaikalle annetun raja-arvon, antimonin liukoisuus puolestaan pysyvän jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvon. Muiden ominaisuuksien osalta pysyvän jätteen kaatopaikan kelpoisuuskriteerit täyttyivät (Taulukko 3-11). Vuoden 2023 rikastushiekkanäytteet eivät täytä kaivannaisjäteasetuksessa (VNa 190/2013) liitteen 1 kohdassa 2b) esitettyjä pysyvän jätteen kriteerejä (0,1 % <

Copyright © AFRY Finland Oy

S(sulf.) <1 %, NPR>3), joten rikastushiekka luokittuu näin hapontuotto-ominaisuuksiensa perusteella ei-pysyväksi, vaarattomaksi jätteeksi (Taulukko 3-18).

Uudella eteläosan rikastushiekka-altaan alueella pohjaveden virtaus suuntautuu topografian mukaisesti pääosin pohjoiseen / luoteeseen kohden Punasuon louhosta.

Toimintavaiheessa kun rikastushiekkaa läjitetään avolouhokseen (VE1), virtaus on Punasuota kohti ja mahdolliset haitta-aineet pohjavesissä menevät Punasuon louhokseen ja sitä kautta käsittelyyn. Louhosjärven vedenlaatu on ollut jo pidemmän aikaa nykyisen kaltainen useiden alkuaineiden osalta (esim. $SO_4$ ja Ni), eikä merkittäviä pohjavesivaikutuksia olla havaittu. Rikastushiekkaläjitys ja sen mukana tuleva prosessivesi nostavat erityisesti arseenipitoisuuksia korkealle tasolle.

Vaihtoehdon VE1 mukaisen rikastushiekka-altaan suotovedenlaadun mallinnuksen mukaan pitoisuudet ovat samankaltaisia uudella rikastushiekka-altaalla kuin Papinlammen nykyisellä rikastushiekka-altaalla. Suunnitellun mukaisesti toteutettuna uudesta rikastushiekka-alueesta ei arvion mukaan aiheudu vaikutuksia pohjaveteen. Mahdolliset vaikutukset rajoittuvat rikastushiekka-altaan alueelle, eikä niiden arvioida ulottuvan kaivospiirin ulkopuolelle. Maaperän laatu on kaivospiirin alueella luonnostaan sellaista, että pohjaveden muodostumis- ja virtausolosuhteet ovat pääosin varsin huonot. Tämä rajoittaa myös haitta-aineiden leviämistä laajemmalle ympäristöön. Myös kallioperän kautta tapahtuva pohjaveden virtaus on vähäistä, joskin siihen liittyy enemmän epävarmuuksia.

#### 9.3.2.4 Purkuvesien johtaminen

Kaivokselta purettava käsitelty ylimäärävesi pumpataan purkuputkea pitkin Nuasjärveen. Järvessä putkella on kolme vaihtoehtoista suuntaa (Kuva 9-1). Maaperä on putkilinjauksella pääosin moreenia, osin myös silttiä. Putkilinjauksen vaikutusalueella ei ole arvokkaita geologisia kohteita tai pohjavesialueita.

Purkuputki kaivetaan maahan pääsääntöisesti routarajan alapuolelle, syvyys vaihtelee noin 2,8–3,0 m välillä. Putken vaatima putkikäytävän leveys on noin 26 m. Putken vieressä kulkee tarvittavilla alueilla huoltotie mm. ilmanpoisto- ja tyhjennyskaivoille. Putkimateriaalina käytetään korkeatiheyksistä polyeteeniä (PEH, PE 100, SDR 17, paineluokka PN10). Putken rakentaminen on tavanomaista maanrakennustyötä.

Rakentamisen aikana maaperään saattaa kohdistua vähäisiä vaikutuksia poikkeuksellisessa tilanteessa esimerkiksi työkoneen vikaantumisen tai onnettomuuden seurauksena.

Kierinniemessä ja Lahnasjoen länsipuolella olevissa kiinteistöissä on talousvesikaivoja. Lahnasjoen länsirannalla oleva kaivo sijoittuu purkuputken läheisyyteen (Kuva 9-4). Vaikutuksia talousvesikaivojen veden laatuun tai määrään ei arvioida olevan. Purkuputki ei arvion mukaan ulotu pohjavesikerrokseen ja putken asentamisen jälkeen kaivanto täytetään. Siten mahdolliset vähäiset rakentamisen aikaiset vaikutukset (esim. veden samentuminen) ajoittuvat rakentamisen aikaan. Rakentamisen jälkeen, kun kaivanto on täytetty, palautuvat pohjavesiolosuhteet vähitellen ennalleen. Kaivot ovat jo nykyisellään seurannassa. Rakentamisen aikana seurantaa tehostetaan tarpeen mukaan.

Kallioperään kohdistuvia vaikutuksia voi aiheutua, mikäli purkuputken rakentamisen yhteydessä tehdään kallion räjäytystöitä. Arvion mukaan tarvetta kallion louhinnalle ei ole.

Copyright © AFRY Finland Oy

Toiminnan aikana maaperään kohdistuvia vaikutuksia voi aiheutua lähinnä putken rikkoontuessa, jolloin maaperään voi päästä vettä. Vedessä ei ole sellaisia määriä haitta-aineita, että sillä olisi putkirikon sattuessa maaperää pilaava vaikutus. Putkilinjan huolto- ja korjaustöiden aikana maaperään kohdistuvat vaikutukset ovat lähinnä kaivutöistä johtuvia ja tilapäisiä.

### 9.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan jälkeen louhos- ja sivukivialueet sekä rikastushiekka-alue jälkihoidetaan (siistiminen, muotoilu/maisemointi/peittokerrokset, kasvitus) lupamääräysten / ohjeistuksen mukaisesti.

Louhosten ja luonnonkivilouhimoiden jälkihoidossa korostuvat turvallisuustekijät. Seinämät ja rinteet eivät saa aiheuttaa vaaraa, esimerkiksi hallitsematonta lohkareiden putoamista, louhimisen aikana eikä sen päätyttyäkään. Lisäksi putoamisvaaran välttämiseksi tulee asiattomien henkilöiden pääsy ottamisalueen jyrkille rinteille estää. (Ympäristöministeriö 2023).

Punasuon avolouhos täyttyy vedellä ja pohjavesiolosuhteet ja virtauskuva palautuvat likimäärin hanketta edeltävän ajankohdan mukaiseksi, tosin on huomioitava, että toiminta-historian takia alueen topografia on suuresti muuttunut. Alueelle muodostuu kaksi uutta louhosjärveä (Lahnaslampi, Punasuo). Pohjavesimallinnuksen mukaan (AFRY Finland Oy 2024a) kuivatuspumppauksen lopettamisen jälkeen vuoden 2035 mukaisen Punasuon louhoksen vedellä täyttyminen kestää noin 15 vuotta. Laskennassa ei ole mukana louhokseen muualta johdettavia tai pintavaluntana tulevia vesiä. Täyttymisen jälkeen pohjaveden virtausgradientti on kohti koillista ja itää. Mallinnuksen mukaan louhoksen ylivuoto tapahtuu pääasiassa ylivuoto-ojaa pitkin, ja pohjaveden virtaus kalliossa on hyvin vähäistä.

Rikastushiekka- ja sivukivialueilla suotoveden muodostuminen vähenee sen jälkeen, kun läjitys lopetetaan ja alueet on peitetty lupaehtojen mukaisesti. Peittämisen jälkeen suotovettä muodostuu pintakerroksen läpi imeytyvästä sadannasta ja määrä riippuu peittokerroksen vedenläpäisevyydestä. Läjitysalueiden vaikutukset pohjaveteen ovat toiminnan jälkeen paikallisia eivätkä arvion mukaan ulotu kaivospiirin ulkopuolelle.

Kaivannaisjätealueilla muodostuvien suotovesien sekä Lahnaslammen louhosjärven veden koostumusta kaivoksen toiminnan aikana ja sulkemisen jälkeen on tarkasteltu mallintamalla (liite 4). Toiminnan aikana suurin osa Lahnaslammen pohjaveden ulosvirtauksesta on Punasuon avolouhoksen suuntaan. Rikastushiekkaläjityksen loppuminen (VE1) muuttaa tilannetta huomattavasti. Tämän jälkeen Lahnaslammen vesitilavuus on pieni ja sen koko vesitilavuus vaihtuu alle kahden vuoden välein luonnonvesien vaikutuksesta. Punasuon täyttyessä ja erityisesti täyttymisen jälkeen pohjavettä voi alkaa virrata Lahnaslammesta vuolaammin muihinkin suuntiin ja pohjaveden kautta voi kulkeutua haitta-aineita Lahnasjokea kohti.

Lahnaslammen louhosjärven koostumus rikastushiekkaläjityksen tapauksessa (VE1) on mallinnettu eri vuosina (liite 4): alkutilanne (2030), läjityksen loppuessa (2045), sulkemisvaiheessa, kun louhinta Punasuolla päättyy (2050) ja 5 vuotta sulkemisesta, kun Punasuo on osittain täyttynyt vedellä. Kallio Lahnaslammen ympäristössä on rikkonaista, erityisesti Punasuon avolouhoksen suuntaan. Rikastushiekan läjittäminen Lahnaslampeen tulee vähentämään sen vuorovaikutusta ympäröivän pohjaveden kanssa, koska matalan

Copyright © AFRY Finland Oy

vedenjohtavuuden rikastushiekka hidastaa veden ”läpivirtausta”. Tämä ilmiö vähentää pohjaveden sisäänvirtausta, mutta myös poisvirtausta. Kuormitusta pohjaveteen oletetaan muodostuvan vain vähän niin kauan kuin Punasuon avolouhos on tyhjä tai vain osin täyttynyt. Noin 5-10 vuotta sulkemisen jälkeen Punasuon avolouhos on täynnä ja kuormitusta (mm. As, $SO_4$) pohjavesiteitse ympäristöön voi alkaa muodostua.

Vaikutusten merkittävyyden kannalta on keskeistä, että kohdealueen ja sen lähiympäristön pohjavesiä ei hyödynnetä. Muutamia talousvesikaivoja on lähialueella. Nykyisen seurannan mukaan niissä ei ole havaittu kaivostoiminnasta johtuvia vaikutuksia. Vaikutuksia ei arvioida olevan myöskään tulevaisuudessa. Alueen maaperän vedenjohtavuus on myös pääosin varsin alhainen, jolloin pohjaveden ja haitta-aineiden kulkeutuminen on hidasta. Kallioperän vedenjohtavuus on pääosin myös varsin huono pohjaveden päävirtauksen suunnassa (itä/koillinen).

Pohjaveden vaikutustarkkailua tullaan jatkamaan viranomaisten hyväksymällä tavalla ja laajuudessa myös jälkihoitovaiheessa. Pohjavesimallia tullaan myös päivittämään tarpeen mukaan.

### 9.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 toiminta jatkuu nykyisellään vuoteen 2035 asti. Vaikutukset maaperään ja kallioperään luonnollisesti hieman kasvavat nykyisestä louhinnan ja läjitysten myötä. Toiminta päättyy, kun Papinlammen rikastushiekka-allas tulee täyteen. Sivukivien läjitys tehdään nykyisen mukaisesti Lahnaslammen avolouhokseen. Vesienhallinta säilyy ennallaan.

## 9.4 Yhteisvaikutukset

Kaivoksen läheisyyteen ei sijoitu muita hankkeita, esimerkiksi teollisuutta tai tuulivoimaa. Hankkeesta ei aiheudu yhteisvaikutuksia, joilla olisi merkitystä maa- ja kallioperän tai pohjavesien kannalta.

## 9.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Kaivospiirin alueelle tai sen lähiympäristöön ei sijoitu arvokkaita kalliomuodostumia, kivikkoja, ranta- tai tuulikerrostumia, moreenimuodostumia tai pohjavesialueita. Siten herkkyys muutoksille kohdealueella on vähäinen.

Kaivostoiminnan takia alueen maa- ja kallioperään sekä pohjaveteen kohdistuvat vaikutukset ovat väistämättömiä. Sivukiven ja rikastushiekan osalta vaihtoehdot VE1 ja VE2 ovat merkittävästi erilaisia, mutta vesikäsittelyrakenteiden osalta vaihtoehdoilla ei ole eroja. Vaihtoehdoissa VE1 nykyistä sivukiven kaivannaisjätealuetta korotetaan ja laajennetaan lounaisosiltaan (noin 5 ha) ja vaihtoehdossa VE2 Punasuon louhoksen sivukivet läjitetään kahdelle uudelle sivukivialueelle. Molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 nykyinen sivukivialue suljetaan sulkemissuunnitelman mukaisella bentoniittipeittorakenteella, joka pienentää nykyisen sivukivialueen suotovesivaikutuksia merkittävästi.

Vaihtoehdossa VE1 se osa rikastushiekasta, joka ei mahdu Papinlammen rikastushiekka-altaaseen, läjitetään Lahnaslammen avolouhokseen sekä uuteen pieneen rikastushiekka-altaaseen (noin 22 ha) hankealueen eteläosassa. Vaihtoehdossa VE2 rikastushiekkaa ei läjitetä Lahnaslammen avolouhokseen vaan rakennetaan uusi rikastushiekka-allas, jonka

Copyright © AFRY Finland Oy

pinta-ala on noin 70 ha. Siten vaikutusten arvioidaan olevan vaihtoehdossa VE2 hieman suuremmat, koska kaivospiirin alue laajenee ja toimintoja sijoittuu enemmän uusille alueille. Toisaalta toiminnan päättymisen jälkeen vaihtoehdossa VE1 rikastushiekan Lahnaslampeen läjityksen takia voisivat vaikutukset pohjaveteen olla hieman suuremmat. Vaikutusten arvioidaan merkittävyydeltään olevan kuitenkin molemmissa vaihtoehdoissa samanlaisia eli kohtalaisen kielteisiä.

Taulukko 9-2. Maa- ja kallioperään sekä 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 | | VE1 VE2 | | | VE0 | | | | |
| | Kohtalainen | | | | | | | | | |
| | Suuri | | | | | | | | | |
| | Erittäin suuri | | | | | | | | | |

## 9.6 Arvioinnin epävarmuudet

Mallinnuksiin liittyy aina tiettyä epävarmuutta. Numeeriseen pohjavesimalliin liittyviä epävarmuuksia on tarkasteltu tekemällä herkkyystarkastelua ruhjeiden, kallioperän ja maaperän hydraulisen johtavuuden ja pohjaveden muodostumisen suhteen. Yleensä epävarmuudet laskennassa liittyvät kallion vedenjohtavuuteen, koska se on vaikea määritellä tarkasti ja kattavasti koko mallinnettavalle kalliotilavuudelle. Herkkyystarkastelujen perusteella mallin tuloksena saatavaan suotovesimäärään vaikuttavat eniten kallion hydraulisen johtavuuden arvot. Maaperän ja ruhjeiden hydraulisen johtavuuden sekä pohjaveden muodostumisen merkitys vuotovesien määrään on pienempi kuin kallion hydraulisen johtavuuden arvojen. Myös kaivannaisjätealueilla muodostuvien suotovesien sekä Lahnaslammen louhosjärven veden koostumuksesta kaivoksen toiminnan aikana ja sulkemisen jälkeen tehtyihin mallinnuksiin liittyy myös epävarmuutta (mm. syötetiedot ja oletukset). Epävarmuudet eivät ole tämän arvioinnin lopputuloksen kannalta merkittäviä. Mallinnuksen epävarmuuksia on käsitelty ao. mallinnusraporteissa.

## 9.7 Vaikutusten lieventäminen

Maaperään ja kallioperään kohdistuvien vaikutusten lieventämisen mahdollisuudet ovat hankkeen luonteen takia vähäiset (mineraalivarantojen hyödyntäminen).

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.

Copyright © AFRY Finland Oy

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.

Kallioperän louhinnassa käytettävistä räjähdysaineista pohjaveden laadulliseen tilaan kohdistuvia vaikutuksia voidaan lieventää huolellisella räjäytyksen suunnittelulla, toteutuksella ja räjähdysaineen valinnalla.

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.

Purkuputken rakentaminen suunnitellaan siten, että haitallisia vaikutuksia yksityisten kiinteistöjen kaivoihin ei aiheudu. Muun muassa työkoneiden liikkumista kaivojen lähellä vältetään, millä estetään kaivonrenkaiden siirtymistä.

Suotovesistä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia ehkäistään valituilla läjitysalueiden pohjarakenteilla sekä suotovesien keräilyllä, käsittelyllä ja seurannalla.

Pohjavesitarkkailu jatkuu viranomaisen hyväksymällä tavalla.

Copyright © AFRY Finland Oy

# 10 VESISTÖT JA VEDENLAATU

# 10 VESISTÖT JA VEDENLAATU

## YHTEENVETO

- Kuormitus on hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vesienkäsittelyssä tehtävien parannusten ansiosta sulfaatin osalta vähäisempää kuin nykytilassa (vaihtoehto VE0). Merkittävin kuormitusjae purkuvesissä on sulfaatti. Vesistökuormitus ja vesistövaikutukset ovat eri kuormitusjakeiden osalta suurempia hankevaihtoehdossa VE1 kuin hankevaihtoehdossa VE2. Selvintä ero on arseenikuormituksessa, joka on hankevaihtoehdossa VE1 selvästi suurempaa kuin hankevaihtoehdossa VE2, ja myös suurempaa kuin nykytilassa.
- Vaihtoehdolla VE0 ei ole vaikutusta nykytilaan nähden, sillä toiminta jatkuu nykyisen kaltaisena ja purkupaikkana toimii aiempaan tapaan Lahnasjoki. Kuormituksen vesistövaikutukset ovat Lahnasjoessa voimakkaat etenkin veden suolaisuuteen vaikuttavien kuormitusjakeiden osalta. Sulfaatin pitoisuudet kohoavat Lahnasjoessa laskennallisen tarkastelun perusteella korkeiksi, ja sulfaatille ehdotetut ympäristönlaatunormit (AA-EQS ja MAC-EQS) arvioidaan ylittyvän selvästi. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Lahnasjokeen kohdistuu edelleen kaivos- ja tehdasalueelta hajakuormitusta, mutta Lahnasjoen vedenlaatu paranee merkittävästi nykytilaan nähden.
- YVA-ohjelmavaiheessa yhdeksi purkupaikkavaihtoehdoksi suunniteltiin Jormasjokea, jossa laimennusolosuhteet ovat paremmat kuin Lahnasjoessa. Jormasjoelle laadittiin laskennallinen tarkastelu YVA-selostuksen alkuvaiheessa, ja tarkastelun perusteella todettiin, että Jormasjoen sulfaattipitoisuudet voivat kohota vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 sulfaatille ehdotetun ympäristönlaatunormin (AA-EQS) tasolle, eikä esitetyn ympäristönlaatunormin ylittymistä voida poissulkea. Jormasjoen kalastollinen arvo sekä siellä tehdyt kunnostustoimenpiteet eivät myöskään puolla Jormasjoen valintaa purkupaikaksi. Siten Jormasjoen purkupaikkavaihtoehdosta luovuttiin vesi- ja kuormataseen valmistuttua, eikä Jormasjokea ole tarkasteltu purkupaikkana tarkemmin, vaan vaihtoehto on jätetty pois hankesuunnitelmista. YVA:n vaihtoehdoista VE1 ja VE2 ei aiheudu uusia vaikutuksia Jormasjokeen.
- Hankevaihtoehdoilla VE1 ja VE2 voidaan saavuttaa nykytilaan nähden parannusta vesistövaikutusten osalta. Ensinnäkin sulfaattikuormituksen arvioidaan vähenevän nykytilasta vesienkäsittelyssä tehtävien parannusten ansiosta. Toiseksi purkupaikan siirtyminen Nuasjärveen mahdollistaa purkuvesien tehokkaamman sekoittumisen ja siten vaikutusten pienentymisen. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 tarkasteltiin kolmea erillistä purkureittivaihtoehtoa Nuasjärvessä: Lamposaaren kaakkoispuoli (D1), Haaposaaren luoteispuoli (D2) ja Jormaslahden pohjukka (D3). Vesistömallinnuksen perusteella erot sulfaattipitoisuuksissa jäivät Nuasjärven seurantapisteillä eri purkureittivaihtoehdoissa melko vähäisiksi. Elementisin purkuputken kautta Nuasjärveen johdettavien purkuvesien merkittävimmät vaikutukset liittyvät purkuvesien sisältämään sulfaattiin. Metallien, kuten nikkelin ja arseenin, pitoisuusnousut jäivät vesistömallinnuksen perusteella vähäisiksi.
- Purkureittivaihtoehdolla D1 kuormituksen vaikutuksia voidaan saada vähennettyä nykytilaan nähden käyttämällä purkuputken päässä vesiä sekoittavaa diffuusoria, jolla saadaan estettyä nykytilassa todettu järvivettä tiheämpien

Copyright © AFRY Finland Oy

sulfaattipitoisten vesien kulkeutuminen pohjan myötäisesti Jormaslahden edustan syvänteiden alusveteen. Purkureittivaihtoehdolla D2 voidaan saada kuormituspainetta vähennettyä Jormaslahden edustan syvännealueilla, jossa mitattujen vedenlaatutulosten perusteella nykytilassa on todettu ympäristönlaatunormien (AA-EQS ja MAC-EQS) ylityksiä. Purkureittivaihtoehdoilla D1 ja D2 saadaan myös vähennettyä riskiä kevät- ja syystäyskierron estymiselle tai vaillinaiseksi jäämiselle Jormaslahden edustan syvännealueilla. Purkureittivaihtoehdolla D2 kuormitus kohdistuu voimakkaammin Haaposaaren luoteispuoleiselle syvännealueelle, johon ei nykytilassa kohdistu yhtä voimakasta kuormitusta, ja tällä alueella kuormitus kohottaa veden sulfaattipitoisuutta nykytilaa enemmän. Jormaslahden pohjukan purkureittivaihtoehdossa (D3) kuormituksen vaikutukset näkyvät merkittävimmin lahden pohjukassa, jossa sekoittumisolosuhteet on todettu etenkin talviaikaan heikoiksi.

- Elementis jätti ympäristölupahakemuksen 20.12.2024, jossa mm. esitettiin aiempaa pienemmät luparajat nikkelille ja arseenille sekä uusi luparaja sulfaatille. YVA-selostusvaiheen käynnistyttyä vuoden 2025 puolella, kuormitustasoa (hankevaihtoehdot VE1 ja VE2) saatiin vähennettyä suunnittelemalla sulfaatinpoisto osaksi vesienkäsittelyä. Koska lupaprosessi edellä mainittuun hakemukseen liittyen on kesken, on tähän YVA-selostukseen liitetty myös kuvaus vesistövaikutuksista aiemmin haetun luparajan mukaisella kuormitustasolla (7000 tn/a).
- Hankevaihtoehtojen vesistövaikutusten merkittävyyttä on arvioitu IMPERIA-menetelmän mukaisesti, jossa hankkeen muutoksen (vesienkäsittelyn tehostaminen ja purkupaikan siirtyminen Lahnasjoesta Nuasjärveen) merkittävyyttä verrataan nykytilaan. Nuasjärven herkkyys muutoksille on arvioitu kohtalaiseksi ja Lahnasjoen vähäiseksi. Vesienkäsittelyn tehostuessa sulfaatinpoistolla, sulfaattikuormitusta on saatu vähenemään, mikä voidaan arvioida IMPERIA-menetelmällä vähäiseksi myönteiseksi muutokseksi. Myös kuormituksen kohdistuminen purkuputken kautta Nuasjärveen ja sen myötä sekoittumisolosuhteiden paraneminen voidaan arvioida vähäiseksi myönteiseksi muutokseksi. Kokonaisuutena voidaan kohteen herkkyyden ja muutoksen suuruuden perusteella arvioida hankkeen vaikutusten merkittävyys hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 nykytilaan nähden vähäiseksi myönteiseksi.

## 10.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Vaikutusarvio on laadittu asiantuntijatyönä, ja sen lähtöaineistona ovat toimineet hankkeeseen liittyvä suunnitteluaineisto, arvioitavaan kohteeseen liittyvä taustatieto mm. vesistön ja eliöstön nykytilasta, tieto nykyisen kuormituksen aiheuttamista vaikutuksista sekä kokemus aiempien vastaavien hankkeiden vaikutusarvioinnista ja niissä ilmenneistä ympäristövaikutuksista. Jormasjoen osalta lähtöaineistona vesistövaikutusarvioinnille toimivat pitoisuusnousu- ja sekoittumislaskelmat ja Nuasjärven osalta vesistömallinnus. Arvioinnissa on lisäksi hyödynnetty tarkoitukseen soveltuvien tutkimusartikkeleiden ja selvitysten tietoja erilaisen kuormituksen aiheuttamista vesistö- ja eliöstövaikutuksista.

Vesistövaikutusarvion suurimmat epävarmuustekijät liittyvät pitoisuus- ja sekoittumislaskelmien perustana oleviin kuormitus- ja vesimäärätietoihin. Kokonaisuutena

Copyright © AFRY Finland Oy

vesistövaikutusarvio perustuu konservatiivisiin lähtötietoihin, ja keskimääräistä tilannetta kuvaavia arvioita voidaan pitää luotettavampina kuin hetkellisiä ääritilanteita kuvaavia arvioita. Nuasjärvelle laadittu vesistömallinnus ei toiminut luotettavasti kaikilla tarkastelupisteillä pohjan läheisen vesikerroksen pitoisuuksien laskennassa. Vesistömallinnukseen liittyvä tarkempi kuvaus, lähtötiedot, epävarmuudet ja kaikki tulostukset on esitetty tarkemmin erillisessä raportissa (liite 7).

Nykytilassa (VE0) kuormitus johdetaan Lahnasjokeen ja vesistövaikutukset on kuvattu vesistön nykytilaa käsittelevässä luvussa 10.3. Lisäksi luvussa 10.4.2.8 on kuvattu 20.12.2024 jätetyn lupahakemuksen mukaisen luparajan kuormitustason vesistövaikutukset lupahakemukseen pohjautuen.

Hankkeen vaikutusalue kattaa Lahnasjoen, Jormasjoen alajuoksun sekä Nuasjärven. Tarkastelussa on arvioitu eri hankevaihtoehtojen (VE1 ja VE2) eroavaisuuksia toisiinsa nähden sekä tarkasteltu eri purkupaikkavaihtoehtoja. Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 purkureittivaihtoehtoina on tarkasteltu Jormasjokea (purkupaikasta luovuttiin YVA-menettelyn aikana) sekä Nuasjärvessä kolmea eri purkureittivaihtoehtoa. Tarkastelussa on pyritty tunnistamaan vesistön kannalta paras hanke- ja purkureittivaihtoehto.

Vesistövaikutusarviossa on pyritty tunnistamaan kuormituksen aiheuttamat olennaiset, suuruusluokaltaan merkittävät pitoisuusmuutokset, joiden on arvioitu aiheuttavan joko mitattavissa olevia tai muuten havaittavissa olevia muutoksia purkureittien vedenlaadussa tai vesieliöstössä. Eri kuormitusjakeiden merkittävyyden arvioimiseksi kuormituksen aiheuttamia vesistövaikutuksia arvioitiin Lahnasjoessa hankevaihtoehdossa VE0 ja Jormasjoessa hankevaihtoehdoissa VE0, VE1 ja VE2 pitoisuusnousulaskelmien ja Jormasjoessa myös sekoittumislaskelmien avulla. Jormasjoesta luovuttiin purkupaikkana YVA-selostuksen alkuvaiheen jälkeen.

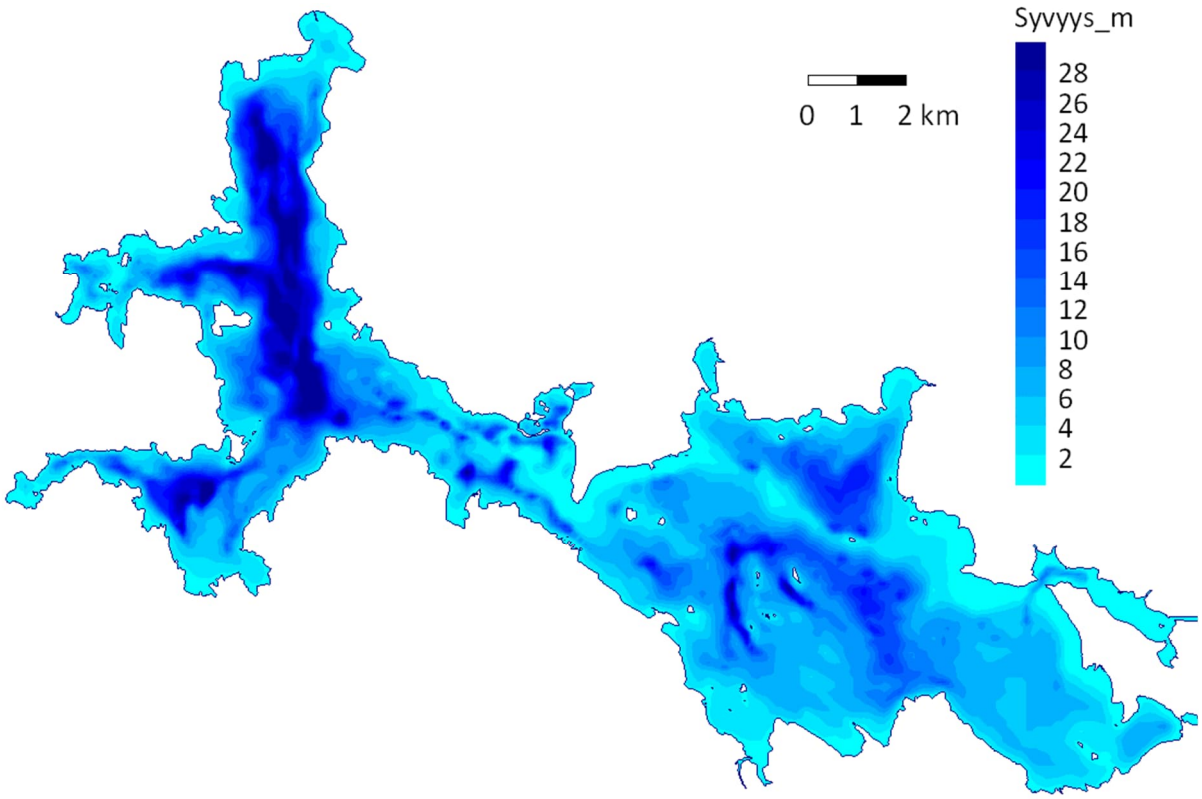
Jormasjoen osalta (purkupaikasta luovuttiin YVA-menettelyn aikana) hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vesistövaikutusarviot pohjautuvat pitoisuusnousu- ja sekoittumislaskelmiin, jotka on tehty vesi- ja kuormataseen mukaiselle keskimääräisen sadannan kuormitukselle. Vesistövaikutuksen suuruutta on tarkasteltu vesistön keskivirtaama- ja keskialivirtaamatilanteissa. Luvussa 10.4.2 on esitetty yksityiskohtaisesti pitoisuusnousu- ja sekoittumislaskelmissa käytetyt virtaamat, ja vesi- ja kuormataseen mukaiset kuormitusvaihtoehdot taulukossa (Taulukko 4-2).

Nuasjärven osalta vesistövaikutusarviot pohjautuvat vesistömallinnukseen. Vesistömallissa on tarkasteltu kaivoksen purkuvesien sekoittumista Nuasjärvessä virtausmallia käyttäen. Virtaus- ja vedenlaatulaskentaa varten Nuasjärvestä konstruoitiin mallihila. Tässä laskennassa käytettiin tasavälistä neliöhilaa, jossa hilaruudun koko oli vaakasuunnassa 100 x 100 m. Syvyyssuunnassa käytettiin ns. z-hilaa, jossa hilatasot ovat joka kohdassa samalla syvyydellä. Hila sopii hyvin tapauksiin, jossa vesi kerrostuu syvyyssuunnassa joko lämpötila- tai suolapitoisuuserojen takia. Syvyyssuunnassa hilakoppien koko oli 1 m, ja tasoja oli yhteensä 30 kappaletta. Mallihila ja lasketut syvyydet on esitetty kuvassa 10-1. Mallihilan osa Jormaslahden kohdalta on esitetty kuvassa 10-2, jossa näkyvät myös keskeisten vedenlaadun seurantapisteiden sijainnit.

Vesistömallinnuksessa arvioidaan vaihtoehdon VE1 mukaisen keskimääräisen sadannan vesistökuormituksen vaikutuksia Nuasjärvessä. Vaihtoehdossa VE1 vesistökuormitus on suurempaa kuin vaihtoehdossa VE2, eli vesistömallinnuksessa tarkastellaan kuormitustasoltaan suurempaa vaihtoehtoa. Vesistömallinnuksessa tarkastellaan kolmea

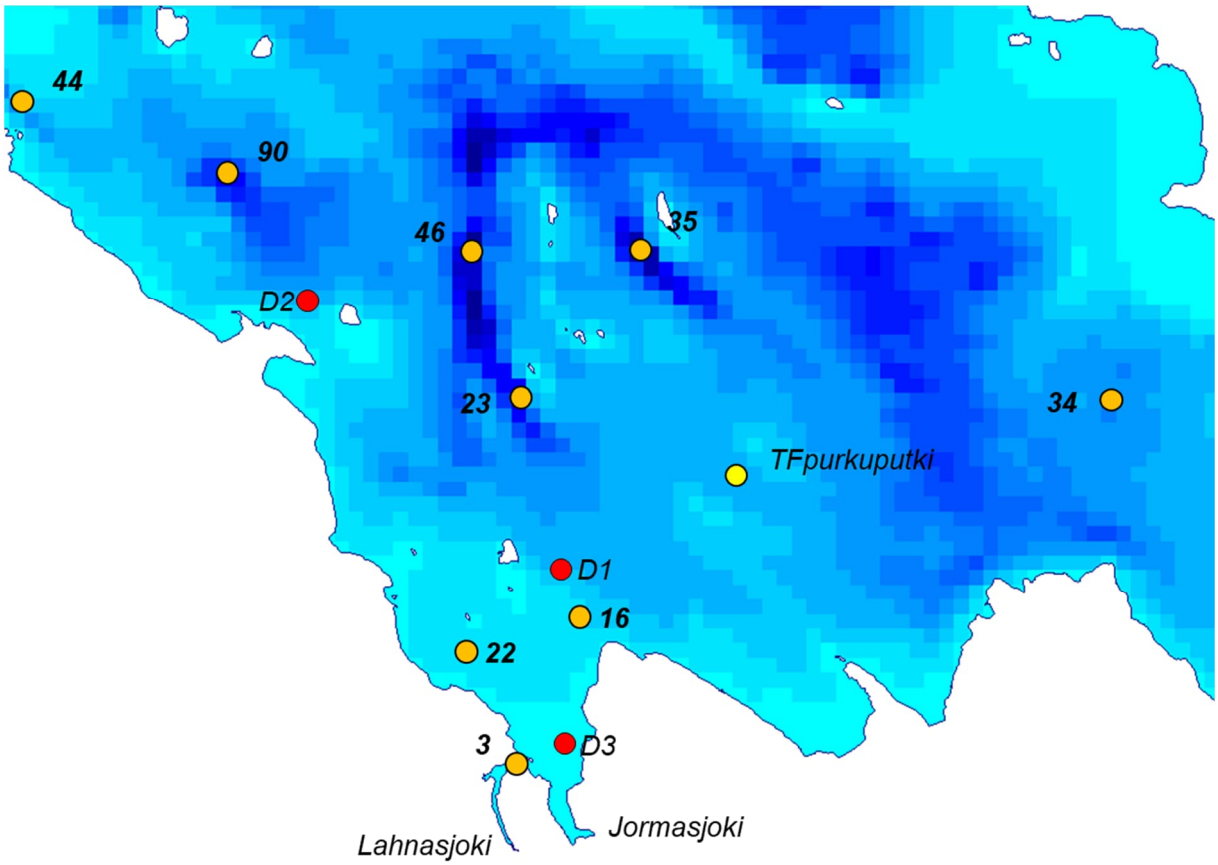
Copyright © AFRY Finland Oy

vaihtoehtoista purkupaikkaa Nuasjärvessä: Lamposaaren kaakkoispuoli (D1), Haaposaaren pohjoispuoli (D2) ja Jormaslahden pohjukka (D3).




Kuva 10-1. Nuasjärven mallihila ja syvyydet.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 10-2. Nuasjärven mallihila, itäisen altaan eteläpuoli. Kuvassa on esitetty vaihtoehtoiset Elementisin purkupaikat (D1, D2 ja D3) (punaiset pallot) ja vedenlaadun seurantapisteiden (oranssit pallot) sijainti, joista on esitetty mallituloksia. Piste 90 on vain tässä mallinnuksessa käytetty piste. Terrafame Oy:n purkuputken paikka on merkitty keltaisella pallolla.

## 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 10-1). Kadmiumin ja 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.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-1. Valtioneuvoston asetuksessa 1308/2015 annetut vesistövesien ympäristönlaatunormit sekä sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 1352/2015 annetut talousveden laatuvaatimukset ja -suositukset. Lisäksi esitetty ehdotetut ympäristönlaatunormit kuparille, sinkille ja sulfaatille (Mehtonen ym. 2023) AA-EQS=vuosikeskiarvo, MAC-EQS= sallittu enimmäispitoisuus.

| Alkuaine/ yhdiste | | VN 1308/2015 | | STM 368/2017 | | Ehdotus (Mehtonen ym. 2023) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AA-EQS | MAC-EQS | Vaatimukset | Suositukset | AA-EQS | MAC-EQS |
| Ag | µg/l | | | | | | |
| Al | µg/l | | | | <200 | | |
| Al (liuk.) | µg/l | | | | | | |
| As | µg/l | | | 10 | | | |
| B | mg/l | | | 1 | | | |
| Cd | µg/l | | | 5 | | | |
| Cd (liuk.) | µg/l | ≤0,08–0,25 * | ≤0,45–1,5 * | | | | |
| $Cl^-$ | mg/l | | | | <250 | | |
| Co | µg/l | | | | | | |
| Cr | µg/l | | | 50 | | | |
| Cr (III) | µg/l | | | | | | |
| Cr (VI) | µg/l | | | | | | |
| Cu | µg/l | | | 2000 | | 1,1 ** | |
| Fe | µg/l | | | | <200 | | |
| Fe (liuk.) | µg/l | | | | | | |
| $F^-$ | mg/l | | | 1,5 | | | |
| Hg | µg/l | | | 1 | | | |
| Hg (liuk.) | µg/l | | 0,07 | | | | |
| Mn | µg/l | | | | <50 | | |
| Mo | µg/l | | | | | | |
| Na | mg/l | | | | <200 | | |
| Ni | µg/l | | | 20 | | | |
| Ni (liuk). | µg/l | 4 ** | 34 | | | | |
| Pb | µg/l | | | 10 | | | |
| Pb (liuk.) | µg/l | 1,2 ** | 14 | | | | |
| Sb | µg/l | | | 5 | | | |
| Se | µg/l | | | 10 | | | |
| $SO_4^{2-}$ | mg/l | | | | <250 | 39 | 279 |
| U | µg/l | | | 30 | | | |
| Zn | µg/l | | | | | 14,4 ** | |

** Raja-arvo riippuu veden kovuudesta, ** Biosaatava pitoisuus*

Copyright © AFRY Finland Oy

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 10-1). 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 10-1).

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 10-2).

Sulfaatti on ehdotettu lisättäväksi vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun Valtioneuvoston asetuksen (1022/2006) liitteeseen 1D. Ehdotus AA-EQS-arvoksi sisävesille on 39 mg/l liukoisena pitoisuutena ja MAC-EQS-arvoksi sisävesille 279 mg/l liukoisena pitoisuutena. Myös sinkille ja kuparille on ehdotettu ympäristönlaatunormit (AA-EQS 1,1 µg Cu/l ja 14,4 µg Zn/l). (Mehtonen ym. 2023).

Taulukko 10-2. 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*

Copyright © AFRY Finland Oy

Suomessa talousveden laatuvaatimukset on kirjattu sosiaali- ja terveysministeriön asetukseen 1352/2015 (Taulukko 10-1). Talousveden tulee täyttää kemialliset laatuvaatimukset, ja veden käyttökelpoisuutta ohjataan myös laatusuosituksilla. Järvi- tai jokivesiä ei tulisi sellaisenaan käyttää juomavetenä tai ruoanlaittoon (OpasNet Suomi 2018).

Ruotsissa on laadittu vesimuodostuman fysikaalis-kemiallisen tilan arvioimiseen liittyvät ohjearvot (Taulukko 10-3). 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.

Taulukko 10-3. Ruotsin sisävesien hyvän fysikaalis-kemiallisen tilan raja-arvot alkuaineille sekä alkuaineyhdisteille (HVMFS 2019).

| Alkuaine | Vuosikeskiarvo µg/l | Maksimi- pitoisuus 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 10-4. 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 10-4. 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 | pitkäaikainen | lyhytaikainen | 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 | | |

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 |
| 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 |
| Cr | µg/l | | | | | | | | |
| Cu | µg/l | 2–10* | 6,7–25,5* | 2–4 | | | | 1** | |
| Cu (liuk.) | µg/l | 0,2-1,0[+] | 0,9-6,8[+] | | | | | | |
| 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 | | |
| Ni (liuk). | µg/l | | | | | | | | |
| 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

Copyright © AFRY Finland Oy

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- tai NOEC-arvo sopivalla arviointikertoimella (Taulukko 10-5). (European Commission 2003, OpasNet Suomi 2014)

Taulukko 10-5. 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 10-6 on esitetty toksisuustestien avulla määriteltyjä raja-arvoja eri eliöryhmille. Tiedot ovat peräisin Euroopan kemikaaliviraston tietokannasta (ECHA 02/2024) ellei toisin mainita.

Taulukko 10-6. Toksisuustestien perusteella määriteltyjä pitoisuusraja-arvoja eri alkuaineille (ECHA 02/2024). LC = Lethal Concentration, LC50-tasolla puolet tutkittavista koeeliöistä 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 |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Alkuaine / yhdiste | LC50 Kalat µg/l | NOEC Kalat µg/l | LC50 Selkäran-gattomat µg/l | NOEC Selkäran-gattomat µg/l | NOEC Levät µg/l | PNEC Sisävesi µg/l |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cr | | | | | | 6,5 |
| Cr (III) ok-sidi | 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 |
| 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

#### Alumiini

Alumiini on maankuoren kolmanneksi yleisin alkuaine. Sen liukoisuusominaisuuksien vuoksi vesistöjen alumiinipitoisuudet ovat pääosin hyvin pieniä, koska pH-alueella 5,5–8,0 alumiinin liukoisuus on pieni. Alumiini voi esiintyä vedessä vapaana monomeerisenä alumiinina, orgaaniseen aineeseen sitoutuneena, saostuneena ja mineraaliainekseen sitoutuneena. Monomeerinen alumiini muodostaa herkästi komplekseja epäorgaanisten ligandien kanssa. Epävakaan epäorgaanisen alumiinin esiintyminen on sitä suurempaa, mitä happamampaa vesi on. Alumiini on toksista eliöstölle, mutta sen esiintymismuodolla on suuri

Copyright © AFRY Finland Oy

merkitys alumiinin biosaatavuuteen ja sitä kautta toksisuuteen. Toksisin muoto on ionimuotoinen $Al^{3+}$. Alumiinin esiintymismuoto on toksisuuden kannalta tärkeämpi kuin alumiinin pitoisuustaso (Butcher 1988, Lahermo ym. 1996).

### 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 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).

Copyright © AFRY Finland Oy

### 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 1998a).

### 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).

### 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 1998b).

### 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

Copyright © AFRY Finland Oy

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 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, kompleksoja 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).

### Ksantaatit

Ksantaatit ovat haitallisia vesieliöille ja liukoisten metallien läsnäolo lisää niiden haitallisuutta. Myös ksantaattien hajoamistuotteena muodostuva hiilisulfidi eli rikkihiili on haitallista eliöille. Aineiden haitallisuutta on pyritty arvioimaan erilaisten arvojen avulla (Leinonen 2014 ja https://www.biomi.org/biologia/ymparistomyrkyt/). On osoitettu, että

Copyright © AFRY Finland Oy

ksantaatit voivat bioakkumuloitua eli kerääntyä organismeihin (Xu et al., 1988, Bach 2016 mukaan). Toisaalta taulukossa 10-7 esitetyt ksantaattien Log Kow arvot ovat alhaisia (< 4), minkä perusteella voisi olettaa niiden kertyvän eliöihin heikosti. Kemikaalit voivat kerääntyä eliöiden kudoksiin esimerkiksi ravinnon kautta tai suoraan ympäristöstä.

Ksantaattien on todettu olevan hyvin myrkyllisiä leville silloin, kun niiden konsentraatio on yli 1 mg/l. Bertillas ym. (1985) ovat tutkineet ksantaattien mahdollisia ympäristövaikutuksia metallien kanssa ja ilman metalleja. Heidän tutkimustulostensa mukaan ksantaatit olivat hyvin myrkyllisiä leville ja bakteereille, mutta vähemmän myrkyllisiä kaloille. Yhdessä metallien kanssa ksantaattien toksisuus oli leville 25 kertaa ja kaloille 3,5 kertaa korkeampi kuin ilman metalleja. Samalla kalojen kudoksista löytyi myös enemmän metalleja eli ksantaattien kertyminen eliöihin edistää tutkimuksen mukaan myös raskasmetallien kertymistä eliöihin.

Bach ym. (2016) ovat keränneet ksantaattien myrkyllisyyteen, hajoamiseen ja bioakkumulaatioon liittyviä tutkimustuloksia (Taulukko 10-7). Natriumetyyliksantaatti on erittäin myrkyllistä vesieliöille. Bachin ym. (2016) eri tutkimuksista kokoamien tulosten mukaan se on pienempinä pitoisuuksina myrkyllisempää esimerkiksi vesikirpuille kuin kaliumamyyli- tai natriumisopropyyliksantaatti. EC50-arvo vesikirpulle on 0,35 mg/l.

Taulukko 10-7. Ksantaattien myrkyllisyys, hajoaminen ja bioakkumulaatio (Bach ym. 2016).

| Reagent | Organism | Effect conc. | | Reference |
|---|---|---|---|---|
| Na-ethyl xanthate | Invertebrate (*Daphnia magna*) | 0.35 mg/l | EC50 | MSDS Sodium-ethyl xanthate, 2015 |
| | Invertebrate (*Daphnia magna*) | 0.35 mg/l | EC50 | Xu et al., 1988 |
| | Fish (*Oncorhyncus mykiss*) | 13 mg/l | LC50 | MSDS Sodium-ethyl xanthate, 2015 |
| | Algae (*Lemna minor*) | < 10 mg/l | EC50 | Xu et al., 1988 |
| | Bioaccumulation | Log $K_{OW}$ < 0 | | MSDS Sodium-ethyl xanthate, 2015 |
| | Degradation | >60% in 8 days | | MSDS Sodium-ethyl xanthate, 2015 |
| | Degradation | T½: 4.1 days | | Boening, 1998 |
| | Invertebrate (*Daphnia magna*) | 0.33 mg/l | EC50 | Xu et al., 1988 |
| Na-isopropyl xanthate | Invertebrate (*Daphnia magna*) | 3.7 mg/l | EC50 | Xu et al., 1988 |
| | Degradation | T½: 3.5 days | | Xu et al., 1988 |
| | Algae (*Pseudokirchneriella subcapitata*) | ca. 0.5 mg/l | EC50 | Vigneault et al., 2012 |
| | Invertebrate (*Ceriodaphnia dubia*) | ca. 3 mg/l | EC50 | Vigneault et al., 2012 |
| Na-isobutyl xanthate | Invertebrate (*Daphnia magna*) | 3.6 mg/l | EC50 | Xu et al., 1988 |
| | Algae (*Lemna minor*) | < 10 mg/l | EC50 | Xu et al., 1988 |
| | Degradation | T½: 3.0 days | | Xu et al., 1988 |
| Na-isopentyl xanthate | Algae (*Lemna minor*) | < 10 mg/l | EC50 | Xu et al., 1988 |
| K-amyl xanthate | Algae (*Pseudokirchneriella subcapitata*) | ca. 0.5 mg/l | EC50 | Vigneault et al., 2012 |
| K-amyl xanthate | Invertebrate (*Daphnia magna*) | 3.67 mg/l | EC50 | MSDS Potassium amyl xanthate, 2015 |
| | Invertebrate (*Ceriodaphnia dubia*) | ca. 3 mg/l | EC50 | Vigneault et al., 2012 |
| | Fish (*Danio rerio*) | >10-100 mg/l | LC50 | MSDS Potassium amyl xanthate, 2015 |
| | Bioaccumulation | Log $K_{OW}$ -0.76 | | MSDS Potassium amyl xanthate, 2015 |
| K-pentyl xanthate | Invertebrate (*Daphnia magna*) | 3.0 mg/l | EC50 | Xu et al., 1988 |
| | Degradation | T½: 2.5 days | | Xu et al., 1988 |

Ksantaatit hajoavat nopeasti ja niiden puoliintumisaika vedessä on noin 2–8 päivää riippuen alkyyliketjun pituudesta. Hajoamisnopeuteen vaikuttavat mm. pH, lämpötila, liuoksen ksantaattipitoisuus sekä liuoksen ja metallisuolojen läsnäolo (SNF FlominTM 2013, Commonwealth of Australia 1995). Toistaiseksi ei tiedetä tarkkaan, kuinka kauan

Copyright © AFRY Finland Oy

ksantaattien hajoaminen kestää kylmässä ilmastossa (Bach ym. 2016). Vaikka kylmyyden vaikutusta hajoamiseen ei tunneta tarkasti, tiedetään kylmyyden hidastavan ksantaattien hajoamista.

Natriumetyyliksantaatin tärkeimmät hajoamistuotteet ovat etanoli ja rikkihiili sekä happamissa olosuhteissa mahdollisesti rikkivety. Neutraaleissa ja emäksisissä olosuhteissa hajoamistuotteita ovat etanolin ja rikkihiilen lisäksi karbonaatti- ja tritiokarbonaatti-ionit. Natriumetyyliksantaatin hajoamisnopeus riippuu useista tekijöistä kuten pH, lämpötila ja metallisuolojen läsnäolo. Esimerkiksi metallisuolat kuten kupari, rauta, lyijy ja sinkki nopeuttavat natriumetyyliksantaatin hajoamista (Mustafa et al. 2004).

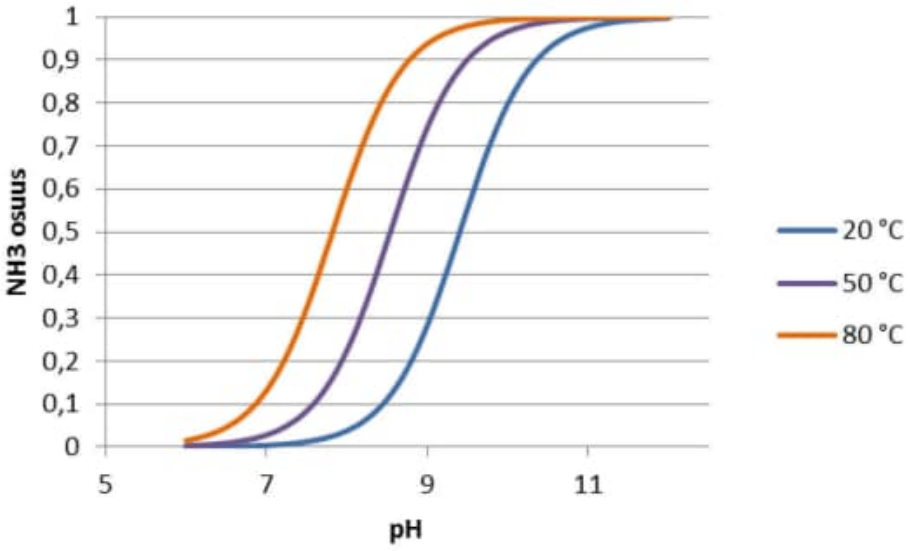
Euroopan kemikaaliviraston tietokannasta (ECHA 2025) saatavien tietojen mukaan natriumetyyliksantaatin (CAS 140-90-9) PNEC-arvo (ennustettu haitattoman pitoisuuden taso) makean veden eliöstölle on 1 µg/l (Assessment factor, arviointikerroin 100) tai 10 µg/l (AF 10).

### 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 ammoniakkimuodon välillä on mm. lämpötila- ja pH-riippuvainen (Kuva 10-3). (Mason 1997, Wetzel 2001)

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 10-3. 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

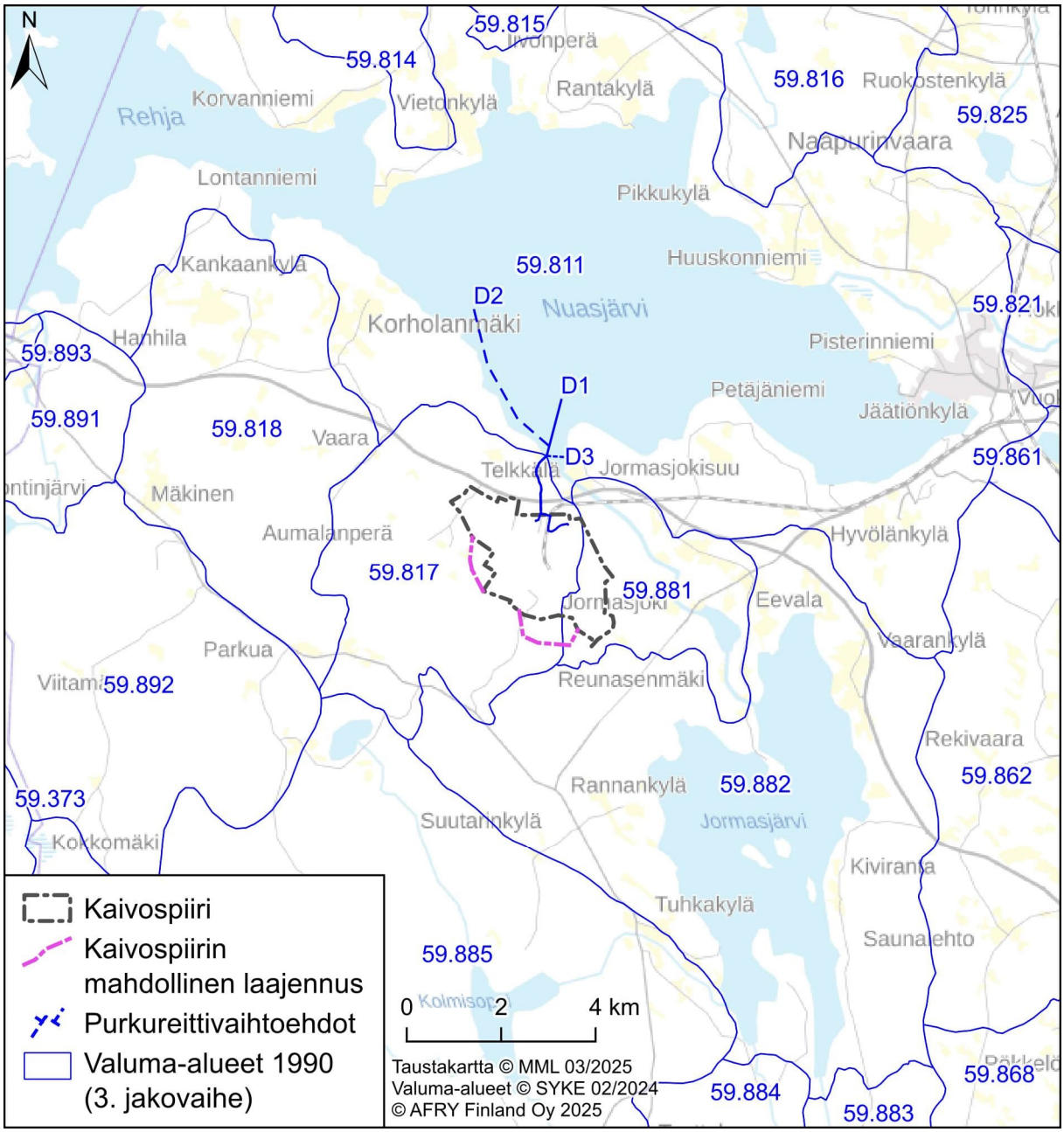
Sotkamon tehdas- ja kaivosalue sijaitsee pääosin Lahnasjoen valuma-alueella (59.817), johon sisältyy kolme pienvaluma-aluetta: Juuanpuro, Pikarinpuro ja Unijoki (Kuva 10-4 ja Kuva 10-5). Lahnasjoen valuma-alueen laajuus on noin 25 $km^2$. Juuanpuron ja Pikarinpuron vedet virtaavat sivukivialueen pohjoispuolelta ja laskevat Lahnasjokeen tehtaan alapuolella. Unijoen vedet virtaavat kaivettua uomaa pitkin Unijoen altaan eteläpuolelta ja laskevat Lahnasjoen altaaseen. Lahnasjoki alkaa mainitusta altaasta ja laskee tehdasalueen läpi Nuasjärven Jormaslahteen. Lahnasjoen keskivirtaama on noin 0,4 $m^3/s$. (AFRY Finland Oy 2024b)

Osa rikastushiekka-altaiden alueesta kuuluu Papinpuron valuma-alueeseen, jonka laajuus on noin 1,5 $km^2$. Papinpuro laskee kaivosalueen itäpuolitse virtaavaan Jormasjokeen, joka laskee edelleen Nuasjärven Jormaslahteen. Alue sijaitsee Jormasjoen valuma-alueella (59.881) (Kuva 10-4). Jormasjoen valuma-alueen kokonaispinta-ala on sen laskiessa Nuasjärveen noin 313 $km^2$. (AFRY Finland Oy 2024b)

Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen pohjoispuolella sijaitsee Oulujoen vesistön Sotkamon reittiin kuuluva Nuasjärvi. Nuasjärvi sijaitsee Nuasjärven lähialueella (59.811). Nuasjärvi on Oulujärveen laskevan Sotkamon reitin alin järvi, jossa päävirtaus kulkee idästä länteen. Järven pinta-ala on noin 96 $km^2$ ja keskisyvyys 8,5 m. Järveä säännöstellään, säännöstelyvälin ollessa 2,3 m. Nuasjärven valuma-alueen pinta-ala on luusuasta mitattuna 7 475 $km^2$ ja luusuan keskivirtaama on 89 $m^3/s$. (AFRY Finland Oy 2024b)

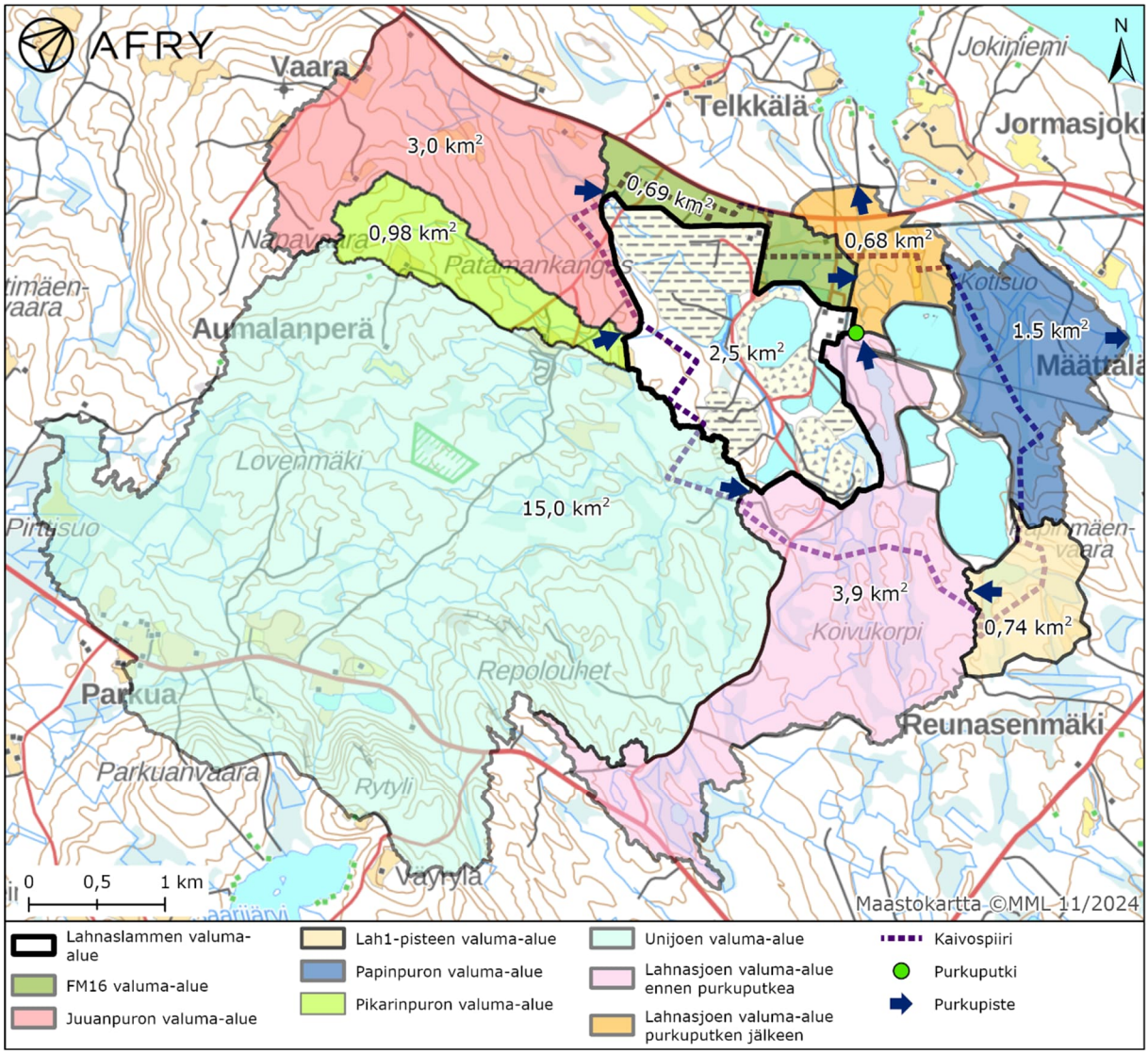
Copyright © AFRY Finland Oy

Lahnasjoessa veden pH on kaivosalueen yläpuolella pääosin lievästi hapan. Veden pH-taso kohoaa kaivosvesien vaikutuksesta neutraalin tuntumaan tai lievästi emäksiseksi. Kaivoksen ja tehtaan vesipäästöt ovat kohdistuneet Lahnasjokeen, ja niiden vaikutukset ovat näkyneet veden laadussa mm. korkeina sulfaattipitoisuuksina ja kohonneina nikkelipitoisuuksina. Mustaliuskealueella sijaitsevien purojen pH on luontaisesti alhainen ja puskurikyky pieni, ja niissä tavataan luonnostaan kohonneita metallipitoisuuksia. Jormasjoen ja Nuasjärven vedet ovat humuspitoisia, lievästi happamia ja melko niukkaravinteisia. (AFRY Finland Oy 2024b)




Kuva 10-4. Valuma-aluejako ja Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen sijainti.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 10-5. Lahnasjoen valuma-alueen osa-alueet.

### 10.3.2 Purkuvesistöön kohdistuva kuormitus

*Jormasjoki ja Nuasjärvi*

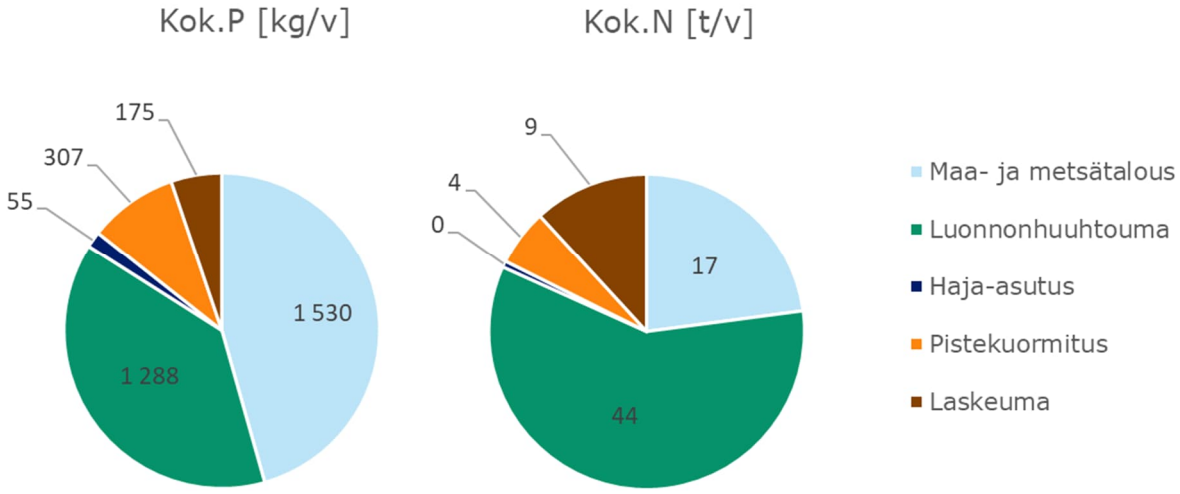
Jormasjärven vesistöalueen (59.88) vedet virtaavat Jormasjoen kautta Nuasjärveen. Jormasjärven vesistöalueen kokonaisravinnekuormituksesta 38–59 % on luonnonhuuhtoumaa ja noin 23–46 % on peräisin maa- ja metsätaloudesta (Kuva 10-6). Pistekuormituksen osuus kokonaiskuormituksesta on kokonaisfosforin osalta 9 % ja kokonaistypen osalta 6 %. Pistekuormituksen aiheuttajina ovat kaivostoiminta, turvetuotanto sekä hulevedet. (Suomen ympäristökeskus 2025a)

Nuasjärvestä vedet laskevat Rehjaan. Nuasjärven–Kiimasjärven alueen (59.8) ja Ontojärven–Lentuan vesistöalueen (59.9) vedet laskevat Rehjasta Kajaaninjokea pitkin Oulujärveen. Nuasjärven–Kiimasjärven ja Ontojärven–Lentuan vesistöalueiden yhteenlasketusta kokonaisravinnekuormituksesta 37–55 % on luonnonhuuhtoumaa ja noin 23–49 % on peräisin maa- ja metsätaloudesta (Kuva 10-7). Pistekuormituksen osuus kokonaiskuormituksesta on kokonaisfosforin osalta 5 % ja kokonaistypen osalta 6 %. Nuasjärven–Kiimasjärven alueella ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmän mukaan pistekuormitus

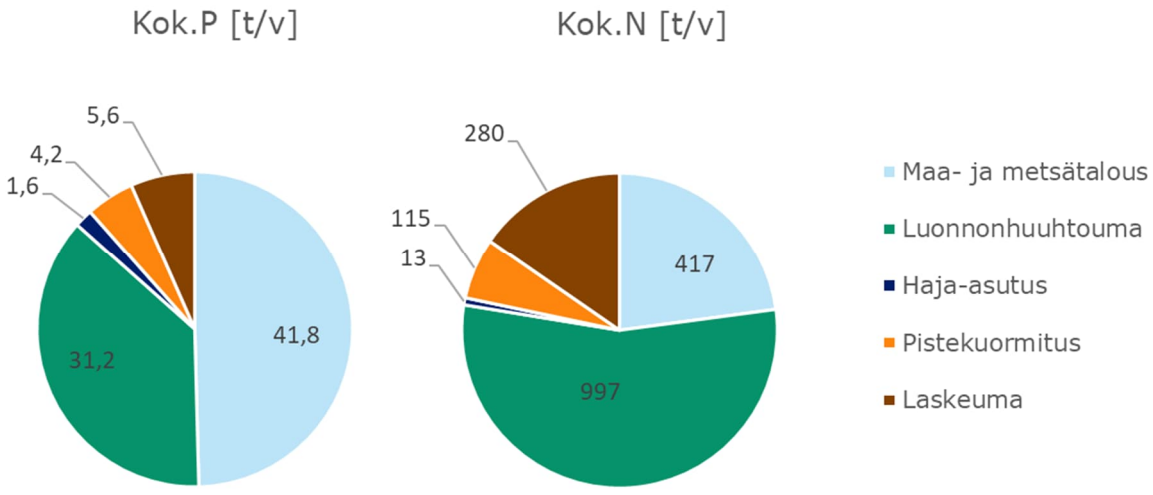
Copyright © AFRY Finland Oy

aiheutuu turvetuotannosta, kalankasvatuksesta, kaivostoiminnasta ja yhdyskuntajätevesistä. Ontojärven–Lentuan valuma-alueella pistekuormitus aiheutuu kalankasvatuksesta, yhdyskuntajätevesistä ja teollisuudesta. WSFS-Vemala-järjestelmä ei sisällä Terrafamen kuormitustietoja. (Suomen ympäristökeskus 2025a)

Muiden aineiden osalta vertailua ei ole mahdollista tehdä, sillä ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmästä ei ole tällä hetkellä saatavilla luotettavaa arviota esimerkiksi alueen metallikuormituksesta. Elementisin tehdas- ja kaivosalueen kuormituksen lisäksi Nuasjärveen kohdistuu kuormitusta myös Terrafame Oy:ltä. Taulukossa (Taulukko 10-8) on esitetty Terrafame Oy:n Oulujoen vesistöön ns. vanhaa purkureittiä pitkin johdettu sekä Nuasjärveen purkuputkea pitkin johdettu kuormitus vuosina 2020–2023.




Kuva 10-6. Jormasjärven vesistöalueen (59.88) keskimääräinen kokonaisravinnekuormitus vuosina 2015–2024 (Suomen ympäristökeskus 2025a).




Kuva 10-7. Nuasjärven – Kiimasjärven alueen (59.8) ja Ontojärven – Lentuan vesistöalueen (59.9) yhteenlaskettu keskimääräinen kokonaisravinnekuormitus vuosina 2015–2024 (Suomen ympäristökeskus 2025a).

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-8. Terrafame Oy:n Oulujoen vesistöön ns. vanhaa purkureittiä pitkin kohdistunut sekä Nuasjärveen purkuputkea pitkin johdettu kuormitus vuosina 2020–2023 (Eurofins Ahma Oy 2021b, 2022c, 2023b, 2024b).

| Terrafame Oy | Vesimäärä $m^3$ | Cu kg/a | Mn kg/a | Ni kg/a | Zn kg/a | SO4 kg/a | Na t/a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oulujoen vesistöön | | | | | | | |
| 2023 | 772 813 | 1,3 | 311 | 24 | 41 | 826 | 52 |
| 2022 | 1 019 731 | 1,0 | 802 | 22 | 44 | 864 | 30 |
| 2021 | 556 919 | 0,8 | 190 | 18 | 53 | 782 | 31 |
| 2020 | 517 087 | 0,8 | 1 116 | 24 | 55 | 779 | 93 |
| Purkuputki (Nuasjärveen) | | | | | | | |
| 2023 | 9 216 545 | 15 | 6 106 | 263 | 461 | 10 126 | 737 |
| 2022 | 8 011 161 | 12 | 2 550 | 125 | 257 | 11 377 | 695 |
| 2021 | 7 663 607 | 13 | 1 872 | 111 | 282 | 13 191 | 543 |
| 2020 | 6 862 106 | 10 | 6 934 | 201 | 424 | 11 770 | 983 |

### 10.3.3 Purkuvesien toksisuus

Vesien myrkyllisyyttä vesieliöille eli ekotoksisuutta voidaan tutkia erilaisilla eliötesteillä. Ekotoksisuustestit soveltuvat osaksi ekologisen haitan arviointia. Testit mittaavat toksisuutta kokonaisuudessaan – toksisuutta ei siten arvioida yksittäisten haitta-aineiden pitoisuuksien perusteella. Suomessa ei ole asetettu jätevesille tai muille luontoon tai jätevedenpuhdistamoille johdettaville vesille biotestivaatimuksia ja siten raja-arvoja niiden ympäristövaarallisuudelle.

Vesistöön johdettavien tehtaan prosessivesien toksisuutta tutkitaan kolmen vuoden välein. Toksisuuden testaukseen käytetään kolmea erilaista testiä, joilla todennetaan jätevesien toksisuus eritasoisille organismeille (valobakteeritesti, viherlevätesti ja vesikirpputesti).

Prosessiveden ekotoksisuustestitulokset vuosilta 2021 ja 2024 on esitetty taulukossa 10-9. Vesissä ei havaittu vuosina 2021 ja 2024 tulosten perusteella toksisuutta. Vesikirpputestissä ei havaittu vesikirppujen liikkumista hidastavaa vaikutusta, ja EC50-arvo oli >100 %. Toksisuusarvoksi (Equitox/$m^3$ eli ns. TU-arvo) oli ilmoitettu <1,0. Valobakteeritestissä EC-arvo oli >80 %, eikä toksisuutta, eli valobakteerien valontuoton estymistä täten havaittu. Laskennalliseksi TU-arvoksi saatiin <1,25. Levätestissä vastetta (ErC20 ja ErC50) ei havaittu, eli prosessivesi ei ollut tutkitulle levälajille tulosten perusteella toksista.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-9. Vesistöön johdettavien prosessivesien toksisuustestien tulokset vuosilta 2021 ja 2024.

| Toksisuustesti | | 2021 | 2024 |
|---|---|---|---|
| Toksisuus, vesikirpputesti (*Daphnia*) | % (EC50) | >100 %, ei immobili-saatiota | >100 %, ei immobilisaa-tiota |
| Toksisuus, vesikirpputesti (*Daphnia*) | Equi-tox / $m^3$ | <1, ei toksista | <1, ei toksista |
| Toksisuustesti, valobakteeri *V. fischeri* (30 min) % | % (EC50) | >80 %, ei merkittävää valontuoton estymistä, ei toksista | >80 %, ei merkittävää valontuoton estymistä, ei toksista |
| Toksisuus, valobakteeri (*V. fischeri*) | Equi-tox / $m^3$ | <1,25, ei toksista | <1,25, ei toksista |
| Toksisuus, levätesti | % (ErC20) | >100, ei merkittävää kasvun estymistä | >100, ei merkittävää kasvun estymistä |
| Toksisuus, levätesti | % (ErC50) | >100, ei merkittävää kasvun estymistä | >100, ei merkittävää kasvun estymistä |
| Toksisuus, levätesti | Equi-tox / $m^3$ | <1, ei toksista | |

### 10.3.4 Virkistyskäyttö ja vesistöjen muu käyttö

Lahnasjoen varrella ei sijaitse asuin- eikä vapaa-ajan kiinteistöjä. Lahnasjoki laskee Nuasjärven Jormaslahden länsipuoleiseen kapeaan lahteen, jossa sijaitsevat lähimmät purkuvesien virtaussuunnassa olevat asuin- ja/tai vapaa-ajan kiinteistöt. Nuasjärven rannoilla ja Jormasjoen alajuoksulla sijaitsee asuin- ja/tai vapaa-ajan kiinteistöjä. Vesistön käyttö on tavanomaista virkistyskäyttöä, joka muodostuu uinnista, kalastuksesta, veneilystä, pesu- ja saunaveden otosta sekä vesimaiseman ihailusta ja rannalla oleilusta.

Kalastus Lahnasjoella lienee vähäistä, sillä joen koskikalasto on tarkkailujen perusteella ollut varsin niukka ja vähälajinen, koostuen lähinnä vähempiarvoisesta lajistosta (mm. kivisimppu, ahven ja särki). Sen sijaan viereinen Jormasjoki on merkittävä virkistyskalastusalue. Jormasjoella kalastaa vuosittain noin 260–280 kalastajaa. Vapaa-ajan kalastus on Lahnasjoella ja Jormasjoella pääasiassa vapakalastusta (onki, perho ja virveli). Vuoden 2020 kalastustiedustelun perusteella Rehja-Nuasjärvellä arvioitiin kalastaneen noin 309 taloutta ja 449 henkilöä. Suosituimpia kalastusmuotoja Rehja-Nuasjärvellä olivat harvat verkot ja vetouistelu. Arvioitu kokonaissaalis Rehja-Nuasjärvellä oli noin 16,6 tonnia, josta noin 70 % muodostui hauesta, kuhasta ja ahvenesta. Talouskohtaiset saaliit vaihtelivat välillä 33–58 kg taloutta kohden.

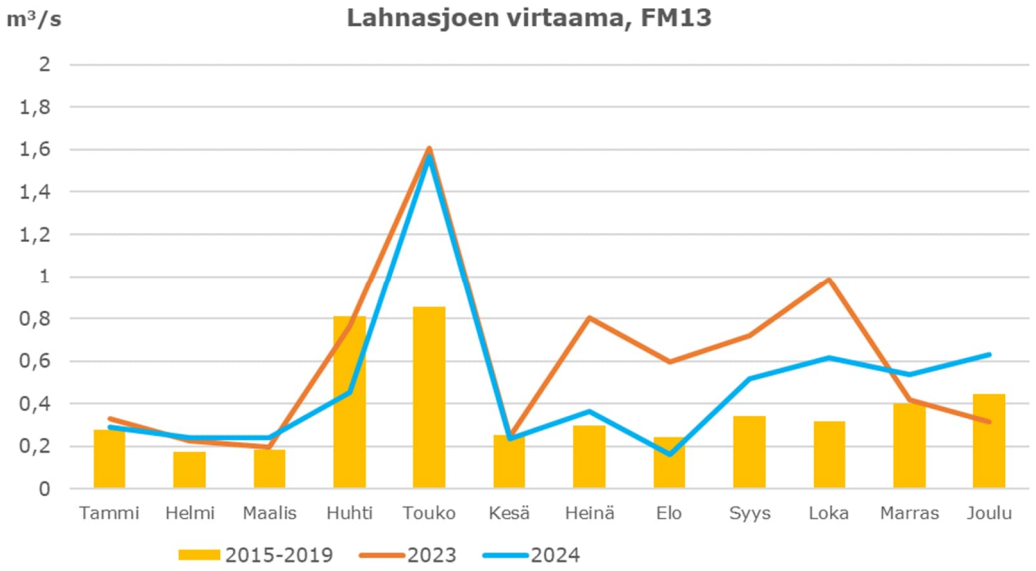
### 10.3.5 Virtaamat

Lahnasjoen virtaamaa mitataan havaintopaikalla FM13 jatkuvatoimisella virtaamamittarilla. Vuosina 2023–2024 virtaama vaihteli Lahnasjoessa keskimäärin 0,5–0,6 $m^3$/s. Kuvassa 10-8 on esitetty virtaamavaihtelu kuukausitasolla vuosina 2023 ja 2024 sekä keskimäärin vuosina 2015–2019. Vuodet 2015–2019 kuvastavat keskimääräistä virtaamaa juoksutusten ollessa tauolla. Juoksutusten ollessa tauolla virtaama oli selvästi voimakkainta kevätkuukausina huhti-toukokuussa. Virtaamat vaihtelivat varsin samansuuntaisesti vuosina 2023 ja 2024. Kevätylivirtaamat olivat vuosina 2023 ja 2024 kuitenkin

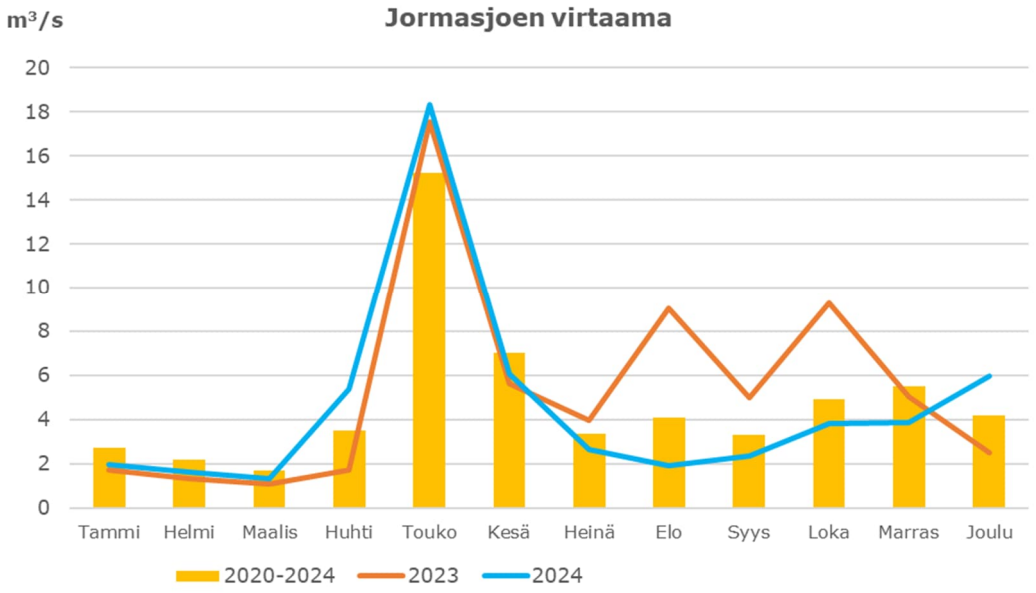
Copyright © AFRY Finland Oy

selvästi suuremmat kuin vuosina 2015–2019 keskimäärin. Etenkin vuonna 2023 virtaama oli vuosia 2015–2019 suurempaa myös heinä-lokakuussa.

Ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmän simuloima Jormasjoen virtaama alajuoksulla ennen sen laskua Nuasjärven Jormaslahteen on esitetty kuvassa 10-9. Vuosina 2023 ja 2024 simuloitu keskivirtaama vaihteli Jormasjoessa 4,6–5,3 $m^3/s$, ja vuosien 2020–2024 simuloitu keskivirtaama oli 4,8 $m^3/s$.




Kuva 10-8. Lahnasjoen keskimääräinen virtaama havaintopaikalla FM13 eri kuukausina vuosina 2023 ja 2024 sekä keskimäärin vuosina 2015–2019.




Kuva 10-9. Jormasjoen keskimääräinen WSFS-Vemala-järjestelmän simuloima virtaama eri kuukausina vuosina 2023 ja 2024 sekä keskimäärin vuosina 2020–2024 (SYKE Suomen ympäristökeskus 2025d).

Copyright © AFRY Finland Oy

### 10.3.6 Vesistöjen herkkyys

Nykytilassa vesistöön johdettavat vedet johdetaan Lahnasjokeen. Sulkemisen jälkeen pääosa vesistä kulkeutuu Lahnasjokeen. Lahnasjoki ei ole vesienhoidossa luokiteltu vesimuodostuma. Lahnasjoen herkkyyttä muutoksille voimistaa melko vähäinen virtaama, joka heikentää laimennusolosuhteita (Taulukko 10-10). Lahnasjoen luonnontilaisuuden muuttuneisuutta on arvioitu PUROHELMI-hankkeessa (SYKE 2025c) tuotetun paikkatietopohjaisen mallinnetun aineiston avulla, joka kuvaa pienten virtavesien habitaatin ja pohjaeläinlajiston luonnontilan muuttuneisuutta. Lahnasjoki on luokiteltu PUROHELMI-hankkeessa luonnontilaisuusluokkaan 3 (tila heikentynyt, keskitarkka).

Kaivosaluetta lähimpänä sijaitsevat luokitellut vesimuodostumat ovat Jormasjoki ja Nuasjärvi (Rehja-Nuasjärven vesimuodostuma). Jormasjoki on tyypitelty keskisuureksi turvemaiden joeksi (Kt) ja sen ekologinen tila on määritelty vesienhoidon kolmannella luokittelukaudella hyväksi. Jormasjoen päällyslevästön tila on hyvä, pohjaeläinten erinomainen ja kalaston tyydyttävä. Fysikaalis-kemiallisten muuttujien tila on erinomainen. (SYKE 2025a) Jormasjoen piilevästön on havaittu ajoittain reagoivan Terrafame Oy:n suolakuormitukseen (Ramboll Finland Oy 2016, 2019). Jormasjoki on kalastollisesti arvokas, vaikka taimenkanta on tällä hetkellä istutusten varassa. Jormasjoella on tehty kalataloudellista kunnostusta vuonna 2024 (Dnro PSAVI/2262/2021). Jormasjoen virtaama on melko suuri laajan valuma-alueen ansiosta.

Nuasjärvi on pintavesityypiltään suuri humusjärvi (Sh) ja sen ekologinen tila on määritelty vesienhoidon kolmannella luokittelukaudella hyväksi. Biologisista luokittelumuuttujista kasviplanktonin, pohjaeläimistön ja kalaston tila on hyvä. Fysikaalis-kemiallisten muuttujien tila on sekä fosforin että typen osalta erinomainen. (SYKE 2025a) Nuasjärven valuma-alue on laaja ja järven tilavuus on suuri. Nuasjärvi on kalataloudellisesti merkittävä.

Papinpuro on kaivosalueen itäpuolelta alkunsa saava pienivirtaamainen noro. Talvisin se on ajoittain kokonaan kuiva. Se on luokiteltu PUROHELMI-aineistossa luonnontilaisuusluokkaan 2 (tila voimakkaasti heikentynyt).

Lahnasjoessa, Papinpurossa, Jormasjoessa ja Nuasjärvessä ei sijaitse kaivoksen vaikutusalueella Natura 2000 -alueita eikä muita suojelualueita, jotka nostaisivat vesistöjen herkkyyttä.

Taulukko 10-10. Lähivesistöjen herkkyys muutoksille.

| Vesistö | Herkkyys | Perusteet |
|---|---|---|
| Lahnasjoki | Vähäinen | Ei luokiteltu vesienhoidossa. Virtaama melko vähäinen, laimennusolosuhteet heikot. Ei Natura 2000 -aluetta eikä muita suojelualueita. PUROHELMI-aineistossa luokiteltu luonnontilaisuusluokkaan 3 (tila heikentynyt, keskitarkka). Lahnasjoen kalasto koostuu lähinnä ns. vähempiarvoisesta lajistosta. |
| Papinpuro | Vähäinen | Papinpuro luokiteltu noroksi (Vaasan hallinto-oikeus, päätös 1544/2024). Virtaama vähäinen, laimennusolosuhteet erittäin heikot. Ajoittain talviaikaan kokonaan kuiva. Ei Natura 2000 -aluetta eikä muita suojelualueita. PUROHELMI-aineistossa luokiteltu luonnontilaisuusluokkaan 2 (tila voimakkaasti heikentynyt). |
| Jormasjoki | Kohtalainen | Luokiteltu hyvään ekologiseen tilaan vesienhoidon 3. kaudella. Melko hyvät laimennusolosuhteet. Ei Natura 2000 - |

Copyright © AFRY Finland Oy

| | | |
|---|---|---|
| | | aluetta eikä muita suojelualueita. Jormasjoki on kalastollisesti arvokas, ja siihen on kohdistettu kunnostustoimenpiteitä. |
| Nuasjärvi | Kohtalainen | Luokiteltu hyvään ekologiseen tilaan vesienhoidon 3. kaudella. Valuma-alue on laaja ja veden vaihtuvuus Rehja-Nuasjärvessä melko nopeaa (viipymä 94 vrk). Ei Natura 2000 -aluetta eikä muita suojelualueita. Nuasjärvi on kalataloudellisesti merkittävä ja siellä harjoitetaan kaupallista kalastusta. |

### 10.3.7 Vedenlaatu

Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen purkuvesistön tarkkailu on aloitettu vuonna 1975. Vuodesta 2009 alkaen tarkkailu toteutettiin vuonna 2008 valmistuneen tarkkailuohjelman mukaan (Pöyry Finland Oy 2008). Tarkkailuohjelma päivitettiin vuoden 2024 aikana, ja tarkkailua on tehty vuoden 2025 alusta lähtien 26.8.2024 päivätyn ja 20.1.2025 hyväksytyn (KAIELY/419/2015 ja LAPELY/1757/2019) ympäristötarkkailuohjelman mukaisesti (AFRY Finland Oy 2024c).

Vedenlaatuaineisto on poimittu ympäristöhallinnon ylläpitämästä Hertta-tietojärjestelmästä (SYKE 2025a). Lisäksi vedenlaatudataa on täydennetty tarkkailutuloksilla, joita ei ole Hertta-tietojärjestelmässä. Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen pintavesien fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailuun kuuluu 12 tarkkailupistettä (Taulukko 10-11).

Taulukko 10-11. Pintavesien fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailupaikat.

| Tunnus | Paikka | Koordinaatit (ETRS TM35-FIN) | | Syvyys (m) | Vesistö-alue |
|---|---|---|---|---|---|
| FM1a | Unijoki (vedenottamon yläpuoli) | 551407 | 7109580 | | 59.817 |
| FM3 | Lahnasjoki, jokisuu | 552326 | 7112400 | 1,5 | 59.817 |
| FM8 | Jormasjoki | 553276 | 7111690 | | 59.881 |
| FM6 | Jormaslahti, Oravikko | 552616 | 7112930 | 2,0 | 59.811 |
| FM10 | Jormaslahti, pohjoisosa | 552826 | 7113330 | 6,0 | 59.811 |
| FM11 | Jormaslahti, Ukkolanniemi | 552057 | 7113070 | 3,0 | 59.811 |
| FM12 | Nuasjärven syvänne | 552276 | 7114910 | 23,0 | 59.811 |
| FM13 | Lahnasjoki, ennen lahdeketta | 552386 | 7111730 | | 59.817 |
| FM14 | Lahnasjoki, tehdasalue | 552476 | 7110520 | | 59.817 |
| FM15 | Juuanpuro, läjitysalueen yläpuoli | 550597 | 7111640 | | 59.817 |
| FM16 | Lahnasjokeen tuleva kuivatusoja | 552406 | 7111100 | | 59.817 |
| FM17 | Papinpuro | 553966 | 7110800 | | 59.881 |

#### Lahnasjoki ja Unijoki

Nykytilassa Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen purkuvedet johdetaan Lahnasjokeen. Vesien käsittely ja juoksutus aloitettiin kymmenen vuoden tauon jälkeen jaksottaisesti

Copyright © AFRY Finland Oy

marraskuussa 2020, ja yhtäjaksoisesti vuodesta 2021 lähtien. Tauon aikana vedet johdettiin käytöstä poistuneeseen Lahnaslammen louhokseen. (AFRY Finland Oy 2024b)

Lahnasjoen yläpuolisen Unijoen (FM1a) vesi on tehdas- ja kaivosalueen yläpuolella peruslaadultaan ruskeaa tai erittäin ruskeaa ja keskimäärin runsashumuksista. Vuosina 2021–2024 Unijoen veden väriluku oli keskimäärin 151 mg Pt/l ja kemiallinen hapenkulutus 20 mg $O_2$/l (Taulukko 10-12). Veden pH-taso vaihteli hapahkosta lievästi emäksiseksi, ja puskurikyky happamoitumista vastaan oli tyydyttävä tai hyvä. Veden sähkönjohtavuus vaihteli 3,7–6,1 mS/m ja sulfaattipitoisuus 7,0–12 mg/l ollen valuma-alueen luonne huomioiden luonnontasoa. Veden sähkönjohtavuudessa ja sulfaattipitoisuudessa ei ole todettavissa muutosta tarkastelujaksolla 2010–2024 (Kuva 10-10).

Nikkelin kokonaispitoisuudet olivat Unijoessa vuosina 2021–2024 melko pienet, ja nikkeli oli tutkittuina ajankohtina lähes kokonaan liukoisessa muodossa. Yksittäiselle näytteelle asetettu enimmäispitoisuuden laatunormi (MAC-EQS, 34 µg/l liukoista nikkeliä) ei ylittynyt vuosina 2021–2024, jos oletetaan, että nikkeli oli kokonaan liukoisessa muodossa. Biosaatavan nikkelin pitoisuus oli Unijoessa vuonna 2023 keskimäärin 0,7 µg/l ja vuonna 2024 keskimäärin 0,9 µg/l, eli biosaatavan nikkelin pitkänajan ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 5 µg/l) ei ylittynyt kumpanakaan vuonna. Nikkelin PNEC-arvo (7,1 µg/l) on ylittynyt ajoittain vuosikeskiarvona Unijoessa. Arseenin pitoisuustaso oli kaikkina tutkittuina ajankohtina vuosina 2021–2024 matala jääden alle laboratorion määritysrajan.

Vuonna 2024 tehdyn lisätarkkailun perusteella kadmiumin, lyijyn, elohopean, sinkin ja kuparin pitoisuustaso oli Unijoessa matala, eivätkä näille alkuaineille asetetut tai ehdotetut ympäristönlaatunormit ylittyneet (Taulukko 10-14). Metallipitoisuuksien suuruusluokkaa voidaan arvioida myös vertailemalla niiden pitoisuutta PNEC-arvoihin eli suurimpaan haitattomaan pitoisuustasoon (Taulukko 10-6). PNEC-arvoihin verrattuna Unijoen metallipitoisuudet olivat pieniä lukuun ottamatta mangaanin kokonaispitoisuutta, joka ylitti selvästi PNEC-arvon (22–34 µg/l). Mangaanin kokonaispitoisuus ylitti kaikilla tarkastelluilla havaintopaikoilla PNEC-arvon tason. On kuitenkin huomattava, että PNEC-arvot on asetettu liukoisille pitoisuuksille.

Lahnasjoessa vedenlaatu heikkenee selvästi tehdas- ja kaivosalueen purkuvesien sekä alueelta tulevan hajakuormituksen seurauksena yläpuoliseen Unijokeen verrattuna. Vedenlaatu on heikoimmillaan purkupaikan alapuolisella havaintopaikalla FM13, ja keskimäärin vedenlaatu paranee lievästi Lahnasjoen jokisuulla (FM3, Jormaslahden sivulahti). Purkuvedet nostavat voimakkaasti etenkin veden sähkönjohtavuutta sekä sulfaatin, magnesiumin, natriumin ja kaliumin pitoisuuksia. Juoksutusten aloitus vuonna 2021 näkyi sähkönjohtavuuden ja sulfaattipitoisuuksien nousuna edellisvuosiin verrattuna (Kuva 10-10). Sulfaatti on ehdotettu lisättäväksi vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun Valtioneuvoston asetuksen (1022/2006) liitteeseen 1D. Ehdotus AA-EQS-arvoksi sisävesille on 39 mg/l liukoisena pitoisuutena ja MAC-EQS-arvoksi sisävesille 279 mg/l liukoisena pitoisuutena (Mehtonen ym. 2023). Sulfaattipitoisuudet ovat nykytilanteessa Lahnasjoessa erittäin korkeat ehdotettuihin ympäristönlaatunormeihin verrattuna.

Kaivoksen kuormituksella ei ole oleellista vaikutusta happitilanteeseen. Lahnasjoen happitilanne vaihteli vuosina 2021–2024 hyvästä erinomaiseen. Tehdas- ja kaivosalueen purkuvesillä ja alueelta tulevalla hajakuormituksella on Lahnasjoen veden pH-tasoa kohottava vaikutus. Veden pH vaihteli vuosina 2021–2024 Lahnasjoessa lievästi happamasta emäksiseen. Joulukuussa 2023 veden pH oli selvemmin emäksinen (8,4). Tehdas- ja kaivosalueelta ei kohdistu Lahnasjokeen merkittävää ravinnekuormitusta. Vuosina 2021–2024

Copyright © AFRY Finland Oy

Unijoen kokonaisfosforipitoisuus oli keskimäärin jopa suurempi kuin Lahnasjoessa havaintopaikalla FM13. Kokonaistyppipitoisuus nousi keskimäärin lievästi Lahnasjoessa Unijokeen verrattuna.

Purkuvedet nostavat myös Lahnasjoen nikkeli- ja arseenipitoisuutta. Juoksutusten aloitus vuonna 2021 näkyi selvästi nikkelin ja arseenin pitoisuuksissa. Kokonaisnikkelin pitoisuudet olivat Lahnasjoessa (FM13) vuosina 2021–2022 selvästi luonnontasoa suuremmat ja vaihtelivat 16–100 µg/l. Nikkeli oli tutkittuina ajankohtina lähes kokonaan liukoisessa muodossa. Yksittäiselle näytteelle asetettu enimmäispitoisuuden laatunormi (MAC-EQS, 34 µg/l liukoista nikkeliä) ylittyi useamman kerran, jos nikkelin oletetaan olevan kokonaan liukoisessa muodossa. Kuormituksen vähentymisen ansiosta nikkelin ja arseenin pitoisuudet olivat vuosina 2023–2024 Lahnasjoessa vuosia 2021–2022 pienemmät. Kokonaisnikkelin pitoisuudet vaihtelivat 11–31 µg/l ja liukoisen nikkelin pitoisuudet 8–28 µg/l vuosina 2023–2024. Liukoiselle nikkelille asetettu enimmäispitoisuuden laatunormi (MAC-EQS, 34 µg/l liukoista nikkeliä) ei siten ylittynyt yhdelläkään havaintokerralla. Biosaatavan nikkelin keskimääräinen pitoisuus oli 2,6 µg/l vuonna 2023 ja 3,2 µg/l vuonna 2024. Biosaatavan nikkelin keskiarvo alitti molempina vuosina nikkelin pitkänajan ympäristönlaatunormin (AA-EQS, 5 µg/l). Arseenin pitoisuus oli vuonna 2023 keskimäärin 2,3 µg/l ja vuonna 2024 keskimäärin 2,4 µg/l alittaen molempina vuosina arseenin PNEC-arvon (5,6 µg/l).

Vuonna 2024 tehdyn lisätarkkailun perusteella kadmiumin, lyijyn, elohopean, sinkin ja kuparin pitoisuustaso oli Lahnasjoessa matala, eivätkä näille alkuaineille asetetut tai ehdotetut ympäristönlaatunormit ylittyneet (Taulukko 10-14). PNEC-arvoihin (Taulukko 10-6) verrattuna Lahnasjoen metallipitoisuudet olivat pieniä lukuun ottamatta mangaanin kokonaispitoisuutta, joka ylitti selvästi PNEC-arvon (22–34 µg/l). On kuitenkin huomattava, että PNEC-arvot on asetettu liukoisille pitoisuuksille. Mangaanin kokonaispitoisuus ylitti jo kaivos- ja tehdasalueen yläpuolisessa Unijoessa PNEC-arvon tason, ja pitoisuus suureni edelleen Lahnasjoessa. Myös antimonin pitoisuus suureni purkuvesien seurauksena, mutta pitoisuustaso pysyi Lahnasjoessa matalana.

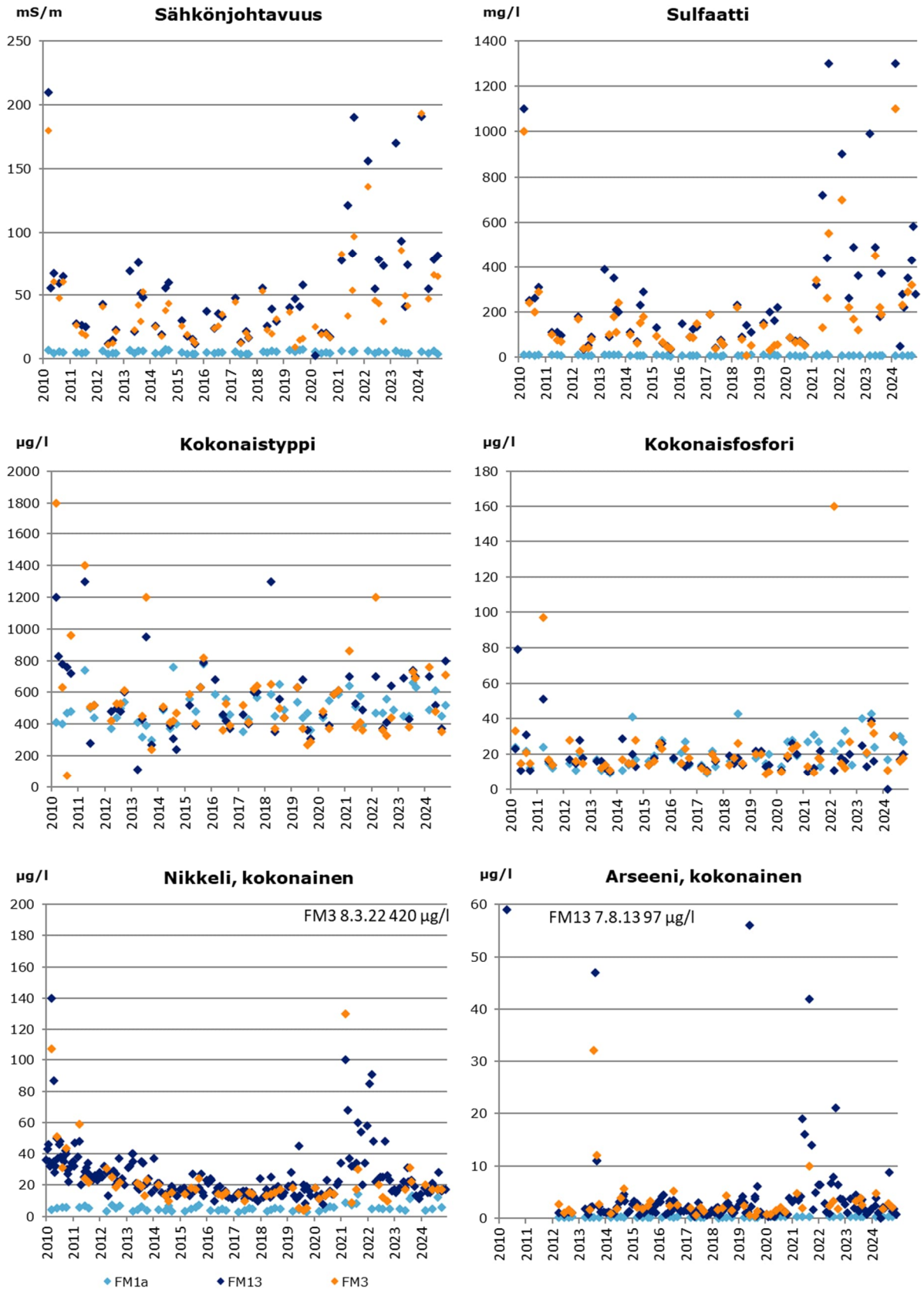
Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-12. Lahnasjoen vedenlaatu kaivoksen yläpuolella (FM1a), kaivoksen alapuolella (FM13) sekä Lahnasjoen suulla (FM3) vuosina 2021–2024. Alle määritysrajan olevien tulosten osalta on käytetty pitoisuutta määritysraja jaettuna kahdella. Vesien käsittely ja juoksutus aloitettiin kymmenen vuoden tauon jälkeen jaksottaisesti marraskuussa 2020.

| | Syv. | Happi | | pH | Alkali-nit. | Kok. kovuus | Sähk. johta-vuus | Cl | Väri | $COD_{Mn}$ | Sa-meus | Kiinto-aine |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | m | mg/l | % | | mmol/l | mmol/l | mS/m | mg/l | mg/l Pt | mg/l | FNU | mg/l |
| FM1a, Unijoki, vedenottamon yläpuoli | | | | | | | | | | | | |
| ka | 0,3 | 9 | 75 | 6,5 | 0,2 | 0,2 | 5,0 | 1,9 | 151 | 20 | 4,2 | 3,7 |
| min | 0,1 | 1,1 | 11 | 6,0 | 0,12 | 0,13 | 3,7 | 1,4 | 80 | 10 | 1,4 | 0,5 |
| max | 1 | 13,2 | 97 | 7,2 | 0,3 | 0,2 | 6,1 | 2,4 | 300 | 38 | 16 | 9,2 |
| n | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| FM13, Lahnasjoki, ennen lahdeketta | | | | | | | | | | | | |
| ka | 0,2 | 10,1 | 88 | 7,1 | 0,5 | 5,8 | 98 | 4 | 120 | 17 | 4 | 3,3 |
| min | 0,1 | 7,6 | 81 | 6,1 | 0,19 | 2,04 | 40,9 | 2,3 | 35 | 5,3 | 1,1 | 0,5 |
| max | 1,0 | 13 | 98 | 8,4 | 1,1 | 14,9 | 191 | 6,5 | 240 | 41 | 5,2 | 10 |
| n | 41 | 14 | 14 | 46 | 14 | 15 | 15 | 15 | 15 | 14 | 15 | 46 |
| FM3, Lahnasjoki, jokisuu | | | | | | | | | | | | |
| ka | 0,6 | 9,5 | 86 | 7,0 | 0,40 | 3,61 | 66,7 | 3,3 | 129 | 18,5 | 3,9 | 4,5 |
| min | 0,2 | 7,1 | 75 | 6,7 | 0,2 | 1,27 | 29,4 | 1,5 | 60 | 7,5 | 1,2 | 0,5 |
| max | 1 | 13,7 | 97 | 7,4 | 1,2 | 12,5 | 193,0 | 6,3 | 240 | 44,0 | 8,6 | 13,0 |
| n | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |

| | Syv. | Kok.P | PO4-P | Kok.N | NH4-N | NO2+NO3-N | Kloro-fylli | SO4 | As kok. | Ca kok. | Ni kok. | Ni liuk. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | m | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | mg/l | µg/l | mg/l | µg/l | µg/l |
| FM1a, Unijoki, vedenottamon yläpuoli | | | | | | | | | | | | |
| ka | 0,3 | 27 | 13 | 528 | 23 | 149 | 1,3 | 7,0 | 0,3 | 4175 | 7,3 | 7,0 |
| min | 0,1 | 13 | 1,5 | 390 | 9,9 | 93 | 0,5 | 5,2 | 0,25 | 3300 | 3,7 | 3,6 |
| max | 1 | 43 | 29 | 660 | 48 | 260 | 2,0 | 12 | 0,3 | 5 800 | 14 | 12 |
| n | 15 | 16 | 11 | 16 | 11 | 9 | 2 | 16 | 10 | 8 | 15 | 8 |
| FM13, Lahnasjoki, ennen lahdeketta | | | | | | | | | | | | |
| ka | 0,2 | 20 | 8 | 578 | 59 | 166 | 2,0 | 495 | 5,2 | 55860 | 29 | 19,0 |
| min | 0,1 | 10 | 3,2 | 370 | 22 | 55 | 2,0 | 48,0 | 0,3 | 7200 | 11,0 | 8,0 |
| max | 1,0 | 39 | 20 | 800 | 140 | 280 | 2,0 | 1300 | 42 | 150000 | 100 | 50 |
| n | 41 | 13 | 11 | 14 | 11 | 9 | 1 | 19 | 45 | 15 | 46 | 32 |
| FM3, Lahnasjoki, jokisuu | | | | | | | | | | | | |
| ka | 0,6 | 20 | 5 | 517 | 35 | 92 | 3,0 | 328 | 3,5 | 43400 | 27 | 17,3 |
| min | 0,2 | 9,4 | 1,5 | 330 | 14 | 31 | 3,0 | 120,0 | 1,7 | 16000 | 8,7 | 9,8 |
| max | 1 | 37 | 17 | 860 | 110 | 170 | 3,0 | 1100 | 10 | 130000 | 130 | 29 |
| n | 14 | 14 | 12 | 14 | 12 | 10 | 2 | 14 | 13 | 10 | 13 | 10 |

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 10-10. Lahnasjoen vedenlaatu kaivoksen yläpuolella (FM1a), kaivoksen alapuolella (FM13) sekä Lahnasjoen suulla (FM3) vuosina 2010–2024 (SYKE 2025a). Vesien käsittely ja juoksutus aloitettiin kymmenen vuoden tauon jälkeen jaksottaisesti marraskuussa 2020.

Copyright © AFRY Finland Oy

### Papinpuro ja Jormasjoki

Osa rikastushiekka-altaiden alueesta kuuluu Papinpuron valuma-alueeseen. Papinpuroon ei johdeta vesiä tehdas- ja kaivosalueelta, mutta puroon pääsee suotautumaan kuormittuneita vesiä. Papinpuro laskee tehdas- ja kaivosalueen itäpuolitse virtaavaan Jormasjokeen. Papinpuron virtaama on pieni suhteessa Jormasjoen virtaamaan, eikä sillä ole merkittävää vaikutusta Jormasjoen veden laatuun. Papinpuro on luokiteltu noroksi (Vaasan hallinto-oikeus, päätös 1544/2024), eikä sitä koske virallisesti Valtioneuvoston asetuksen (1022/2006) mukaiset ympäristönlaatunormit. Seuraavissa kappaleissa vedenlaatua on vertailtu ympäristönlaatunormiin pitoisuustason suuruuden arvioimiseksi.

Kuormituksen vaikutukset näkyvät Papinpurossa sähkönjohtavuuden sekä sulfaatin ja magnesiumin pitoisuuksien nousuna (Taulukko 10-13). Papinpuron valuma-alueella on tehty hajakuormituksen vähentämiseen tähtääviä toimenpiteitä, joista merkittävimpänä Soidinsuon altaan kaakkoisnurkan suotovesien pumppaaminen takaisin altaille. Veden sähkönjohtavuudessa ja sulfaattipitoisuudessa ei ole toimenpiteistä huolimatta todettavissa selvää muutosta vuosina 2010–2024 (Kuva 10-11). Vuosina 2021–2024 veden sähkönjohtavuus oli keskimäärin 88 mS/m ja sulfaattipitoisuus 429 mg/l. Sulfaatille ehdotettuihin ympäristönlaatunormeihin (AA-EQS, MAC-EQS) verrattuna sulfaattipitoisuudet ovat nykytilanteessa Papinpurossa korkeat.

Kuormituksen vaikutukset näkyvät Papinpurossa myös nikkelipitoisuuden nousuna. Kokonaisnikkelin pitoisuudet vaihtelivat vuosina 2021–2024 15–43 µg/l ja liukoisen nikkelin pitoisuudet tutkittuina ajankohtina 15–40 µg/l. Sekä vuonna 2021 että 2022 todettiin liukoiselle nikkelille asetetun hetkellisen maksimipitoisuuden ympäristönlaatunormin (MAC-EQS, 34 µg/l) ylitys. Vuosina 2023–2024 liukoisen nikkelin pitoisuus alitti hetkellisen ympäristönlaatunormin kaikkina tutkittuina ajankohtina. Myös biosaatavan nikkelin keskiarvo alitti vuosina 2023–2024 nikkelin pitkänajan ympäristönlaatunormin (AA-EQS, 5 µg/l). Nikkelin PNEC-arvo (7,1 µg/l) on ylittynyt vuosina 2021–2024 säännöllisesti. Papinpuron arseenipitoisuudet olivat vuosina 2021–2024 pieniä ja vaihtelivat 0,25–2,3 µg/l alittaen arseenin PNEC-arvon (5,6 µg/l).

Vuonna 2024 tehdyn lisätarkkailun perusteella kadmiumin, lyijyn, elohopean, sinkin ja kuparin pitoisuustaso oli Papinpurossa matala (Taulukko 10-14). PNEC-arvoihin (Taulukko 10-6) verrattuna Unijoen metallipitoisuudet olivat pieniä lukuun ottamatta mangaanin kokonaispitoisuutta, joka ylitti PNEC-arvon (22–34 µg/l). Mangaanin kokonaispitoisuus ylitti kaikilla tarkastelluilla havaintopaikoilla PNEC-arvon tason. On kuitenkin huomattava, että PNEC-arvot on asetettu liukoisille pitoisuuksille. Papinpurossa lisäksi liukoisen koboltin pitoisuus (n=1) ylitti lievästi PNEC-arvon (1,06 µg/l).

Jormasjoen tarkkailupiste FM8 sijaitsee maantiesillan kohdalla noin 0,5 km ennen joen laskua Nuasjärven Jormaslahteen ja noin 1,6 km Papinpuron suun alapuolella. Jormasjoen tarkkailupiste FM19 sijaitsee Jormastien sillan kohdalla ja toimii Papinpuron suun yläpuolisena havaintopaikkana. Vuodesta 2010 lähtien myös Terrafame Oy:n teollisuusalueelta vesistöön johdettuja vesiä on virrannut kyseisen pisteen kautta Nuasjärveen. (AFRY Finland Oy 2024b)

Papinpuron virtaama on hyvin vähäinen suhteessa Jormasjoen virtaamaan, joten Papinpuron vedet laimenevat tehokkaasti Jormasjoessa. Vuonna 2024 näytteitä otettiin Jormasjoesta sekä Papinpuron ylä- että alapuolelta. Vedenlaatu oli havaintopaikoilla hyvin samankaltaista, eikä Papinpuron vesien vaikutuksia voitu selvästi eritellä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Jormasjoen (FM8) vesi on peruslaadultaan keskimäärin lievästi sameaa, lievästi ruskeaa ja kiintoainetta on niukasti. Jormasjoki on tyypitelty keskisuureksi turvemaiden joeksi (Kt). Ekologisen luokituksen luokkarajoihin (Aroviita ym. 2019) verrattuna kokonaisfosforipitoisuudet viittasivat vuosina 2021–2024 erinomaiseen tilaan ja kokonaistyppipitoisuudet erinomaiseen tai hyvään tilaan. Myös pH-taso (6,1–7,6) on Jormasjoessa erinomainen. Sekä sähkönjohtavuudessa että sulfaattipitoisuudessa todettiin vuoteen 2015 saakka nouseva suuntaus, jonka jälkeen pitoisuustasossa on todettavissa selvä lasku (Kuva 10-11). Pitoisuustason lasku Jormasjoessa liittyy Terrafame Oy:n Nuasjärven purkuputken käyttöönottoon. Jormasjoen liukoisen arseenin pitoisuudet (<0,50 µg/l) olivat vuosina 2021–2024 pieniä. Liukoisen nikkelin pitoisuudet (3,8–11 µg/l) olivat niin ikään pienet ja alittivat liukoiselle nikkelille asetetun ympäristönlaatunormin (MAC-EQS) enimmäispitoisuustason sekä myös nikkelin PNEC-arvon.

Jormasjoen havaintopaikalta FM8 on tutkittu metallipitoisuuksia säännöllisesti. Vuosina 2021–2024 kadmiumin, lyijyn, elohopean, sinkin ja kuparin pitoisuustaso oli Jormasjoessa matala, eivätkä näille alkuaineille asetetut tai ehdotetut ympäristönlaatunormit ylittyneet (Taulukko 10-14). PNEC-arvoihin (Taulukko 10-6) verrattuna Jormasjoen metallipitoisuudet olivat pieniä lukuun ottamatta mangaanin kokonaispitoisuutta, joka ylitti PNEC-arvon (22–34 µg/l). Mangaanin kokonaispitoisuus ylitti kaikilla tarkastelluilla havaintopaikoilla PNEC-arvon tason. On kuitenkin huomattava, että PNEC-arvot on asetettu liukoisille pitoisuuksille.

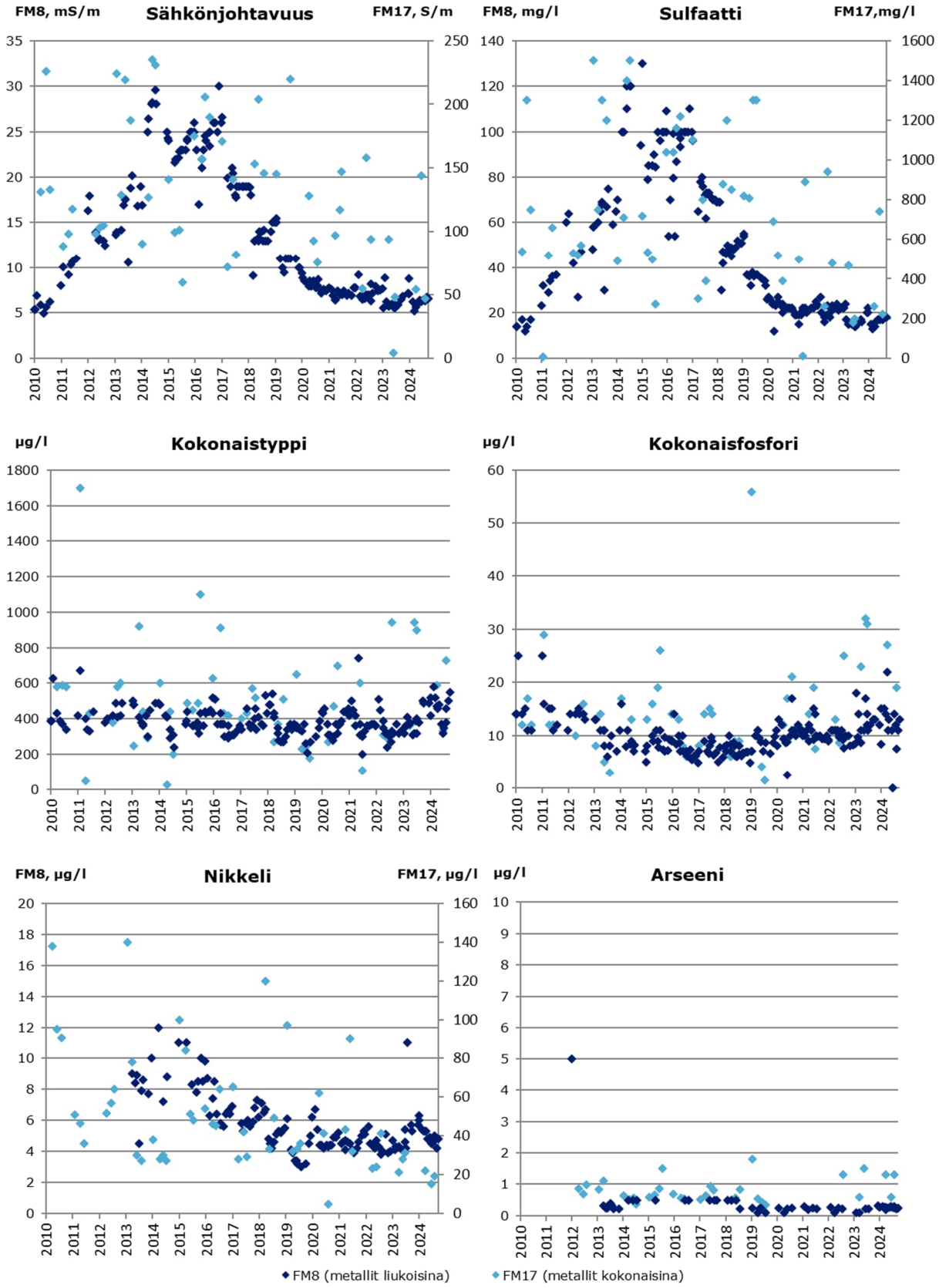
Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-13. Papinpuron (FM17), Jormasjoen (FM8) ja Jormasjoen yläpuolisen (FM12) vedenlaatu vuosina 2021–2024. Alle määritysrajan olevien tulosten osalta on käytetty pitoisuutta määritysraja jaettuna kahdella. *) Arseenin pitoisuus määritetty Jormasjoessa liukoisena.

| | Syv. | Happi | | pH | Alkalinit. | Kok. kovuus | Sähk. johtavuus | Cl | Väri | $COD_{Mn}$ | Sameus | Kiintoaine |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | m | mg/l | % | | mmol/l | mmol/l | mS/m | mg/l | mg/l Pt | mg/l | FNU | mg/l |
| FM17, Papinpuro | | | | | | | | | | | | |
| ka | 0,2 | 9 | 80 | 7,0 | 1,0 | 5,1 | 88 | 59 | 173 | 28 | 3,4 | 1,4 |
| min | 0,1 | 5,8 | 54 | 6,4 | 0,32 | 2,19 | 4,3 | 3 | 40 | 7,2 | 2 | 0,5 |
| max | 0,2 | 11,7 | 99 | 8,0 | 2,7 | 9,5 | 158 | 630 | 350 | 65 | 5,5 | 3,1 |
| n | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| FM12, Jormasjoki yp | | | | | | | | | | | | |
| ka | 0,4 | 10,0 | 87 | 6,6 | 0,12 | 0,20 | 6,1 | 1,2 | 85,0 | 15,3 | 1,7 | 2,1 |
| min | 0,2 | 8,5 | 81 | 6,5 | 0,09 | 0,17 | 5,4 | 1,0 | 70 | 12 | 0,85 | 1,2 |
| max | 1 | 11,9 | 91 | 6,7 | 0,2 | 0,2 | 6,9 | 1,5 | 100,0 | 19,0 | 2,5 | 3,2 |
| n | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| FM8, Jormasjoki | | | | | | | | | | | | |
| ka | 0,2 | 11,4 | 86 | 6,4 | 0,11 | 0,23 | 6,8 | 1,2 | 88,1 | 14,4 | 1,3 | 0,9 |
| min | 0,1 | 6,8 | 76 | 6,1 | 0,068 | 0,19 | 5,2 | 1,0 | 50 | 11 | 0,46 | 0,5 |
| max | 1 | 70 | 100 | 7,6 | 0,15 | 0,3 | 9,2 | 1,7 | 130,0 | 20,0 | 2,6 | 9,4 |
| n | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 15 | 63 | 15 | 16 | 63 | 16 | 63 |

| | Syv. | Kok.P | PO4-P | Kok.N | NH4-N | NO2+NO3-N | Kloro-fylli | SO4 | As kok. | Ca kok. | Ni kok. | Ni liuk. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | m | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | mg/l | µg/l | mg/l | µg/l | µg/l |
| FM17, Papinpuro | | | | | | | | | | | | |
| ka | 0,2 | 20 | 5 | 538 | 34 | 33 | 1,8 | 429 | 1,1 | 43218 | 27 | 26,1 |
| min | 0,1 | 7,5 | 1,5 | 110 | 16 | 10 | 0,5 | 9,3 | 0,25 | 23000 | 15,0 | 15 |
| max | 0,2 | 32 | 8,5 | 940 | 53 | 120 | 3,0 | 940 | 2,3 | 86 000 | 43 | 40 |
| n | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 10 | 2 | 12 | 11 | 7 | 11 | 8 |
| FM12, Jormasjoki yp | | | | | | | | | | | | |
| ka | 0,4 | 8,1 | 2 | 367,5 | 12,43 | 120,00 | | 15,3 | 0,3 | 5100,0 | 5,5 | 5,5 |
| min | 0,2 | 5,7 | 1,5 | 320,0 | 9,3 | 120 | | 13,0 | 0,25 | 4500 | 4,7 | 5,0 |
| max | 1 | 9,6 | 1,5 | 420,0 | 16,0 | 120,0 | | 16,0 | 0,3 | 5700,0 | 6,5 | 6,1 |
| n | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| FM8, Jormasjoki | | | | | | | | | | | | |
| ka | 0,2 | 11 | 2 | 395 | 14 | 72 | 2,5 | 19 | 0,2 | 5582 | 4,7 | 4,8 |
| min | 0,1 | 2,5 | 1 | 200 | 2 | 2 | 2,0 | 13,0 | 0,1 | 4700 | 3,6 | 3,8 |
| max | 1 | 22 | 5,2 | 740 | 35 | 200 | 3,0 | 27 | 0,31 | 7000 | 6,7 | 11 |
| n | 63 | 63 | 35 | 63 | 35 | 33 | 2 | 63 | 26 | 7 | 16 | 55 |

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 10-11. Papinpuron (FM17) ja Jormasjoen (FM8) vedenlaatu vuosina 2010–2024 (SYKE 2025a).

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-14. Unijoen (FM1a), Lahnasjoen (FM13), Papinpuron (FM17), Jormasjoen (FM8 ja FM9) ja Nuasjärven (FM6 ja FM12) havaintopaikkojen metallipitoisuuksia vuosina 2021–2024. Alle määritysrajan olevien tulosten osalta on käytetty pitoisuutta määritysraja jaettuna kahdella.

| | Al kok | Al liuk | Sb liuk | Hg liuk | Cd liuk | K kok | Co liuk | Cr liuk | Cu liuk | Pb liuk | Mg kok | Mn kok | Na | Fe kok | Zn liuk |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| FM1a, Unijoki, vedenottamon yläpuoli | | | | | | | | | | | | | | | |
| ka | 240 | 155 | 0,2 | 0,01 | 0,038 | 1425 | 0,62 | 0,5 | 1,0 | 0,10 | 1725 | 72,0 | 2025 | 1925 | 8,9 |
| min | 230 | 88 | 0,05 | 0,01 | 0,012 | 1200 | 0,51 | 0,5 | 0,5 | 0,08 | 1500 | 47,0 | 1700 | 1500 | 7,2 |
| max | 260 | 200 | 0,6 | 0,01 | 0,074 | 1900 | 0,75 | 0,6 | 1,4 | 0,17 | 2400 | 99,0 | 2500 | 2800 | 10,0 |
| n | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| FM13, Lahnasjoki, ennen lahdeketta | | | | | | | | | | | | | | | |
| ka | 166 | 100 | 2,3 | 0,01 | 0,038 | 3133 | 0,79 | 0,4 | 1,9 | 0,08 | 67667 | 131,0 | 7800 | 1233 | 9,2 |
| min | 78 | 29 | 1,8 | 0,01 | 0,012 | 2400 | 0,37 | 0,3 | 0,5 | 0,08 | 52000 | 93,0 | 6700 | 1000 | 2,5 |
| max | 240 | 170 | 3,0 | 0,01 | 0,063 | 3500 | 1,10 | 0,5 | 4,2 | 0,08 | 76000 | 180,0 | 10000 | 1400 | 13,0 |
| n | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| FM17, Papinpuro | | | | | | | | | | | | | | | |
| ka | 420 | 390 | 0,10 | 0,01 | 0,012 | 1700 | 1,10 | 1,3 | 0,7 | 0,21 | 42000 | 340,0 | 5400 | 1800 | 3,4 |
| min | 420 | 390 | 0,10 | 0,01 | 0,012 | 1700 | 1,1 | 1,3 | 0,5 | 0,21 | 42000 | 340,0 | 5400 | 1800 | 2,5 |
| max | 420 | 390 | 0,10 | 0,01 | 0,012 | 1700 | 1,10 | 1,3 | 1,1 | 0,21 | 42000 | 340,0 | 5400 | 1800 | 5,3 |
| n | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| FM19, Jormasjoki yp (Jormastien silta) | | | | | | | | | | | | | | | |
| ka | 163 | 107 | 0,12 | 0,02 | 0,060 | 763 | 0,18 | 0,4 | 1,2 | 0,14 | 1567 | 122,3 | 2233 | 437 | 10,1 |
| min | 120 | 84 | 0,05 | 0,01 | 0,012 | 740 | 0,075 | 0,3 | 1,1 | 0,08 | 1400 | 79,0 | 2000 | 390 | 8,4 |
| max | 210 | 140 | 0,20 | 0,03 | 0,140 | 780 | 0,40 | 0,7 | 1,4 | 0,26 | 1700 | 200,0 | 2400 | 480 | 13,0 |
| n | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| FM8, Jormasjoki | | | | | | | | | | | | | | | |
| ka | 124 | 109 | 0,10 | 0,01 | 0,019 | 797 | 0,08 | 0,4 | 1,0 | 0,06 | 1980 | 55,7 | 2719 | 439 | 10,6 |
| min | 66 | 71 | 0,10 | 0,01 | 0,012 | 790 | 0,05 | 0,3 | 0,25 | 0,05 | 1500 | 5,0 | 2100 | 270 | 4,8 |
| max | 190 | 160 | 0,10 | 0,01 | 0,090 | 800 | 0,25 | 3,6 | 1,5 | 0,14 | 2900 | 250,0 | 4100 | 740 | 32,0 |
| n | 47 | 39 | 26 | 11 | 50 | 3 | 26 | 26 | 26 | 26 | 50 | 50 | 47 | 50 | 50 |
| FM6, Jormaslahti, Oravikko | | | | | | | | | | | | | | | |
| ka | 147 | 103 | 0,07 | 0,01 | 0,012 | 663 | 0,08 | 0,5 | 0,7 | 0,08 | 1967 | 87,3 | 1900 | 477 | 2,5 |
| min | 110 | 81 | 0,05 | 0,01 | 0,012 | 600 | 0,075 | 0,4 | 0,5 | 0,08 | 1700 | 62,0 | 1700 | 400 | 2,5 |
| max | 180 | 140 | 0,1 | 0,02 | 0,0 | 750 | 0,08 | 0,5 | 1,2 | 0,08 | 2400 | 110,0 | 2100 | 580 | 2,5 |
| n | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| FM12, Nuasjärvi, pinta | | | | | | | | | | | | | | | |
| ka | 112,8 | 87 | 0,10 | 0,02 | 0,015 | 0,6 | 0,06 | 0,3 | 0,6 | 0,06 | 1233 | 55,1 | 1433 | 426 | 3,6 |
| min | 67 | 77 | 0,05 | 0,01 | 0,012 | 0,6 | 0,05 | 0,3 | 0,5 | 0,05 | 760 | 17,0 | 1100 | 300 | 1,3 |
| max | 160 | 94 | 0,10 | 0,03 | 0,015 | 0,7 | 0,08 | 0,5 | 1,0 | 0,08 | 1700 | 130,0 | 1800 | 640 | 9,2 |
| n | 21 | 3 | 15 | 3 | 24 | 3 | 15 | 15 | 24 | 15 | 21 | 24 | 21 | 24 | 24 |
| FM12, Nuasjärvi, välivesi | | | | | | | | | | | | | | | |
| ka | 112,9 | 109 | 0,16 | 0,01 | 0,020 | 0,6 | 0,07 | 0,4 | 0,7 | 0,11 | 2525 | 76,2 | 2148 | 432 | 4,1 |
| min | 67 | 88 | 0,05 | 0,01 | 0,012 | 0,6 | 0,05 | 0,3 | 0,5 | 0,05 | 1100 | 33,0 | 1400 | 320 | 1,1 |
| max | 160 | 140 | 0,50 | 0,02 | 0,150 | 0,7 | 0,08 | 0,6 | 1,1 | 0,31 | 11000 | 160,0 | 4600 | 630 | 8,5 |
| n | 21 | 3 | 6 | 3 | 24 | 3 | 6 | 6 | 24 | 6 | 24 | 24 | 21 | 24 | 24 |

Copyright © AFRY Finland Oy

| | Al kok | Al liuk | Sb liuk | Hg liuk | Cd liuk | K kok | Co liuk | Cr liuk | Cu liuk | Pb liuk | Mg kok | Mn kok | Na | Fe kok | Zn liuk |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| FM12, Nuasjärvi, pohja | | | | | | | | | | | | | | | |
| ka | 107,1 | 92 | 0,33 | 0,02 | 0,023 | 1,2 | 0,13 | 0,3 | 0,7 | 0,06 | 19054 | 431,1 | 4 | 522 | 5,9 |
| min | 60 | 77 | 0,10 | 0,01 | 0,012 | 0,71 | 0,05 | 0,3 | 0,3 | 0,05 | 1200 | 57,0 | 1 | 320 | 1,0 |
| max | 190 | 100 | 1,30 | 0,04 | 0,120 | 1,5 | 0,87 | 1 | 0,9 | 0,19 | 48000 | 3400 | 10 | 1500 | 13,0 |
| n | 21 | 3 | 15 | 3 | 24 | 3 | 15 | 15 | 24 | 15 | 24 | 24 | 21 | 24 | 24 |

## Nuasjärvi

Nuasjärvi on pitkään ollut purkuvesistönä Elementisin Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen kuormitukselle. Vuodesta 2010 lähtien se on kuulunut myös Terrafame Oy:n teollisuusalueen purkuvesien vaikutusalueeseen. Terrafame Oy:n jätevesien purkuputki Nuasjärveen on otettu käyttöön marraskuussa 2015. (AFRY Finland Oy 2024b)

Elementisin velvoitetarkkailuun kuuluvien Nuasjärven Jormaslahden (FM6) sekä Nuasjärven Jormaslahden edustan syvänteen (FM12) vedenlaatutulokset vuosilta 2021–2024 on esitetty taulukossa Taulukko 10-15. Sähkönjohtavuuden, sulfaatin, kokonaisravinteiden sekä arseenin ja nikkelin pitoisuuksien kehitys pidemmällä aikavälillä on esitetty kuvassa 10-12. Kuvissa 10-13, 10-14, 10-15 ja 10-16 on esitetty havaintopaikkojen Nuasjärvi 23 (FM12), 35 ja 46 vedenlaatudataa sulfaatin, kokonaisravinteiden ja klorofylli a-pitoisuuden osalta.

Nuasjärven vesi on peruslaadultaan kirkasta tai vain lievästi sameaa, lievästi ruskeaa ja runsashumuksista. Veden pH-taso vaihteli vuosina 2021–2024 hapahkosta neutraaliin. Nuasjärvi kuuluu Rehja-Nuasjärven vesimuodostumaan, joka on pintavesityypiltään suuri humusjärvi (Sh). Ekologisen luokituksen luokkarajoihin (Aroviita ym. 2019) verrattuna Nuasjärven (FM12) kokonaisfosforipitoisuudet viittasivat vuosina 2021–2024 erinomaiseen tai hyvään tilaan ja kokonaistyppipitoisuudet erinomaiseen tilaan (Kuva 10-14 ja Kuva 10-15). Kokonaisravinnepitoisuudet vaihtelivat karujen ja lievästi rehevien vesien tasolla. Pienimmillään klorofylli *a* -pitoisuus oli karujen vesien tasoa ja enimmillään se indikoi rehevyyttä. Ekologisen luokituksen luokkarajoihin verrattuna klorofyllipitoisuudet viittasivat vuosina 2021–2024 hyvään tai erinomaiseen tilaan (Kuva 10-16). Alueellisesti Jormaslahden edustan syvännealueella FM12 (Nuasjärvi 24) rehevyystaso on ollut vuosina 2021–2024 pienempi kuin kauempana Nuasjärvellä sijaitsevilla syvännealueilla 35 ja 46 (Kuva 10-14, Kuva 10-15 ja Kuva 10-16).

Kaivosvesien vaikutusta kuvaavat sähkönjohtavuusarvot sekä sulfaattipitoisuudet olivat pintavedessä havaintopaikalla FM12 vuosina 2021–2024 melko matalat, eikä pitoisuustasossa ole todettavissa Elementisin juoksutuksen aloittamisen jälkeen selvää muutosta (Kuva 10-12). Pohjan lähellä sen sijaan on todettavissa juoksutusten aloittamisen jälkeen aiempaa suurempia sähkönjohtavuuksia sekä sulfaatin ja magnesiumin pitoisuuksia. Muihin Nuasjärven syvänteisiin (35 ja 46) verrattuna pitoisuustaso on ollut Jormaslahden edustan syvänteellä (FM12) pohjan lähellä suurin (Kuva 10-13). Pohjan lähellä on todettu sulfaatille ehdotetun maksimipitoisuuden (MAC-EQS, 279 mg/l) ylittäviä pitoisuuksia. Myös sulfaatille ehdotettu pitkänajan ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 39 mg/l) on ylittynyt vuosina 2022–2024. Eurofins Ahma Oy:n (2024c) laatiman selvityksen perusteella Elementisin ja Terrafame Oy:n yhteisvaikutusalueeksi on tunnistettu etelä-pohjoissuuntainen syvännejakso Jormaslahden edustan syvännealueelta (FM12) kohti pohjoista (Kuva 10-35).

Copyright © AFRY Finland Oy

Liukoisen nikkelin pitoisuudet olivat vuosina 2021–2024 Jormaslahden edustan syvänteellä matalat. Pintavedessä liukoisen nikkelin pitoisuus vaihteli 0,5–2,0 µg/l, välivedessä 0,5–5,8 µg/l ja pohjan lähellä 1,1–15 µg/l. Pohjan lähellä on ajoittain todettu nikkelipitoisuudessa nousua (Kuva 10-12). Liukoisen nikkelin pitoisuudet ovat alittaneet liukoiselle nikkelille asetetun hetkellisen maksimipitoisuuden ympäristönlaatunormin (MAC-EQS, 34 µg/l). Myöskään biosaatavan nikkelin pitoisuudet eivät ole ylittäneet nikkelin pitkänajan ympäristönlaatunormia (AA-EQS, 5 µg/l). Arseenipitoisuudet olivat koko vesipatsaassa vuosina 2021–2024 pienet, ja alittivat arseenin PNEC-arvon.

Jormaslahden edustan syvänteellä havaintopaikalta FM12 on tutkittu metallipitoisuuksia säännöllisesti. Vuosina 2021–2024 kadmiumin, lyijyn, elohopean, sinkin ja kuparin pitoisuustaso oli matala, eivätkä näille alkuaineille asetetut tai ehdotetut ympäristönlaatunormit ylittyneet (Taulukko 10-14). PNEC-arvoihin (Taulukko 10-6) verrattuna metallipitoisuudet olivat pieniä lukuun ottamatta mangaanin kokonaispitoisuutta, joka ylitti PNEC-arvon (22–34 µg/l). Etenkin pohjan lähellä on havaintopaikalla FM12 ajoittain mitattu selvästi PNEC-arvoa suurempia mangaanipitoisuuksia. Mangaanin kokonaispitoisuus ylitti kaikilla tarkastelluilla havaintopaikoilla PNEC-arvon tason. On kuitenkin huomattava, että PNEC-arvot on asetettu liukoisille pitoisuuksille.

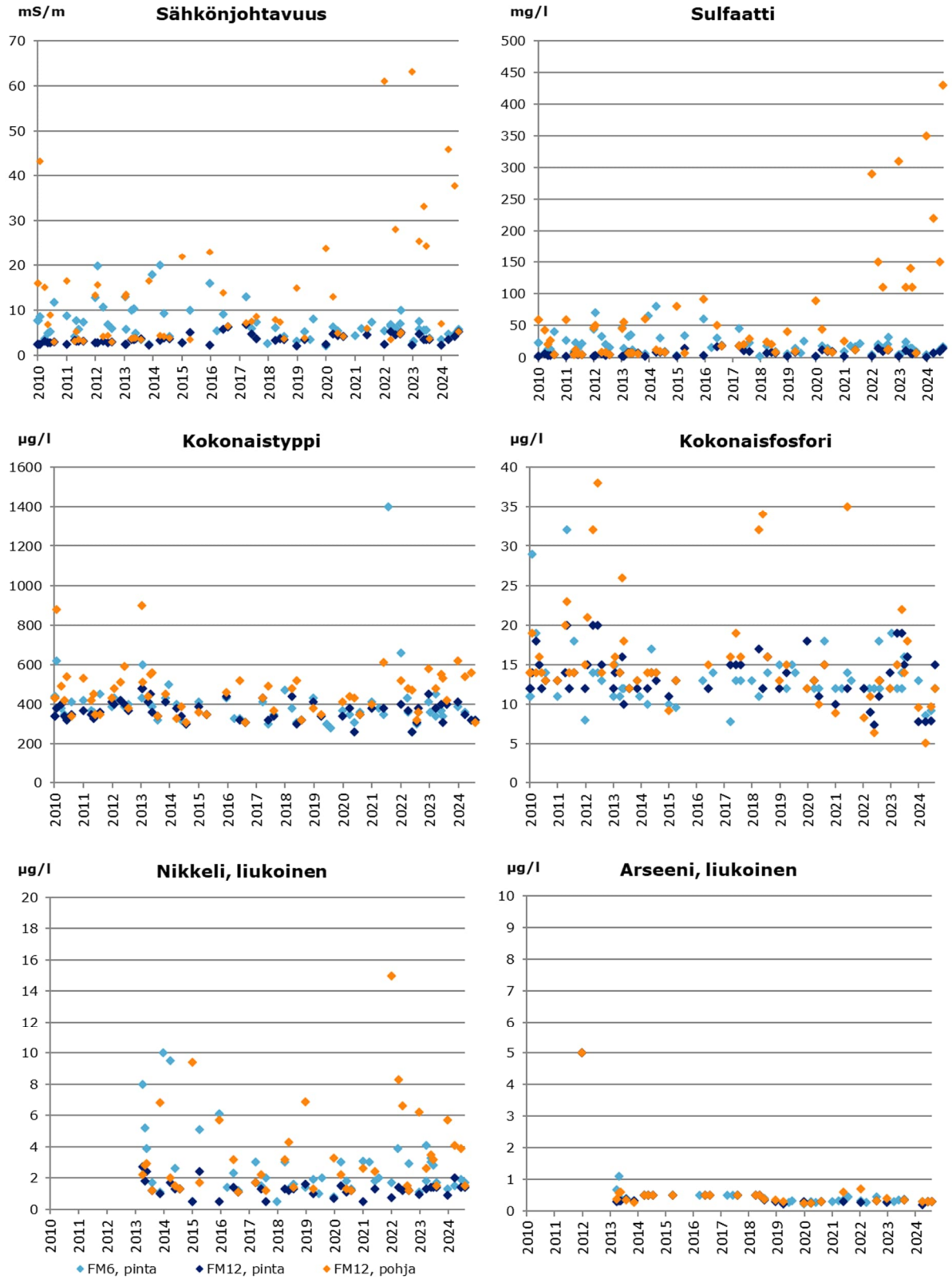
Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-15. Nuasjärven Jormaslahden (FM6) ja Jormaslahden edustan syvänteen (FM12 = Nuasjärvi 23) vedenlaatu vuosina 2021–2024. Alle määritysrajan olevien tulosten osalta on käytetty pitoisuutta määritysraja jaettuna kahdella.

| | Syv. | Happi | | pH | Al-kali-nit. | Kok. ko-vuus | Sähk. johta-vuus | Cl | Väri | $COD_{Mn}$ | Sa-meus | Kiinto-aine |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | m | mg/l | % | | mmol/l | mmol/l | mS/m | mg/l | mg/l Pt | mg/l | FNU | mg/l |
| FM6, Jormaslahti, Oravikko | | | | | | | | | | | | |
| ka | 1,0 | 10 | 87 | 6,7 | 0,13 | 0,2 | 5,5 | 1 | 93 | 15 | 1,4 | 1,7 |
| min | 1,0 | 7,2 | 75 | 6,4 | 0,10 | 0,12 | 2,4 | 0,7 | 80 | 12 | 0,46 | 0,5 |
| max | 1,5 | 12,3 | 97 | 7,1 | 0,18 | 0,3 | 7,7 | 2 | 120 | 19 | 2,3 | 3,9 |
| n | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| FM12, Nuasjärvi, pinta | | | | | | | | | | | | |
| ka | 1,0 | 9,7 | 86 | 6,5 | 0,11 | 0,1 | 4,9 | 1 | 98 | 16 | 1,2 | 1,3 |
| min | 1,0 | 6 | 63 | 5,9 | 0,08 | 0,08 | 2,3 | 0,7 | 80 | 11 | 0,85 | 0,5 |
| max | 1,0 | 13,0 | 100 | 7,1 | 0,16 | 0,2 | 37,0 | 1 | 130 | 42 | 1,7 | 4,7 |
| n | 35 | 35 | 35 | 34 | 25 | 14 | 34 | 14 | 14 | 35 | 13 | 35 |
| FM12, Nuasjärvi, välivesi | | | | | | | | | | | | |
| ka | 13,0 | 8,8 | 76 | 6,3 | 0,11 | 0,2 | 6,9 | 1 | 96 | 15 | 1,2 | 1,1 |
| min | 12,0 | 1,4 | 13 | 5,6 | 0,05 | 0,1 | 2,3 | 0,7 | 80 | 12 | 0,55 | 0,5 |
| max | 14,0 | 12,1 | 95 | 7,1 | 0,14 | 0,9 | 22,0 | 1 | 130 | 18 | 2,9 | 2,2 |
| n | 34 | 34 | 34 | 33 | 15 | 14 | 33 | 14 | 13 | 34 | 12 | 34 |
| FM12, Nuasjärvi, pohja | | | | | | | | | | | | |
| ka | 24,5 | 7,2 | 58 | 6,3 | 0,14 | 1,11 | 23,6 | 1,5 | 86 | 13 | 1,5 | 1,6 |
| min | 23,0 | 2,5 | 24 | 5,8 | 0,08 | 0,14 | 3,5 | 0,8 | 60 | 8,5 | 0,45 | 0,5 |
| max | 26,0 | 11 | 90 | 6,9 | 0,21 | 3,9 | 66,0 | 3,1 | 120 | 25 | 3,4 | 7,8 |
| n | 35 | 35 | 35 | 34 | 25 | 14 | 34 | 14 | 14 | 35 | 13 | 35 |

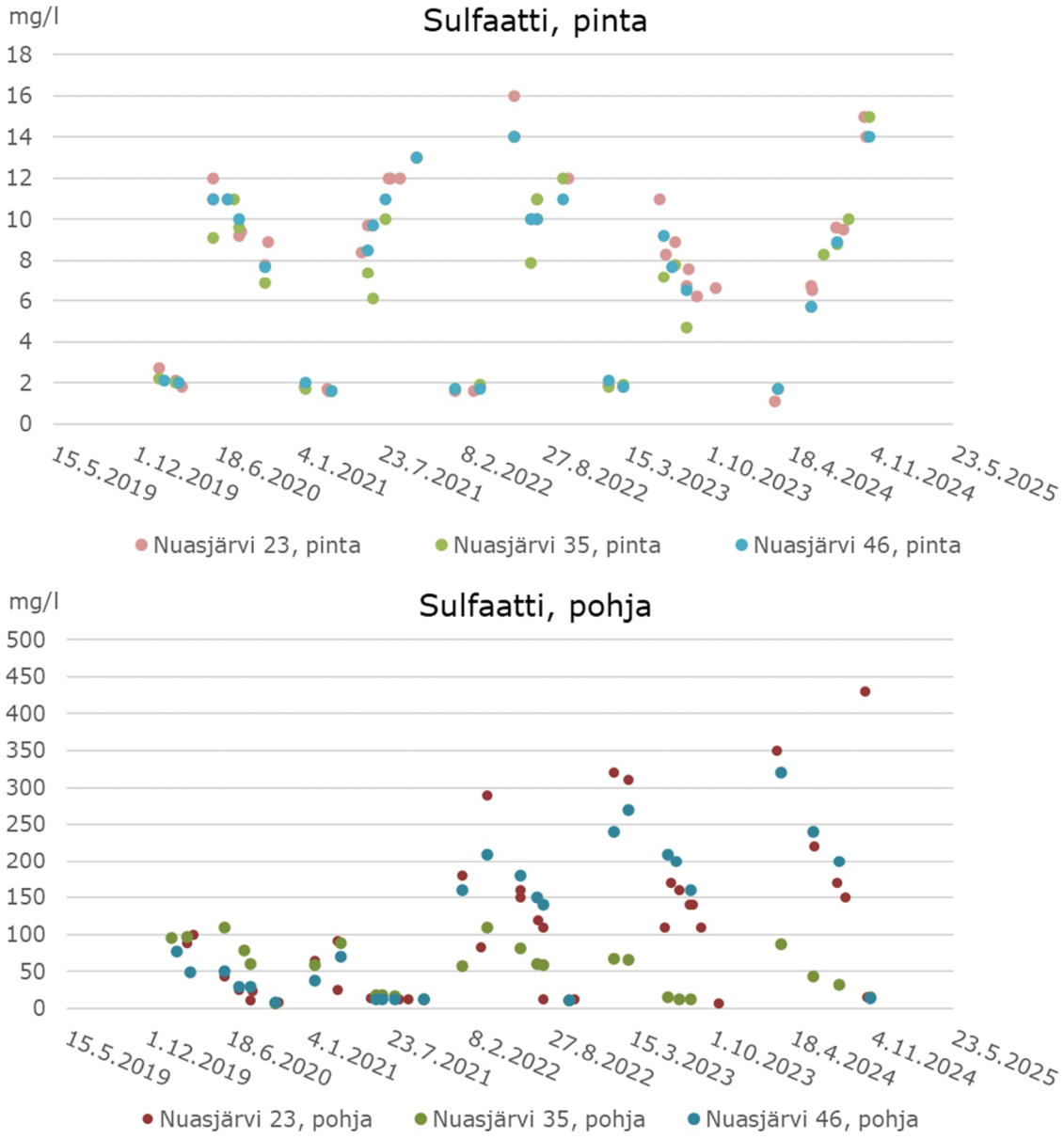
| | Syv. | Kok.P | PO4-P | Kok.N | NH4-N | NO2+NO3-N | Kloro-fylli | SO4 | As kok. | Ca kok. | Ni kok. | Ni liuk. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | m | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | mg/l | µg/l | mg/l | µg/l | µg/l |
| FM6, Jormaslahti, Oravikko | | | | | | | | | | | | |
| ka | 1,0 | 13 | 2,2 | 339 | 15 | 41 | 4,9 | 14 | 0,3 | 4543 | 1,8 | 2,3 |
| min | 1,0 | 7,2 | 1,0 | 260 | 5,5 | 12,0 | 0,5 | 1,6 | 0,25 | 2800 | 1,5 | 1,3 |
| max | 1,5 | 19 | 5,8 | 390 | 22 | 81 | 9,0 | 25 | 1 | 6 700 | 4,4 | 4,1 |
| n | 16 | 16 | 12 | 16 | 12 | 9 | 8 | 16 | 14 | 7 | 15 | 8 |
| FM12, Nuasjärvi, pinta | | | | | | | | | | | | |
| ka | 1,0 | 12 | 2,1 | 375 | 16 | 46 | 5,7 | 8 | 0,3 | 3586 | 1,5 | 1,2 |
| min | 1,0 | 7,4 | 1,0 | 260 | 6 | 2,0 | 1,7 | 1,1 | 0,2 | 2100 | 1,5 | 0,5 |
| max | 1,0 | 19 | 4,5 | 450 | 31 | 99 | 10 | 16 | 0,35 | 5000 | 1,5 | 2 |
| n | 35 | 35 | 23 | 35 | 23 | 22 | 11 | 35 | 24 | 7 | 14 | 35 |
| FM12, Nuasjärvi, välivesi | | | | | | | | | | | | |
| ka | 13,0 | 12 | 2,0 | 424 | 21 | 68 | | 22 | 0,3 | 5986 | 1,7 | 1,8 |
| min | 12,0 | 7,2 | 1 | 300 | 11 | 13 | | 3,3 | 0,2 | 3300 | 1,5 | 0,5 |
| max | 14,0 | 24 | 3,9 | 760 | 29 | 140 | | 87 | 0,43 | 16000 | 3,7 | 5,8 |
| n | 34 | 34 | 13 | 34 | 13 | 13 | | 34 | 24 | 7 | 13 | 34 |
| FM12, Nuasjärvi, pohja | | | | | | | | | | | | |
| ka | 24,5 | 13 | 4,4 | 480 | 19 | 190 | | 127 | 0,4 | 21143 | 3,6 | 4,2 |
| min | 23,0 | 5,1 | 1,0 | 310 | 5 | 20 | | 7,2 | 0,3 | 5000 | 1,5 | 1,1 |
| max | 26,0 | 35 | 19 | 620 | 63 | 310 | | 430 | 1,3 | 44000 | 8,7 | 15 |
| n | 35 | 35 | 23 | 35 | 23 | 22 | | 35 | 24 | 7 | 14 | 35 |

Copyright © AFRY Finland Oy



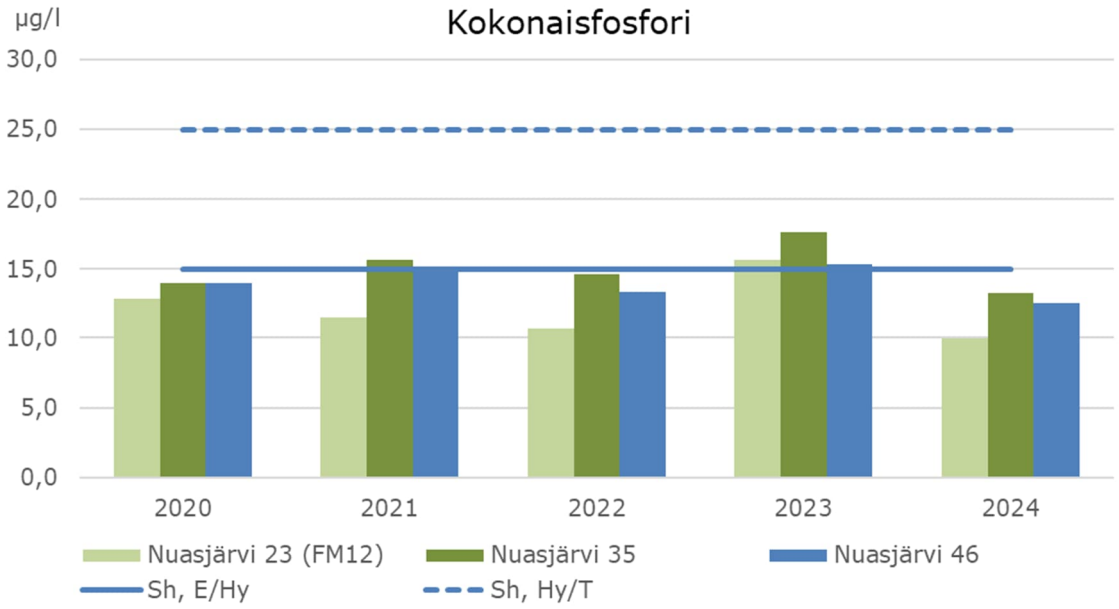

Kuva 10-12. Nuasjärven Jormaslahden (FM6) ja Jormaslahden edustan syvänteen (FM12 = Nuasjärvi 23) vedenlaatu vuosina 2010–2024 (SYKE 2025a). Vesien käsittely ja juoksutus aloitettiin kymmenen vuoden tauon jälkeen jaksottaisesti marraskuussa 2020.

Copyright © AFRY Finland Oy

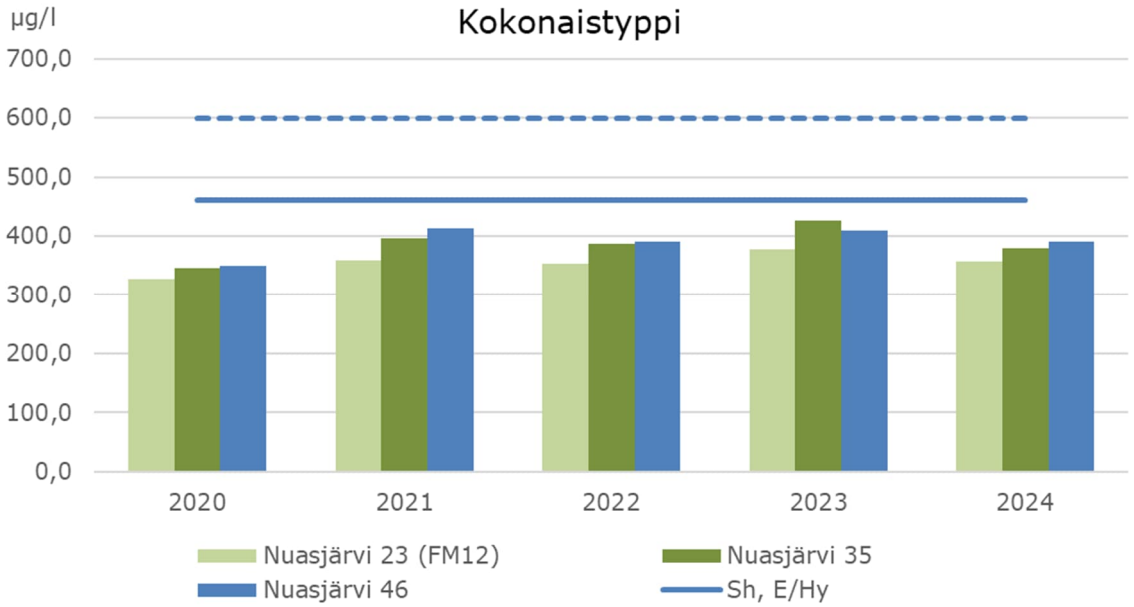



Kuva 10-13. Nuasjärven havaintopaikkojen 23 (FM12), 35 ja 46 sulfaattipitoisuus pinnassa ja pohjan lähellä vuosina 2020–2024.

Copyright © AFRY Finland Oy

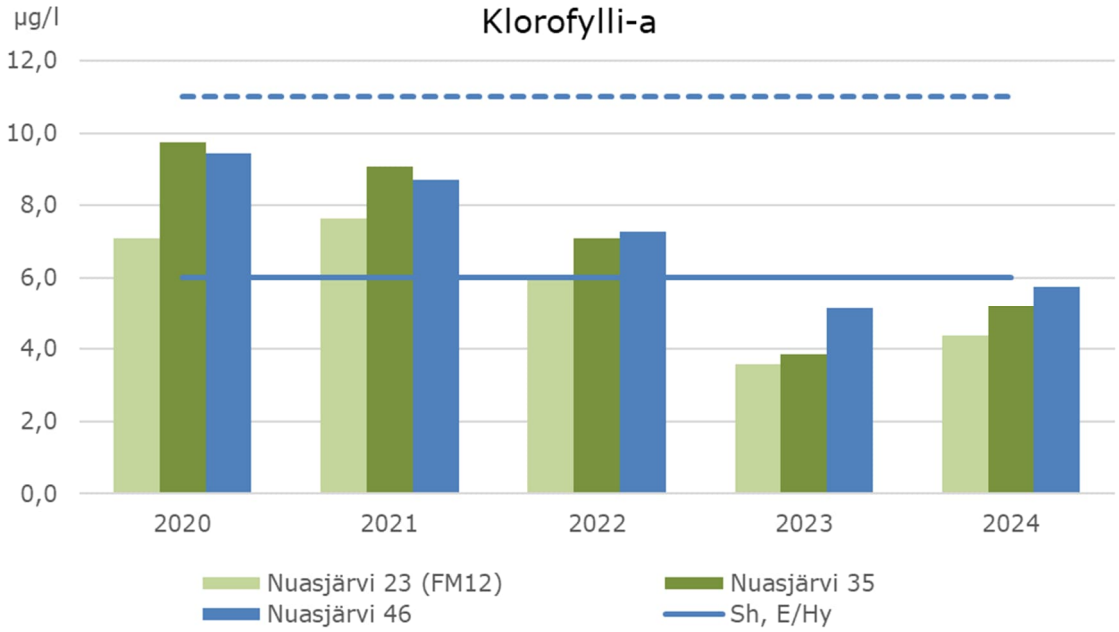



Kuva 10-14. Kokonaisfosforipitoisuus pintavedessä keskimäärin kesä-syyskuussa Nuasjärven havaintopaikoilla 23 (FM12), 35 ja 46 vuosina 2020–2024. Sh = suuret humusjärvet, E/Hy = erinomaisen ja hyvän ekologisen luokan raja-arvo, Hy/T = hyvän ja tyydyttävän ekologisen luokan raja-arvo.




Kuva 10-15. Kokonaistyppipitoisuus pintavedessä keskimäärin kesä-syyskuussa Nuasjärven havaintopaikoilla 23 (FM12), 35 ja 46 vuosina 2020–2024. Sh = suuret humusjärvet, E/Hy = erinomaisen ja hyvän ekologisen luokan raja-arvo, Hy/T = hyvän ja tyydyttävän ekologisen luokan raja-arvo.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 10-16. Klorofylli *a* -pitoisuus keskimäärin kesä-syyskuussa Nuasjärven havaintopaikoilla 23 (FM12), 35 ja 46 vuosina 2020–2024. Sh = suuret humusjärvet, E/Hy = erinomaisen ja hyvän ekologisen luokan raja-arvo, Hy/T = hyvän ja tyydyttävän ekologisen luokan raja-arvo.

## 10.4 Vaikutusten arviointi

### 10.4.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Vaihtoehdossa VE0 ei rakenneta uusia rakenteita, lukuun ottamatta rikastushiekka-altaan korotusta. Rikastushiekka-altaan korottamisella ei arvioida olevan rakentamisen aikana merkittäviä vesistövaikutuksia.

Vaihtoehdossa VE1 sivukivialueen pienen laajennuksen sekä uuden pienialaisen rikastushiekka-altaan rakentamisen maarakennustöiden aikana 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 Lahnasjokeen. Haitan arvioidaan olevan lyhytkestoinen ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen.

Purkuputken rakentaminen Nuasjärveen aiheuttaa Nuasjärvessä 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. Jormaslahden osalta häiritään pohjasedimenttiä mahdollisimman vähän. Vesistövaikutuksia tarkkaillaan viranomaisten hyväksymällä tavalla.

Vaihtoehdossa VE2 kahden uuden sivukivialueen rakentamisen sekä uuden rikastushiekka-altaan rakentamisen maanrakennustöiden aikana voi aiheutua työalueen pintavesiin tilapäistä ja paikallista samentumista sekä ainepitoisuuksien nousua. Vaikutukset arvioidaan rakentamisen laajuuden perusteella voimakkaammiksi ja pitkäkestoisemmiksi kuin vaihtoehdossa VE1. Vaikutusten arvioidaan rajoittuvan vaihtoehdon VE1 tavoin

Copyright © AFRY Finland Oy

työalueen läheisiin pintavesiin ja Lahnasjokeen. Haitan arvioidaan olevan lyhytkestoinen ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen.

Purkuputken rakentaminen Nuasjärveen aiheuttaa Nuasjärvessä 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. Jormaslahden osalta häiritään pohjasedimenttiä mahdollisimman vähän. Vesistövaikutuksia tarkkaillaan viranomaisten hyväksymällä tavalla.

### 10.4.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Vaihtoehdon VE0 mukaisesti toiminta päättyy noin vuonna 2035. Sivukivi läjitetään Lahnaslammen avolouhokseen nykyisen luvan mukaisesti. Papinlammen rikastushiekka-altaan täytyttyä tullaan hakemaan lupaa altaan korotukselle. Sulfaatin, nikkelin ja arseenin osalta kuormitustaso on vaihtoehdossa VE0 samaa suuruusluokkaa kuin Soidinsuon altaalta lähtevien purkuvesien kuormitus vuosina 2023 ja 2024 (Taulukko 3-20).

Vaihtoehdossa VE1 toiminta jatkuu noin 20 vuoden ajan vuosina 2030–2049. Vaihtoehdossa tehdään nykyiselle sivukivialueelle korotus sekä pieni laajennus. Rikastushiekka läjitetään Papinlammen rikastushiekka-altaan täytyttyä Lahnaslammen avolouhokseen. Rikastushiekan läjitys louhokseen lisää arseenikuormitusta. Kaikki rikastushiekka ei mahdu louhokseen ja loput läjitetään uuteen pieneen rikastushiekka-altaaseen.

Vaihtoehdossa VE2 toiminta jatkuu kuten vaihtoehdossa VE1 noin 20 vuoden ajan vuosina 2030–2049. Vaihtoehdossa rakennetaan kaksi kokonaan uutta sivukivialuetta. Lisäksi rakennetaan kokonaan uusi rikastushiekka-allas Papinlammen lounaispuolelle, johon rikastushiekan läjitys tapahtuu Papinlammen rikastushiekka-altaan täytyttyä.

Molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on tarkasteltu vesienkäsittelyn parantamista ja vaihtoehtoisia purkuvesistöjä. Kuormituksen suuruutta on arvioitu vesi- ja kuormataseessa keskimääräisellä sadannalla (vrt. vesi- ja kuormatasemalli, liite 3 Vesistövaikutukset Lahnasjoessa)

Eri vaihtoehtojen (VE0, VE1 ja VE2) kuormitustaso on esitetty taulukossa (Taulukko 4-2). Vesistökuormitus on eri parametrien osalta suurempaa vaihtoehdossa VE1 kuin vaihtoehdossa VE2.

Vaihtoehdossa VE0 tehdas- ja kaivosalueen purkuvesien käsittely tehdään nykyisellä vesienkäsittelyjärjestelmällä ja puhdistetut vedet johdetaan Lahnasjokeen, joka laskee Nuasjärven Jormaslahteen. Vaihtoehdossa VE0 vesistövaikutukset ovat kuten nykytilassa, ja ne on kuvattu pintavesien nykytilaa kuvaavassa luvussa 10.3.

Vaihtoehtoon VE0 liittyen on lisäksi luvussa 10.4.2.8 kuvattu 20.12.2024 jätetyn lupahakemuksen mukaisen kuormitustason (esitetty sulfaatille luparajaa 7000 tn/a) vesistövaikutukset. Kuvaus pohjautuu edellä mainittuun lupahakemukseen. YVA-menettelyn valmistuttua Elementis tulee hakemaan uutta ympäristölupaa YVA-menettelyn vaihtoehtojen (VE1 ja VE2) pohjalta.

#### 10.4.2.1 Vesistövaikutukset Lahnasjoessa

Vesi- ja kuormataseen mukaisen vaihtoehdon VE0 mukaisen kuormituksen (Taulukko 4-2) vesistövaikutuksia on tarkasteltu Lahnasjoessa laskennallisesti eri kuormitusjakeiden

Copyright © AFRY Finland Oy

merkittävyyden arvioimiseksi. Laskennalliset pitoisuusnousut Lahnasjoessa eri parametrien osalta keski- ja keskialivirtaamatilanteissa on esitetty taulukossa 10-16. Lahnasjoen keski- ja keskialivirtaamat on laskettu havaintopaikalla FM13 sijaitsevan jatkuvatoimisen virtaamamittarin vuosien 2020–2024 datan perusteella (Kuva 10-8). Lahnasjoen keskivirtaama oli vuosina 2020–2024 0,5 $m^3/s$ ja keskialivirtaama 0,2 $m^3/s$.

Selvästi voimakkaimmat vaikutukset todetaan laskennallisesti Lahnasjoessa veden suolaisuuteen vaikuttavien parametrien sulfaatin, kalsiumin ja magnesiumin osalta. Kloridin, natriumin ja kaliumin osalta laskennalliset pitoisuusnousut jäävät vähäisemmiksi. Myös kiintoaineen sekä kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin osalta laskennallinen pitoisuusnousu jää vähäiseksi. Kokonaistypen osalta pitoisuusnousu on Lahnasjoessa merkittävämpi. Vesistössä happea kuluttavan ammoniumtypen pitoisuusnousu jää pieneksi.

Muiden alkuaineiden, kuten elohopean, alumiinin, kadmiumin, koboltin, kromin, kuparin, lyijyn, mangaanin, raudan ja sinkin osalta pitoisuusnousut jäävät laskennallisen tarkastelun perusteella suhteessa kaivos- ja tehdasalueen yläpuolisen Unijoen pitoisuustasoon nähden vähäisiksi tai melko vähäisiksi. Voimakkaampaa pitoisuusnousu on Unijoen taustapitoisuuteen nähden nikkelin, arseenin ja antimonin pitoisuuksien osalta.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Lahnasjokeen ei johdeta tehdas- ja kaivosalueen purkuvesiä, joten Lahnasjoen vedenlaatu paranee merkittävästi nykytilaan nähden. Lahnasjokeen kohdistuu kuitenkin edelleen tehdas- ja kaivosalueelta hajakuormitusta. Hajakuormituksen suuruuden voidaan arvioida olevan samaa luokkaa kuin Lahnasjokeen kohdistunut hajakuormitus juoksutustauon aikana vuosina 2011–2020 (kts. luku 3.6.9). Juoksutusten aloittamisen jälkeen Lahnasjokeen kohdistuvassa hajakuormituksessa on havaittu nousua. Vedenlaadun arvioidaan palaavan Lahnasjoessa juoksutusten aloittamista edeltäneelle tasolle. Purkuvesien johtaminen Nuasjärveen pienentää lievästi Lahnasjoen virtaamaa. Vuosina 2022–2024 purkuvesien osuus Lahnasjoen virtaamasta vaihteli vuosikeskiarvona 11–15 %.

Sulfaatin osalta voidaan laskennallisen tarkastelun perusteella todeta, että sulfaatille esitetyt ympäristönlaatunormit (AA-EQS, MAC-EQS) ylittyvät laskennallisten pitoisuusnousujen ja Lahnasjoen kaivosalueen yläpuolisen Unijoen pitoisuustason perusteella vaihtoehdossa VE0 (Taulukko 10-16). Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukainen, vaihtoehtoa VE0 pienempi, sulfaattikuormitus on Lahnasjoen sekoittumisolosuhteisiin nähden niin ikään liian suurta. Keskivirtaamalla sulfaatin pitoisuusnousu vaihtelee vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 laskennallisen tarkastelun perusteella 138–182 mg/l ja keskialivirtaamalla 330–435 mg/l. Sekoittumisolosuhteet eivät ole Lahnasjoessa purkuvesille riittävät millään hankevaihtoehdolla.

Taulukko 10-16. Lahnasjoen pitoisuusnousut keski- ja keskialivirtaamatilanteissa vaihtoehdossa VE0. Lisäksi esitetty taustapitoisuutena Unijoen havaintopaikan keskimääräinen vedenlaatu vuonna 2024 (n=2–5). Unijoen kobolttipitoisuus on liukoinen pitoisuus.

| Parametri | | Pitoisuusnousu keskivirtaama VE0 | Pitoisuusnousu keskialivirtaama VE0 | Unijoen pitoisuus 2024 ka |
|---|---|---|---|---|
| Kiintoaine | mg/l | 0,26 | 0,62 | 3,8 |
| Sulfaatti | mg/l | 256 | 611 | 5,8 |
| Kloridi | mg/l | 0,86 | 2,06 | 1,9 |
| Kokonaisfosfori | µg/l | 0,62 | 1,47 | 26 |
| Fosfaattifosfori | µg/l | 0,37 | 0,88 | 17 |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Parametri | | Pitoisuusnousu keskivirtaama VE0 | Pitoisuusnousu keskialivirtaama VE0 | Unijoen pitoisuus 2024 ka |
|---|---|---|---|---|
| Kokonaistyppi | µg/l | 90,69 | 216,68 | 524 |
| Nitriitti- ja nitraattityppi | µg/l | 70,33 | 168,03 | 116 |
| Nitraattityppi | µg/l | 69,10 | 165,09 | 115 |
| Ammoniumtyppi | µg/l | 13,14 | 31,40 | 22 |
| Elohopea, liukoinen | µg/l | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Alumiini, kokonais | µg/l | 6,17 | 14,74 | 240 |
| Alumiini, liukoinen | µg/l | 1,23 | 2,95 | 155 |
| Antimoni, kokonais | µg/l | 2,04 | 4,86 | |
| Antimoni, liukoinen | µg/l | 2,04 | 4,86 | 0,2 |
| Arseeni, kokonais | µg/l | 1,01 | 2,41 | 0,3 |
| Arseeni, liukoinen | µg/l | | | 0,2 |
| Kadmium, liukoinen | µg/l | 0,003 | 0,007 | 0,038 |
| Kalium, kokonais | mg/l | 1,30 | 3,10 | 1,43 |
| Kalsium, kokonais | mg/l | 36,40 | 86,97 | 4,28 |
| Koboltti, kokonais | µg/l | 0,07 | 0,18 | 0,62 |
| Kromi, kokonais | µg/l | 0,14 | 0,32 | |
| Kromi, liukoinen | µg/l | 0,07 | 0,16 | 0,54 |
| Kupari, kokonais | µg/l | 0,13 | 0,31 | |
| Kupari, liukoinen | µg/l | 0,12 | 0,29 | 1 |
| Lyijy, liukoinen | µg/l | 0,02 | 0,04 | 0,1 |
| Magnesium, kokonais | mg/l | 41,34 | 98,76 | 1,73 |
| Mangaani, kokonais | µg/l | 8,82 | 21,08 | 72 |
| Natrium, kokonais | mg/l | 2,59 | 6,19 | 2,03 |
| Nikkeli, kokonais | µg/l | 1,87 | 4,48 | 6,5 |
| Nikkeli, liukoinen | µg/l | | | 5,9 |
| Rauta, kokonais | µg/l | 4,18 | 9,99 | 1925 |
| Sinkki, kokonais | µg/l | 1,48 | 3,54 | |
| Sinkki, liukoinen | µg/l | 0,82 | 1,96 | 8,9 |

#### 10.4.2.2 Vesistövaikutukset Jormasjoessa

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 tehdas- ja kaivosalueen purkuvedet suunniteltiin YVA-ohjelmavaiheessa johdettavaksi joko Jormasjokeen tai vaihtoehtoisesti Nuasjärveen. Seuraavissa kappaleissa esitettyjen laskelmien pohjalta Jormasjoen purkupaikkavaihtoehdosta päätettiin luopua.

Toiminnan aikaisen vesistökuormituksen vaikutuksia Jormasjoessa on arvioitu laskennallisesti, ja kuormituksen aiheuttamat pitoisuusnousut on laskettu Jormasjoen alajuoksulla (59.881U0003). Jormasjoen keski- ja keskialivirtaamat on laskettu vuosien 2020–2024 ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmän simuloimien päiväkohtaisten virtaamien keskiarvona (Suomen ympäristökeskus 2025d). Jormasjoen keskivirtaama oli vuosina 2020–2024 4,8 $m^3/s$ ja keskialivirtaama 3,0 $m^3/s$.

Kaivosalueen purkuvesien määrä vaihtelee vesi- ja kuormataseen mukaan eri kuormitusskenaarioissa (VE1 ja VE2) keskimääräisen sadannan vuotena 1 988 804–2 236 350 $m^3/a$

Copyright © AFRY Finland Oy

ja märkänä vuotena 2 660 302–2 791 271 $m^3$/a. Jos oletetaan, että purkuvedet johdettaisiin tasaisesti vesistöön, ne lisäisivät Jormasjoen virtaamaa keskimääräisen sadannan vuonna 0,06–0,07 $m^3$/s ja märkänä vuotena 0,08–0,09 $m^3$/s.

Laskennalliset pitoisuusnousut eri parametrien osalta Jormasjoessa keski- ja keskialivirtaamatilanteissa on esitetty taulukossa 10-17. Kuormituksena on käytetty vesi- ja kuormataseen mukaista kuormitustasoa (Taulukko 4-2). Laskennallisessa tarkastelussa on kuormituksen oletettu kohdistuvan tasaisesti vesistöön vuositasolla ja sekoittuvan Jormasjokeen täydellisesti. Sulfaatin, nikkelin ja arseenin osalta on lisäksi laskettu Jormasjoen sekoittumispitoisuudet kuukausitasolla eri vaihtoehdoissa (VE0, VE1 ja VE2) (Kuva 10-17-Kuva 10-22).

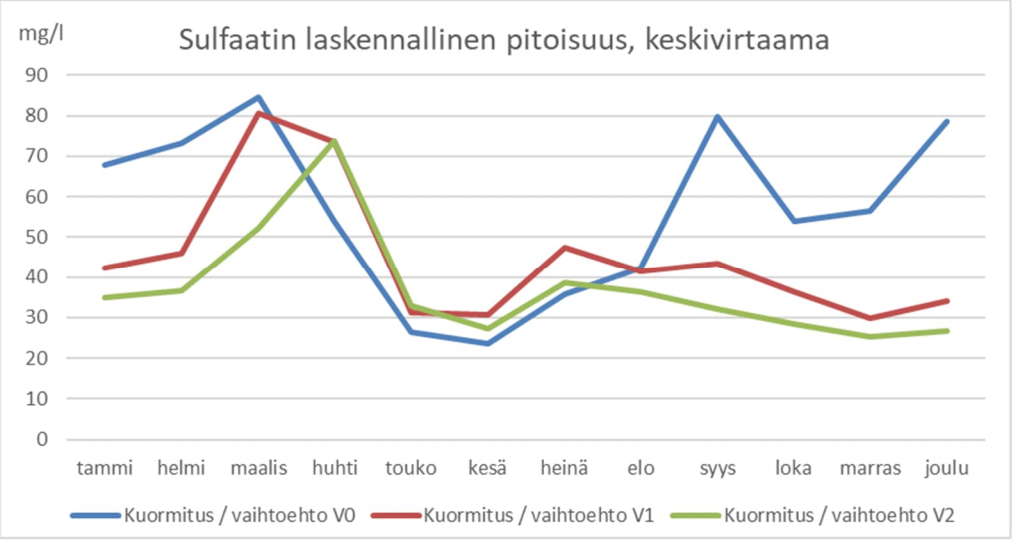
Vesistössä suolaantumista aiheuttavista ioneista vesistöön päätyy purkuvesien mukana eniten sulfaattia, kalsiumia ja magnesiumia. Kloridin, natriumin ja kaliumin osalta laskennalliset pitoisuusnousut jäävät vähäisemmiksi. Pitoisuusnousujen perusteella kuormituksella arvioidaan olevan selvä vaikutus Jormasjoen suolapitoisuuteen (Taulukko 10-17). Sekoittumislaskelmien perusteella sulfaattipitoisuudet kohoavat Jormasjoessa selvästi (Kuva 10-17 ja Kuva 10-18). Sulfaatin pitoisuustaso on sekoituslaskelmien perusteella keskivirtaamalla Jormasjoessa vaihtoehdon VE1 kuormitustilanteessa vuosikeskiarvona 45 mg/l ja vaihtoehdon VE2 kuormitustilanteessa 37 mg/l. Sulfaatille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 39 mg/l) ylittyy siten vaihtoehdossa VE1 ja pitoisuustaso kohoaa hyvin lähelle ympäristönlaatunormia vaihtoehdossa VE2. Laskennalliset maksimipitoisuudet kohoavat molemmissa vaihtoehdoissa keskialivirtaamalla enimmillään tasolle 140 mg/l. Sulfaatille ehdotettu hetkellinen maksimipitoisuus (MAC-EQS, 279 mg/l) ei siten ylity laskennallisesti vesistön keskialivirtaamalla kummassakaan vaihtoehdossa.

Taulukko 10-17. Jormasjoen pitoisuusnousut keski- ja keskialivirtaamatilanteissa vaihtoehdoissa VE0, VE1 ja VE2. Lisäksi esitetty taustapitoisuutena Jormasjoen Papinpuron yläpuolisen havaintopaikan keskimääräinen vedenlaatu vuonna 2024 (n=1–4). Jormasjoen kobolttipitoisuus on liukoinen pitoisuus.

| Parametri | | Pitoisuusnousu keskivirtaama | | | Pitoisuusnousu keskialivirtaama | | | Jormasjoen pitoisuus (yp) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | VE0 | VE1 | VE2 | VE0 | VE1 | VE2 | 2024 ka |
| Kiintoaine | mg/l | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 2,1 |
| Sulfaatti | mg/l | 28 | 20 | 15 | 45 | 32 | 24 | 15 |
| Kloridi | mg/l | 0,09 | 0,10 | 0,09 | 0,15 | 0,16 | 0,15 | 1,2 |
| Kokonaisfosfori | µg/l | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,11 | 0,12 | 0,10 | 8,1 |
| Fosfaattifosfori | µg/l | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 1,5 |
| Kokonaistyppi | µg/l | 9,97 | 10,86 | 9,66 | 15,77 | 17,17 | 15,27 | 368 |
| Nitriitti- ja nitraattityppi | µg/l | 7,74 | 8,42 | 7,49 | 12,23 | 13,32 | 11,84 | 120 |
| Nitraattityppi | µg/l | 7,60 | 8,27 | 7,36 | 12,02 | 13,08 | 11,63 | 68 |
| Ammoniumtyppi | µg/l | 1,45 | 1,57 | 1,40 | 2,29 | 2,49 | 2,21 | 12,4 |
| Elohopea, liukoinen | µg/l | 0,0010 | 0,0011 | 0,0010 | 0,0016 | 0,0018 | 0,0016 | 0,02 |
| Alumiini, kokonais | µg/l | 0,68 | 0,74 | 0,66 | 1,07 | 1,17 | 1,04 | 163 |
| Alumiini, liukoinen | µg/l | 0,14 | 0,15 | 0,13 | 0,21 | 0,23 | 0,21 | 107 |
| Antimoni, kokonais | µg/l | 0,22 | 0,24 | 0,22 | 0,35 | 0,39 | 0,34 | |
| Antimoni, liukoinen | µg/l | 0,22 | 0,24 | 0,22 | 0,35 | 0,39 | 0,34 | 0,1 |
| Arseeni, kokonais | µg/l | 0,11 | | | 0,18 | | | 0,3 |
| Arseeni, liukoinen | µg/l | | 0,78 | 0,15 | | 1,23 | 0,23 | 0,3 |
| Kadmium, liukoinen | µg/l | 0,0003 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0005 | 0,0006 | 0,0005 | 0,06 |

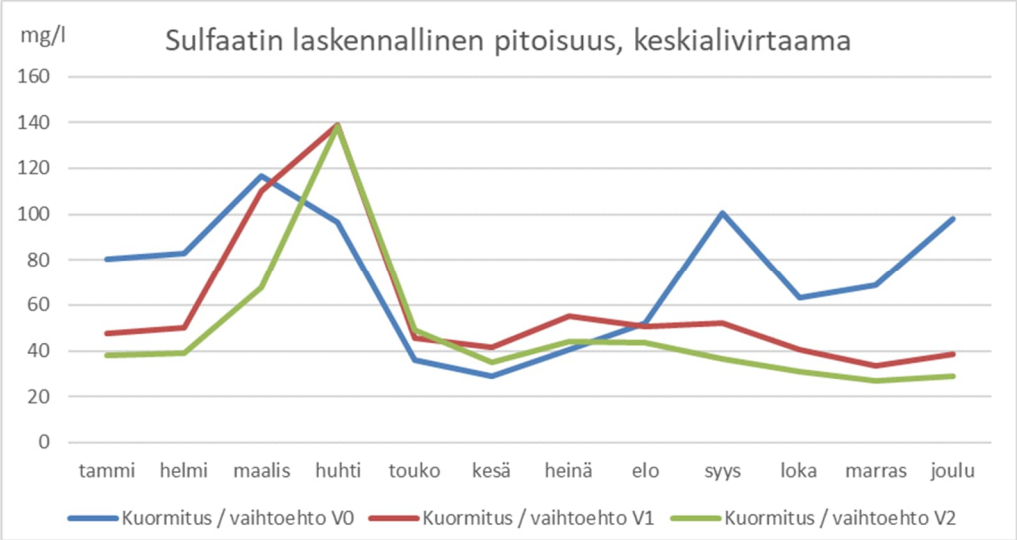
Copyright © AFRY Finland Oy

| Parametri | | Pitoisuusnousu keskivirtaama | | | Pitoisuusnousu keskialivirtaama | | | Jormasjoen pitoisuus (yp) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | VE0 | VE1 | VE2 | VE0 | VE1 | VE2 | 2024 ka |
| Kalium, kokonais | mg/l | 0,14 | 0,16 | 0,14 | 0,23 | 0,25 | 0,22 | 0,76 |
| Kalsium, kokonais | mg/l | 4,00 | 7,21 | 5,04 | 6,33 | 11,40 | 7,98 | 5,1 |
| Koboltti, kokonais | µg/l | 0,008 | 0,009 | 0,008 | 0,013 | 0,014 | 0,012 | 0,19 |
| Kromi, kokonais | µg/l | 0,015 | 0,016 | 0,014 | 0,024 | 0,026 | 0,023 | |
| Kromi, liukoinen | µg/l | 0,007 | 0,008 | 0,007 | 0,012 | 0,013 | 0,011 | 0,43 |
| Kupari, kokonais | µg/l | 0,014 | 0,015 | 0,014 | 0,023 | 0,024 | 0,022 | |
| Kupari, liukoinen | µg/l | 0,014 | 0,015 | 0,013 | 0,021 | 0,023 | 0,021 | 1,2 |
| Lyijy, liukoinen | µg/l | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,003 | 0,004 | 0,003 | 0,14 |
| Magnesium, kokonais | mg/l | 4,55 | 4,91 | 4,40 | 7,19 | 7,77 | 6,96 | 1,57 |
| Mangaani, kokonais | µg/l | 0,97 | 1,05 | 0,94 | 1,53 | 1,66 | 1,49 | 88 |
| Natrium, kokonais | mg/l | 0,28 | 0,31 | 0,28 | 0,45 | 0,49 | 0,44 | 2,3 |
| Nikkeli, kokonais | µg/l | 0,21 | | | 0,33 | | | 5,5 |
| Nikkeli, liukoinen | µg/l | | 0,18 | 0,15 | | 0,29 | 0,24 | 5,5 |
| Rauta, kokonais | µg/l | 0,46 | | | 0,73 | | | 437 |
| Rauta, liukoinen | µg/l | | 0,20 | 0,19 | | 0,32 | 0,31 | |
| Sinkki, kokonais | µg/l | 0,16 | 0,18 | 0,16 | 0,26 | 0,28 | 0,25 | |
| Sinkki, liukoinen | µg/l | 0,09 | 0,10 | 0,09 | 0,14 | 0,16 | 0,14 | 10,1 |




Kuva 10-17. Sulfaatin laskennallinen sekoittumispitoisuus Jormasjoessa eri kuukausina keskivirtaamatilanteessa.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 10-18. Sulfaatin laskennallinen sekoittumispitoisuus Jormasjoessa eri kuukausina keskialivirtaamatilanteessa.

Kiintoaineen sekä kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin osalta laskennallinen pitoisuusnousu jää erittäin vähäiseksi ja kokonaistypen osalta vähäiseksi. Jormasjoki on tyypitelty keskisuureksi turvemaiden joeksi (Kt), ja ekologisen luokittelun mukaan erinomaisen ekologisen tilan luokkaraja on kokonaisfosforin osalta 20 µg/l ja hyvän ekologisen tilan luokkaraja 40 µg/l. Kokonaistypen osalta luokkarajat ovat vastaavasti 450 µg/l ja 900 µg/l. Jormasjoen kokonaisfosforipitoisuus oli vuonna 2024 keskimäärin 8,1 µg/l ja kokonaistyppipitoisuus 368 µg/l. Kokonaisfosforipitoisuuden nousu oli laskennallisesti tarkasteltuna molemmissa vaihtoehdoissa 0,1 µg/l ja kokonaistyppipitoisuuden nousu 15–17 µg/l. Edellä esitetyn perusteella ravinnekuormituksella ei ole Jormasjoen ravinnetasoon merkittävää vaikutusta, eikä sillä ole vaikutusta Jormasjoen ekologiseen tilaluokkaan.

Nikkelin ja arseenin vesistövaikutuksia tarkasteltiin sekä laskennallisten pitoisuusnousujen että sekoittumislaskelmien avulla (Kuva 10-19 ja Kuva 10-20). Nikkelin pitoisuustaso on keskivirtaamalla Jormasjoessa sekä vaihtoehdon VE1 että vaihtoehdon VE2 kuormitustilanteissa vuosikeskiarvona noin 5 µg/l. Biosaatavan nikkelin osuus vaihteli vuosina 2023–2024 Jormasjoen havaintopaikalla vedenlaatutulosten perusteella 13–18 %. Jos oletetaan biosaatavan nikkelin osuudeksi noin 20 %, sen vuosikeskiarvo olisi molemmissa vaihtoehdoissa noin 1 µg/l. Biosaatavan nikkelin taustapitoisuuden huomioiva ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 5 µg/l) ei ylity laskennallisesti tarkasteltuna kummassakaan vaihtoehdossa. Laskennalliset maksimipitoisuudet kohoavat molemmissa vaihtoehdoissa keskialivirtaamalla enimmillään tasolle 7 µg/l. Olettaen nikkelin olevan kokonaan liukoisessa muodossa, nikkelin hetkellinen suurin sallittu maksimipitoisuus (MAC-EQS, 34 µg/l) ei ylity laskennallisesti vesistön keskialivirtaamalla kummassakaan vaihtoehdossa. Nikkelin pitkäaikaisen altistuksen PNEC-arvo (7,1 µg/l) ei ylity vuoden keskiarvona myöskään kummassakaan vaihtoehdossa.

Arseenin kuormitustaso on vaihtoehdossa VE1 selvästi suurempaa kuin vaihtoehdossa VE2. Arseenin pitoisuustaso on keskivirtaamalla Jormasjoessa vaihtoehdon VE1 mukaisessa kuormitustilanteessa laskennallisesti vuosikeskiarvona 1,2 µg/l ja vastaavasti vaihtoehdossa VE2 0,4 µg/l. Pitoisuustasoa voidaan pitää molemmissa vaihtoehdoissa matalana. Keskialivirtaamatilanteessa pitoisuudet kohoavat laskennallisesti voimakkaammin ja suurimmat pitoisuudet todetaan keväällä (Kuva 10-21 ja Kuva 10-22). Vaihtoehdossa VE1

Copyright © AFRY Finland Oy

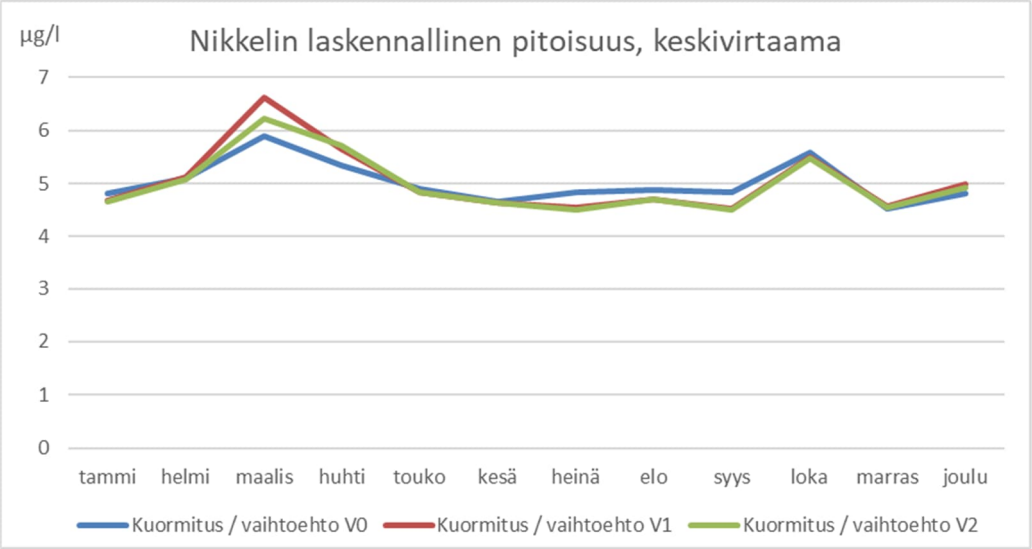
maksimipitoisuus on laskennallisesti keskialivirtaamalla enimmillään 5,2 µg/l ja vaihtoehdossa VE2 1,3 µg/l. Euroopan kemikaaliviraston sisävesille pitkäaikaisessa altistuksessa arvioima suurin haitaton arseenin pitoisuus (ns. PNEC-arvo, 5,6 µg/l) ei laskennallisesti ylity. Ruotsin sisävesien hyvän fysikaalis-kemiallisen tilan raja-arvo (0,5 µg/l) on annettu liukoisen arseenin pitoisuusnousulle. Vaihtoehdossa VE1 laskennallinen arseenin pitoisuusnousu on vuositasolla 1,0 µg/l ja vaihtoehdossa VE2 0,2 µg/l. Vaihtoehdossa VE1 Ruotsin hyvän fysikaalis-kemiallisen tilan raja-arvo ylittyy. Vaihtoehdossa VE2 raja-arvo ei ylity.

Muiden alkuaineiden vesistövaikutusten merkittävyyttä on arvioitu vertailemalla Jormasjoen taustapitoisuutta ja laskennallista pitoisuusnousua kullekin alkuaineelle asetettuihin tai ehdotettuihin ympäristönlaatunormeihin sekä Euroopan kemikaaliviraston arvioimiin suurimpiin haitattomiin pitoisuuksiin (ns. PNEC-arvot, Taulukko 10-6).

Taustapitoisuuden sekä laskennallisten pitoisuusnousujen perusteella arvioidaan, ettei kadmiumin (AA-EQS, 0,1 µg/l, luokat 1 ja 2), biosaatavan lyijyn (AA-EQS, 1,7 µg/l), elohopean (MAC-EQS, 0,07 µg/l), biosaatavan sinkin (AA-EQS, 14,4 µg/l) ja kuparin (AA-EQS, 1,1 µg/l) voimassa olevat tai ehdotetut ympäristönlaatunormit ylity Jormasjoessa kuormituksen seurauksena.

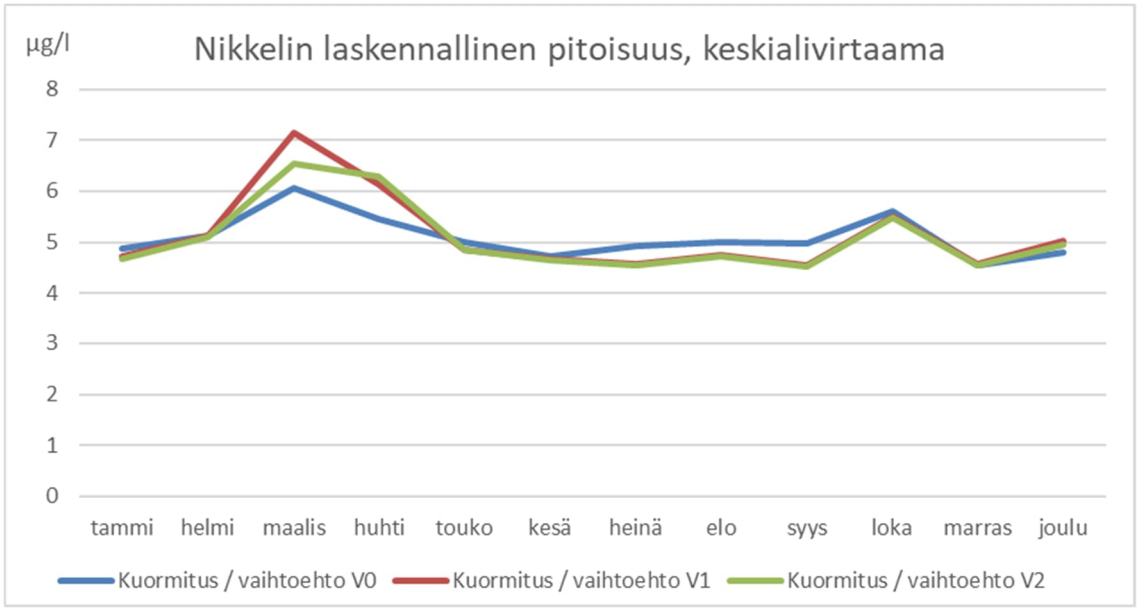
PNEC-arvoihin verrattuna metallien taustapitoisuudet sekä laskennalliset pitoisuusnousut olivat pieniä lukuun ottamatta mangaania. Mangaanipitoisuus oli Jormasjoessa vuonna 2024 keskimäärin 88 µg/l, joka ylitti PNEC-arvon (22–34 µg/l). Mangaanin laskennallinen pitoisuusnousu oli kuitenkin Jormasjoen mangaanipitoisuuksiin verrattuna hyvin pieni ja vaihteli laskennallisesti vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 1–2 µg/l.

Yhteenvetona voidaan todeta, että sulfaattikuormituksen seurauksena Jormasjoen sulfaattipitoisuudet voivat kohota sekä vaihtoehdossa VE1 että VE2 sulfaatille esitetyn ympäristönlaatunormin (AA-EQS, 39 mg/l) tasolle, eikä esitetyn ympäristönlaatunormin ylittymistä voida poissulkea. Jormasjoen kalastollinen arvo sekä siellä tehdyt kunnostustoimenpiteet eivät myöskään puolla Jormasjoen valintaa purkupaikaksi. Siten Jormasjoen purkupaikkavaihtoehdosta on luovuttu edellä esitettyjen laskelmien ja tarkastelun pohjalta. YVA:n vaihtoehdoista VE1 ja VE2 ei aiheudu nykyisestä poikkeavia vaikutuksia Jormasjokeen.

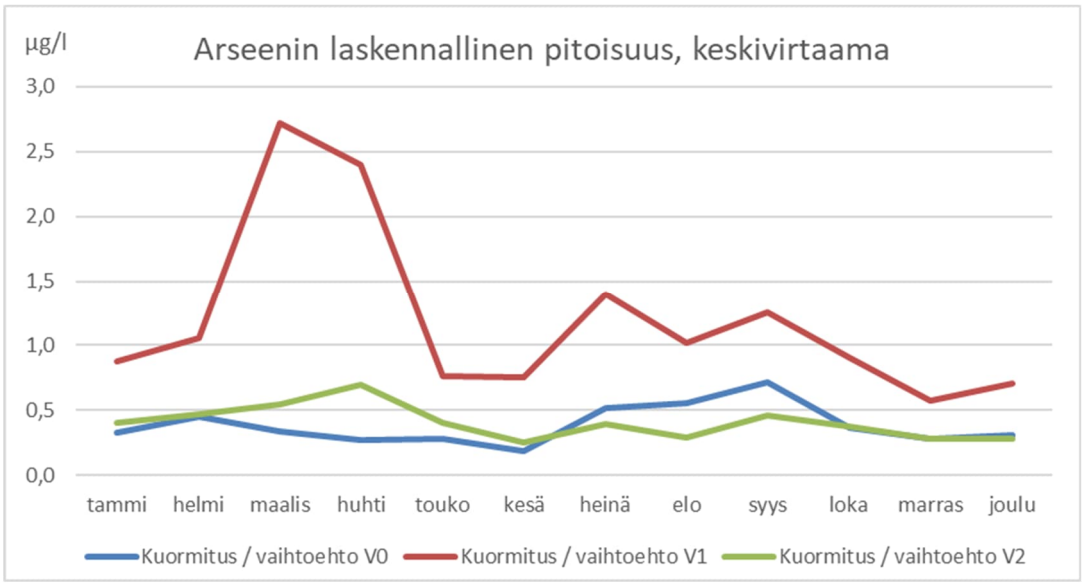



Kuva 10-19. Nikkelin laskennallinen sekoittumispitoisuus Jormasjoessa eri kuukausina keskivirtaamatilanteessa.

Copyright © AFRY Finland Oy

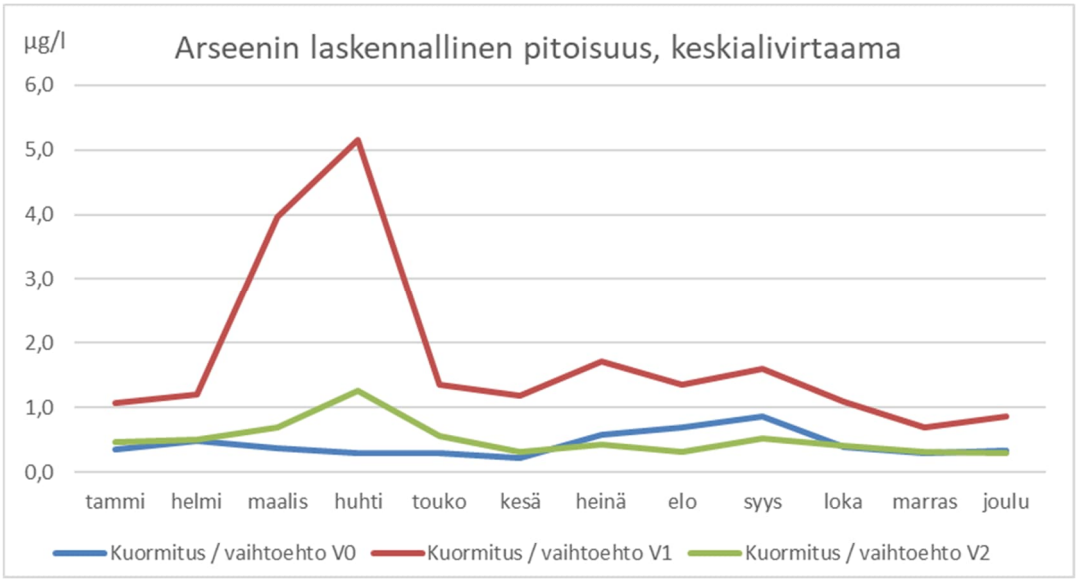



Kuva 10-20. Nikkelin laskennallinen sekoittumispitoisuus Jormasjoessa eri kuukausina keskialivirtaamatilanteessa.




Kuva 10-21. Arseenin laskennallinen sekoittumispitoisuus Jormasjoessa eri kuukausina keskivirtaamatilanteessa.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 10-22. Arseenin laskennallinen sekoittumispitoisuus Jormasjoessa eri kuukausina keskialivirtaamatilanteessa.

### 10.4.2.3 Vesistövaikutukset Nuasjärvessä

Toiminnan aikaisen vesistökuormituksen vaikutuksia Nuasjärvessä arvioitiin vesistömallinnuksen perusteella. Nuasjärvessä tarkasteltiin kolmea purkupaikkavaihtoehtoa (Kuva 4-11): Lamposaaren kaakkoispuoli (D1), Haaposaaren luoteispuoli (D2) ja Jormaslahden pohjukka (D3). Vesistömallinnuksessa arvioitiin vaihtoehdon VE1 mukaisen keskimääräisen sadannan vesistökuormituksen vaikutuksia Nuasjärvessä jaksolla 10/2020–05/2024. Vaihtoehdossa VE1 vesistökuormitus oli sulfaatin osalta suurempaa kuin vaihtoehdossa VE2, eli vesistömallinnuksessa tarkasteltiin kuormitustasoltaan suurempaa vaihtoehtoa. Lisäksi vesistövaikutuksia mallinnettiin nykytilanteen mukaisella kuormitustasolla. Mallinnusraportti on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 7.

Vesistömallinnuksessa tarkasteltiin seuraavia skenaarioita:

- S0 nykytilanne (mittausten mukainen kuormitus)
- S1 purkuputki paikka D1, $SO_4$ kuormitus 3035 tn/a
- S2 purkuputki paikka D2, $SO_4$ kuormitus 3035 tn/a
- S3 purkuputki paikka D3, $SO_4$ kuormitus 3035 tn/a

Vesistömallinnuksessa tarkasteltiin Elementisin kaivos- ja tehdasalueen sulfaatin, nikkelin ja arseenin kuormitusten leviämistä Nuasjärvessä. Kaikissa skenaariossa (S0–S3) huomioitiin Terrafame Oy:n purkuputken kuormitus luparajan mukaisena eli mallinnuksen mukaiset pitoisuustasot kuvastavat Elementisin ja Terrafame Oy:n kuormituksen yhteisvaikusta. Kaikissa skenaarioissa huomioitiin Lahnasjokeen kohdistuvana ns. hajakuormituksena sulfaatin osalta keskimäärin 1350 tn/a (liite 7).

Vesistömallinnuksessa vedenlaatua mallinnettiin yhdeksällä seurantapisteellä, joiden sijainti ilmenee kuvasta 10-2. Lisäksi laadittiin kuormituksen alueellisen leviämisen tarkastelemiseksi karttakuvat sulfaatin pitoisuuksista eri syvyyskerroksissa kesällä ja talvella.

Copyright © AFRY Finland Oy

## Sulfaatti

Suolapitoisuuden nousua aiheuttavista ioneista vesistöön päätyy purkuvesien mukana eniten sulfaattia, kalsiumia ja magnesiumia sekä vähäisemmässä määrin kloridia, natriumia ja kaliumia (Taulukko 4-2). Taulukoissa 10-18 ja 10-19 on esitetty Elementisin purkuputken kautta vesistöön johdettavan kuormituksen aiheuttamat mallinnetut sulfaatin pitoisuusnousut (keskiarvot ja maksimit) Nuasjärven seurantapisteillä pintavedessä ja pohjan lähellä. Pintavedessä pitoisuusnousut jäävät keskimäärin pieniksi ja vaihtelevat eri seurantapisteillä vain vähän. Skenaariolla S1 pitoisuusnousu vaihtelee pintavedessä keskimäärin 0,4–1,6 mg/l, skenaariolla S2 0,3–0,9 mg/l ja skenaariolla S3 0,4–1,0 mg/l. Pohjan lähellä pitoisuusnousut ovat suurempia. Skenaariossa S1 maksimipitoisuuden nousut ovat suurimmat pohjan lähellä seurantapisteillä 16 ja 22 eli purkuputken (D1) lähimmillä seurantapisteillä. Skenaariossa S2 maksimipitoisuusnousut ovat suurimmat pohjan lähellä seurantapisteillä 44 ja 90 eli Haaposaaren purkuputkivaihtoehdon alapuolisessa vesistönosassa. Skenaariossa S3 pitoisuusnousut ovat mallinnuksen perusteella suurimmat pohjan lähellä seurantapisteillä 23 ja 46. On kuitenkin huomattava, että vesistömallinnus ei toistanut juuri näillä seurantapisteillä 23 ja 46 pohjakerroksen pitoisuuksia vesistöstä mitattua pitoisuustasoa vastaavasti, joten pitoisuusnousut voivat olla tosiallisesti suurempia kuin vesistömallinnuksen perusteella voidaan arvioida. Seuraavissa kappaleissa ja vesistömallinnuksessa (liite 7) asiaa on tarkasteltu tarkemmin.

Sulfaatin pitoisuustaso jää Nuasjärvessä pintavedessä vaihtoehdon VE1 mukaisella kuormitustasolla vesistömallinnuksen skenaarioilla S1–S3 matalaksi (Taulukko 10-20). Pitoisuustaso on skenaarioissa S1–S3 samaa tasoa tai matalampi kuin skenaariossa S0 matalamman kuormitustason ansiosta. Sulfaatin pitoisuudet ovat skenaarioissa S1–S3 matalimmat järven itäosassa sijaitsevalla seurantapisteellä 34, jossa sulfaatin pitoisuudet vaihtelevat pintavedessä skenaarioissa S1–S3 keskimäärin 3,4–3,6 mg/l ja maksimipitoisuudet 10,8–11,7 mg/l. Suurimmat sulfaatin pitoisuudet todetaan pintavedessä Jormaslahden seurantapisteillä (16 ja 22), jossa sulfaatin pitoisuudet vaihtelevat keskimäärin 7,2–7,9 mg/l ja maksimipitoisuudet 30,4–48,6 mg/l. Jormaslahden edustan syvännealueilla eli Elementisin ja Terrafame Oy:n yhteisvaikutusalueeksi tunnistetulla alueella (Eurofins Ahma Oy 2024b) sijaitsevilla kahdella seurantapisteellä (23 ja 46) sulfaattipitoisuudet vaihtelevat pintavedessä keskimäärin 5,2–6,0 mg/l ja pintaveden maksimipitoisuudet 16,1–21,1 mg/l. Sulfaatille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 39 mg/l) ja hetkellinen maksimipitoisuus (MAC-EQS, 279 mg/l) eivät mallinnuksen tulosten perusteella ylity pintavedessä kuormitusskenaarioilla S1–S3.

Sulfaatin pitoisuustasossa ei ole pintavedessä merkittävää alueellista eroa eri purkupaikkavaihtoehdoilla (skenaariot S1–S3) (Kuva 10-23 ja Kuva 10-24). Merkittävin ero havaitaan Jormaslahdella, jossa vaikutukset ovat suurimmat Jormaslahden pohjukan purkupaikkavaihtoehdossa (skenaario S3), jossa pitoisuustaso kohoaa aivan lahden pohjukassa. On huomattava, että Jormaslahden matalammalla lahtialueella sijaitsevat seurantapisteet 16 ja 22 eivät sijaitse aivan lahden pohjukassa, ja seurantapisteillä purkuvedet ovat siten sekoittuneet suurempaan vesitilavuuteen kuin aivan lahden pohjukassa. Jormaslahden pohjukan purkupaikkavaihtoehto on pyritty sijoittamaan Jormasjoen pääasiallisen virtauksen reitille, jolloin purkuvesien sekoittuminen Jormasjoen veteen olisi mahdollisimman tehokasta. Talvisin Jormaslahden on todettu jäätyvän osittain pohjaan saakka, ja on mahdollista, että vaikutukset alivirtaaman aikaan voivat olla suurempia kuin vesistömallin mukaan.

Copyright © AFRY Finland Oy

Sulfaatin ja muiden suolaisuuteen vaikuttavien aineiden kuormitus kohottaa purkuvesien tiheyttä, minkä vuoksi purkuvedet vajoavat järvivettä tiheämpänä pohjan lähelle ja kulkeutuvat pohjan myötäisesti sekä voivat kerääntyä vesien purkureitillä syvänteiden alusveteen. Tämä on ollut nähtävissä vedenlaatutulosten perusteella nykyisessä kuormitustilanteessa, jota on kuvattu tarkemmin nykytilaa kuvaavassa luvussa 10.3.7. Vesistöstä mitattujen vedenlaatutulosten perusteella sulfaatille ehdotettu pitkänajan ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 39 mg/l) on ylittynyt Jormaslahden edustan syvännealueella (mallinnuksen seurantapiste 23) vuosina 2022–2024. Pohjan lähellä on todettu myös sulfaatille ehdotetun maksimipitoisuuden (MAC-EQS, 279 mg/l) ylittäviä pitoisuuksia.

Pohjan lähellä sulfaatin pitoisuustaso kohoaa myös vesistömallinnuksen mukaan seurantapisteillä merkittävästi enemmän kuin pintavedessä (Taulukko 10-21). Pitoisuustaso on pohjan lähellä skenaarioissa S1–S3 matalampi kuin skenaariossa S0 matalamman kuormitustason ansiosta. Sulfaatin pitoisuudet ovat skenaarioissa S1–S3 matalimmat Rehjan järvialtaan puolella sijaitsevalla seurantapisteellä 45, jossa sulfaatin pitoisuudet ovat pohjan lähellä skenaarioissa S1–S3 keskimäärin 9,9 mg/l ja maksimipitoisuudet vaihtelevat 27,1–31,8 mg/l. Suurimmat sulfaatin pitoisuudet todetaan pohjan lähellä seurantapisteellä 35, jossa sulfaatin pitoisuudet vaihtelevat keskimäärin 43,3–48,6 mg/l ja maksimipitoisuudet 83,1–86,6 mg/l. Sulfaatille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 39 mg/l) ylittyy seurantapisteellä 35 mallinnustulosten perusteella kaikilla skenaarioilla, mutta hetkellinen maksimipitoisuus (MAC-EQS, 279 mg/l) ei ylity. Jormaslahden edustan syvännealueilla (Elementisin ja Terrafame Oy:n yhteisvaikutusalueella) sijaitsevilla kahdella seurantapisteellä (23 ja 46) sulfaattipitoisuudet vaihtelevat pohjan lähellä keskimäärin 31,3–37,4 mg/l ja maksimipitoisuudet 71,0–76,8 mg/l. Sulfaatille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 39 mg/l) tai hetkellinen maksimipitoisuus (MAC-EQS, 279 mg/l) eivät mallinnuksen tulosten perusteella ylity skenaarioilla S1–S3. Jormaslahden seurantapisteillä (16 ja 22) sulfaatin pitoisuustaso jää pohjan lähellä keskimäärin matalaksi, ja maksimipitoisuudet vaihtelevat 36,2–60,0 mg/l. Jormaslahden matalalla vesialueella ero pintaveden ja pohjan läheisen vesikerroksen välillä jää vähäiseksi vesien sekoittumisen takia. Jormaslahden purkuputkivaihtoehto (skenaario S3) ei erotu muista vaihtoehdoista mallinnustulosten perusteella merkittävästi seurantapisteillä 16 ja 22, mutta sulfaatin pitoisuustaso on purkuputkivaihtoehdoista suurin.

Hetkellisten maksimipitoisuuksien osalta on huomattava, että vesistömallinnus ei toistanut (skenaariossa S0) Jormaslahden edustan syvännealueiden seurantapisteillä 23 ja 46 pohjakerroksen pitoisuuksia vesistöstä mitattua pitoisuustasoa vastaavasti. Tämä johtunee todennäköisesti siitä, että Lahnasjoesta on talvella kulkeutunut suolapitoista vettä pohjaa pitkin pisteen 23 kautta pisteen 46 syvänteeseen, eikä malli ole onnistunut laskemaan Lahnasjoesta lähtevää pohjan myötäistä kulkeutumista tarkasti, vaan pitoisuus on matkalla sekoittunut liikaa ympäröivään järviveteen. Muilla seurantapisteillä mallinnus toisti vesistöstä mitatut pitoisuudet paremmin. Maksimipitoisuudet voivat olla siten näillä pisteillä (23 ja 46) suurempia kuin vesistömalli on laskenut, eikä mallinnustulosten perusteella voida siksi täysin poissulkea sulfaatille ehdotetun hetkellisen maksimipitoisuuden ympäristönlaatunormin (MAC-EQS) ylitystä. Käyttämällä diffuusoria purkuputken päässä voidaan merkittävästi vähentää tai jopa estää nykyisin havaittu tilanne, jossa tiheämpi sulfaattipitoinen vesi kulkeutuu pohjan myötäisesti ja kertyy syvänteisiin. Mallinnusraportti on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 7, jossa on esitetty tarkemmin mallinnustulosten vertautuminen vesistöstä mitattuihin pitoisuuksiin. Koska sulfaattikuormitus on hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vähäisempää kuin nykytilassa ja purkuputken kautta tulevien vesien

Copyright © AFRY Finland Oy

sekoittumista voidaan parantaa diffuusorin käyttöönotolla, on perusteltua olettaa, että pitoisuustaso joka tapauksessa on pohjan lähellä pienempi kuin nykytilassa.

Kuormituksen leviämistä kuvaavien pitoisuuskarttojen perusteella Lamposaaren kaakkoispuolen purkupaikalta (skenaario S1) ja Jormaslahden pohjukan purkupaikalta (skenaario S3) kuormitus päätyy talviaikaan jossakin määrin enemmän seurantapisteiden 23, 35 ja 46 syvännealueille, kun taas Haaposaaren luoteispuolen purkupaikasta (skenaario 2) kuormitus kulkeutuu muita purkupaikkoja enemmän pisteen 90 syvänteeseen (Kuva 10-25, Kuva 10-26, Kuva 10-27 ja Kuva 10-28). Kesällä sulfaattipitoisuudet vastaavat 12–13 metrin syvyystasolla pitkälti pintakerrosta Terrafame Oy:n purkuputken lähialuetta lukuun ottamatta ja kesäaikaan korkeat pitoisuudet rajoittuvat tätä syvyystasoa syvempiin kerroksiin.

Taulukko 10-18. Elementisin purkuputken kautta johdettavan kuormituksen (VE1) aiheuttamat mallinnetut sulfaatin pitoisuusnousut (keskiarvot ja maksimit) Nuasjärven tarkastelupisteillä eri skenaarioissa pintakerroksessa jakson 102020–05/2024 ajalta.

| Pintakerros | keskiarvo | | | maksimi | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S1 | S2 | S3 | S1 | S2 | S3 |
| Piste | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| Nuasjarvi_23 | 0.7 | 0.4 | 0.7 | 4.6 | 1.9 | 3.8 |
| Nuasjarvi_34 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 1.6 | 1.2 | 1.5 |
| Nuasjarvi_35 | 0.6 | 0.3 | 0.6 | 2.4 | 1.3 | 2.1 |
| Nuasjarvi_44 | 0.9 | 0.7 | 0.8 | 3.3 | 4.7 | 4.4 |
| Nuasjarvi_46 | 0.7 | 0.4 | 0.7 | 3.2 | 1.6 | 3.0 |
| Nuasjarvi_45 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 2.9 | 4.1 | 3.6 |
| Nuasjarvi_16 | 1.4 | 0.4 | 0.9 | 11.3 | 1.5 | 5.1 |
| Nuasjarvi_22 | 1.6 | 0.4 | 1.0 | 9.0 | 1.5 | 4.4 |
| Nuasjarvi_90 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 4.0 | 3.6 | 3.8 |

Taulukko 10-19. Elementisin purkuputken kautta johdettavan kuormituksen (VE1) aiheuttamat mallinnetut sulfaatin pitoisuusnousut (keskiarvot ja maksimit) Nuasjärven tarkastelupisteillä eri skenaarioissa pohjakerroksessa jakson 102020–05/2024 ajalta.

| Pintakerros | keskiarvo | | | maksimi | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S1 | S2 | S3 | S1 | S2 | S3 |
| Piste | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| Nuasjarvi_23 | 2.1 | 0.7 | 3.0 | 9.2 | 11.5 | 26.8 |
| Nuasjarvi_34 | 1.1 | 0.3 | 1.2 | 4.2 | 1.2 | 3.8 |
| Nuasjarvi_35 | 2.5 | 0.6 | 3.0 | 11.2 | 2.9 | 14.9 |
| Nuasjarvi_44 | 1.2 | 2.1 | 1.4 | 4.6 | 18.8 | 6.8 |
| Nuasjarvi_46 | 2.1 | 0.8 | 2.6 | 8.7 | 3.7 | 21.3 |
| Nuasjarvi_45 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 2.9 | 4.5 | 3.7 |
| Nuasjarvi_16 | 5.8 | 0.4 | 1.5 | 20.4 | 1.4 | 9.9 |
| Nuasjarvi_22 | 3.9 | 0.4 | 1.2 | 14.1 | 1.5 | 8.1 |
| Nuasjarvi_90 | 1.6 | 10.3 | 2.3 | 5.1 | 39.8 | 9.7 |

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-20. Nuasjärven tarkastelupisteiden mallinnetut sulfaatin pitoisuuskeskiarvot ja -maksimit eri skenaarioissa pintakerroksessa jakson 102020–05/2024 ajalta.

| Pintakerros | keskiarvo | | | | maksimi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S0 | S1 | S2 | S3 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| Piste | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| Nuasjarvi_23 | 6.0 | 6.0 | 5.5 | 5.9 | 21.9 | 21.1 | 16.1 | 19.8 |
| Nuasjarvi_34 | 3.6 | 3.6 | 3.4 | 3.6 | 13.2 | 11.7 | 10.8 | 11.4 |
| Nuasjarvi_35 | 5.7 | 5.5 | 5.2 | 5.5 | 19.1 | 16.3 | 15.0 | 17.0 |
| Nuasjarvi_44 | 6.3 | 6.0 | 5.9 | 6.0 | 38.2 | 26.9 | 26.9 | 25.4 |
| Nuasjarvi_46 | 5.7 | 5.6 | 5.2 | 5.5 | 23.7 | 21.1 | 20.4 | 20.6 |
| Nuasjarvi_45 | 6.7 | 6.4 | 6.3 | 6.4 | 25.3 | 24.5 | 24.7 | 22.3 |
| Nuasjarvi_16 | 8.2 | 7.7 | 7.3 | 7.8 | 36.5 | 31.8 | 30.4 | 34.8 |
| Nuasjarvi_22 | 8.2 | 7.5 | 7.2 | 7.9 | 63.7 | 48.6 | 44.9 | 46.9 |
| Nuasjarvi_90 | 5.8 | 5.7 | 5.4 | 5.6 | 28.1 | 26.0 | 26.4 | 24.4 |
| pisteiden k.a. | 6.3 | 6.0 | 5.7 | 6.1 | 30.2 | 25.3 | 23.6 | 24.8 |

Taulukko 10-21. Nuasjärven tarkastelupisteiden mallinnetut sulfaatin pitoisuuskeskiarvot ja -maksimit eri skenaarioissa pohjakerroksessa jakson 102020–05/2024 ajalta.

| Pohjakerros | keskiarvo | | | | maksimi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S0 | S1 | S2 | S3 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| Piste | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| Nuasjarvi_23 | 38.7 | 34.2 | 31.3 | 32.3 | 80.5 | 72.4 | 71.9 | 76.1 |
| Nuasjarvi_34 | 20.1 | 16.6 | 14.8 | 15.8 | 67.3 | 61.0 | 57.9 | 55.5 |
| Nuasjarvi_35 | 50.9 | 48.6 | 43.3 | 45.3 | 87.3 | 86.6 | 83.1 | 85.2 |
| Nuasjarvi_44 | 16.6 | 13.7 | 14.6 | 13.6 | 60.7 | 55.3 | 60.3 | 53.9 |
| Nuasjarvi_46 | 41.0 | 37.4 | 33.8 | 34.6 | 81.0 | 73.5 | 71.0 | 76.8 |
| Nuasjarvi_45 | 11.0 | 9.9 | 9.9 | 9.9 | 27.3 | 27.1 | 31.8 | 28.7 |
| Nuasjarvi_16 | 20.7 | 12.8 | 12.9 | 17.1 | 61.9 | 37.5 | 36.2 | 45.3 |
| Nuasjarvi_22 | 20.1 | 12.2 | 12.7 | 15.8 | 90.7 | 56.2 | 57.7 | 60.0 |
| Nuasjarvi_90 | 26.1 | 22.1 | 26.9 | 21.6 | 75.6 | 69.1 | 101.5 | 68.6 |
| pisteiden k.a. | 27.4 | 23.2 | 21.7 | 23.0 | 69.6 | 58.7 | 58.7 | 60.2 |

Sulfaattipitoinen vesi on järviin normaalisti valuma-alueelta tulevaa vettä tiheämpää ja pyrkii siksi kerrostumaan järvien syvänteisiin. Mikäli sulfaattia kertyy alusveteen riittävän paljon, voi tiheyskerrostuminen estää järvien tyypilliseen käyttäytymiseen kuuluvat kevät- ja syystäyskierrot, joissa järven vesi sekoittuu järven koko syvyydeltä. Sekoittumisen häiriintymisellä on suoria vaikutuksia mm. happitilanteeseen pohjan läheisessä vesikerroksessa.

Sulfaattipitoiset purkuvedet vahvistavat syvänteiden kerrosteisuutta ja voivat epäedullisissa sääolosuhteissa, kuten lämmin sää ja vähäinen tuulisuus, heikentää täyskierron toteutumista etenkin keväällä. Nuasjärven syvänteiden ajoittain vaillinainen kevätkierto on luonnollinen ilmiö jyrkkärajaisten ja pienialaisten syvänteiden takia, eikä suoraan pelkästään sulfaattipitoisten purkuvesien aiheuttama. Kevätkierron ajoittaisesta vaillinaisuudesta huolimatta Nuasjärven syvännealueilla ei ole vedenlaatumittausten perusteella todettu alusvedessä hapettomuutta, joskin ajoittain on todettu tuntuvaa happivajetta. Skenaarioissa S1–S3 sulfaattikuormitus on vähäisempää kuin nykytilassa (S0), joten kuormituksen väheneminen vähentää riskiä kevättäyskierron estymiselle tai vaillinaiseksi jäämiselle.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kevätkierron toteutumista on myös edesautettu hakemalla lupaa Elementisin kesäaikaisen juoksutussäännön purkamiselle, jolloin voidaan vähentää juoksutuksia lopputalvella.

Syksyllä veden lämpötilamuutokset ovat hitaampia ja syyskierto toteutuu tyypillisesti kevätkiertoa tehokkaammin. Syystäyskierron tulee tapahtua vuosittain, sillä kerrosteisuuden pitkittyminen tai sekoittumisen estyminen voi aiheuttaa alusveteen hapettomuutta. Vedenlaatumittausten perusteella on nähtävissä, että kevätkierto saattaa Nuasjärvessä estyä tai jäädä lyhyeksi, mutta syystäyskierrot ovat tapahtuneet poikkeuksetta. Kerrostumisen kehittyminen, voimakkuus ja purkautuminen ovat paljolti riippuvaisia vesioloista, mutta myös sääoloista: tuulisuudesta ja lämpötilasta. Näin ollen vuosien välillä on eroa kerrostuneisuuden voimakkuudessa ja purkautumisessa. Tarkalleen ottaen ei pystytä arvioimaan millaisilla sulfaattipitoisuuksilla tai millaisella sulfaattipitoisuuden erolla pinnan ja pohjan välillä kierto jäisi toteutumatta.

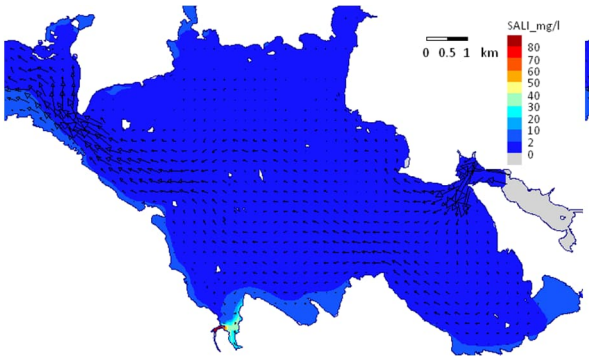
Skenaarioissa S1–S3 sulfaattikuormitus on vähäisempää kuin nykytilassa (S0), joten kuormituksen väheneminen vähentää riskiä myös syystäyskierron estymiselle tai vaillinaiseksi jäämiselle. Haaposaaren luoteispuoleisella purkuputkivaihtoehdolla (D2) pohjan läheiset maksimipitoisuudet jäävät pienimmiksi Jormaslahden edustan syvänteiden seurantapisteillä (23 ja 46), mutta erot muiden purkuputkivaihtoehtojen kesken jäävät mallinnuksen perusteella vähäiseksi. Vesistömallinnus ei toistanut kuitenkaan juuri seurantapisteillä 23 ja 46 pohjakerroksen pitoisuuksia vesistöstä mitattua pitoisuustasoa vastaavasti, joten ero purkuputkivaihtoehtojen kesken voi todellisuudessa olla merkittävästi suurempi. Mallin voidaan arvioida kuitenkin toimivan riittävällä tasolla oikein tilanteessa, jossa purkuvesi sekoittuu purkupaikalla tehokkaasti riittävään tilavuuteen järvivettä. Riittävä purkuveden ja järviveden sekoittuminen voidaan varmistaa käyttämällä purkuputken päässä veden sekoittumista edistävää diffuusoria, tai varmistamalla purkuveden riittävä laimentuminen jollakin muulla tavalla. Purkureittivaihtoehdolla D2 kuormitus kohdistuu voimakkaammin Haaposaaren luoteispuoleiselle syvännealueelle, johon ei nykytilassa kohdistu yhtä voimakasta kuormitusta, ja tällä alueella kuormitus kohottaa veden sulfaattipitoisuutta nykytilaa enemmän.

Lamposaaren kaakkoispuoleisella purkureittivaihtoehdolla D1 kuormituksen vaikutuksia voidaan saada vähennettyä nykytilaan nähden käyttämällä purkuputken päässä vesiä sekoittavaa diffuusoria, jolla saadaan estettyä nykytilassa todettu järvivettä tiheämpien sulfaattipitoisten vesien kulkeutuminen pohjan myötäisesti Jormaslahden edustan syvänteiden alusveteen.

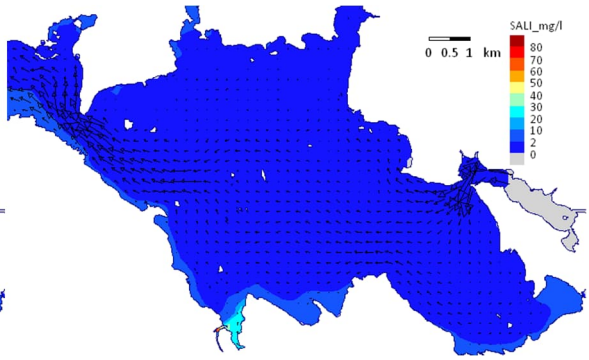
Edellä esitetyn perusteella Haaposaaren ja Lamposaaren purkuputkivaihtoehdoilla (D1 ja D2) saadaan arvion mukaan kuormituspainetta vähennettyä Jormaslahden edustan syvännealueilla (seurantapisteet 23 ja 46), jossa mitattujen vedenlaatutulosten perusteella nykytilassa on todettu ympäristönlaatunormien (AA-EQS ja MAC-EQS) ylityksiä. Lisäksi voidaan myös vähentää riskiä kevät- ja syystäyskierron estymiselle tai vaillinaiseksi jäämiselle tällä alueella. Jormaslahden pohjukan purkureittivaihtoehdossa D3 kuormituksen vaikutukset näkyvät merkittävimmin lahden pohjukassa, jossa sekoittumisolosuhteet on todettu etenkin talviaikaan heikoiksi.

Kuormituksen väheneminen nykytilaan nähden tuo positiivisen muutoksen kaikissa skenaarioissa S1–S3.

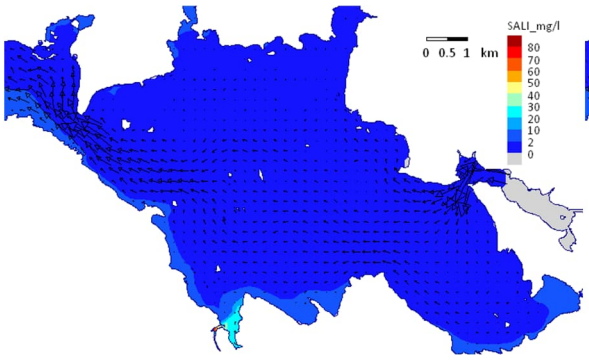
Copyright © AFRY Finland Oy



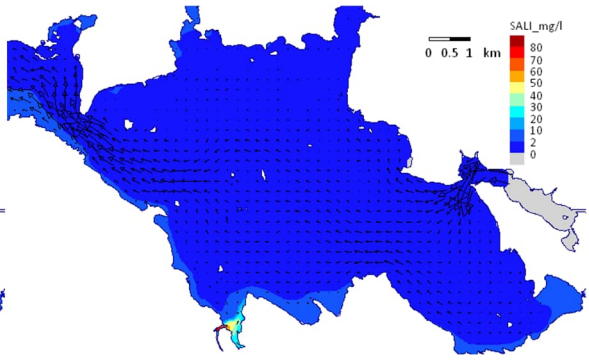

*Talvi 1.3.2021 S0 pintakerros*



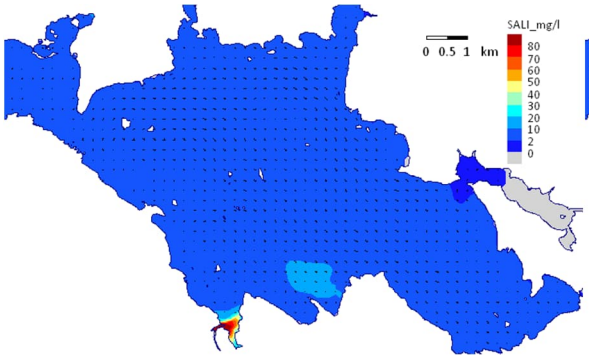

*S1 pintakerros*



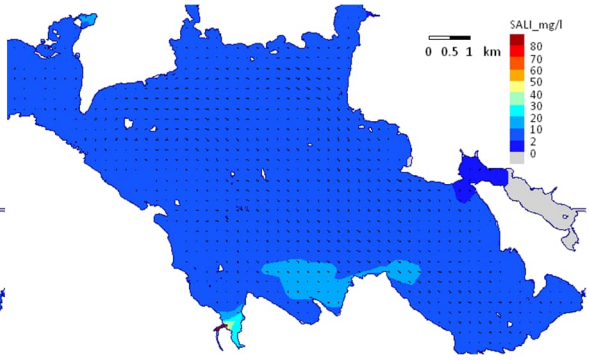

*Talvi 1.3.2021 S2 pintakerros*



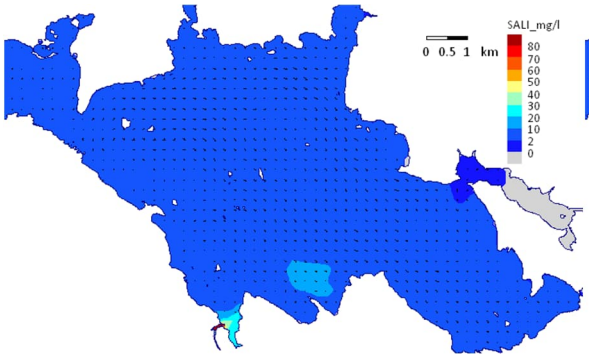

*S3 pintakerros*



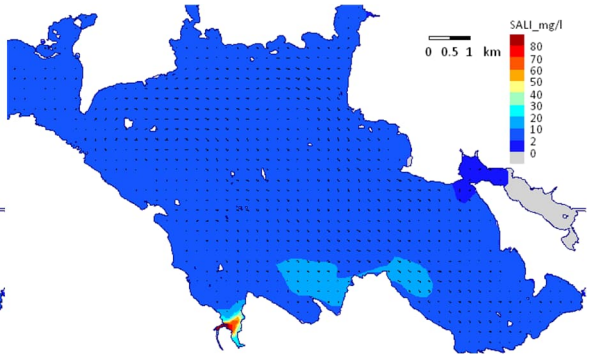

*Kesa 1.8.2021 S0 pintakerros*




*S1 pintakerros*



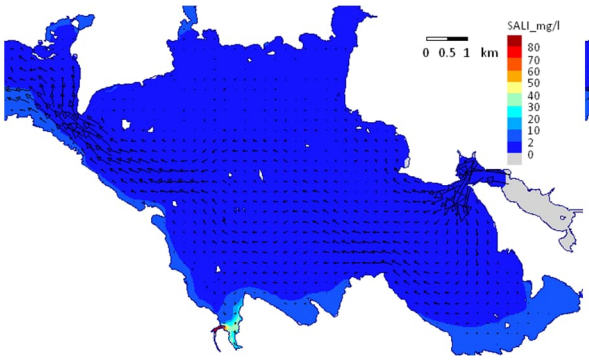

*Kesa 1.8.2021 S2 pintakerros*



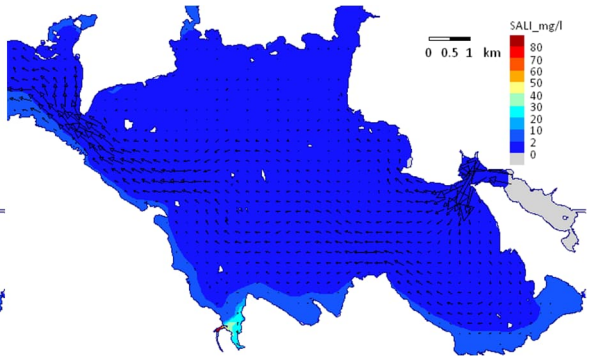

*S3 pintakerros*

Kuva 10-23. Pintakerroksen sulfaattipitoisuudet skenaarioilla S0, S1, S2 ja S3 1.3.2021 ja 1.8.2021.

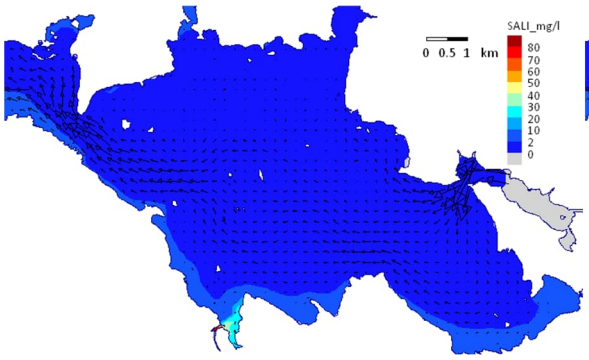
Copyright © AFRY Finland Oy



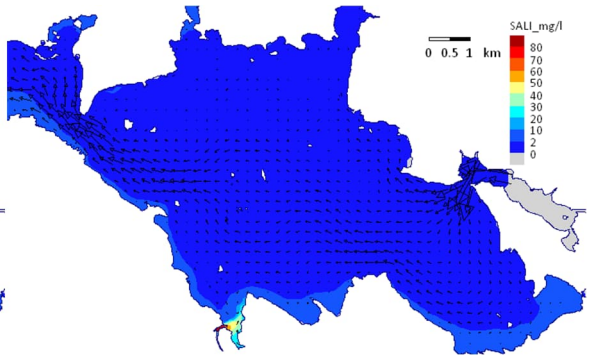

*Talvi 1.3.2022 S0 pintakerros*



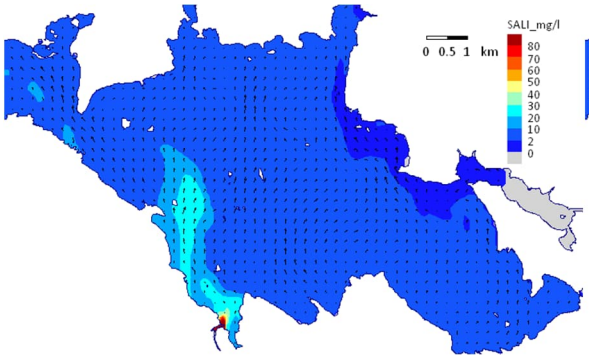

*S1 pintakerros*



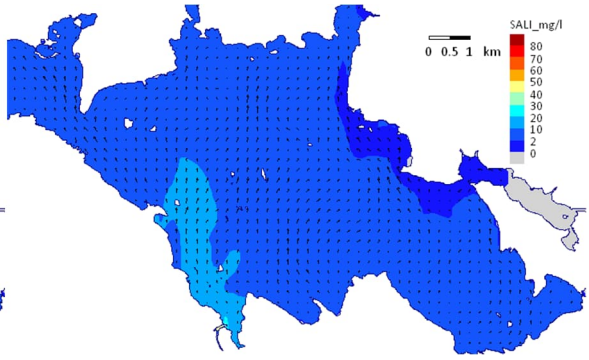

*Talvi 1.3.2022 S2 pintakerros*



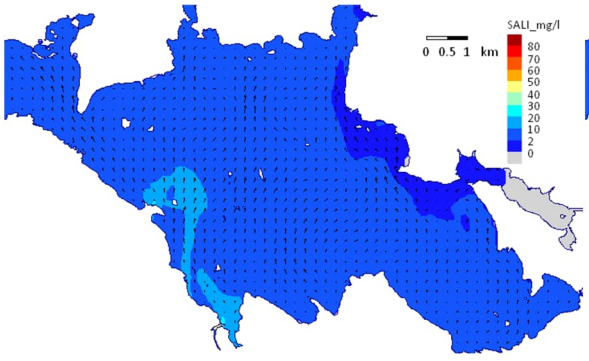

*S3 pintakerros*



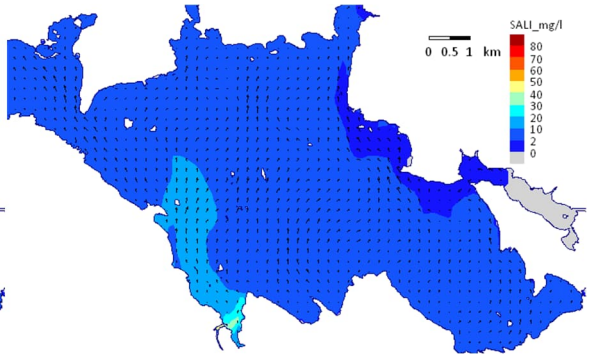

*Kesa 1.8.2022 S0 pintakerros*




*S1 pintakerros*



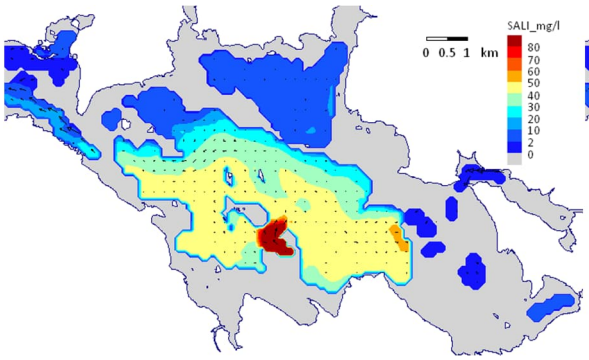

*Kesa 1.8.2022 S2 pintakerros*



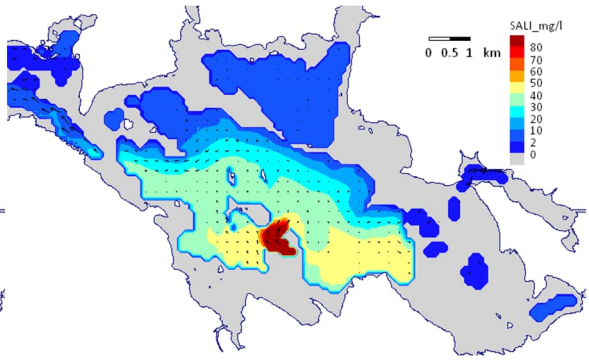

*S3 pintakerros*

Kuva 10-24. Pintakerroksen sulfaattipitoisuudet skenaarioilla S0, S1, S2 ja S3 1.3.2022 ja 1.8.2022.

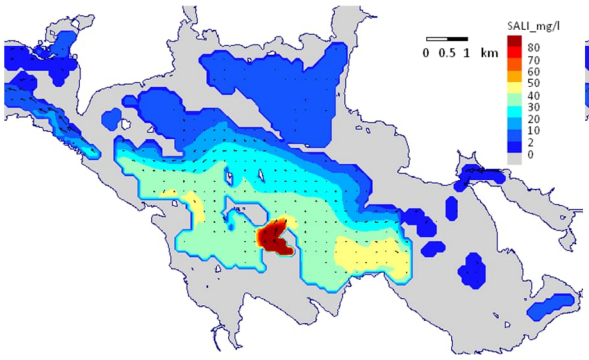
Copyright © AFRY Finland Oy



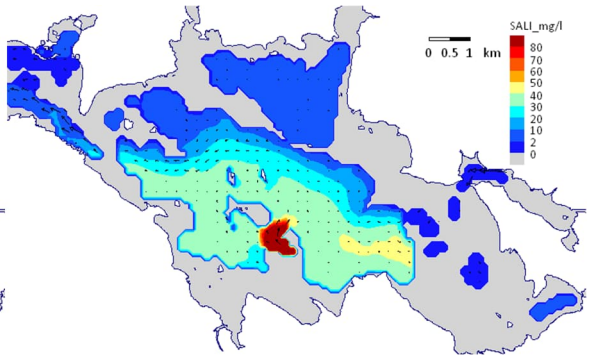

*Talvi 1.3.2021 S0 7-8 m kerros*



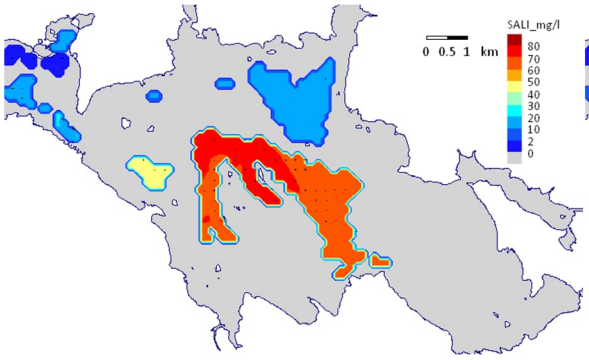

*S1 7-8 m kerros*



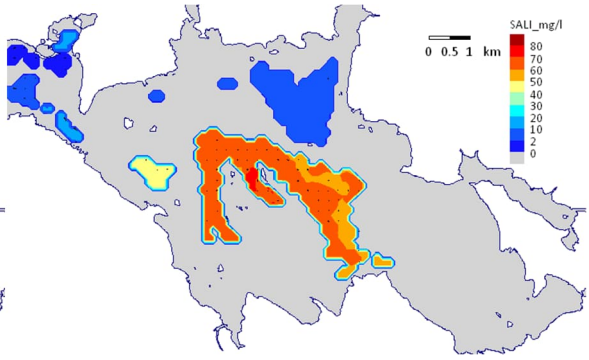

*Talvi 1.3.2021 S2 7-8 m kerros*



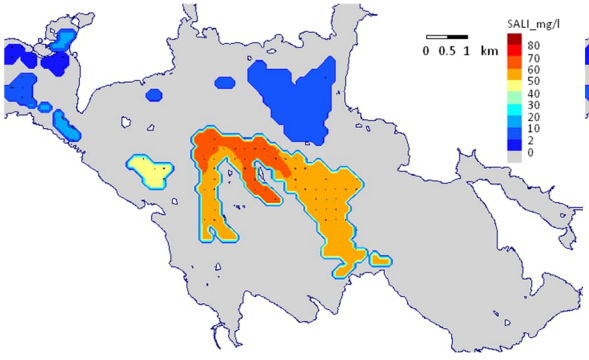

*S3 7-8 m kerros*



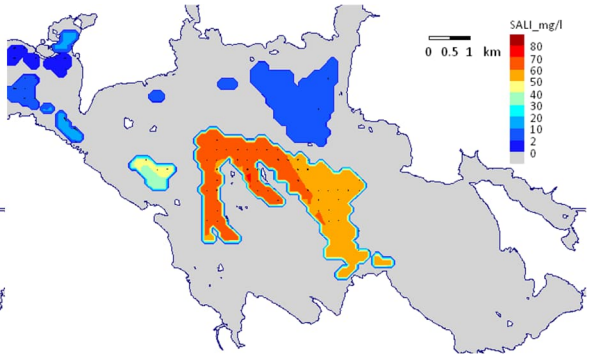

*Talvi 1.3.2021 S0 12-13 m kerros*




*S1 12-13 m kerros*



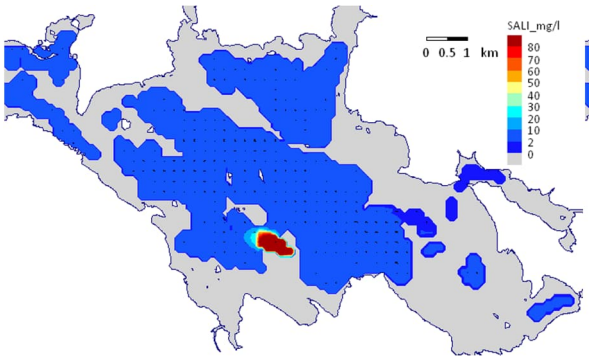

*Talvi 1.3.2021 S2 12-13 m kerros*



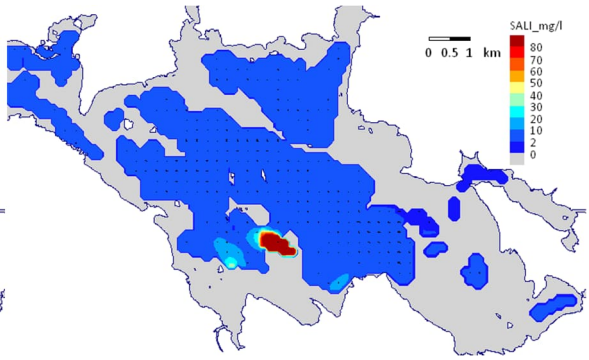

*S3 12-13 m kerros*

Kuva 10-25. Syvyyskerrosten 7–8 m ja 12–13 m sulfaattipitoisuudet skenaarioilla S0, S1, S2 ja S3 talvella 1.3.2021.

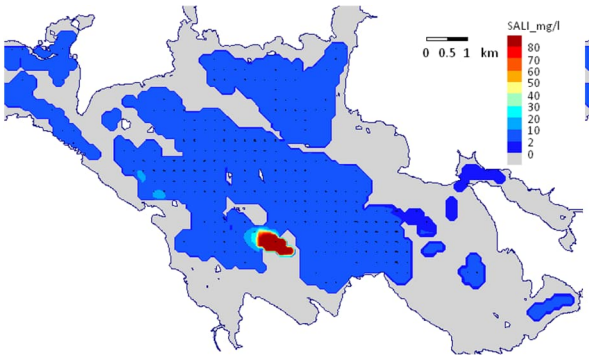
Copyright © AFRY Finland Oy



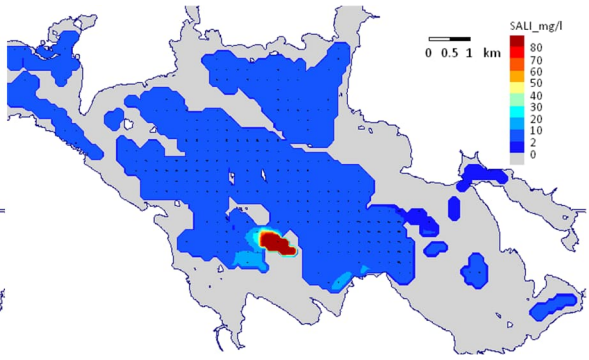

*Kesa 1.8.2021 S0 7-8 m kerros*



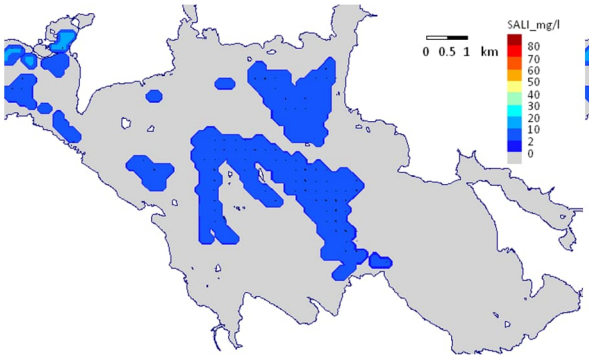

*S1 7-8 m kerros*



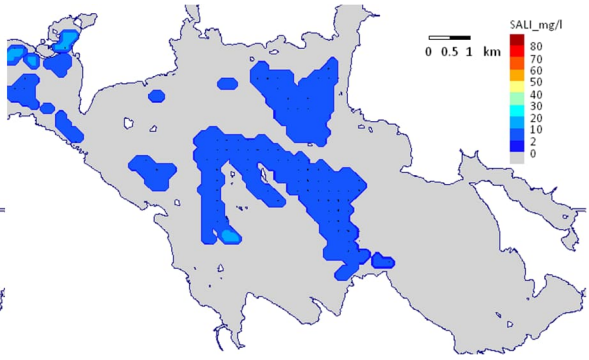

*Kesa 1.8.2021 S2 7-8 m kerros*



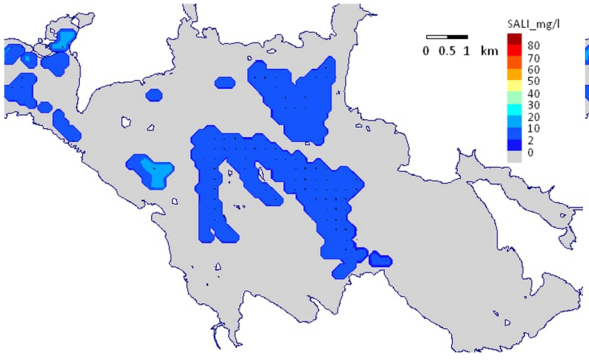

*S3 7-8 m kerros*



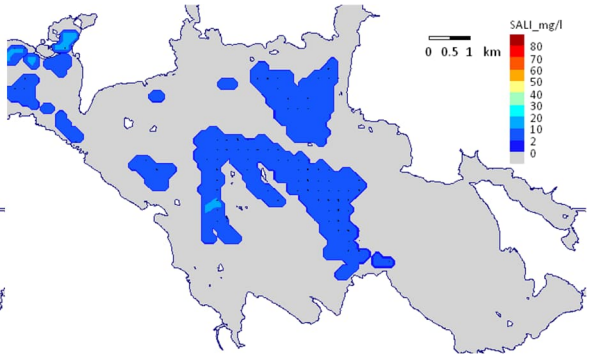

*Kesa 1.8.2021 S0 12-13 m kerros*




*S1 12-13 m kerros*



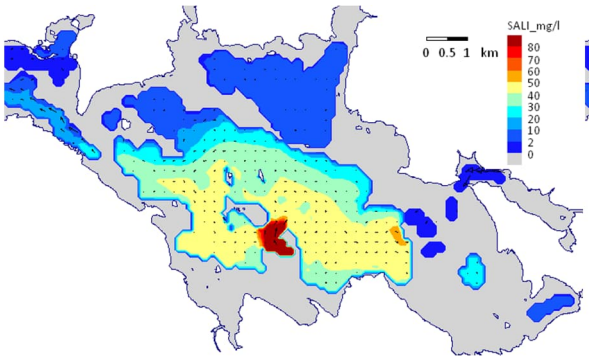

*Kesa 1.8.2021 S2 12-13 m kerros*



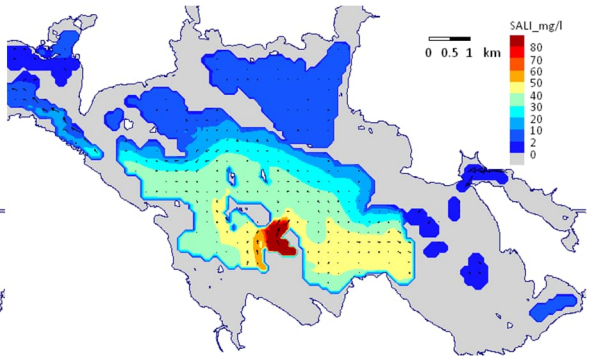

*S3 12-13 m kerros*

Kuva 10-26. Syvyyskerrosten 7–8 m ja 12–13 m sulfaattipitoisuudet skenaarioilla S0, S1, S2 ja S3 kesällä 1.8.2021.

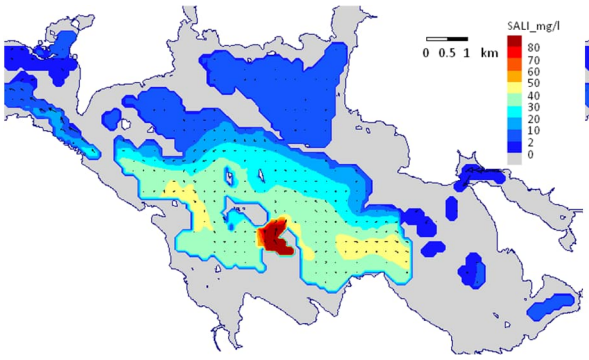
Copyright © AFRY Finland Oy



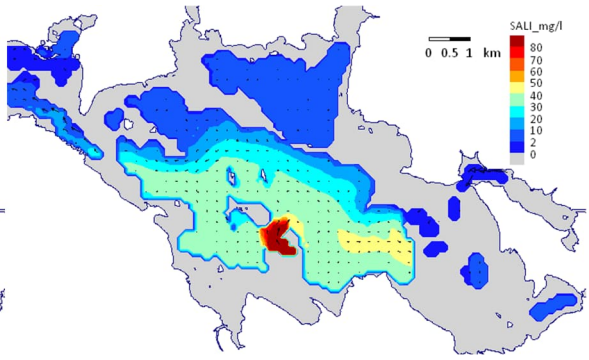

*Talvi 1.3.2022 S0 7-8 m kerros*



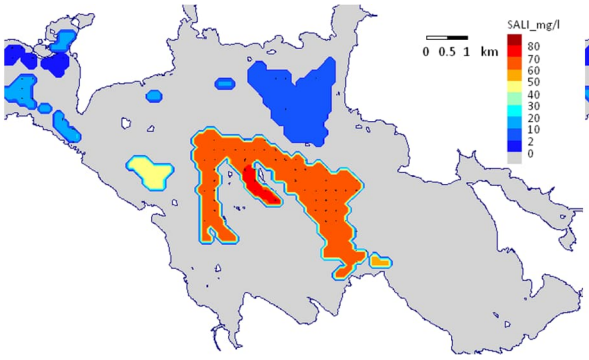

*S1 7-8 m kerros*



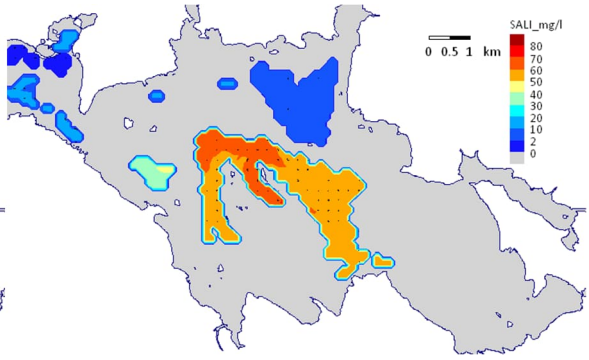

*Talvi 1.3.2022 S2 7-8 m kerros*



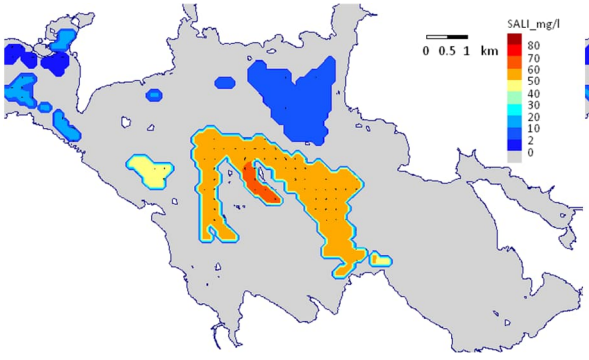

*S3 7-8 m kerros*



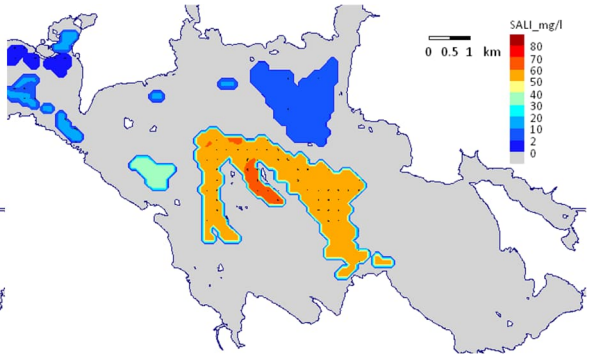

*Talvi 1.3.2022 S0 12-13 m kerros*




*S1 12-13 m kerros*



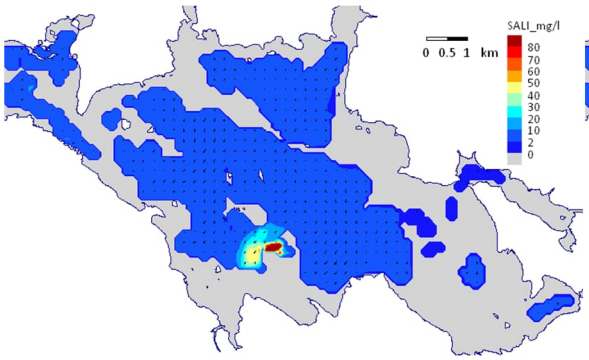

*Talvi 1.3.2022 S2 12-13 m kerros*



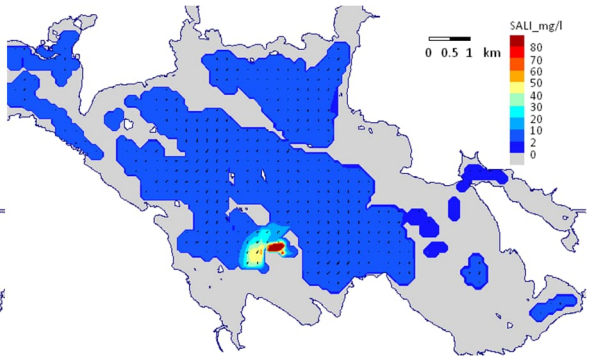

*S3 12-13 m kerros*

Kuva 10-27. Syvyyskerrosten 7–8 m ja 12–13 m sulfaattipitoisuudet skenaarioilla S0, S1, S2 ja S3 talvella 1.3.2022.

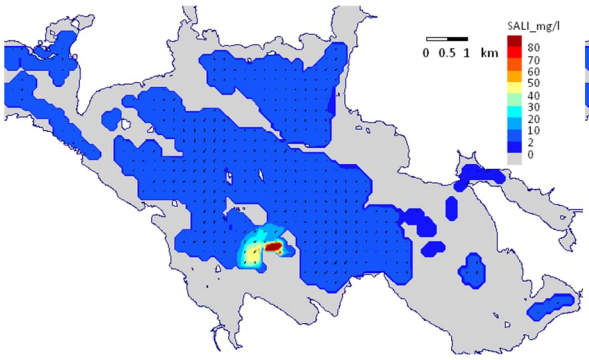
Copyright © AFRY Finland Oy



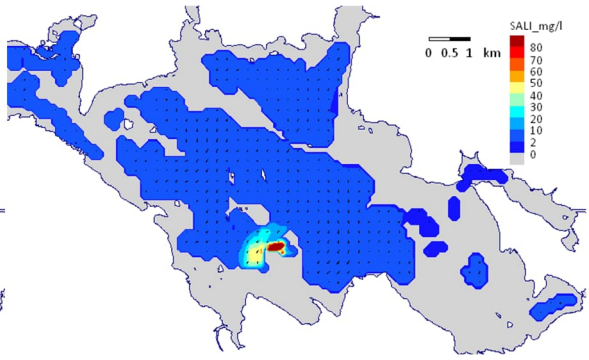

*Kesä 1.8.2022 S0 7-8 m kerros*



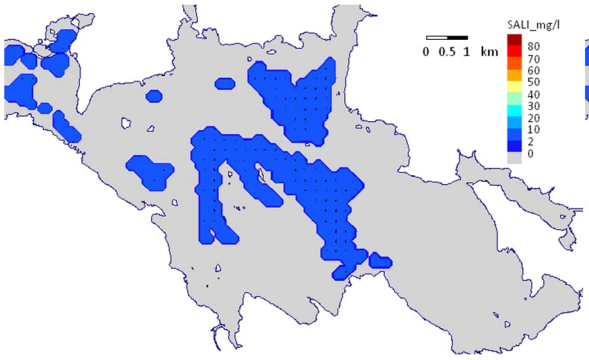

*S1 7-8 m kerros*



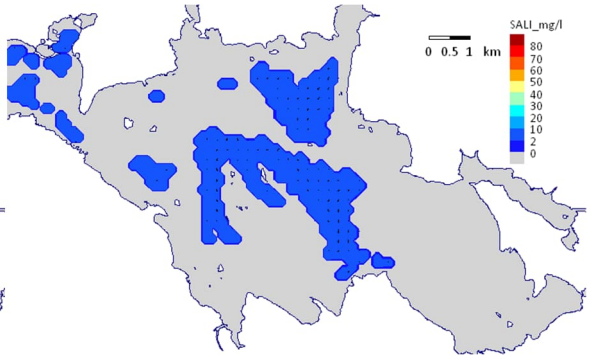

*Kesä 1.8.2022 S2 7-8 m kerros*



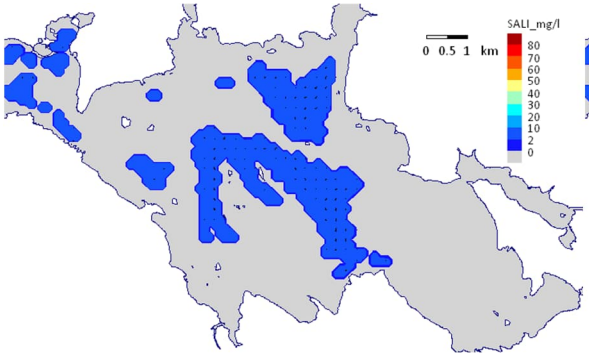

*S3 7-8 m kerros*



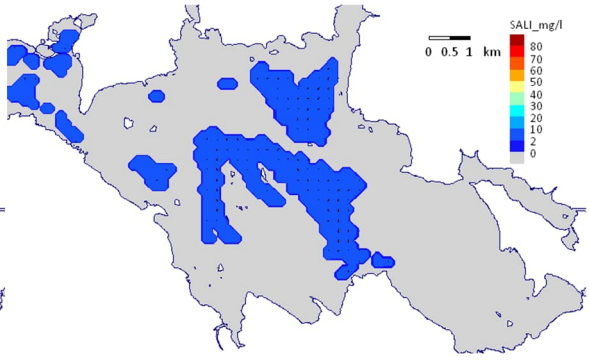

*Kesä 1.8.2022 S0 12-13 m kerros*




*S1 12-13 m kerros*




*Kesä 1.8.2022 S2 12-13 m kerros*




*S3 12-13 m kerros*

Kuva 10-28. Syvyyskerrosten 7–8 m ja 12–13 m sulfaattipitoisuudet skenaarioilla S0, S1, S2 ja S3 kesällä 1.8.2022.

Copyright © AFRY Finland Oy

Nikkeli ja arseeni

Nikkelin osalta Elementisin kuormituksen arvioidaan hiukan vähenevän vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 verrattuna nykytilaan (VE0) (Taulukko 4-2). Arseenin osalta kuormitus on vaihtoehdossa VE1 selvästi suurempaa ja vaihtoehdossa VE2 maltillisesti suurempaa verrattuna nykytilaan (VE0) (Taulukko 4-2). Vesistömallinnuksessa sekä nikkeli että arseeni on arvioitu täysin liukoisiksi.

Taulukoissa 10-22 ja 10-23 on esitetty Elementisin purkuputken kautta vesistöön johdettavan kuormituksen aiheuttamat mallinnetut nikkelin pitoisuusnousut (keskiarvot ja maksimit) Nuasjärven seurantapisteillä. Sekä keskimääräiset pitoisuusnousut että maksimipitoisuusnousut (<1 µg Ni/l) jäävät pieniksi sekä pinnassa että pohjan lähellä ja vaihtelevat eri seurantapisteillä ja eri skenaarioissa vain vähän

Nikkelin pitoisuustaso jää Nuasjärvessä vesistömallinnuksen perusteella vaihtoehdon VE1 mukaisella kuormituksella sekä pintavedessä että pohjan lähellä kaikilla skenaarioilla S1–S3 matalaksi (Taulukko 10-24 ja Taulukko 10-25). Sekä pintaveden että pohjan läheisen veden keskimääräiset liukoisen nikkelin pitoisuudet jäävät alle tason 3 µg/l. Nikkelin pitkän ajan ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 5 µg/l biosaatavaa nikkeliä) on annettu vuosikeskiarvona biosaatavana pitoisuutena. Kun huomioidaan, että vain osa liukoisesta nikkelistä on biosaatavassa muodossa, jää biosaatavan nikkelin pitoisuus mallinnuksen perusteella alle sille määritetyn ympäristönlaatunormin. Liukoisen nikkelin maksimipitoisuudet olivat kaikilla seurantapisteillä alle tason 10 µg/l. Liukoiselle nikkelille asetettu enimmäispitoisuuden laatunormi (MAC-EQS, 34 µg/l liukoista nikkeliä) ei siten ylittynyt millään skenaariolla. Vaihtoehdon VE2 mukaisella kuormituksella pitoisuustaso jää matalamman kuormituksen takia vielä pienemmäksi kuin vaihtoehdossa VE1.

On kuitenkin huomattava, että vesistömallinnus ei toistanut seurantapisteillä 23 ja 46 pohjakerroksen pitoisuuksia vesistöstä mitattua pitoisuustasoa vastaavasti, joten pitoisuusnousut voivat olla tosiallisesti suurempia kuin vesistömallinnuksen perusteella voidaan arvioida. Vesistömallinnuksessa (liite 7) asiaa on tarkasteltu tarkemmin.

Eri skenaarioiden nikkelipitoisuudet poikkeavat toisistaan vain vähän. Selvää eroa esimerkiksi Jormaslahdella skenaarioiden S0 ja S2 välillä ei laskentatuloksissa näy. Tämä johtuu siitä, että Elementisin purkuputken kuormituksen vaikutus Nuasjärven nikkelipitoisuuksiin on pieni ja seurantapisteille laskettu nikkelipitoisuus kulkeutuu pisteille enimmäkseen muista lähteistä kuin Elementisin purkuputkesta.

Taulukoissa 10-26 ja 10-27 on esitetty Elementisin purkuputken kautta vesistöön johdettavan kuormituksen aiheuttamat mallinnetut arseenin pitoisuusnousut (keskiarvot ja maksimit) Nuasjärven seurantapisteillä. Keskimääräiset pitoisuusnousut (<0,5 µg As/l) jäävät mallinnuksen perusteella pieniksi sekä pinnassa että pohjan lähellä. Ruotsin sisävesien liukoisen arseenin pitoisuusnousulle asetettu hyvän fysikaalis-kemiallisen tilan raja-arvo (0,5 µg/l) ei siten mallinnuksen perusteella ylity. On kuitenkin huomattava, että vesistömallinnus ei toistanut seurantapisteillä 23 ja 46 pohjakerroksen pitoisuuksia vesistöstä mitattua pitoisuustasoa vastaavasti, joten pitoisuusnousut voivat olla tosiallisesti suurempia kuin vesistömallinnuksen perusteella voidaan arvioida. Vesistömallinnuksessa (liite 7) asiaa on tarkasteltu tarkemmin.

Arseenin pitoisuustaso jää vuosikeskiarvona nikkelin tavoin Nuasjärvessä vesistömallinnuksen perusteella vaihtoehdon VE1 mukaisella kuormituksella sekä pintavedessä että pohjan lähellä skenaarioilla S1–S3 matalaksi (Taulukko 10-28 ja Taulukko 10-29).

Copyright © AFRY Finland Oy

Euroopan kemikaaliviraston sisävesille pitkäaikaisessa altistuksessa arvioima suurin haitaton arseenin pitoisuus (ns. PNEC-arvo, 5,6 µg/l) ei laskennallisesti ylity. Arseenin pitoisuustason suuruutta voidaan arvioida vertailemalla pitoisuutta myös Ruotsin sisävesille asetettuun hetkelliseen suurimpaan sallittuun maksimipitoisuuteen (7,9 µg/l). Maksimipitoisuudet jäävät kaikilla seurantapisteillä selvästi alle Ruotsin sisävesien hyvän fysikaalis-kemiallisen tilan suurimman sallitun maksimipitoisuuden.

Kuten edellä sulfaatin osalta todettiin, myös nikkelin ja arseenin osalta hetkellisten maksimipitoisuuksien osalta on huomattava, että vesistömallinnus ei toistanut seurantapisteillä 23 ja 46 pohjakerroksen pitoisuuksia vesistöstä mitattua pitoisuustasoa vastaavasti. Maksimipitoisuudet voivat olla siten näillä pisteillä (23 ja 46) suurempia kuin vesistömalli on laskenut. Mallinnusraportti on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 7, jossa on esitetty tarkemmin mallinnustulosten vertautuminen vesistöstä mitattuihin pitoisuuksiin.

Taulukko 10-22. Elementisin purkuputken kautta johdettavan kuormituksen (VE1) aiheuttamat mallinnetut nikkelin pitoisuusnousut (keskiarvot ja maksimit) Nuasjärven tarkastelupisteillä eri skenaarioissa pintakerroksessa jakson 102020–05/2024 ajalta.

| Pintakerros | keskiarvo | | | maksimi | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S1 | S2 | S3 | S1 | S2 | S3 |
| Piste | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Nuasjarvi_23 | 0.006 | 0.003 | 0.006 | 0.035 | 0.018 | 0.035 |
| Nuasjarvi_34 | 0.003 | 0.002 | 0.003 | 0.018 | 0.008 | 0.017 |
| Nuasjarvi_35 | 0.005 | 0.002 | 0.005 | 0.039 | 0.011 | 0.035 |
| Nuasjarvi_44 | 0.007 | 0.006 | 0.007 | 0.036 | 0.082 | 0.043 |
| Nuasjarvi_46 | 0.005 | 0.003 | 0.005 | 0.030 | 0.013 | 0.031 |
| Nuasjarvi_45 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.034 | 0.049 | 0.038 |
| Nuasjarvi_16 | 0.012 | 0.003 | 0.007 | 0.074 | 0.015 | 0.065 |
| Nuasjarvi_22 | 0.014 | 0.003 | 0.008 | 0.070 | 0.013 | 0.054 |
| Nuasjarvi_90 | 0.006 | 0.004 | 0.006 | 0.032 | 0.029 | 0.037 |

Taulukko 10-23. Elementisin purkuputken kautta johdettavan kuormituksen (VE1) aiheuttamat mallinnetut nikkelin pitoisuusnousut (keskiarvot ja maksimit) Nuasjärven tarkastelupisteillä eri skenaarioissa pohjakerroksessa jakson 102020–05/2024 ajalta.

| Pintakerros | keskiarvo | | | maksimi | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S1 | S2 | S3 | S1 | S2 | S3 |
| Piste | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Nuasjarvi_23 | 0.021 | 0.007 | 0.030 | 0.109 | 0.149 | 0.258 |
| Nuasjarvi_34 | 0.010 | 0.002 | 0.010 | 0.058 | 0.016 | 0.045 |
| Nuasjarvi_35 | 0.027 | 0.005 | 0.031 | 0.140 | 0.047 | 0.171 |
| Nuasjarvi_44 | 0.012 | 0.024 | 0.014 | 0.061 | 0.229 | 0.096 |
| Nuasjarvi_46 | 0.022 | 0.007 | 0.028 | 0.114 | 0.119 | 0.186 |
| Nuasjarvi_45 | 0.009 | 0.010 | 0.009 | 0.036 | 0.057 | 0.038 |
| Nuasjarvi_16 | 0.065 | 0.003 | 0.011 | 0.277 | 0.032 | 0.083 |
| Nuasjarvi_22 | 0.044 | 0.003 | 0.010 | 0.202 | 0.021 | 0.078 |
| Nuasjarvi_90 | 0.016 | 0.124 | 0.025 | 0.070 | 0.507 | 0.151 |

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-24. Nuasjärven tarkastelupisteiden mallinnetut nikkelipitoisuuden keskiarvot ja maksimiarvot pintakerroksessa eri seurantapisteissä jakson 10/2020-05/2024 ajalta.

| Pintakerros | keskiarvo | | | | maksimi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S0 | S1 | S2 | S3 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| Piste | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Nuasjarvi_23 | 1.17 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 2.96 | 2.73 | 2.70 | 2.89 |
| Nuasjarvi_34 | 1.05 | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.64 | 1.63 | 1.62 | 1.62 |
| Nuasjarvi_35 | 1.12 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 2.53 | 2.63 | 2.49 | 2.47 |
| Nuasjarvi_44 | 1.19 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 2.18 | 2.11 | 2.06 | 2.08 |
| Nuasjarvi_46 | 1.14 | 1.11 | 1.10 | 1.11 | 3.39 | 3.60 | 3.64 | 3.37 |
| Nuasjarvi_45 | 1.21 | 1.17 | 1.17 | 1.17 | 1.93 | 1.86 | 1.84 | 1.85 |
| Nuasjarvi_16 | 1.41 | 1.42 | 1.39 | 1.33 | 5.22 | 5.91 | 6.11 | 5.07 |
| Nuasjarvi_22 | 1.51 | 1.46 | 1.47 | 1.42 | 8.75 | 9.24 | 9.40 | 9.08 |
| Nuasjarvi_90 | 1.16 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 2.46 | 2.29 | 2.33 | 2.30 |
| pisteiden k.a. | 1.23 | 1.19 | 1.19 | 1.18 | 3.57 | 3.71 | 3.73 | 3.55 |

Taulukko 10-25. Nuasjärven tarkastelupisteiden mallinnetut nikkelipitoisuuden keskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa eri seurantapisteissä jakson 10/2020-05/2024 ajalta.

| Pohjakerros | keskiarvo | | | | maksimi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S0 | S1 | S2 | S3 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| Piste | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Nuasjarvi_23 | 1.72 | 1.59 | 1.53 | 1.59 | 4.22 | 3.50 | 4.04 | 3.66 |
| Nuasjarvi_34 | 1.26 | 1.21 | 1.18 | 1.21 | 2.10 | 1.91 | 1.87 | 1.93 |
| Nuasjarvi_35 | 1.81 | 1.67 | 1.62 | 1.66 | 4.39 | 3.97 | 3.91 | 3.79 |
| Nuasjarvi_44 | 1.30 | 1.24 | 1.24 | 1.24 | 2.16 | 2.10 | 2.14 | 2.12 |
| Nuasjarvi_46 | 1.69 | 1.57 | 1.51 | 1.56 | 3.80 | 3.01 | 3.03 | 3.38 |
| Nuasjarvi_45 | 1.24 | 1.18 | 1.19 | 1.18 | 1.94 | 1.87 | 1.83 | 1.85 |
| Nuasjarvi_16 | 2.46 | 2.23 | 2.39 | 2.10 | 7.02 | 7.49 | 7.58 | 6.96 |
| Nuasjarvi_22 | 2.27 | 2.00 | 2.21 | 2.08 | 7.20 | 7.59 | 8.13 | 7.34 |
| Nuasjarvi_90 | 1.46 | 1.39 | 1.40 | 1.37 | 2.22 | 2.22 | 2.14 | 2.20 |
| pisteiden k.a. | 1.72 | 1.59 | 1.61 | 1.58 | 4.10 | 3.93 | 4.06 | 3.88 |

Taulukko 10-26. Elementisin purkuputken kautta johdettavan kuormituksen (VE1) aiheuttamat mallinnetut arseenin pitoisuusnousut (keskiarvot ja maksimit) Nuasjärven tarkastelupisteillä eri skenaarioissa pintakerroksessa jakson 102020–05/2024 ajalta.

| Pintakerros | keskiarvo | | | maksimi | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S1 | S2 | S3 | S1 | S2 | S3 |
| Piste | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Nuasjarvi_23 | 0.031 | 0.017 | 0.031 | 0.185 | 0.079 | 0.153 |
| Nuasjarvi_34 | 0.018 | 0.010 | 0.018 | 0.071 | 0.048 | 0.072 |
| Nuasjarvi_35 | 0.026 | 0.014 | 0.026 | 0.164 | 0.051 | 0.163 |
| Nuasjarvi_44 | 0.035 | 0.030 | 0.033 | 0.131 | 0.438 | 0.177 |
| Nuasjarvi_46 | 0.028 | 0.016 | 0.028 | 0.142 | 0.062 | 0.136 |
| Nuasjarvi_45 | 0.037 | 0.037 | 0.037 | 0.115 | 0.167 | 0.143 |
| Nuasjarvi_16 | 0.058 | 0.016 | 0.038 | 0.457 | 0.066 | 0.339 |

Copyright © AFRY Finland Oy

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nuasjarvi_22 | 0.068 | 0.017 | 0.039 | 0.441 | 0.067 | 0.311 |
| Nuasjarvi_90 | 0.031 | 0.023 | 0.030 | 0.160 | 0.146 | 0.150 |

Taulukko 10-27. Elementisin purkuputken kautta johdettavan kuormituksen (VE1) aiheuttamat mallinnetut arseenin pitoisuusnousut (keskiarvot ja maksimit) Nuasjärven tarkastelupisteillä eri skenaarioissa pohjakerroksessa jakson 102020–05/2024 ajalta.

| Pintakerros | keskiarvo | | | maksimi | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S1 | S2 | S3 | S1 | S2 | S3 |
| Piste | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Nuasjarvi_23 | 0.080 | 0.034 | 0.122 | 0.373 | 0.694 | 1.096 |
| Nuasjarvi_34 | 0.039 | 0.013 | 0.039 | 0.153 | 0.081 | 0.139 |
| Nuasjarvi_35 | 0.094 | 0.022 | 0.109 | 0.458 | 0.113 | 0.606 |
| Nuasjarvi_44 | 0.047 | 0.083 | 0.052 | 0.182 | 0.769 | 0.268 |
| Nuasjarvi_46 | 0.080 | 0.033 | 0.100 | 0.351 | 0.560 | 0.861 |
| Nuasjarvi_45 | 0.041 | 0.043 | 0.041 | 0.113 | 0.179 | 0.149 |
| Nuasjarvi_16 | 0.218 | 0.016 | 0.061 | 0.835 | 0.152 | 0.431 |
| Nuasjarvi_22 | 0.149 | 0.017 | 0.049 | 0.578 | 0.093 | 0.441 |
| Nuasjarvi_90 | 0.059 | 0.388 | 0.084 | 0.198 | 1.634 | 0.382 |

Taulukko 10-28. Nuasjärven tarkastelupisteiden mallinnetut arseenipitoisuuden keskiarvot ja maksimiarvot pintakerroksessa eri seurantapisteissä jakson 10/2020-05/2024 ajalta.

| Pintakerros | keskiarvo | | | | maksimi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S0 | S1 | S2 | S3 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| Piste | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Nuasjarvi_23 | 0,26 | 0,284 | 0,27 | 0,284 | 0,325 | 0,423 | 0,353 | 0,457 |
| Nuasjarvi_34 | 0,256 | 0,269 | 0,262 | 0,27 | 0,308 | 0,329 | 0,303 | 0,328 |
| Nuasjarvi_35 | 0,258 | 0,278 | 0,267 | 0,279 | 0,316 | 0,431 | 0,319 | 0,428 |
| Nuasjarvi_44 | 0,26 | 0,287 | 0,284 | 0,288 | 0,337 | 0,449 | 0,705 | 0,406 |
| Nuasjarvi_46 | 0,259 | 0,281 | 0,269 | 0,281 | 0,316 | 0,4 | 0,327 | 0,407 |
| Nuasjarvi_45 | 0,256 | 0,287 | 0,287 | 0,287 | 0,297 | 0,403 | 0,421 | 0,383 |
| Nuasjarvi_16 | 0,266 | 0,296 | 0,274 | 0,315 | 0,377 | 0,623 | 0,347 | 0,731 |
| Nuasjarvi_22 | 0,272 | 0,299 | 0,277 | 0,327 | 0,549 | 0,623 | 0,363 | 0,754 |
| Nuasjarvi_90 | 0,26 | 0,283 | 0,276 | 0,284 | 0,345 | 0,437 | 0,413 | 0,434 |
| pisteiden k.a. | 0,261 | 0,285 | 0,274 | 0,291 | 0,353 | 0,46 | 0,392 | 0,487 |

Taulukko 10-29. Nuasjärven tarkastelupisteiden mallinnetut arseenipitoisuuden keskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa eri seurantapisteissä jakson 10/2020-05/2024 ajalta.

| Pohjakerros | keskiarvo | | | | maksimi | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S0 | S1 | S2 | S3 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| Piste | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Nuasjarvi_23 | 0,276 | 0,386 | 0,297 | 0,344 | 0,375 | 1,403 | 0,96 | 0,718 |
| Nuasjarvi_34 | 0,263 | 0,295 | 0,269 | 0,295 | 0,302 | 0,415 | 0,342 | 0,429 |
| Nuasjarvi_35 | 0,275 | 0,375 | 0,287 | 0,36 | 0,326 | 0,893 | 0,409 | 0,761 |
| Nuasjarvi_44 | 0,264 | 0,308 | 0,338 | 0,303 | 0,318 | 0,537 | 1,028 | 0,454 |
| Nuasjarvi_46 | 0,274 | 0,364 | 0,295 | 0,343 | 0,334 | 1,175 | 0,826 | 0,645 |

Copyright © AFRY Finland Oy

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nuasjarvi_45 | 0,257 | 0,291 | 0,292 | 0,29 | 0,301 | 0,415 | 0,434 | 0,382 |
| Nuasjarvi_16 | 0,292 | 0,34 | 0,298 | 0,493 | 0,578 | 0,71 | 0,425 | 1,121 |
| Nuasjarvi_22 | 0,291 | 0,33 | 0,303 | 0,434 | 0,774 | 0,723 | 0,619 | 0,908 |
| Nuasjarvi_90 | 0,269 | 0,343 | 0,644 | 0,318 | 0,334 | 0,655 | 1,893 | 0,477 |
| pisteiden k.a. | 0,274 | 0,336 | 0,297 | 0,358 | 0,414 | 0,784 | 0,63 | 0,677 |

#### 10.4.2.4 Muut vedenlaatuun vaikuttavat ominaisuudet

Rehevyystaso

Elementisin ravinnekuormituksen arvioidaan olevan vaihtoehdossa VE1 hiukan suurempaa ja vaihtoehdossa VE2 hiukan pienempää kuin nykytilassa (Taulukko 4-2). Ravinnekuormitus on kokonaisfosforin osalta vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 erittäin vähäistä vaihdellen 9,9–11,2 kg/a. Kokonaistypen osalta kuormitustaso on suhteessa fosforiin suurempi vaihdellen vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 1462–1644 kg/a.

Elementisin ravinnekuormituksen merkitystä Nuasjärven vedenlaatuun arvioidaan taulukossa 10-30 esitettyjen laskennallisten kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuusnousujen perusteella. Pitoisuusnousut on laskettu vesistömallinnuksen avulla kuormitussuhteiden perusteella nikkelin mallinnetun pitoisuusnousun perusteella vaihtoehdon VE1 kuormitustilanteessa.

Pitoisuustason nousu Nuasjärvessä jää sekä kokonaisfosforin että kokonaistypen osalta kaikissa skenaarioissa keskimäärin pintavedessä erittäin vähäiseksi. Kokonaisfosforipitoisuus nousi skenaarioissa S1–S3 keskimäärin <0,01 µg/l ja enimmillään <0,1 µg/l. Kokonaistyppipitoisuus nousi vastaavasti keskimäärin <1 µg/l ja enimmillään alle 10 µg/l. Kokonaisfosforipitoisuudet ovat vaihdelleet Nuasjärven pintavedessä vuosina 2020–2024 havaintopaikoilla 23, 35 ja 46 kesäajan (1.6.–30.9.) keskiarvona 9,9–15,7 µg/l ja kokonaistyppipitoisuudet vastaavasti 328–427 µg/l. Hyvän ja tyydyttävän fysikaalis-kemiallisen tilan luokan raja-arvo on suurille humusjärville kokonaistypen osalta 600 µg/l ja kokonaisfosforin osalta 25 µg/l. Ravinnekuormituksen vaikutukset Nuasjärven rehevyystasoon arvioidaan edellä esitetyn perusteella vähäisiksi. Fysikaalis-kemiallisen tilan raja-arvojen ei arvioida ylittyvän, joten fysikaalis-kemiallinen tilan ja edelleen ekologisen tilan ei siten arvioida muuttuvan ravinnekuormituksen takia nykyisestä kummallakaan vaihtoehdolla (VE1 ja VE2).

Taulukko 10-30. Nuasjärven seurantapisteiden kokonaisravinteiden pitoisuusnousujen keskiarvot ja maksimiarvot pintakerroksessa ajalta 10/2020–05/2024 vaihtoehdon VE1 mukaisella kuormitustasolla.

| Pintakerros | keskiarvo | | | maksimi | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S1 | S2 | S3 | S1 | S2 | S3 |
| Fosfori | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Nuasjarvi_23 | 0,003 | 0,001 | 0,003 | 0,012 | 0,007 | 0,010 |
| Nuasjarvi_34 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,006 | 0,005 | 0,006 |
| Nuasjarvi_35 | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,009 | 0,005 | 0,010 |
| Nuasjarvi_44 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,011 | 0,022 | 0,009 |
| Nuasjarvi_46 | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,010 | 0,006 | 0,010 |
| Nuasjarvi_45 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,010 | 0,010 | 0,009 |
| Nuasjarvi_16 | 0,003 | 0,001 | 0,005 | 0,021 | 0,006 | 0,038 |
| Nuasjarvi_22 | 0,003 | 0,001 | 0,006 | 0,016 | 0,006 | 0,032 |

Copyright © AFRY Finland Oy

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nuasjarvi_90 | 0,003 | 0,002 | 0,003 | 0,010 | 0,012 | 0,009 |
| Typpi | | | | | | |
| Nuasjarvi_23 | 0,39 | 0,22 | 0,39 | 1,72 | 0,99 | 1,52 |
| Nuasjarvi_34 | 0,22 | 0,13 | 0,23 | 0,92 | 0,72 | 0,95 |
| Nuasjarvi_35 | 0,32 | 0,18 | 0,33 | 1,32 | 0,75 | 1,40 |
| Nuasjarvi_44 | 0,44 | 0,41 | 0,46 | 1,66 | 3,20 | 1,34 |
| Nuasjarvi_46 | 0,35 | 0,21 | 0,36 | 1,44 | 0,82 | 1,48 |
| Nuasjarvi_45 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 1,51 | 1,51 | 1,34 |
| Nuasjarvi_16 | 0,49 | 0,21 | 0,73 | 3,10 | 0,83 | 5,55 |
| Nuasjarvi_22 | 0,51 | 0,22 | 0,92 | 2,31 | 0,85 | 4,64 |
| Nuasjarvi_90 | 0,37 | 0,30 | 0,39 | 1,44 | 1,75 | 1,34 |

### Happipitoisuus ja veden pH-taso

Tehdas- ja kaivosalueen purkuvesillä ei ole merkittävää vaikutusta purkuvesistön happitilanteeseen. Esimerkiksi ammoniumtypen pitoisuus purkuvesissä on vähäinen, eikä vedessä ole merkittäviä määriä muuta happea kuluttavaa ainesta. Lahnasjoen happitilanne on vaihdellut vedenlaatutulosten perusteella vuosina 2021–2024 hyvästä erinomaiseen. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 happea kuluttavan kuormituksen ei arvioida lisääntyvän nykyisestä. Purkuvesillä ei arvioida olevan suoraa happea kuluttavaa vaikutusta Nuasjärvessä.

Tehdas- ja kaivosalueen purkuvesillä ja alueelta tulevalla hajakuormituksella on Lahnasjoen veden pH-tasoa kohottava vaikutus. Veden pH vaihteli vuosina 2021–2024 Lahnasjoessa lievästi happamasta emäksiseen. Purkuvesien alkaliniteetti on korkea (0,67 mmol/l), eikä sen arvioida muuttuvan vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Purkuvesillä ei siten ole Nuasjärvessä happamoittavaa vaikutusta. Päinvastoin purkuvedet voivat nostaa hyvin lievästi veden pH-tasoa.

### Muut metallit

Edellä käsiteltyjen nikkelin ja arseenin lisäksi purkuvedet sisältävät myös muita metalleja (Taulukko 4-2). Vaihtoehdossa VE1 metallikuormitus on pääosin hiukan suurempaa ja vaihtoehdossa VE2 hiukan pienempää tai samaa tasoa kuin nykytilassa. Kadmiumin ja lyijyn osalta kuormitustasossa ei arvioida tapahtuvan muutosta lainkaan vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 nykytilaan nähden. Rautakuormituksen arvioidaan olevan vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 alle puolet nykytilan kuormitustasosta.

Muiden metallien kuormituksen vaikutusten suuruusluokkaa Nuasjärvessä arvioidaan kuormitussuhteiden perusteella laskettujen pitoisuusnousujen perusteella vaihtoehdon VE1 kuormitustilanteessa. Kuten edellä sulfaatin, nikkelin ja arseenin vesistövaikutusten perusteella havaittiin, purkuvesien suolaisuus ja järvivettä suurempi tiheys voivat aiheuttaa purkuvesien ajoittaista kertymistä Nuasjärvessä syvänteiden pohjan lähelle, minkä vuoksi tässä on tarkasteltu pohjan läheisen kerroksen tilannetta. Pintavedessä pitoisuusnousut jäävät pienemmiksi kuin pohjan lähellä. Taulukoissa 10-31 ja 10-32 on esitetty eräiden metallien kuormitussuhteiden perusteella lasketut (liukoiset) pitoisuusnousut pohjan lähellä Nuasjärven seurantapisteillä.

Kadmiumin (AA-EQS, 0,1 µg/l, luokat 1 ja 2), biosaatavan lyijyn (AA-EQS, 1,7 µg/l), elohopean (MAC-EQS, 0,07 µg/l), biosaatavan sinkin (AA-EQS, 14,4 µg/l) ja kuparin (AA-EQS, 1,1 µg/l) voimassa oleviin tai ehdotettuihin ympäristönlaatunormeihin verrattuna

Copyright © AFRY Finland Oy

laskennalliset pitoisuusnousut jäävät erittäin pieniksi. Edellä esitetyn perusteella arvioidaan, ettei kuormitus heikennä Nuasjärven kemiallista tilaa nykyiseen luokitteluun verrattuna.

Taulukko 10-31. Nuasjärven seurantapisteiden liukoisen kadmiumin, lyijyn, elohopean ja sinkin pitoisuusnousujen keskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 10/2020–05/2024 ajalta vaihtoehdon VE1 mukaisella kuormitustasolla.

| Pohjakerros | keskiarvo | | | maksimi | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S1 | S2 | S3 | S1 | S2 | S3 |
| Kadmium | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Nuasjarvi_23 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0001 |
| Nuasjarvi_34 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0001 | <0,0001 | 0,0001 |
| Nuasjarvi_35 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0002 | <0,0001 | 0,0001 |
| Nuasjarvi_44 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | <0,0001 |
| Nuasjarvi_46 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 |
| Nuasjarvi_45 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| Nuasjarvi_16 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | <0,0001 | 0,0003 |
| Nuasjarvi_22 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0001 | <0,0001 | 0,0002 |
| Nuasjarvi_90 | <0,0001 | 0,0002 | <0,0001 | 0,0002 | 0,0006 | <0,0001 |
| Lyijy | | | | | | |
| Nuasjarvi_23 | 0,0003 | <0,0001 | 0,0002 | 0,0016 | 0,0009 | 0,0006 |
| Nuasjarvi_34 | 0,0001 | <0,0001 | 0,0001 | 0,0006 | 0,0001 | 0,0007 |
| Nuasjarvi_35 | 0,0003 | <0,0001 | 0,0003 | 0,0010 | 0,0003 | 0,0008 |
| Nuasjarvi_44 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0007 | 0,0012 | 0,0005 |
| Nuasjarvi_46 | 0,0003 | <0,0001 | 0,0002 | 0,0012 | 0,0008 | 0,0007 |
| Nuasjarvi_45 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 |
| Nuasjarvi_16 | 0,0001 | <0,0001 | 0,0006 | 0,0011 | 0,0002 | 0,0016 |
| Nuasjarvi_22 | 0,0001 | <0,0001 | 0,0004 | 0,0006 | 0,0001 | 0,0010 |
| Nuasjarvi_90 | 0,0003 | 0,0011 | 0,0002 | 0,0010 | 0,0034 | 0,0006 |
| Elohopea | | | | | | |
| Nuasjarvi_23 | 0,0002 | <0,0001 | 0,0001 | 0,0009 | 0,0005 | 0,0004 |
| Nuasjarvi_34 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0004 | <0,0001 | 0,0004 |
| Nuasjarvi_35 | 0,0002 | <0,0001 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0002 | 0,0004 |
| Nuasjarvi_44 | <0,0001 | 0,0001 | <0,0001 | 0,0004 | 0,0007 | 0,0003 |
| Nuasjarvi_46 | 0,0002 | <0,0001 | 0,0001 | 0,0007 | 0,0004 | 0,0004 |
| Nuasjarvi_45 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0001 |
| Nuasjarvi_16 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0003 | 0,0006 | 0,0001 | 0,0009 |
| Nuasjarvi_22 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0002 | 0,0003 | <0,0001 | 0,0006 |
| Nuasjarvi_90 | 0,0002 | 0,0007 | 0,0001 | 0,0006 | 0,0019 | 0,0003 |
| Sinkki | | | | | | |
| Nuasjarvi_23 | 0,016 | 0,004 | 0,012 | 0,078 | 0,046 | 0,032 |
| Nuasjarvi_34 | 0,006 | 0,002 | 0,006 | 0,032 | 0,006 | 0,033 |
| Nuasjarvi_35 | 0,015 | 0,003 | 0,014 | 0,048 | 0,015 | 0,038 |
| Nuasjarvi_44 | 0,007 | 0,011 | 0,007 | 0,032 | 0,059 | 0,023 |
| Nuasjarvi_46 | 0,015 | 0,004 | 0,012 | 0,061 | 0,038 | 0,033 |
| Nuasjarvi_45 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,014 | 0,015 | 0,013 |
| Nuasjarvi_16 | 0,007 | 0,002 | 0,030 | 0,053 | 0,010 | 0,077 |
| Nuasjarvi_22 | 0,006 | 0,002 | 0,020 | 0,030 | 0,007 | 0,050 |

Copyright © AFRY Finland Oy

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nuasjarvi_90 | 0,013 | 0,057 | 0,009 | 0,049 | 0,167 | 0,028 |

Taulukko 10-32. Nuasjärven seurantapisteiden kuparin, antimonin, ja mangaanin pitoisuusnousujen keskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 10/2020–05/2024 ajalta vaihtoehdon VE1 mukaisella kuormitustasolla.

| Pohjakerros | keskiarvo | | | maksimi | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Skenaario | S1 | S2 | S3 | S1 | S2 | S3 |
| Kupari | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Nuasjarvi_23 | 0,002 | <0,001 | 0,002 | 0,011 | 0,007 | 0,005 |
| Nuasjarvi_34 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,005 | <0,001 | 0,005 |
| Nuasjarvi_35 | 0,002 | <0,001 | 0,002 | 0,007 | 0,002 | 0,006 |
| Nuasjarvi_44 | 0,001 | 0,002 | <0,001 | 0,005 | 0,009 | 0,003 |
| Nuasjarvi_46 | 0,002 | <0,001 | 0,002 | 0,009 | 0,006 | 0,005 |
| Nuasjarvi_45 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,002 |
| Nuasjarvi_16 | 0,001 | <0,001 | 0,004 | 0,008 | 0,002 | 0,011 |
| Nuasjarvi_22 | <0,001 | <0,001 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | 0,007 |
| Nuasjarvi_90 | 0,002 | 0,008 | 0,001 | 0,007 | 0,025 | 0,004 |
| Antimoni | | | | | | |
| Nuasjarvi_23 | 0,041 | 0,010 | 0,030 | 0,192 | 0,114 | 0,080 |
| Nuasjarvi_34 | 0,016 | 0,004 | 0,016 | 0,078 | 0,015 | 0,082 |
| Nuasjarvi_35 | 0,038 | 0,007 | 0,033 | 0,118 | 0,036 | 0,093 |
| Nuasjarvi_44 | 0,018 | 0,026 | 0,016 | 0,080 | 0,147 | 0,058 |
| Nuasjarvi_46 | 0,036 | 0,010 | 0,030 | 0,152 | 0,093 | 0,082 |
| Nuasjarvi_45 | 0,013 | 0,013 | 0,012 | 0,034 | 0,038 | 0,032 |
| Nuasjarvi_16 | 0,018 | 0,005 | 0,074 | 0,131 | 0,026 | 0,192 |
| Nuasjarvi_22 | 0,015 | 0,005 | 0,050 | 0,074 | 0,018 | 0,124 |
| Nuasjarvi_90 | 0,033 | 0,141 | 0,023 | 0,121 | 0,415 | 0,068 |
| Mangaani | | | | | | |
| Nuasjarvi_23 | 0,175 | 0,042 | 0,130 | 0,827 | 0,490 | 0,344 |
| Nuasjarvi_34 | 0,069 | 0,018 | 0,068 | 0,337 | 0,066 | 0,352 |
| Nuasjarvi_35 | 0,163 | 0,031 | 0,144 | 0,508 | 0,156 | 0,402 |
| Nuasjarvi_44 | 0,078 | 0,113 | 0,070 | 0,345 | 0,632 | 0,248 |
| Nuasjarvi_46 | 0,157 | 0,042 | 0,129 | 0,653 | 0,401 | 0,353 |
| Nuasjarvi_45 | 0,054 | 0,056 | 0,054 | 0,146 | 0,164 | 0,139 |
| Nuasjarvi_16 | 0,079 | 0,020 | 0,320 | 0,563 | 0,111 | 0,826 |
| Nuasjarvi_22 | 0,066 | 0,021 | 0,217 | 0,318 | 0,079 | 0,536 |
| Nuasjarvi_90 | 0,142 | 0,609 | 0,097 | 0,519 | 1,787 | 0,294 |

#### 10.4.2.5 Rikastuskemikaalijäämät

Rikastuskemikaaleja käytetään erottamaan haluttu erotettava fraktio jauhetusta kiviaineksesta. Talkin rikastuksessa käytetään alkoholijohdannaista vaahdotetta. Nikkelirikastuksessa aktivointikemikaalina käytetään kuparisulfaattia, kokoojakemikaalina natriumetyyliksantaattia, painajana karboksimetyyliselluloosaa (CMC) sekä polymeerivaahdotetta. Nikkelisuodatuksen apuaineena käytetään lisäksi alumiinisulfaattia. Luvussa 4.9 on esitetty tarkemmin toiminnassa käytettävät kemikaalit.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vesistöön johdettavien tehtaan prosessivesien toksisuutta tutkitaan toksisuustestein. Toksisuustestit huomioivat kaikkien aineiden yhteisvaikutuksen, mukaan lukien myös mahdolliset rikastuskemikaalijäämät. Esimerkiksi natriumetyyliksantaatin käyttömäärä vaihtoehdossa VE0 on 12 t/a ja vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 24 t/a.

Prosessiveden ekotoksisuustestitulosten perusteella vesissä ei ole havaittu vuosina 2021 ja 2024 toksisuutta. Vesien toksisuutta tutkitaan osana kaivos- ja tehdasalueen ympäristötarkkailua valobakteeritestin, viherlevätestin ja vesikirpputestin avulla kolmen vuoden välein.

#### 10.4.2.6 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.

Haitta-aineiden yhteisvaikutusta arvioitiin TU-laskennan avulla Lahnasjoessa hankevaihtoehdon VE0 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. Vuoden 2024 vedenlaatuaineiston perusteella laskettiin Bio-met-työkalun avulla biosaatavien metallien keskimääräiset pitoisuudet ja prosenttiosuudet. Kuparille, nikkelille, lyijylle ja sinkille laskettiin pitoisuuslisäyksen osalta biosaatava pitoisuus laskettujen prosenttiosuuksien avulla. Laskennan edellyttäminä lisätietoina (pH, DOC, kok.Ca) käytettiin näytteenottopaikan omia pitoisuuksia tai tarvittaessa vuoden 2024 keskiarvopitoisuutta. Laskennassa on huomioitu edellä mainitun kuormitustilanteen tuottamat keskimääräiset ainepitoisuudet vesistössä, ei hetkellisiä kuormitushuippuja.

Lahnasjoessa laskennallinen TU-arvo on suuri, mikä viittaa siihen, että haitallisten yhteisvaikutusten esiintyminen on VE0 mukaisella kuormitustasolla todennäköistä (Taulukko 10-33). Nykyisin velvoitetarkkailussa havaittu tila on kuvattu vesieliöstön osalta luvussa 12 ja kalaston osalta luvussa 13.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-33. Suomalaiset ja ruotsalaiset ympäristönlaatunormit ja ohjearvot, Lahnasjoen yläpuolisen Unijoen keskimääräiset ainepitoisuudet (taustapitoisuus), vaihtoehdon VE0 mukaisen kuormituksen seurauksena mitattavat ainepitoisuudet (taustapitoisuus + pitoisuuslisä) sekä TU-laskennan tulokset. Arseenin osalta laatunormiin verrataan pitoisuuslisäystä (ei tausta+lisäystä).

| Lahnasjoki | | | Laatu- | Tausta- | VE0, ka sadanta | | TU |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | normi | pitoisuus | lisäys | tausta+lisä | |
| As° | liukoinen* | µg/l | 0,5 | 0,20 | 1,48 | - | 2,96 |
| Cd | liukoinen | µg/l | 0,1 | 0,038 | 0,003 | 0,041 | 0,41 |
| Cr | liukoinen | µg/l | 3,4 | 0,54 | 0,070 | 0,610 | 0,18 |
| Cu⁺ | biosaatava | µg/l | 1,1 | 0,03 | 0,027 | 0,060 | 0,05 |
| Ni | biosaatava | µg/l | 5 | 0,86 | 0,32 | 1,18 | 0,24 |
| Pb | biosaatava | µg/l | 1,7 | 0,006 | 0,001 | 0,01 | 0,004 |
| SO4⁺ | kokonais | mg/l | 39 | 5,80 | 182,00 | 187,80 | 4,82 |
| Zn⁺ | biosaatava | µg/l | 14,4 | 1,99 | 0,19 | 2,18 | 0,15 |
| | | | | | | | 8,81 |

**taustapitoisuus vähennetään havaitusta pitoisuudesta ennen vertailua raja-arvoon, eli laatunormi on annettu pitoisuuslisäykselle*

*°Havs- och Vattenmyndigheten 2018*

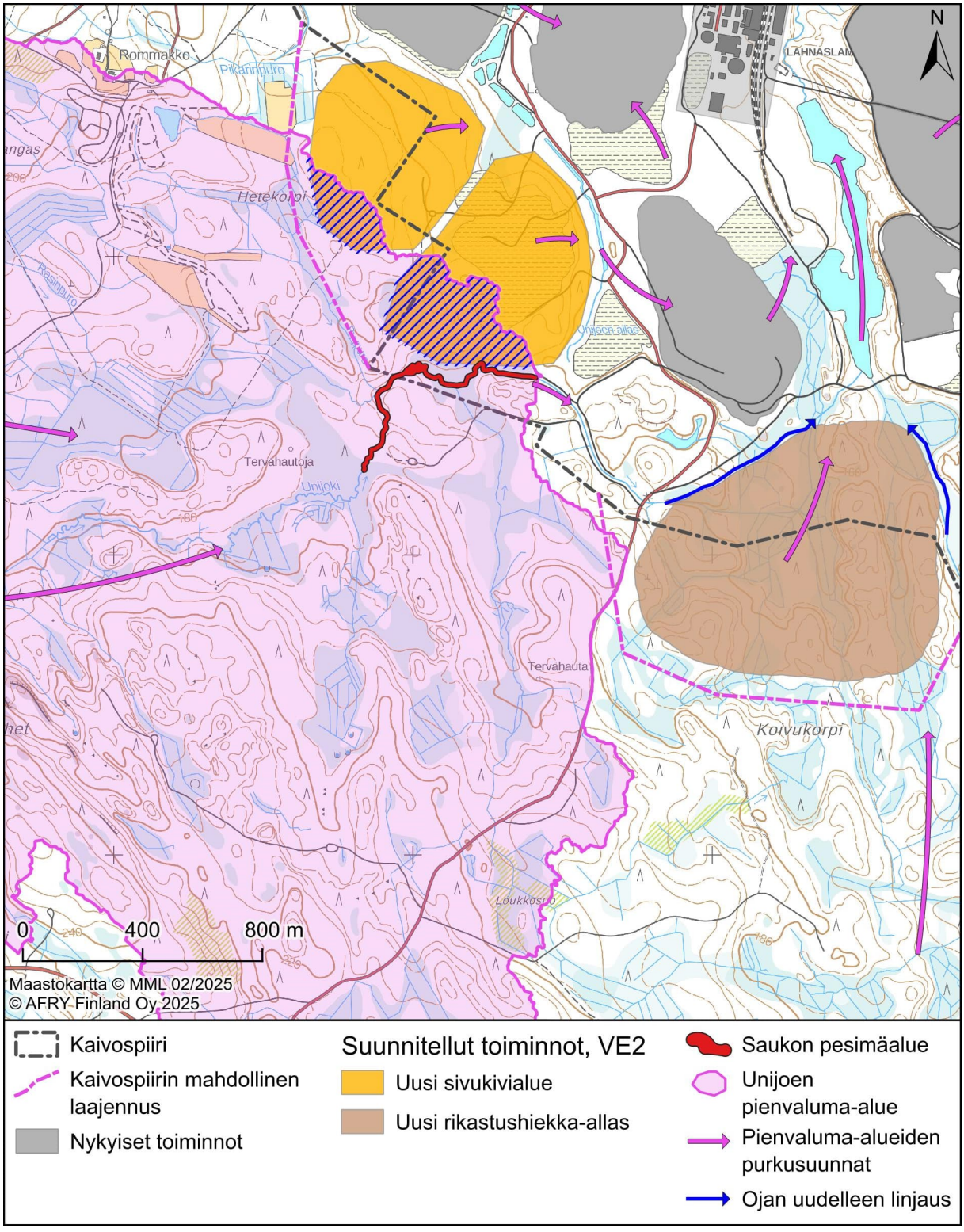
*⁺Mehtonen ym. 2023*

### 10.4.2.7 Valuma-alueet

Vaihtoehdossa VE2 rakennetaan kaksi uutta sivukivialuetta, ja ne sijaitsevat osittain Unijoen valuma-alueella. Sivukivialueiden ympärille rakennetaan ojitukset, jotka pienentävät Unijoen valuma-aluetta. Unijoen valuma-alueen nykyinen kokonaispinta-ala on noin 15 $km^2$ eli noin 1500 ha (Kuva 10-5). Sivukivialueet pienentävät valuma-aluetta noin 16 ha. Valuma-alue pienenee siis noin yhden prosentin verran, eikä valuma-alueen pienenemisellä arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia Unijoen virtaamaan.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Koivukorven alueelle rakennetaan uusi rikastushiekka-allas. Rakennettavan rikastushiekka-altaan takia lännestä tulevaa Unijoen muokattua osaa sekä etelä-kaakosta tulevaa Papinlammenojaa on uudelleen linjattava rikastushiekka-altaan kohdalla. Ojien uudelleen linjaukset on esitetty kuvassa (Kuva 10-29).

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 10-29. Unijoen pienvaluma-alue (osa) sekä Unijoen muokatun uoman ja Papinlammenojan alustava uudelleenlinjaus.

Copyright © AFRY Finland Oy

### 10.4.2.8 Vesistövaikutukset 20.12.2024 jätetyn lupahakemuksen mukaisella kuormitustasolla

Elementis jätti ympäristölupahakemuksen 20.12.2024, jossa mm. esitettiin aiempaa pienemmät luparajat nikkelille ja arseenille sekä uusi luparaja sulfaatille. YVA-selostusvaiheen käynnistyttyä vuoden 2025 puolella, kuormitustasoa (hankevaihtoehdot VE1 ja VE2) saatiin vähennettyä suunnittelemalla sulfaatinpoisto osaksi vesienkäsittelyä. Koska lupaprosessi edellä mainittuun hakemukseen liittyen on kesken, on tähän YVA-selostukseen liitetty kuvaus vesistövaikutuksista aiemmin haetun luparajan mukaisella kuormitustasolla (7000 tn/a). Kuvaus pohjautuu lupahakemuksessa esitettyyn vesistövaikutusarvioon. Lupahakemuksessa esitetyt vesistövaikutukset kuvaavat tilannetta, jossa kuormitus johdettaisiin nykytilan mukaisesti Lahnasjokeen.

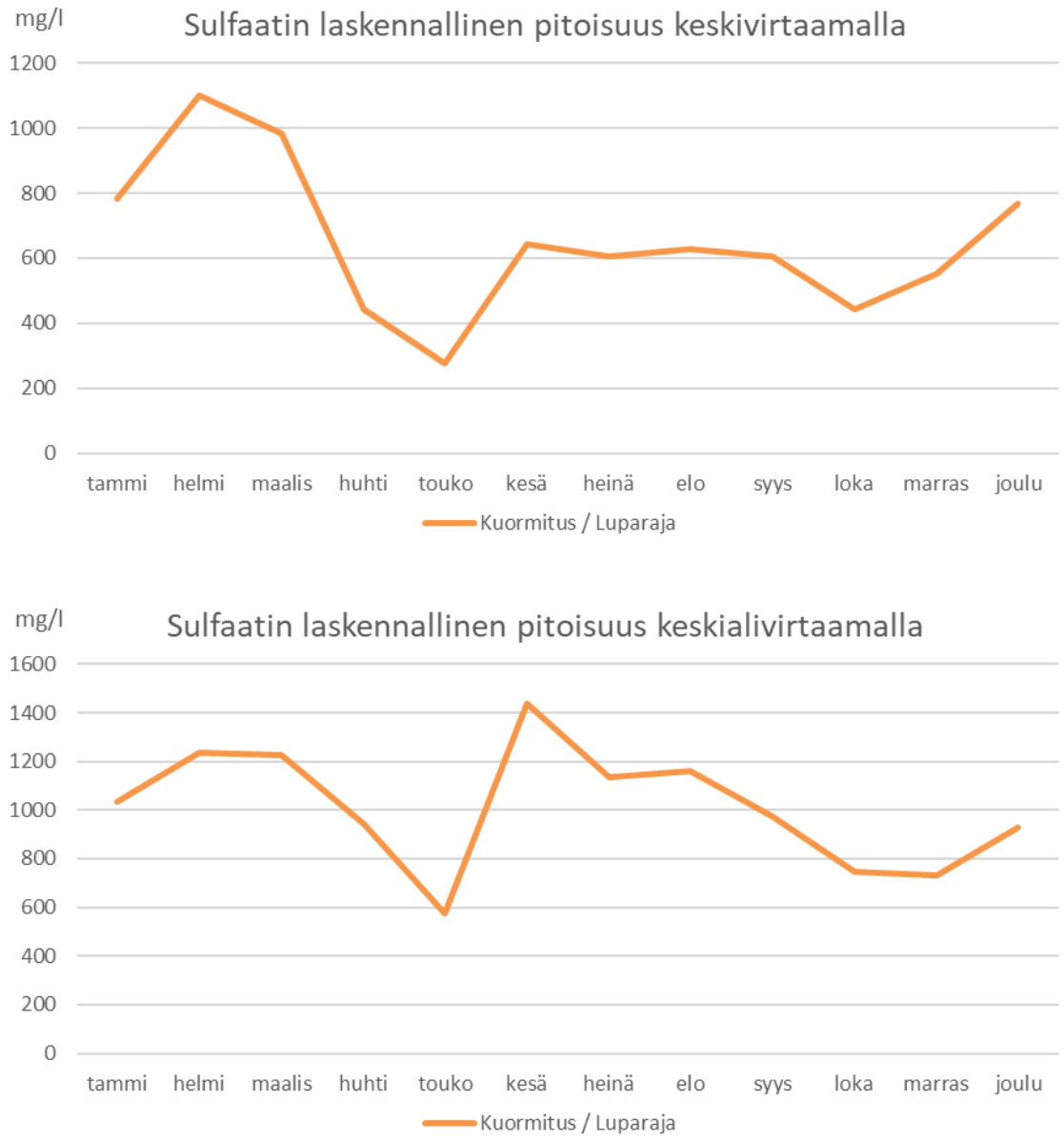
YVA-menettelyn valmistuttua Elementis tulee hakemaan uutta ympäristölupaa YVA-menettelyjen vaihtoehtojen (VE1 ja VE2) pohjalta.

#### Vaikutukset Lahnasjoessa

Sulfaatille ehdotetun luparajan mukaisen kuormitustason (7000 tn/a) vaikutuksia Lahnasjoen vedenlaatuun tarkasteltiin sekoittumislaskelmien avulla. Laskelmissa kuormituksen vaikutuksia tarkasteltiin kuukausitasolla Lahnasjoen keski- ja keskialivirtaamatilanteissa. Virtaamana käytettiin havaintopaikalla FM13 sijaitsevan jatkuvatoimisen mittausaseman vuosien 2021–2023 (juoksutukset käynnissä) virtaamadataa. Lahnasjoen taustapitoisuus laskettiin purkuputken yläpuolisen havaintopaikan FM14 vuosien 2015–2023 vedenlaatutulosten perusteella. On huomattava, että laskennallisessa tarkastelussa ei huomioida Lahnasjoen osalta havaintopaikkojen FM14 ja FM13 välille kohdistuvaa hajakuormitusta. Sulfaatin laskennalliset pitoisuudet Lahnasjoessa keskivirtaamalla ja keskialivirtaamalla on esitetty kuvassa 10-30.

Sulfaatille ehdotetun luparajan (7000 t/a) mukaisella kuormitustasolla Lahnasjoen sulfaattipitoisuus oli havaintopaikalla FM13 keskivirtaamalla keskimäärin 653 mg/l (vaihteluväli 275–1101 mg/l). Sulfaatille ehdotettu vuosikeskiarvoa koskeva ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 39 mg/l) ylittyi laskennallisen tarkastelun perusteella keskivirtaamalla ehdotetun luparajan mukaisessa kuormitustilanteessa. Keskialivirtaamatilanteessa luparajan mukaisella kuormitustasolla Lahnasjoen sulfaattipitoisuus vaihteli kuukausitasolla 573–1437 mg/l eli sulfaatille ehdotettu hetkellinen suurin sallittu pitoisuus MAC-EQS (279 mg/l) ylittyi. Lisäksi on huomattava, että purkuvesien lisäksi kaivos- ja tehdasalueelta tuleva hajakuormitus kohottaa myös pitoisuuksia Lahnasjoessa.

Copyright © AFRY Finland Oy



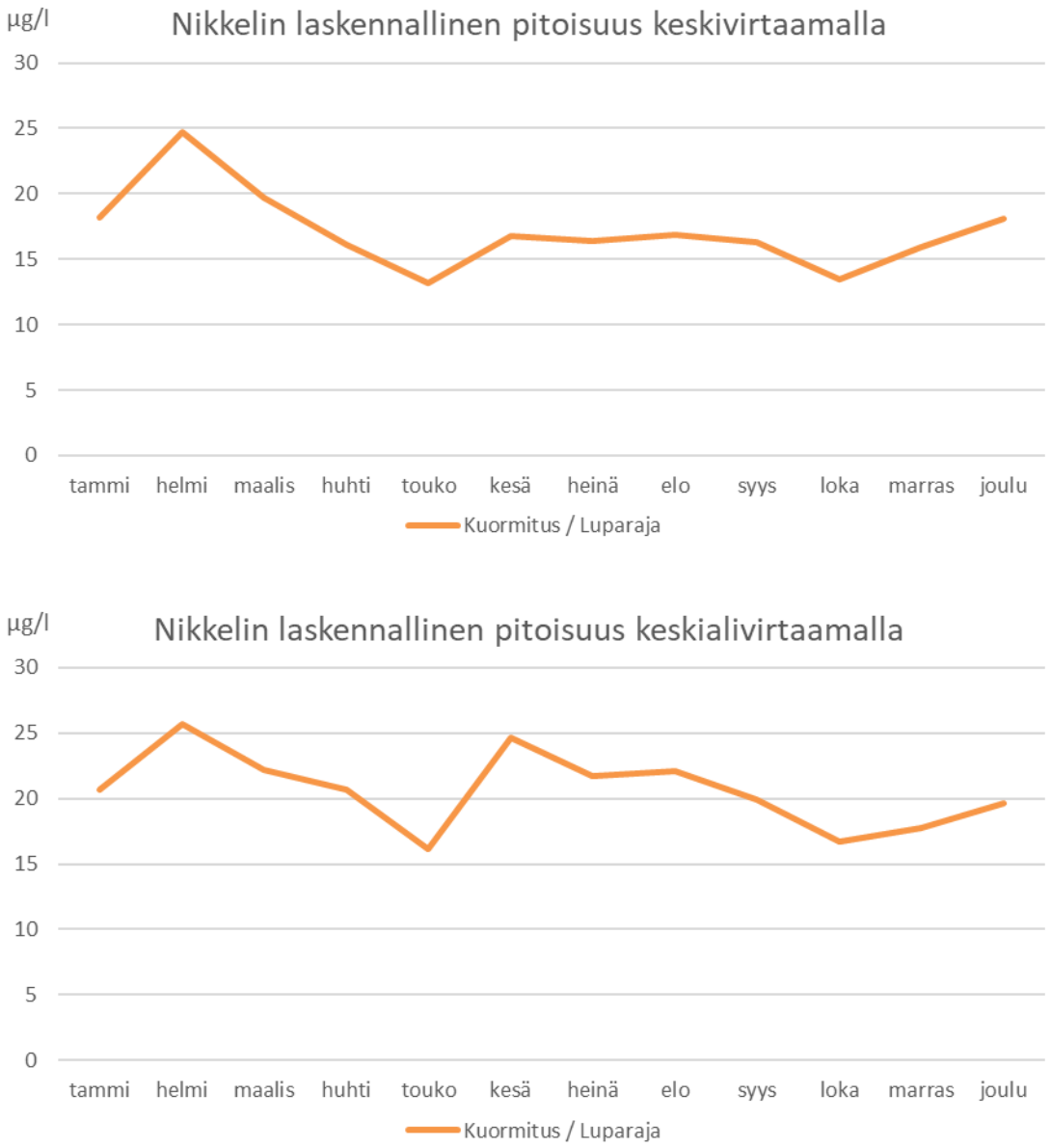

Kuva 10-30. Sulfaatin laskennallinen pitoisuus (mg/l) Lahnasjoessa keskivirtaamalla (ylempi kuvaaja) ja keskialivirtaamalla (alempi kuvaaja) esitetyn luparajan mukaisessa kuormitustilanteessa.

Nikkelille ja arseenille ehdotettujen luparajojen mukaisen kuormituksen vaikutuksia Lahnasjoen vedenlaatuun tarkasteltiin sekoittumislaskelmien avulla. Laskelmissa kuormitusten vaikutuksia tarkasteltiin kuukausitasolla Lahnasjoen keski- ja keskialivirtaamatilanteissa. Virtaamana käytettiin havaintopaikalla FM13 sijaitsevan jatkuvatoimisen mittausaseman vuosien 2021–2023 (juoksutukset käynnissä) virtaamadataa. Lahnasjoen taustapitoisuus laskettiin purkuputken yläpuolisen havaintopaikan FM14 vuosien 2015–2023 vedenlaatutulosten perusteella. On huomattava, että laskennallisessa tarkastelussa ei huomioida havaintopaikkojen FM14 ja FM13 välille kohdistuvaa hajakuormitusta.

Nikkelille ehdotetun luparajan (100 kg/a) mukaisella kuormitustasolla Lahnasjoen nikkelipitoisuus oli havaintopaikalla FM13 keskivirtaamalla vuosikeskiarvona 17 µg/l (vaihteluväli kuukausitasolla 13–25 mg/l). Jos oletetaan, että nikkeli oli kokonaan liukoisessa

Copyright © AFRY Finland Oy

muodossa ja liukoisesta nikkelistä 20 % oli biosaatavassa muodossa, biosaatavan nikkelin vuosikeskiarvo Lahnasjoessa oli 3,4 µg/l. Sekoittumislaskelman perusteella biosaatavalle nikkelille asetettu vuositason ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 5 µg/l) ei ylity lupaehtojen mukaisessa kuormitustilanteessa. Keskialivirtaamatilanteessa Lahnasjoen nikkelipitoisuus olisi skenaarion V1 mukaisella kuormitustasolla 16–26 µg/l eli jäisi pienemmäksi kuin liukoiselle nikkelille asetettu suurin sallittu hetkellinen enimmäispitoisuus (MAC-EQS, 34 µg/l).

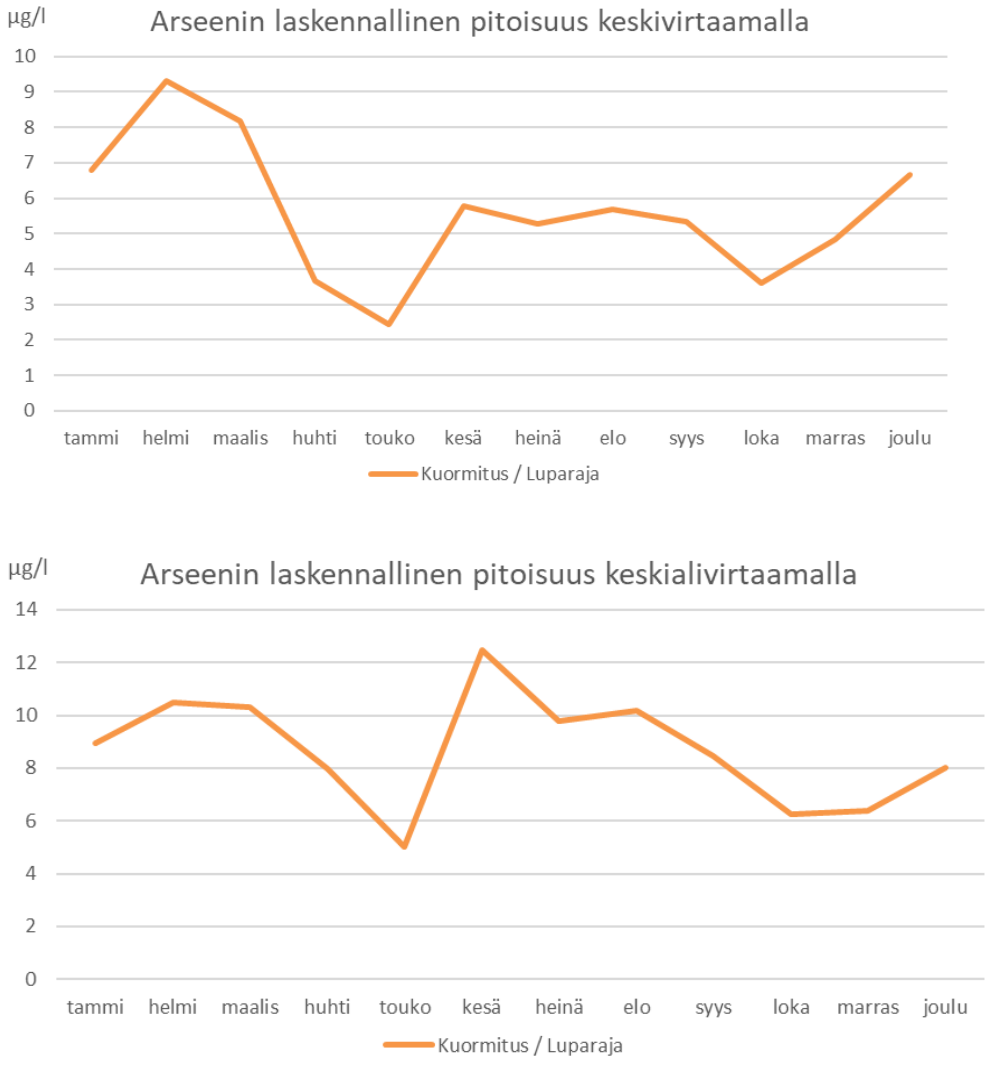



Kuva 10-31. Nikkelin laskennallinen pitoisuus (µg/l) Lahnasjoessa keskivirtaamalla (ylempi kuvaaja) ja keskialivirtaamalla (alempi kuvaaja) esitetyn luparajan mukaisessa kuormitustilanteessa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Arseenille ehdotetun luparajan (60 kg/a) mukaisella kuormitustasolla Lahnasjoen arseenipitoisuus oli havaintopaikalla FM13 keskivirtaamalla vuosikeskiarvona 5,6 µg/l (vaihteluväli kuukausitasolla 2,5–9,3 mg/l). Euroopan kemikaaliviraston arvioima suurin haitaton arseenin pitoisuus (PNEC-arvo) ei ylittyisi ehdotetun luparajan mukaisella kuormitustasolla vuosikeskiarvona.

Arseenin pitoisuusnousu yläpuoliseen havaintopaikkaan FM14 nähden oli keskimäärin 4,6 µg/l. Ruotsin sisävesien liukoisen arseenin pitoisuusnousulle asetettu hyvän fysikaalis-kemiallisen tilan raja-arvo (0,5 µg/l) ylittyi laskennallisen tarkastelun perusteella, vaikka oletettaisiin 80 % arseenista olevan liukoisessa muodossa. Keskialivirtaamatilanteessa Lahnasjoen arseenipitoisuus vaihtelisi skenaarion V1 mukaisella kuormituksella kuukausitasolla 5,0–12,5 µg/l ja pitoisuusnousu yläpuoliseen havaintopaikkaan FM14 nähden 4,0–11,5 eli Ruotsin sisävesien liukoisen arseenin hetkellisen maksimipitoisuuden raja-arvo (7,9 µg/l) ylittyisi ajoittain, vaikka oletettaisiin 80 % arseenista olevan liukoisessa muodossa.




Kuva 10-32. Arseenin laskennallinen pitoisuus (µg/l) Lahnasjoessa keskivirtaamalla (ylempi kuvaaja) ja keskialivirtaamalla (alempi kuvaaja) esitetyn luparajan mukaisessa kuormitustilanteessa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vaikutukset Nuasjärvessä

Luparajojen mukaisen kuormituksen vaikutuksia Nuasjärven vedenlaatuun on tarkasteltu joulukuussa 2024 päivitetyn Nuasjärven vesistömallinnuksen avulla. Vesistömallinnus on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 15. Vesistömallinnuksessa laskettiin sulfaatin, nikkelin ja arseenin leviämistä Elementisin kaivosalueelta Lahnasjoen kautta Nuasjärveen. Terrafamen purkuputken kuormitus huomioitiin luparajan sallimana maksimikuormituksena ($SO_4$: 15 000 tn/a).

Sulfaatille ehdotetun luparajan (7000 t/a) mukaisen kuormitustason vaikutuksia Nuasjärvessä arvioitiin joulukuussa 2024 päivitetyn Nuasjärven vesistömallinnuksen skenaarion V4 avulla. Juoksutettavien vesien määräksi oletettiin vuositasolla 3,0 $Mm^3$, ja tarkastelussa oletettiin esitettyjen luparajojen mukaisen kuormituksen kohdistuvan tasaisesti vesistöön eri kuukausina. Kuormitus oletettiin johdettavan vesistöön nykytilan mukaisesti Lahnasjokea pitkin.

Lupahakemuksen skenaarion V4 mukaisessa kuormitustilanteessa sulfaattipitoisuudet olivat Jormaslahden havaintopaikoilla sekä Jormaslahden edustan syvänteellä pintavedessä vain hiukan suuremmat kuin lupahakemuksen skenaariossa V0. Pohjan lähellä pitoisuusnousu oli voimakkaampaa. Jormaslahden havaintopaikoilla keskimääräinen sulfaattipitoisuus vaihteli pintavedessä 11,9–13,2 mg/l (ka. 12,6 mg/l) ja pohjan lähellä 29,7–31,7 mg/l (ka. 30,7 mg/l). Vastaavasti Jormaslahden edustan (Jormaslahti_23) syvännealueella sulfaattipitoisuus oli keskimäärin pintavedessä 9,3 mg/l ja pohjan lähellä 44,9 mg/l. Suurimmat keskimääräiset pitoisuusnousut olivat Jormaslahden pisteiden Nuasjärvi_16 ja Nuasjärvi_22 pohjakerroksessa, mutta myös syvännepisteiden Nuasjärvi_23, Nuasjärvi_35 ja Nuasjärvi_46 pohjakerroksessa oli selvää pitoisuusnousua. Myös havaintopaikan Nuasjärvi_34 pohjakerroksessa Nuasjärven itäosassa näkyi syvännepisteitä vastaava pitoisuusnousu.

Sulfaatille ehdotettu vuosikeskiarvoa koskeva ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 39 mg/l) ei ylittynyt vesistömallinnuksen mukaan pintavedessä millään seurantapisteellä kummassakaan skenaariossa. Pohjan lähellä ehdotettu ympäristönlaatunormi ylittyi sen sijaan lupahakemuksen skenaarion V4 mukaisessa kuormitustilanteessa havaintopaikoilla Nuasjärvi_23, Nuasjärvi_35 ja Nuasjärvi_46. Sulfaattipitoisuuden lasketut päiväkeskiarvot jäivät selvästi alle sulfaatille ehdotetun hetkellisen suurimmat sallitun pitoisuuden (MAC-EQS, 279 mg/l) (Kuva 10-33).

Copyright © AFRY Finland Oy

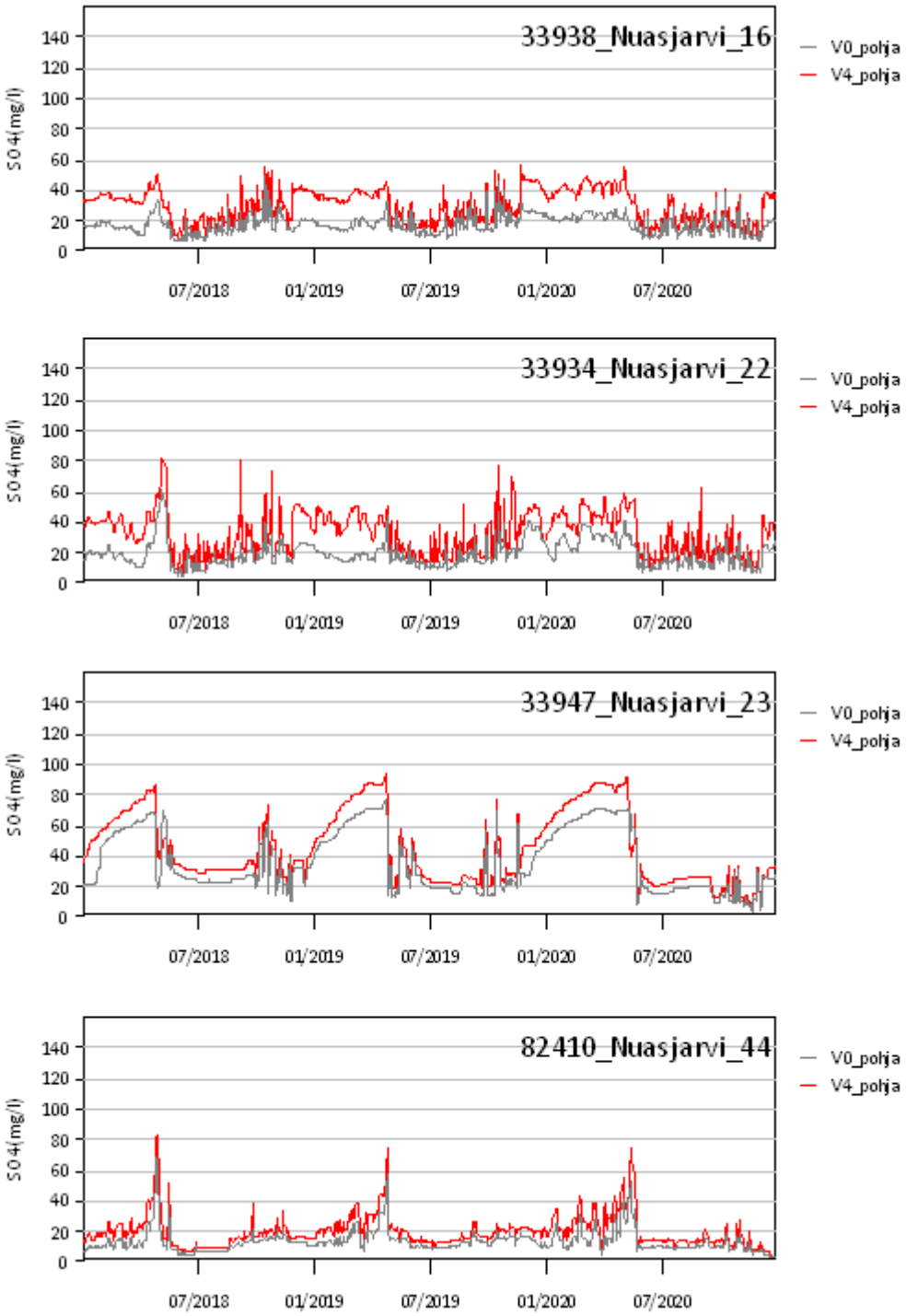
Taulukko 10-34 Keskimääräiset sulfaattipitoisuudet lupahakemuksen 2024 mukaisilla skenaarioilla V0 (ei juoksutusvesiä) ja V4 valituissa seurantapisteissä jaksolla 01/2018–01/2021. *) Jormaslahden keskiarvopitoisuus on pisteiden Nuasjärvi_16 ja Nuasjärvi_22 keskiarvo.

| Piste | SO4 (mg/l) | |
|---|---|---|
| Pohja | Lupahakemus V0 | Lupahakemus V4 |
| Nuasjarvi_23 | 36.1 | 44.9 |
| Nuasjarvi_34 | 8.8 | 17.8 |
| Nuasjarvi_35 | 40.5 | 49.5 |
| Nuasjarvi_44 | 13.8 | 19.9 |
| Nuasjarvi_46 | 33.1 | 41.6 |
| Nuasjarvi_45 | 10.9 | 14.6 |
| Nuasjarvi_16 (*) | 17.9 | 29.7 |
| Nuasjarvi_22 (*) | 19.5 | 31.7 |
| k.a. Jormaslahti (*) | 18.7 | 30.7 |
| k.a. muut pisteet | 23.9 | 31.4 |
| Pinta | Lupahakemus V0 | Lupahakemus V4 |
| Nuasjarvi_23 | 7.4 | 9.3 |
| Nuasjarvi_34 | 5.6 | 6.8 |
| Nuasjarvi_35 | 7.0 | 8.8 |
| Nuasjarvi_44 | 7.5 | 9.6 |
| Nuasjarvi_46 | 7.1 | 8.9 |
| Nuasjarvi_45 | 7.4 | 9.4 |
| Nuasjarvi_16 (*) | 10.8 | 11.9 |
| Nuasjarvi_22 (*) | 11.3 | 13.2 |
| k.a. Jormaslahti (*) | 11.1 | 12.6 |
| k.a. muut pisteet | 7.0 | 8.8 |

Sulfaattipitoisuuden muutos skenaarioiden V0 ja V4 välillä jäi mallinnustulosten perusteella suhteellisen vähäiseksi (Kuva 10-33). Mallinnustulosten perusteella voidaan siten arvioida, ettei skenaarion V4 mukaisen sulfaattikuormituksen arvioida lisäävän pinnan ja pohjan läheisen vesikerroksen välistä tiheyseroa siinä määrin, että se heikentäisi syystäyskierron tapahtumista. Vesistömallinnuksen tulosten perusteella on kuitenkin havaittu, että malli ei toista talviaikaisia järvivettä tiheämmän purkuveden kulkureittejä välttämättä oikein, vaan purkuvesi kulkeutuu Jormaslahdelta enemmän havaintopaikan Nuasjärvi_23 suuntaan kuin mitä malli arvioi (Liite 15). Mikäli syvänteisiin kertyy merkittävästi sulfaattia, se voimistaa kerrostuneisuutta, jolloin järven kevät- ja syyskierrot voivat järven syvänteiden osalta häiriintyä. Mallin arvio syvänteiden suolapitoisuuden muutoksista on todennäköisesti liian pieni, joten vaikutukset voivat olla suurempia kuin mitä mallituloksista näkyy.

Velvoitetarkkailun vedenlaatutulosten perusteella sulfaatin maksimipitoisuudet ylittivät havaintopaikalla Nuasjärvi_23 vuosina 2022–2023 pohjan lähellä sulfaatille ehdotetun maksimipitoisuuden (MAC-EQS, 279 mg/l). Myös sulfaatille ehdotettu pitkänajan ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 39 mg/l) ylittyi vuosina 2022–2023. Mallinnustulosten ja mitattujen vedenlaatutulosten välinen ero on todennäköisesti seurausta siitä, että malli sekoittaa purkuvesiä liikaa eli matkalla purkupaikalta syvänteen pohjalle purkuvesiin sekoittuu mallissa enemmän järvivettä kuin mitä todellisuudessa tapahtuu. Vesistömallin arvioimat pitoisuustasot voivat siten olla tosiasiallisesti suurempia, eikä sulfaatille ehdotetun maksimipitoisuuden (MAC-EQS, 279 mg/l) ylittymistä voida poissulkea.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 10-33. Mallinnuksessa lasketut päiväkohtaiset sulfaattipitoisuudet eri skenaarioilla pohjakerroksessa.

Nikkelille ehdotetun luparajan (100 kg/a) ja arseenille ehdotetun luparajan (60 kg/a) mukaisten kuormitustasojen vaikutuksia Nuasjärvessä arvioitiin lupahakemuksen vesistömallinnuksen skenaarion V4 avulla. Taulukoissa 10-35 ja 10-36 on esitetty nikkelin ja arseenin keskimääräiset pitoisuudet skenaarioissa V0 (ei juoksutuksia), V1 ja V4.

Nikkelin keskimääräiset pitoisuudet (jakso 1/2018–01/2021) olivat kaikilla seurantapisteillä mallinnetuilla skenaarioilla pienet. Suurimmat keskimääräiset pitoisuudet todettiin

Copyright © AFRY Finland Oy

Jormaslahden havaintopaikoilla (Nuasjärvi_16 ja Nuasjärvi_22) sekä pinnassa että pohjan läheisessä vesikerroksessa. Biosaatavalle nikkelille asetettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 5 µg/l) ei ylittynyt millään havaintopaikalla pinnassa eikä pohjan läheisessä vesikerroksessa, vaikka oletettaisiin kaiken nikkelin olevan biosaatavassa muodossa.

Eri lupahakemuksen skenaarioiden välillä keskimääräisten pitoisuuksien erot olivat pieniä. Lupahakemuksen skenaariolla V4 pitoisuustasot Jormaslahden havaintopaikoilla olivat hieman yllättäen skenaariota V0 pienempiä. Tämä johtui siitä, että skenaariolla V0 Lahnasjoen vesi sekoittuu jo Jormaslahdella koko vesisyvyyteen, ja muilla skenaarioilla, skenaariota V0 tiheämpi Lahnasjoen vesi kulkeutuu pohjaa pitkin pidemmälle Nuasjärvelle, mikä näkyy järvellä olevien pisteiden pohjakerroksen suurempana nikkelipitoisuutena skenaarioon V0 verrattuna. Nikkelipitoisuuden lasketut päiväkeskiarvot jäivät selvästi alle nikkelin hetkellisen suurimmat sallitun pitoisuuden (MAC-EQS, 34 µg/l) (Kuva 10-34).

Arseenin keskimääräiset pitoisuudet (jakso 1/2018–01/2021) olivat kaikilla seurantapisteillä ja mallinnetuilla skenaarioilla erittäin pienet. Nikkelin tavoin suurimmat keskimääräiset pitoisuudet todettiin Jormaslahden havaintopaikoilla, mutta ero muihin pisteisiin oli erittäin vähäinen. Käytännössä eri skenaarioiden pitoisuustasot poikkesivat taustapitoisuudesta (0,25 µg/l) vain vähän. Myöskään pinnan ja pohjan läheisen vesikerroksen pitoisuustasossa ei todettu eroa.

Arseenin pitoisuudet alittivat kaikissa skenaarioissa ja seurantapisteillä Euroopan kemikaaliviraston arvioiman suurimman haitattoman arseenin pitoisuuden (PNEC-arvo) sekä Ruotsin sisävesien liukoiselle arseenille asettaman hyvän fysikaalis-kemiallisen tilan raja-arvon (0,5 µg/l). Ruotsalainen raja-arvo on annettu liukoiselle pitoisuudelle, ja lisäksi raja-arvo koskee arseenin pitoisuusnousua eli ennen vertailua pitoisuudesta tulee vähentää taustapitoisuus.

Taulukko 10-35. Keskimääräiset nikkelipitoisuudet lupahakemuksen 2024 mukaisilla skenaarioilla V0, V1 ja V4 valituissa seurantapisteissä jaksolla 01/2018–01/2021. *) Jormaslahden keskiarvopitoisuus on pisteiden Nuasjärvi_16 ja Nuasjärvi_22 keskiarvo.

| Piste | Ni (ug/l) | | |
|---|---|---|---|
| Pohja | Lupahakemus V0 | Lupahakemus V1 | Lupahakemus V4 |
| Nuasjarvi_23 | 1.48 | 1.58 | 1.66 |
| Nuasjarvi_34 | 1.04 | 1.12 | 1.19 |
| Nuasjarvi_35 | 1.63 | 1.70 | 1.75 |
| Nuasjarvi_44 | 1.19 | 1.23 | 1.27 |
| Nuasjarvi_46 | 1.43 | 1.51 | 1.57 |
| Nuasjarvi_45 | 1.17 | 1.19 | 1.21 |
| Nuasjarvi_16 (*) | 2.68 | 2.30 | 2.28 |
| Nuasjarvi_22 (*) | 2.62 | 2.26 | 2.28 |
| k.a. Jormaslahti (*) | 2.65 | 2.28 | 2.28 |
| k.a. muut pisteet | 1.32 | 1.39 | 1.44 |

| Pinta | Lupahakemus V0 | Lupahakemus V1 | Lupahakemus V4 |
|---|---|---|---|
| Nuasjarvi_23 | 1.10 | 1.12 | 1.13 |
| Nuasjarvi_34 | 1.03 | 1.05 | 1.06 |
| Nuasjarvi_35 | 1.08 | 1.09 | 1.11 |
| Nuasjarvi_44 | 1.15 | 1.15 | 1.17 |
| Nuasjarvi_46 | 1.09 | 1.11 | 1.12 |
| Nuasjarvi_45 | 1.16 | 1.17 | 1.19 |
| Nuasjarvi_16 (*) | 1.75 | 1.33 | 1.30 |

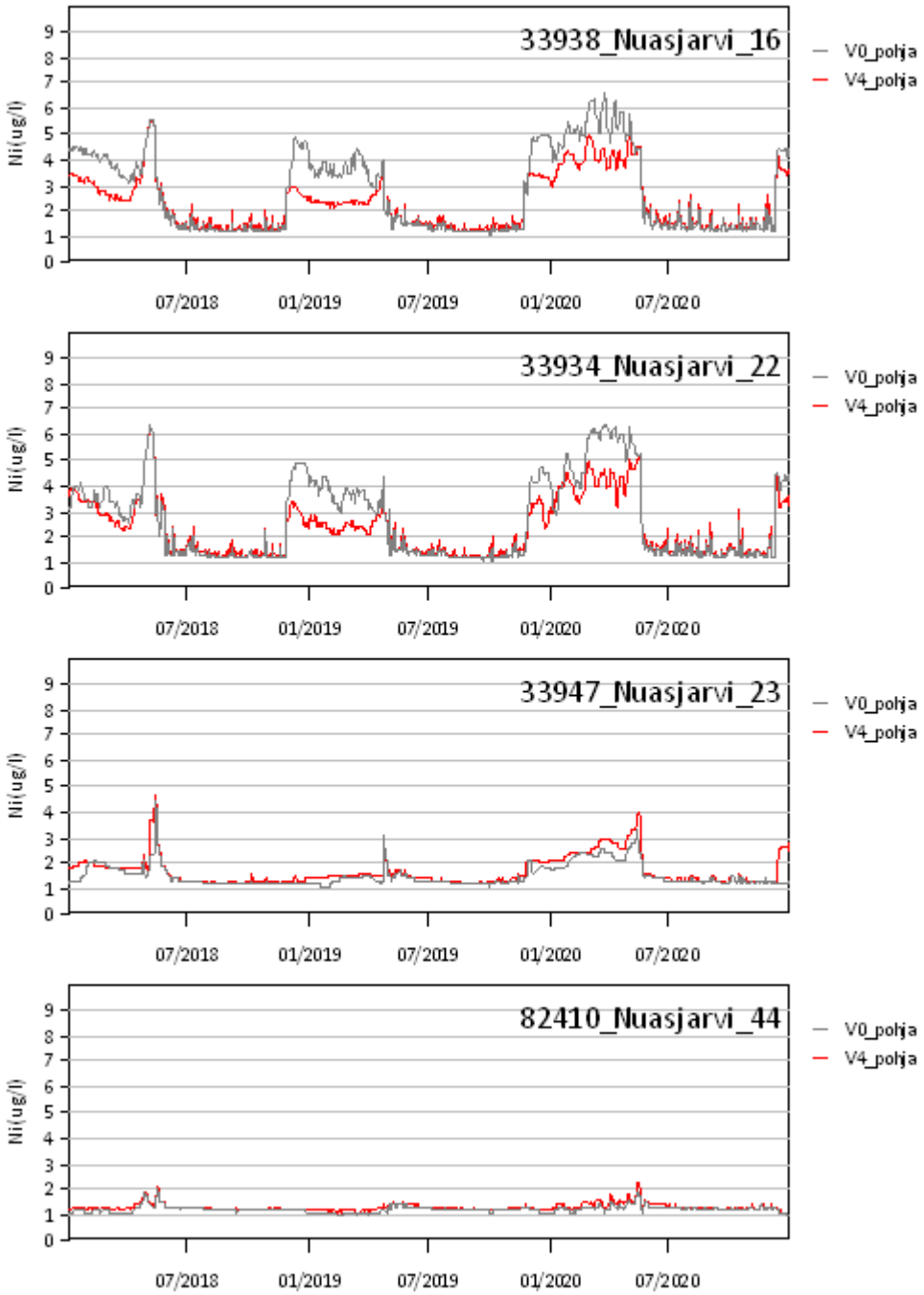
Copyright © AFRY Finland Oy

| Piste | Ni (ug/l) | | |
|---|---|---|---|
| Nuasjarvi_22 (*) | 1.89 | 1.43 | 1.39 |
| k.a. Jormaslahti (*) | 1.82 | 1.38 | 1.34 |
| k.a. muut pisteet | 1.10 | 1.11 | 1.13 |

Taulukko 10-36. Keskimääräiset arseenipitoisuudet lupahakemuksen 2024 skenaarioilla V0, V1 ja V4 valituissa seurantapisteissä jaksolla 01/2018–01/2021. *) Jormaslahden keskiarvopitoisuus on pisteiden Nuasjärvi_16 ja Nuasjärvi_22 keskiarvo.

| Piste | As (µg/l) | | |
|---|---|---|---|
| Pohja | Lupahakemus V0 | Lupahakemus V1 | Lupahakemus V4 |
| Nuasjarvi_23 | 0.26 | 0.28 | 0.31 |
| Nuasjarvi_34 | 0.25 | 0.26 | 0.28 |
| Nuasjarvi_35 | 0.26 | 0.27 | 0.31 |
| Nuasjarvi_44 | 0.25 | 0.27 | 0.28 |
| Nuasjarvi_46 | 0.26 | 0.27 | 0.30 |
| Nuasjarvi_45 | 0.25 | 0.26 | 0.27 |
| Nuasjarvi_16 (*) | 0.28 | 0.31 | 0.40 |
| Nuasjarvi_22 (*) | 0.30 | 0.32 | 0.41 |
| k.a. Jormaslahti (*) | 0.29 | 0.31 | 0.40 |
| k.a. muut pisteet | 0.25 | 0.27 | 0.29 |
| Pinta | Lupahakemus V0 | Lupahakemus V1 | Lupahakemus V4 |
| Nuasjarvi_23 | 0.25 | 0.26 | 0.27 |
| Nuasjarvi_34 | 0.25 | 0.26 | 0.26 |
| Nuasjarvi_35 | 0.25 | 0.26 | 0.27 |
| Nuasjarvi_44 | 0.25 | 0.26 | 0.27 |
| Nuasjarvi_46 | 0.25 | 0.26 | 0.27 |
| Nuasjarvi_45 | 0.25 | 0.26 | 0.27 |
| Nuasjarvi_16 (*) | 0.26 | 0.27 | 0.28 |
| Nuasjarvi_22 (*) | 0.26 | 0.28 | 0.30 |
| k.a. Jormaslahti (*) | 0.26 | 0.28 | 0.29 |
| k.a. muut pisteet | 0.25 | 0.26 | 0.27 |

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 10-34. Mallinnuksessa lasketut päiväkohtaiset nikkelipitoisuudet lupahakemuksen skenaarioilla V0 ja V4 pohjakerroksessa.

### 10.4.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Kaivoksen sulkemisen jälkeisenä vesistöihin kohdistuvana tavoitteena on vedenlaadun heikentymisen estäminen. Sulkemistoimenpiteiden tavoitteeksi on asetettu, että alapuolisten vesistöjen ekologinen tila säilyy samana kuin ennen toiminnan aloittamista, ja että niiden kemiallinen tila ei merkittävästi muutu. Alapuolisissa vesistöissä aineiden pitoisuudet pyritään pitämään tasolla, jossa vesipuitedirektiivissä (2000/60/EY) säädetyt

Copyright © AFRY Finland Oy

ympäristönlaatunormit eivät ylity. Niiden aineiden kohdalla, joita ei ole mainittu vesipuitedirektiivissä, sovelletaan muita kansainvälisiä vedenlaatukriteereitä.

Sulkemisen jälkeen kaivosalueelta kulkeutuu vesiä kahta eri reittiä pitkin Nuasjärveen. Lahnaslammen ja Punasuon louhosjärvistä vedet virtaavat ylivuotona Lahnasjokeen ja edelleen Nuasjärven Jormaslahteen. Papinlammen eteläpuoliset vedet virtaavat sulkemisen jälkeen tämänhetkisen suunnittelutiedon mukaan kohti Jormasjokea, joka laskee Nuasjärven Jormaslahteen. Papinlammen eteläpuolisten vesien johtaminen Lahnasjokeen on myös mahdollinen vaihtoehto.

Seuraavissa luvuissa (10.4.3.1 ja 10.4.3.2) on esitetty sulkemisen jälkeinen kuormitusarvio ja alustava kuvaus vesistövaikutuksista nykytilassa VE0.

Kaivannaisjätealueiden sulkemisen jälkeisiä vedenlaatuja on arvioitu mallinnusraportissa liitteessä 4. Kokonaisuutena sulkemisen jälkeinen kokonaiskuormitus ei merkittävästi muutu vaihtoehdossa VE1 vaihtoehtoon VE0 verrattuna. Sivukivialueen suotovedenlaadun arvioidaan muodostuvan suunnilleen samankaltaiseksi kuin nykyisen sivukivialueen sulkemisen jälkeinen suotovesi. Sivukivialueen suotovedet johdetaan sulkemisen jälkeen Lahnaslampeen. Rikastushiekan läjitys Lahnaslampeen muuttaa vedenlaatua nykytilaan verrattuna, etenkin arseenin osalta. Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaiden kuormitus voisi olla noin 1,5-kertainen VE0 rikastushiekka-altaan kuormitukseen verrattuna, koska rikastushiekka-allas alueen pinta-ala suurenee. Vaihtoehdossa VE2 sulkemisen jälkeinen kuormitus kasvaa jonkin verran vaihtoehtoon VE0 verrattuna, koska uuden rikastushiekka-allasalueen pinta-ala on noin kaksinkertainen Papinlammen altaaseen verrattuna.

### 10.4.3.1 Sulkemisen jälkeiset kuormitukset vesistöön (VE0)

Kaivoksen sulkemisen jälkeen Lahnasjokeen ja Jormasjokeen kohdistuvat kuormitusarviot nykytilassa VE0 on esitetty taulukossa 10-37. Lahnasjoen osalta sulkemisen jälkeinen kuormitus sisältää sivukivialueen, Punasuon louhosjärven ja Lahnaslammen louhosjärven yhteenlasketun kuormituksen. Papinlammen rikastushiekka-altaan kuormitus puolestaan kulkeutuu Jormasjoen suuntaan. Kuormitusarviot eivät pidä sisällään alueelta pintavesiin kohdistuvaa hajakuormitusta. Myöskään Soidinsuon altaalta sekä vanhoilta pienikokoisilta rikastushiekka-altailta lähtevä kuormitus ei sisälly kuormitusarvioihin.

Sulkemisen jälkeen kaivokselta vesistöihin päätyvä kuormitusarvio on laadittu tämänhetkisten käytössä olevien tietojen perusteella. Vedenlaatumallinnuksen tuloksena saatu koostumus tuottaa hyvin todennäköisesti runsaan yliarvion joidenkin aineiden osalta (mm. nikkeli), sillä mallinnuksen tekohetkellä lähtöaineistona toimivien kosteuskammiokokeiden tuloksia oli käytettävissä vasta ensimmäisten 12 viikon ajalta. Kokeen alussa näytteistä vapautuu korkeita pitoisuuksia hyvin hienon aineksen reagoidessa ja huuhtoutuessa helposti. Lisäksi kosteuskammiokokeissa oleva mustaliuskenäyte edustaa louhoksen korkeimpia nikkelipitoisuuksia, ja antaa näin vääristyneen kuvan mustaliuskeen käyttäytymisestä keskimäärin. Epävarmuuksia on avattu tarkemmin sulkemissuunnitelman (liite 13) liitteenä olevassa vedenlaatumallinnuksessa. Kuormitusarvio tulee mitä todennäköisimmin pienenemään oleellisesti, kun tietoa saadaan käyttöön lisää.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-37. Lahnasjokeen ja Jormasjokeen kohdistuva kuormitus kaivoksen sulkemisen jälkeen.

| Kuormitus Lahnasjokeen (kg/v) | | | | Kuormitus Jormasjokeen (kg/v) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ag | 7,0 | Mo | 0,2 | Ag | 1,1 | Mo | 0,4 |
| Al | 181 | Na | 2 920 | Al | 1,4 | Na | 710 |
| As | 0,003 | Ni | 897 | As | 5,6 | Ni | 18,0 |
| B | 15,2 | P | 0,5 | B | 7,2 | P | 2,4 |
| Ba | 6,2 | Pb | 0,0005 | Ba | 1,2 | Pb | <0,0001 |
| Be | 0,1 | Sb | 2,5 | Be | 0,04 | Sb | 43,0 |
| Ca | 51 640 | Se | 0,3 | Ca | 7 800 | Se | 0,2 |
| Cd | 1,4 | Si | 880 505 | Cd | 0,002 | Si | 360 |
| Cl | 1 767 | Sn | 1,6 | Cl | 530 | Sn | 0,3 |
| Co | 17,4 | Sr | 89,4 | Co | 1,3 | Sr | 13,0 |
| Cr *) | <0,4 | Th | 0,1 | Cr *) | <0,0001 | Th | 0,1 |
| Cu | 0,03 | Tl | 0,6 | Cu | 0,0001 | Tl | 0,3 |
| F | 31,7 | U | 0,3 | F | 16,0 | U | 0,04 |
| Fe | 2 840 | V | 0,1 | Fe | 5,4 | V | 0,3 |
| Hg *) | <0,01 | W | 0,01 | Hg *) | <0,0001 | W | 0,1 |
| K | 3 042 | Zn | 183 | K | 1 100 | Zn | 0,2 |
| Li | 6,0 | $SO_4$ | 423 000 | Li | 1,4 | $SO_4$ | 86 000 |
| Mg | 85 800 | $NO_3$-N | 168 | Mg | 22 000 | $NO_3$-N | 68,0 |
| Mn | 1 762 | $NH_4$-N | 131 | Mn | 5,3 | $NH_4$-N | 13,0 |

**) Elohopean ja kromin osalta kuormituksen laskennassa on käytetty tasapainomallintamattomia pitoisuuksia. Punasuon louhosjärvessä tasapainomallintamaton kromin pitoisuus oli 1 µg/l ja elohopean 0,02 µg/l sekä Lahnaslammen louhosjärvessä kromin pitoisuus oli 0,25 µg/l ja elohopean pitoisuus 0,005 µg/l.*

### 10.4.3.2 Alustava kuvaus vesistövaikutuksista

Taulukossa 10-38 on esitetty Lahnasjokeen ja Jormasjokeen sulkemisen jälkeen kohdistuvan kuormituksen aiheuttama laskennallinen pitoisuuslisä eri virtaamatilanteissa. Kuten edellä todettiin, vedenlaatumallinnuksen tuloksena saatu koostumus tuottaa hyvin todennäköisesti runsaan yliarvion kuormituksesta joidenkin aineiden osalta. Laskennallisiin pitoisuusnousuihin Lahnasjoessa ja Jormasjoessa liittyy siten voimakasta epävarmuutta, ja ne ovat joidenkin aineiden osalta mitä todennäköisimmin merkittävä yliarvio.

Pitoisuuslisät on laskettu laimennuslaskelmien avulla käyttäen Lahnasjoen osalta vesistön keskivirtaamana (MQ) 0,45 $m^3$/s. Lahnasjoen keskivirtaama on laskettu havaintopaikalla FM13 sijaitsevan jatkuvatoimisen virtaamamittarin vuosien 2015–2023 tulosten perusteella. On huomattava, että juoksutukset eivät olleet vuosina 2015–2019 käynnissä, mikä vaikuttaa virtaamaa pienentävästi. Jormasjoen osalta on käytetty vesistön keskivirtaamana (MQ) 4,28 $m^3$/s. Jormasjoen keskivirtaama on laskettu ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmän simuloimien vuosien 2010–2023 päiväkohtaisten virtaamien perusteella (Suomen ympäristökeskus 2024).

Lahnasjokeen kohdistuva kuormitus on sulkemistoimenpiteiden jälkeen nykyarvion mukaan voimakasta joidenkin aineiden osalta, ja pitoisuusnousut ovat laskennallisen

Copyright © AFRY Finland Oy

tarkastelun perusteella suuret ilman vesienkäsittelyä. Voimakkain vesistövaikutus on nikkelikuormituksella, jonka pitoisuusnousu on laskennallisesti suuri keskivirtaamatilanteessa. Nikkelille asetetun ympäristönlaatunormin ylittyminen Lahnasjoessa on todennäköistä. Myös kadmiumin ja sulfaatin kuormitustason arvioidaan voivan aiheuttaa vesistössä niille asetettujen tai ehdotettujen ympäristönlaatunormien ylityksiä. Muiden alkuaineiden osalta kuormitus on vähäisempää, eikä asetettujen tai ehdotettujen ympäristönlaatunormien ylitys ole kaivosalueelta tulevan kuormituksen seurauksesta todennäköistä mm. lyijyn, elohopean tai kuparin osalta. Arseenin osalta kuormitustaso on vähäistä, ja laskennalliset pitoisuusnousut erittäin pienet. Fosforin sekä typen yhdisteiden, nitraattitypen ja ammoniumtypen, pitoisuusnousut jäävät niin ikään vähäisiksi.

Tämänhetkisen kuormitusarvion mukaiset vesistövaikutukset ovat sulkemisen jälkeen Lahnasjoessa voimakkaat, eivätkä sulkemisen jälkeiset vedenlaadun tavoitteet täyty ilman vesien aktiivista käsittelyä. Vesienkäsittelyä jatketaan niin kauan kuin se on tarpeen vesistövaikutusten vähentämiseksi Lahnasjoessa. Kaivosalueelta poistuvien vesien laadun parantuessa riittävästi voidaan vesienkäsittelystä luopua. On huomattava, että vaikutusarvioon liittyy erityisesti Lahnaslammen louhosjärven osalta merkittäviä epävarmuuksia, joita on kuvattu tarkemmin sulkemissuunnitelmassa. Myös geokemiallisen mallinnuksen lähtötietona käytettävät kosteuskammiokokeet olivat sulkemissuunnitelman laatimishetkellä vasta alkuvaiheessa. Mallinnuksissa käytettiin ensimmäisten 12 viikon tuloksia, kun tyypillisesti sulkemisen jälkeisen ajan kuvaamiseen laadittaviin malleihin käytetään koko testijakson loppuvaihetta, esim. viikkoja 25–40, jos testaus on kestänyt 40 viikkoa.

Jormasjoen suuntaan menevä kuormitus on sulkemistoimenpiteiden jälkeen pientä. Vesien määrä on vähäistä suhteessa Jormasjoen keskivirtaamaan, joten laimennusolosuhteet ovat erittäin hyvät. Kaivosalueelta sulkemisen jälkeen tuleva kuormitus ei aiheuta Jormasjoessa merkittävää pitoisuusnousua mm. sulfaatin, nikkelin, lyijyn, kadmiumin, elohopean tai sinkin osalta. Arseenin kuormitus on Jormasjoen suuntaan suurempaa kuin Lahnasjokeen, ja pitoisuusnousut ovat niin ikään voimakkaammat. Pitoisuusnousu jää kuitenkin esimerkiksi Euroopan kemikaaliviraston arvioimaan suurimpaan haitattomaan arseenin pitoisuuteen (ns. PNEC-arvo, 5,6 µg/l) nähden vähäiseksi. Fosforin sekä typen yhdisteiden, nitraattitypen ja ammoniumtypen, pitoisuusnousut jäävät vähäisiksi.

Sulkemisen jälkeisellä kuormituksella ei arvioida olevan vaikutusta Jormasjoen ekologiseen tilaan. Sulkemisen jälkeinen kuormitus ei vaaranna pohjaeläimistön, planktonlevästön tai kalaston mahdollisuutta hyvään ekologiseen tilaan. Kuormituksen ei arvioida haittaavan kalastusta tai muuta virkistyskäyttöä Jormasjoessa. Kuormitus ei myöskään estä hyvän kemiallisen tilan saavuttamista, sillä pitoisuusnousut ovat laskennallisesti niin pieniä, ettei laatunormien ylitykseen arvioida olevan riskiä.

Taulukko 10-38. Sulkemisen jälkeen kaivosalueelta tulevan kuormituksen aiheuttama laskennallinen pitoisuuslisä Lahnasjoessa ja Jormasjoessa keskivirtaamatilanteessa (MQ).

| Parametri | Yksikkö | Lahnasjoki | Jormasjoki |
|---|---|---|---|
| | | pitoisuuslisä, MQ | pitoisuuslisä, MQ |
| Ag | µg/l | 0,5 | 0,008 |
| Al | µg/l | 13 | 0,010 |
| As | µg/l | <0,001 | 0,041 |
| Ca | mg/l | 4 | 0,06 |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Parametri | Yksikkö | Lahnasjoki | Jormasjoki |
|---|---|---|---|
| | | pitoisuuslisä, MQ | pitoisuuslisä, MQ |
| Cd | µg/l | 0,10 | <0,001 |
| Cl | mg/l | 0,12 | 0,004 |
| Co | µg/l | 1,2 | 0,010 |
| Cr | µg/l | 0,03 | <0,001 |
| Cu | µg/l | 0,002 | <0,001 |
| F | µg/l | 2,2 | 0,12 |
| Fe | µg/l | 199 | 0,040 |
| Hg | µg/l | 0,001 | <0,001 |
| K | mg/l | 0,21 | 0,008 |
| Li | µg/l | 0,4 | 0,010 |
| Mg | mg/l | 6 | 0,16 |
| Mn | µg/l | 124 | 0,039 |
| Na | mg/l | 0,20 | 0,005 |
| Ni | µg/l | 63 | 0,13 |
| P | µg/l | 0,03 | 0,018 |
| Pb | µg/l | <0,001 | <0,001 |
| Sb | µg/l | 0,18 | 0,32 |
| Si | mg/l | 62 | 0,003 |
| Sn | µg/l | 0,11 | 0,002 |
| U | µg/l | 0,018 | <0,001 |
| Zn | µg/l | 13 | 0,001 |
| SO4 | mg/l | 30 | 0,6 |
| NO3-N | µg/l | 12 | 0,5 |
| NH4-N | µg/l | 9 | 0,10 |

### 10.4.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

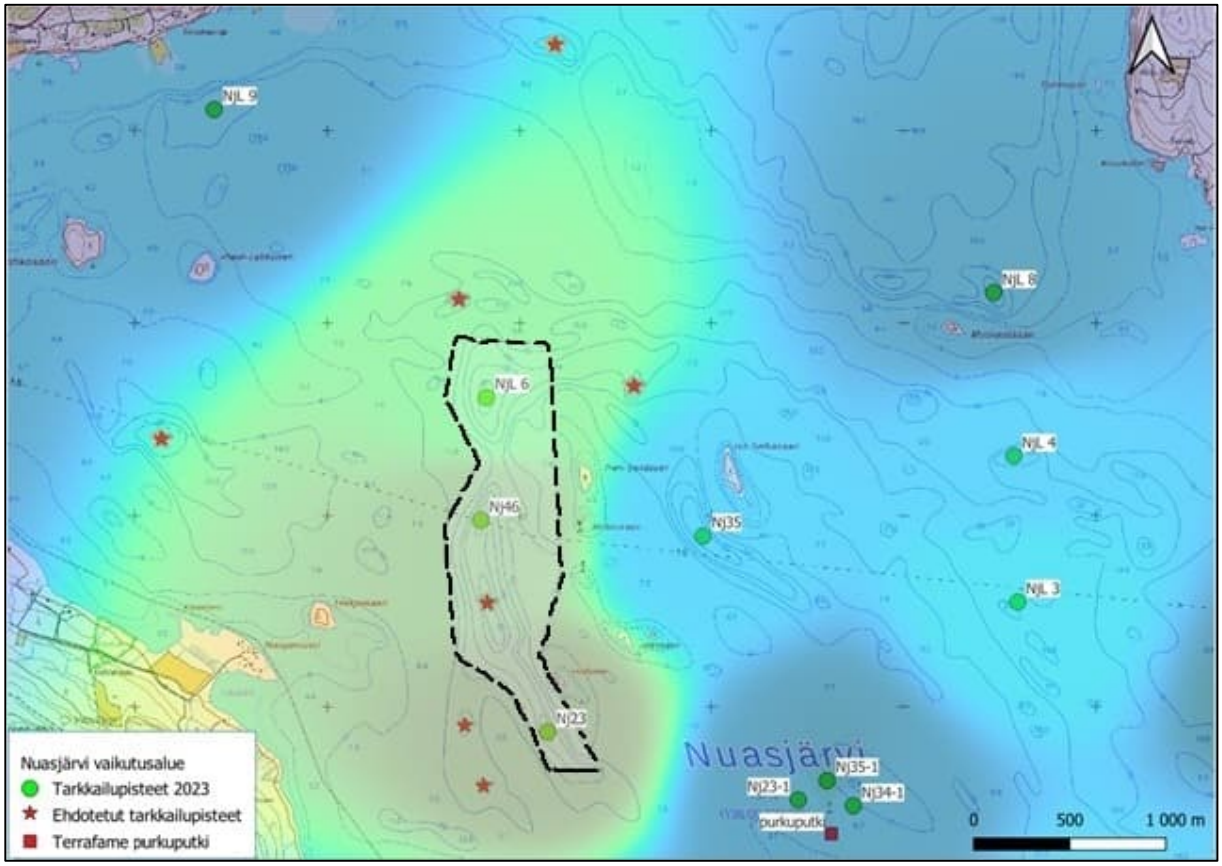
Vaihtoehdossa VE0 ei rakenneta uusia rakenteita, lukuun ottamatta rikastushiekka-altaan korotusta. Vaihtoehdossa VE0 tehdas- ja kaivosalueen purkuvesien käsittely tehdään nykyisellä vesienkäsittelyjärjestelmällä ja puhdistetut vedet johdetaan Lahnasjokeen, joka laskee Nuasjärven Jormaslahteen. Vaihtoehdossa VE0 vesistövaikutukset ovat kuten nykytilassa, ja ne on kuvattu pintavesien nykytilaa kuvaavassa luvussa 10.3.

## 10.5 Yhteisvaikutukset

Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen toiminnoista aiheutuu yhteisvaikutuksia Nuasjärveen Terrafame Oy:n toimintojen kanssa. Vesistövaikutusten osalta yhteisvaikutusten arvioimiseksi Nuasjärven vesistömallinnuksessa on huomioitu Terrafame Oy:n kuormitus luparajojen mukaisena maksimikuormituksena. Vesistövaikutusarvioissa on siten mukana sekä Elementisin kuormitus että Terrafame Oy:n kuormitus. Muiden valuma-alueella sijaitsevien pistekuormittajien vaikutus huomioidaan vesistömallinnuksessa Nuasjärveen tulevien vesien ainevirtaamien perusteella. Eurofins Ahma Oy:n (2024c) laatiman selvityksen

Copyright © AFRY Finland Oy

perusteella Terrafamen ja Elementisin yhteisvaikutusalueeksi Nuasjärvessä on tunnistettu kuvassa 10-35 esitetty alue.




Kuva 10-35. Nuasjärven syvännejakso (katkoviivarajaus), jossa on ollut havaittavissa yhteisvaikutuksia (Lähde: Eurofins Ahma Oy 2024b).

## 10.6 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaihtoehdolla VE0 ei arvioida olevan vaikutusta nykytilaan nähden, sillä toiminta jatkuu nykyisen kaltaisena ja purkupaikkana toimii aiempaan tapaan Lahnasjoki. Purkuvesien sulfaattikuormituksen seurauksena Lahnasjoen sulfaattipitoisuudet kohoavat suuriksi sekä nykytilassa vesistötarkkailun perusteella että laskennallisesti hankevaihtoehdossa VE0.

Vaihtoehdossa VE1 vesistökuormitus on jonkin verran suurempaa kuin vaihtoehdossa VE2, joten myös vesistövaikutukset ovat vaihtoehdossa VE1 suuremmat. Selvintä ero on arseenikuormituksessa, joka on vaihtoehdossa VE1 yli 5-kertainen vaihtoehtoon VE2 verrattuna, ja myös selvästi suurempaa kuin nykytilassa. Purkuvesien merkittävin kuormitusjae on sulfaatti, jonka kuormitus on vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vesienkäsittelyssä tehtävien parannusten ansiosta vähäisempää kuin nykytilassa (vaihtoehto VE0). Vesistökuormituksen suuruuden perusteella hankevaihtoehto VE2 on vesistövaikutusten näkökulmasta parempi vaihtoehto.

Vaihtoehdoilla VE1 ja VE2 voidaan vesistövaikutusarvioiden mukaan saavuttaa nykytilaan nähden parannusta. Ensinnäkin sulfaattikuormituksen arvioidaan vähenevän nykytilasta vesienkäsittelyssä tehtävien parannusten ansiosta. Toiseksi purkupaikan siirtyminen Nuasjärveen mahdollistaa purkuvesien tehokkaamman sekoittumisen ja siten vaikutusten pienentymisen. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Lahnasjokeen kohdistuu edelleen kaivos- ja

Copyright © AFRY Finland Oy

tehdasalueelta hajakuormitusta, mutta Lahnasjoen vedenlaatu paranee merkittävästi nykytilaan nähden.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 tarkasteltiin kolmea erillistä purkureittivaihtoehtoa Nuasjärvessä: Lamposaaren kaakkoispuoli (D1), Haaposaaren luoteispuoli (D2) ja Jormaslahden pohjukka (D3). Vesistömallinnuksen perusteella erot sulfaattipitoisuuksissa jäivät Nuasjärven seurantapisteillä eri purkureittivaihtoehdoissa melko vähäisiksi. Elementisin purkuputken kautta Nuasjärveen johdettavien purkuvesien merkittävimmät vaikutukset liittyvät purkuvesien sisältämään sulfaattiin. Metallien, kuten nikkelin ja arseenin, pitoisuusnousut jäivät mallinnuksen perusteella vähäisiksi.

Purkureittivaihtoehdolla D1 kuormituksen vaikutuksia voidaan saada vähennettyä nykytilaan nähden käyttämällä purkuputken päässä vesiä sekoittavaa diffuusoria, jolla saadaan estettyä nykytilassa todettu järvivettä tiheämpien sulfaattipitoisten vesien kulkeutuminen pohjan myötäisesti Jormaslahden edustan syvänteiden alusveteen. Purkureittivaihtoehdolla D2 voidaan saada kuormituspainetta vähennettyä Jormaslahden edustan syvännealueilla, jossa mitattujen vedenlaatutulosten perusteella nykytilassa on todettu ympäristönlaatunormien (AA-EQS ja MAC-EQS) ylityksiä. Purkureittivaihtoehdolla D1 ja D2 saadaan myös vähennettyä riskiä kevät- ja syystäyskierron estymiselle tai vaillinaiseksi jäämiselle Jormaslahden edustan syvännealueilla. Purkureittivaihtoehdolla D2 kuormitus kohdistuu voimakkaammin Haaposaaren luoteispuoleiselle syvännealueelle, johon ei nykytilassa kohdistu yhtä voimakasta kuormitusta, ja tällä alueella kuormitus kohottaa veden sulfaattipitoisuutta nykytilaa enemmän. Jormaslahden pohjukan purkureittivaihtoehdossa (D3) kuormituksen vaikutukset näkyvät merkittävimmin lahden pohjukassa, jossa sekoittumisolosuhteet on todettu etenkin talviaikaan heikoiksi.

Sulkemisen jälkeen vaihtoehdoilla ei arvioida olevan merkittävää eroa vesistövaikutusten osalta. Vaihtoehdolla VE1 voidaan arvioida olevan lievästi suuremmat vesistövaikutukset sulkemisen jälkeen kuin vaihtoehdolla VE2, mikäli kuormituksen määrä on sulkemisen jälkeen verrannollinen toiminnanaikaiseen kuormituksen määrään.

Hankevaihtoehtojen vesistövaikutusten merkittävyyttä on arvioitu IMPERIA-menetelmän mukaisesti, jossa hankkeen muutoksen (vesienkäsittelyn tehostaminen ja purkupaikan siirtyminen Lahnasjoesta Nuasjärveen) merkittävyyttä verrataan nykytilaan (Taulukko 10-39). Nuasjärven herkkyys muutoksille on arvioitu kohtalaiseksi ja Lahnasjoen vähäiseksi. Vesistöjen herkkyyteen vaikuttavia tekijöitä on tarkasteltu tarkemmin luvussa 10.3.6. Vesienkäsittelyn tehostuessa sulfaatinpoistolla, sulfaattikuormitusta on saatu vähenemään, mikä voidaan arvioida IMPERIA-menetelmällä vähäiseksi myönteiseksi muutokseksi. Myös kuormituksen kohdistuminen purkuputken kautta Nuasjärveen ja sen myötä sekoittumisolosuhteiden paraneminen voidaan arvioida vähäiseksi myönteiseksi muutokseksi. Kokonaisuutena voidaan kohteen herkkyyden ja muutoksen suuruuden perusteella arvioida hankkeen vaikutusten merkittävyys hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 nykytilaan nähden vähäiseksi myönteiseksi. Purkuvedet aiheuttavat jatkossakin vesistövaikutuksia purkuvesistössä, mutta tässä hankkeessa suunnitelluilla muutoksilla (VE1 ja VE2) arvioidaan saavutettavan positiivinen vaikutus.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 10-39. Vesistöihin ja vedenlaatuun kohdistuvien vaikutusten merkittävyys nykytilaan nähden eri hankevaihtoehdoissa. Hankevaihtoehdossa VE0 toiminta jatkuu nykyisen kaltaisena ja purkupaikkana toimii Lahnasjoki eli hankkeella ei ole vaikutusta nykytilaan verrattuna. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 purkupaikkana toimii Nuasjärvi. Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu kokonaisuutena Nuasjärvessä ja se kuvaa muutoksen suuruutta suhteessa nykytilaan.

| Vaikutuksen merkittävyys | | Negatiivinen | | | | Muutoksen suuruus | | | Positiivinen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Erittäin suuri | Suuri | Kohtalainen | Vähäinen | Ei vaikutusta | Vähäinen | Kohtalainen | Suuri | Erittäin suuri |
| Kohteen herkkyys | Vähäinen | | | | | VE0 | | | | |
| | Kohtalainen | | | | | | VE1<br>VE2 | | | |
| | Suuri | | | | | | | | | |
| | Erittäin suuri | | | | | | | | | |

## 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.

Pitoisuusnousu- ja sekoittumislaskelmien lähtötietoina on käytetty virtaamien osalta ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmän simuloituja virtaamia. Lahnasjoen osalta on käytetty havaintopaikalla FM13 sijaitsevan jatkuvatoimisen virtaamamittarin dataa.

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 Jormaslahden edustan syvännealueiden pohjan läheisen vesikerroksen mallinnettuihin pitoisuuksiin. Vesistömallinnusraportissa on kuvattu tarkemmin vesistömallinnukseen liittyviä epävarmuuksia (Liite 7). Mallinnukseen sisältyvät merkittävät epävarmuudet on pyritty kuvaamaan ja huomioimaan vaikutusarvioinnissa.

Pitoisuusnousu- ja sekoittumislaskelmien osalta keskimääräistä tilannetta kuvaavia arvioita voidaan pitää luotettavampina kuin hetkellisiä ääritilanteita kuvaavia arvioita. Vesistön taustapitoisuutena käytettiin vuonna 2024 tehdyn laajennetun tarkkailun mittaustuloksia. Tuloksia oli käytettävissä suhteellisen niukasti, mikä tuo taustapitoisuuden laskentaan epävarmuutta. Pitoisuusnousulaskelmissa kuormituksen on oletettu kohdistuvan tasaisesti vesistöön vuositasolla, minkä vuoksi hetkelliset ääritilanteet voivat jäädä laskennassa todentamatta. Sekoittumislaskelmissa on tarkasteltu tilannetta kuukausitasolla.

Copyright © AFRY Finland Oy

## 10.8 Vaikutusten lieventäminen

Kaivosalueen puhtaat ja likaantuneet vedet pidetään erillään. Puhtaat aluevedet johdetaan niiden luontaisia reittejä vastaanottavaan vesistöön, jotta muutokset vesistöjen virtaamiin olisivat mahdollisimman vähäiset. Likaantuneet vedet kerätään ja puhdistetaan ennen niiden johtamista purkureitille.

Elementis työskentelee hajakuormituksen vähentämiseksi. Hajakuormituksen tulevia hallintakeinoja varten alueella on tehty kesän 2025 aikana tehotarkkailua. Tarkoituksena on ollut saada tarkempaa tietoa mahdollisista vedenlaatumuutoksista suunnitelmien tueksi. Hajakuormituskohteisiin on tehty ojitus- ja talteenottosuunnitelmia, joiden toteutus on tarkoitus aloittaa vuoden 2025 aikana.

Sivukivialueen suoto- ja valumavesiä käsitellään neutralointiasemalla sammutetulla kalkilla ennen johtamista Lahnaslammen louhokseen. Menetelmä soveltuu hyvin metallien saostamiseen. Elementis on tarkastellut neutralointiaseman soveltuvuutta sulfaatin saostamiseen. Sulfaatin saostamiseksi pH tulisi nostaa vähintään tasolle 11,5. Veden pH:n nosto tuolle tasolle tarkoittaa merkittävää kalkin syötön lisäämistä. Elementis on tehnyt vuoden 2025 aikana neutralointiasemalla muutostöitä ja koeajoja.

Purkuvesien käsittelyä parannetaan molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 sulfaatin poistamiseksi. Kaivoksen vesienhallintaa on kuvattu tarkemmin luvussa 4.7.

Rakentamisen aikana työvaiheet suunnitellaan ja ajoitetaan tehtäväksi siten, että vaikutukset pintavesiin jäävät mahdollisimman pieniksi sekä uomien siirron että purkuputken rakentamisen osalta.

Nuasjärven purkuputkivaihtoehdoissa vesistövaikutuksia lievennetään käyttämällä purkuputken päässä purkuveden ja järviveden sekoittumista tehostavaa rakennetta, ts. diffuusoria.

Käsiteltyjen purkuvesien määrää ja laatua tarkkaillaan viranomaisten hyväksymällä tavalla.

Copyright © AFRY Finland Oy

# 11 SEDIMENTIT

# 11 SEDIMENTIT

YHTEENVETO

- Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen purkuvesien vaikutus näkyy sedimenttien kohonneissa rikki-, arseeni-, nikkeli- ja sinkkipitoisuuksissa. Myös Terrafamen purkuputken vaikutus näkyy etenkin Nuasjärven keskiosissa.
- Purkuputken Nuasjärven pohjalle asennettavalla osuudella on rakentamisen aikana hetkellinen vaikutus hienoaineksen lähtiessä liikkeelle. Haitan arvioidaan olevan lyhytkestoinen sekä hallittavissa rakentamisen aikaisilla ratkaisuilla, ja tilanteen arvioidaan palautuvan aiemmalle tasolle melko pian töiden päättymisen jälkeen.
- Vaihtoehdossa VE0 tehdas- ja kaivosalueen purkuvesien käsittely tehdään nykyisellä vesienkäsittelyjärjestelmällä ja puhdistetut vedet johdetaan Lahnasjokeen, joka laskee Nuasjärven Jormaslahteen. Vaikutukset sedimentteihin eivät muutu nykyisestä.
- Vaihtoehtoihin VE1 ja VE2 liittyvien uusien purkupisteiden myötä tapahtuvat muutokset virtausolosuhteissa voivat vaikuttaa hienoaineksen kulkeutumiseen ja sedimentoitumiseen, niin purkuvesien mukana olevan kuin pohjasedimenttien. Virtausmuutokset voivat vaikuttaa myös sedimentin pintakerroksen fysikaalis-kemiallisiin olosuhteisiin. Riippuen sedimentissä olevista kuormitustekijöistä (sulfaatit, raskasmetallit), on mahdollista tapahtua happamoitumista tai metallien liukenemista veteen.
- Vaihtoehtoihin VE1 ja VE2 liittyvä purkuvesien käsittelyn tehostuminen pienentää sedimenttiin päätyvien kuormitustekijöiden määrää.
- Purkuputkivaihtoehtojen D1 ja D2 myötä Lahnasjoen kuormitus lakkaa ja tehostuneen vedenkäsittelyn myötä Jormaslahden sedimenttien pintakerrosten haitta-aineet saattavat peittyä vähemmän haitta-aineita sisältävillä sedimenteillä.
- Sedimenttivaikutukset siirtyvät vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Lahnasjoesta purkureittivaihtoehtojen D1, D2 ja D3 läheisyyteen, ja uuden purkupaikan välittömässä läheisyydessä vaikutus voi olla vähäisen negatiivinen. Nuasjärven kokonaistilan kannalta vaikutus on kuitenkin vähäisen positiivinen koska kuormitus vähenee.

## 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 fysikaalis-kemiallisissa olosuhteissa vesistöjen pohjasedimentteihin. Tehokas purkuvesien sekoittuminen vesimassaan laajentaa sedimentoitumis- ja saostumisaluetta, jolloin alueellisesti sedimentteihin kertyvien kuormitustekijöiden pitoisuustasojen nousu on maltillista.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kappaleessa 11.2 on käsitelty vuoden 2024 sedimenttitarkkailua ja vertailtu sen tuloksia aikaisempiin näytteenottoihin vuosina 2014 ja 2019 sekä tarkasteltu kaivosalueelta kulkeutuvaa vesistö- ja sedimenttikuormitusta.

## 11.2 Nykytila

Sotkamon kaivos on ollut toiminnassa vuodesta 1969 alkaen ja muuta ihmistoimintaa alueella on ollut 1700-luvun alkupuolelta alkaen. Jo alkuvaiheen ihmistoiminnan vaikutukset ovat olleet nähtävissä Nuasjärven sedimenteissä ja varsinkin 1900-luvulta eteenpäin on sedimenteissä havaittavissa selvästi ihmistoiminnan vaikutus.

Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen velvoitetarkkailuun kuuluu sedimenttitarkkailu, joka on tehty viimeksi vuonna 2024. Sedimenttitarkkailua on tehty tarkkailuohjelman mukaan viiden vuoden välein 2014, 2019 ja 2024. Nuasjärven sedimenttien tilaa on tarkkailtu kaikkinensa vuodesta 1977 alkaen erilaisissa yhteyksissä: Sotkamon kaivoksen velvoitetarkkailu vuosina 1977–2005, GTK:n ja SYKE:n näytteenotot vuodesta 2005 alkaen sekä Terrafame Oy:n velvoitetarkkailut Nuasjärvellä vuodesta 2015 alkaen.

Kaivosalueen vedet johdetaan Lahnasjokeen, joka laskee Nuasjärven eteläosaan. Nuasjärvi purkaa länsipäästä Oulujärveen.

Nuasjärven sedimenttien nykytilaa sekä Sotkamon kaivos- ja tehdasalueen vaikutuksia on tarkastelu seuraavissa luvuissa. Tulosten tarkastelussa on huomioitu Terrafame Oy:n purkuputken aiheuttama kuormitus varsinkin keskemmällä Nuasjärveä.

### 11.2.1 Sotkamon kaivoksen sedimenttitarkkailu

Viimeisin Sotkamon kaivoksen sedimenttitarkkailu on toteutettu vuonna 2024 (AFRY Finland Oy 2025b). Sedimenttinäytteitä otettiin syyskuussa neljästä näytteenottopisteestä. Kuvassa (Kuva 11-1) on esitetty Nuasjärven eteläosan sedimenttien näytteenottopisteitä.

Havaintopiste Nuasj_1 sijaitsee Nuasjärven syvänteessä, Jormaslahdesta pohjoiseen. Samalta syvännealueelta on ollut tarkkailupiste mukana pintasedimentin velvoitetarkkailussa vuodesta 1977 lähtien (FM12).

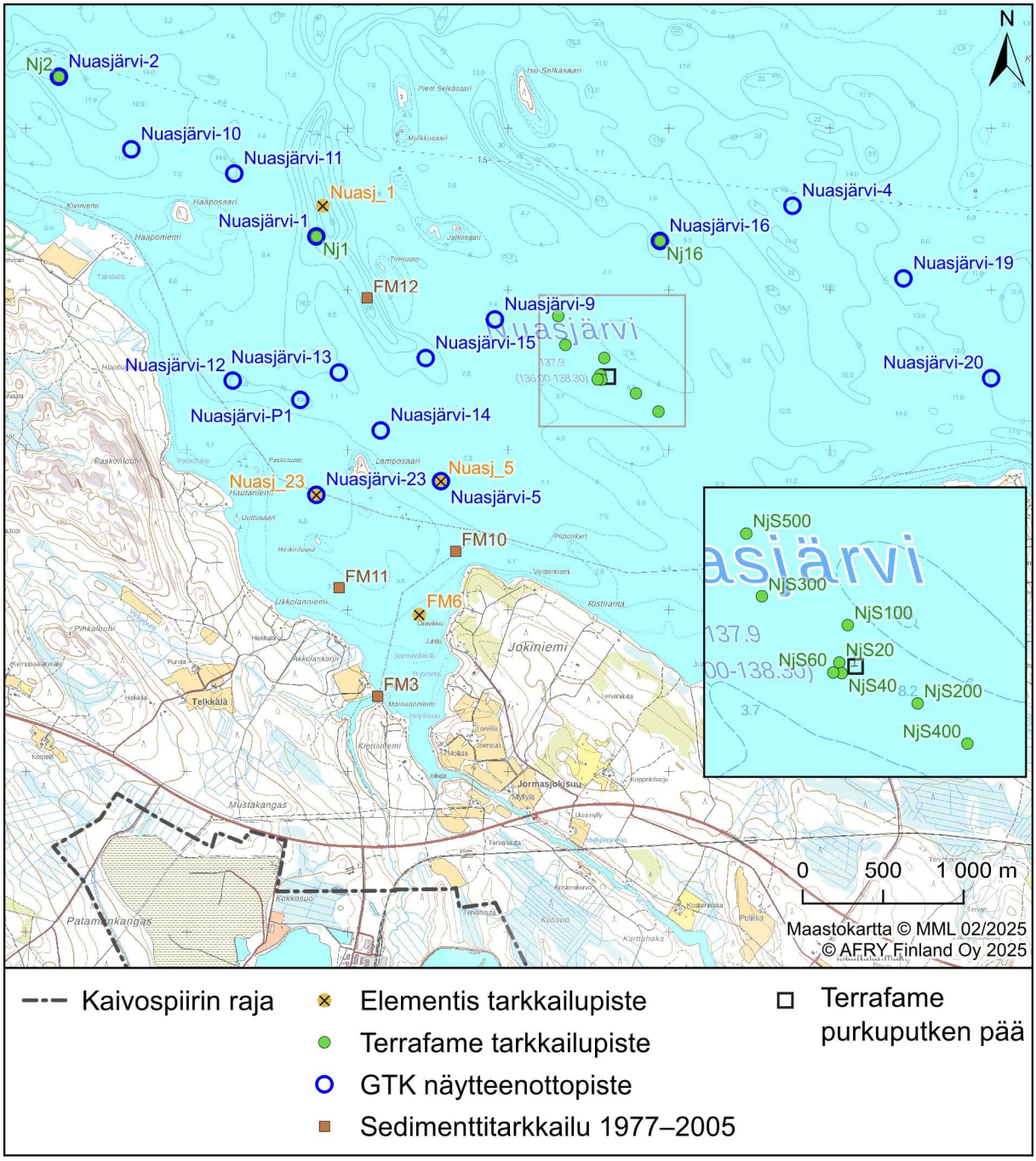
Havaintopisteet Nuasj_5 ja Nuasj_23 sijaitsevat Jormaslahden edustalla kuvaten Jormaslahdelle Jormasjoesta ja Lahnasjoesta virtaavien vesien mukana kulkeutuvaa hienoainesta, mikä sedimentoituu kyseiselle alueelle.

Havaintopiste FM6 sijaitsee Jormaslahdella, lähimpänä Lahnasjokea ja Jormasjokea eli kaivoksen lähivaikutusalueella. Tarkkailupiste on ollut mukana pintasedimentin velvoitetarkkailussa vuodesta 1977 lähtien.

Sotkamon kaivoksen ja tehtaan jätevesien pääkuormitteet ovat sulfaatti, arseeni ja nikkeli. Lisäksi Terrafamen kaivostoiminnasta kulkeutuu rikkiä, mangaania ja natriumia kuormittamaan Nuasjärven vesistöä (Eurofins Ahma 2022c).

Sotkamon kaivokselta ei ollut tarvetta juoksuttaa prosessivesiä Lahnasjokeen vuosien 2010–2021 välisenä aikana. Juoksutustauko on havaittavissa vuoden 2019 näytteenoton tuloksissa, kuten juoksutusten uudelleen aloittaminen on havaittavissa vuoden 2024 tuloksissa erityisesti tarkkailupisteessä FM6.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 11-1. Nuasjärven eteläosan sedimenttien näytteenottopisteitä eri tarkkailuista ja tutkimuksista.

## 11.2.2 Tutkimustulokset 2024

### 11.2.2.1 Pohjaolosuhteet

Sedimentoituminen on pääsääntöisesti ollut suurinta syvänteen havaintopisteessä (Nuasj_1) ja muissa pisteissä vähäistä. Vuoden 2024 näytteenotossa syvänteen havaintopisteessä Nuasj_1 sedimenttikerroksen paksuus oli n. 25 cm (sedimenttinäytteen kerrospaksuus Limnos-näytteenottimessa). Jormaslahden edustan havaintopisteissä pehmeän kerroksen paksuus vaihteli n. 10…26 cm (FM6 n. 10 cm, Nuasj_23 n. 17 cm ja Nuasj_5 n. 26 cm).

Copyright © AFRY Finland Oy

Syvännenäytteen Nuasj_1 pintaosa 0–4 cm oli tummanruskea, jonka alapuolella sedimentin väri muuttui tummanharmaaksi tai lähes mustaksi. Havaittavissa oli myös vaalean harmaita muodostumia.

Muiden havaintopisteiden (Nuasj_5, Nuasj_23 ja FM6) pintakerroksen 0–4 cm väri oli pinnalta ruskeaa ja tummanharmaata.

Sedimentin selvästi tummempi väri saattaa viitata sulfidien esiintymiseen. Kaikkien sedimenttien haju todettiin näytteenoton yhteydessä normaalin järvimäiseksi.

Aikaisempien näytteenottojen tietojen perusteella havaintopisteiden sedimenttikerroksen paksuudessa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia vuosina 2014…2019…2024. Vuoden 2014 näytteenotossa todettiin näytteenottimessa paksuimmat sedimenttikerrokset tutkimuspisteissä Nuasj_1 ja Nuasj_23.

#### 11.2.2.2 Kenttämittausten tulokset

Sedimentin yläpuolisen vesikerroksen pH oli lievästi hapan, mikä on tyypillistä alueen humuspitoisille vesille. Redox-mittausten tulos oli kaikissa mittauksissa positiivinen eli olosuhteet olivat hapettavia. Veden happipitoisuus mitattiin alhaiseksi syvänteessä Nuasj_1 ja Nuasjärven selän suuntaan olevassa pisteessä Nuasj_5. Jormaslahden edustan havaintopisteissä happipitoisuus oli selvästi parempi. Vesikerroksen paksuus näkyi happituloksissa, näytepisteissä Nuasj_1 ja Nuasj_5 oli havaittavissa happivajetta.

Vedestä läheltä pohjaa mitatut vedenlaatuparametrit on esitetty taulukossa (Taulukko 11-1).

Taulukko 11-1. Alusveden kenttämittaukset näytepisteissä 2024.

| Vesi pohjan lähellä | Lämpötila °C | pH | Happi mg/l | Happi DO% | Redox mV | Sähkönjohtavuus mS/m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nuasj_1 (28m) | 13 | 6,26 | 5,1 | 48,5 | 97,9 | 64,7 |
| Nuasj_5 | 13,3 | 6,46 | 4,33 | 41,4 | 77,1 | 51,3 |
| Nuasj_23 | 13,3 | 6,49 | 15,63 | 149,2 | 135,9 | 52,6 |
| FM6 | 13,1 | 6,56 | 7,79 | 74,2 | 43,2 | 58 |

Syvänteen havaintopisteen sedimenttikerrosten redox-mittausten tulos oli kaikissa kerroksissa selvästi negatiivinen eli syvänteen sedimenttien ympäristö oli hapeton eli pelkistävä. Syvänteen sedimenttien pH oli lievästi hapan lukuun ottamatta pintakerrosta, joka oli hieman emäksinen.

Pisteessä FM6 sedimentin pintakerroksessa redox-mittauksen tulos oli myös negatiivinen kuten syvänteessä. Pisteissä Nuasj_5 ja Nuasj_23 redox-mittausten tulokset olivat positiivisia indikoiden parempia hapetusolosuhteita kyseisillä alueilla. Sedimentin pintakerrosten pH oli alueelle tyypillisesti hieman hapan, tosin pisteessä FM6 pH oli lähellä neutraalia.

Sedimenttinäytteistä mitatut laatuparametrit on esitetty taulukossa (Taulukko 11-2).

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 11-2. Sedimenttinäytteiden kenttämittausten tulokset 2024.

| Sedimenttinäyte | Lämpötila °C | pH | Redox mV |
|---|---|---|---|
| Nuasj_1 (0-2 cm) | 5,2 | 7,26 | -115 |
| Nuasj_1 (2-4 cm) | 4,9 | 6,9 | -102 |
| Nuasj_1 (4-6 cm) | 5 | 6,92 | -90 |
| Nuasj_1 (6-10 cm) | 5,2 | 6,89 | -93 |
| Nuasj_1 (20-25 cm) | 5,1 | 6,74 | -63 |
| Nuasj_5 (0-4 cm) | 13,3 | 6,73 | 101,5 |
| Nuasj_23 (0-4 cm) | 13 | 6,86 | 128,4 |
| FM6 (0-4 cm) | 11,5 | 7,05 | -15 |

### 11.2.2.3 Sedimentin kemiallinen tila

Sedimenttinäytteiden kuiva-aineen ja orgaanisen aineen pitoisuus (hehkutushäviö) sekä alkuaineanalyysien tulokset on esitetty taulukossa (Taulukko 11-3).

Syvännepisteen Nuasj_1 sedimenttikerrostuma 0–10 cm oli vesipitoista (kuiva-ainepitoisuus n. 8…14 %) ja orgaanista ainesta n. 15 % sisältävää löyhää liejua. Sedimenttinäyte 20–25 cm syvyydestä sisälsi vähemmän orgaanista ainesta (10 %) ja oli muutenkin tiiviimpää kuin yläpuoliset kerrokset.

Jormaslahden edustan sedimenttinäytteiden pintakerros sisälsi selvästi vähemmän vettä (kuiva-ainepitoisuus n. 15…42 %) ja orgaanista ainesta (hehkutushäviö n. 6–10 %) kuin syvännepisteen pintakerros. Varsinkin näytepisteen FM6 sedimentti oli selvästi tiiviimpää ja karkeampaa kuin muut näytteet ja Jormasjoen virtauksen vaikutus oli havaittavissa kyseisen alueen sedimentoitumisessa.

Alkuaineanalyyseissä kaivostoiminnan vaikutus oli havaittavissa kohonneissa rikki-, arseeni-, nikkeli- ja sinkkipitoisuuksissa. Syvännepisteeseen (Nuasj_1/0–4 cm KA 4000 mg/kg) todettiin kertyvän enemmän rikkiä kuin Jormaslahden edustalle (0–4 cm 990…1600 mg/kg), mihin oli kertynyt enemmän muita alkuaineita. Nikkeliä todettiin selvästi enemmän (190…210 mg/kg) näytepisteissä Nuasj_23 ja FM6 kuin muissa näytepisteissä.

Taulukko 11-3. Sedimenttinäytteiden laboratoriotulokset 2024.

| Piste | Syvyys cm | Kuiva-aine % | Hehk.-häviö % | Kok.P mg/kg | S mg/kg | Ni mg/kg | As mg/kg | Mg mg/kg | Ca mg/kg | K mg/kg | Na mg/kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nuasj_1 | 0-2 | 8,8 | 15,3 | 1 300 | 2 600 | 74 | 33 | 6 400 | 5 200 | 3 100 | 420 |
| | 2-4 | 14,2 | 15,8 | 910 | 5 400 | 76 | 21 | 6 700 | 4 900 | 3 400 | 480 |
| | 4-6 | 10,8 | 15,7 | 1 000 | 10 000 | 120 | 25 | 5 900 | 5 100 | 3 000 | 440 |
| | 6-10 | 8,3 | 15,7 | 910 | 14 000 | 160 | 37 | 5 000 | 4 300 | 2 700 | 430 |
| | 20-25 | 20,8 | 10,7 | 560 | 2700 | 65 | 15 | 7 300 | 4 000 | 4 600 | 540 |
| Nuasj_5 | 0-4 | 14,9 | 9,6 | 1 000 | 990 | 91 | 50 | 6 000 | 3 200 | 3 400 | 360 |
| Nuasj_23 | 0-4 | 22 | 9,1 | 1 200 | 1200 | 190 | 59 | 5 400 | 3 200 | 2 500 | 270 |
| FM6 | 0-4 | 41,6 | 6,2 | 440 | 1600 | 210 | 61 | 5 200 | 3 100 | 2 000 | 220 |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Piste | Syvyys | Fe | Mn | Cd | Pb | Hg | Al | B | Ba | Co | Cr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | cm | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| Nuasj_1 | 0-2 | 45 000 | 6 200 | 1,4 | 30 | <0,10 | 18 000 | 5,7 | 260 | 36 | 68 |
| | 2-4 | 39 000 | 3 600 | 1,4 | 35 | 0,19 | 19 000 | 9,8 | 250 | 39 | 72 |
| | 4-6 | 41 000 | 3 600 | 1,8 | 33 | 0,17 | 19 000 | 5,5 | 280 | 55 | 67 |
| | 6-10 | 38 000 | 2 400 | 1,7 | 35 | 0,16 | 17 000 | 4,6 | 270 | 64 | 63 |
| | 20-25 | 28 000 | 1400 | 0,69 | 40 | 0,11 | 21 000 | 5,0 | 210 | 31 | 85 |
| Nuasj_5 | 0-4 | 50 000 | 9 600 | 1,2 | 35 | 0,13 | 18 000 | 5,2 | 540 | 36 | 72 |
| Nuasj_23 | 0-4 | 53 000 | 6 300 | 1,7 | 29 | <0,10 | 17 000 | 5,3 | 320 | 51 | 61 |
| FM6 | 0-4 | 24 000 | 1 600 | 1,6 | 12 | <0,10 | 11 000 | 3,2 | 110 | 45 | 58 |

| Piste | Syvyys | Cu | Mo | Sb | Se | Sn | Sr | V | Zn | U |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | cm | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| Nuasj_1 | 0-2 | 27 | 3,1 | 2,9 | 1,1 | 1,6 | 27 | 93 | 210 | 1,8 |
| | 2-4 | 29 | 2,7 | 2,30 | 0,97 | 1,8 | 27 | 93 | 210 | 2,0 |
| | 4-6 | 31 | 3,5 | 4,8 | 1,1 | 1,6 | 27 | 95 | 280 | 2,0 |
| | 6-10 | 30 | 4,1 | 7,7 | 1,1 | 1,5 | 25 | 85 | 580 | 2,0 |
| | 20-25 | 32 | 2,0 | 1,3 | 0,78 | 2,2 | 27 | 98 | 140 | 2,4 |
| Nuasj_5 | 0-4 | 28 | 6,5 | 1,2 | 0,99 | 1,8 | 24 | 90 | 200 | 2,2 |
| Nuasj_23 | 0-4 | 23 | 4,2 | 4,8 | 0,88 | 1,2 | 20 | 86 | 270 | 2,2 |
| FM6 | 0-4 | 19 | 1,4 | 4,1 | 0,54 | 0,81 | 15 | 51 | 250 | 1,7 |

### 11.2.2.4 Vuoden 2024 tulosten vertailu tarkkailuajanjaksoon 2014–2024

Taulukossa (Taulukko 11-4) on esitetty Sotkamon kaivoksen tarkkailun pintasedimenttikerrosten (0–4 cm) pitoisuuksia vuosilta 2014, 2019 ja 2024. Vuosien 2010 ja 2021 välisenä aikana kaivokselta ei juoksutettu vesiä Lahnasjokeen, ja juoksutustauon vaikutus onkin parhaiten nähtävissä vuoden 2019 tuloksissa. Tehdasalueelta kohdistuu kuitenkin kuormitusta Lahnasjokeen myös hajakuormituksena. Lahnasjoen kautta tulevien vesien mukana kulkeutuvista alkuaineista enin osa laskeutuu pohjalle Jormaslahdelle tarkkailupisteen FM6 alueelle. Kyseisessä tarkkailupisteessä on havaittavissa juoksutusten uudelleen aloituksen vaikutus vuonna 2024 kohonneina pitoisuuksina verrattuna vuoteen 2019. Näytepisteen FM6 alkuainepitoisuudet ovat alhaisimmat vuoden 2019 näytteenoton tuloksissa.

Rikkikuormitusta vaikuttaa kulkeutuvan aikaisempaa vähemmän Nuasjärven syvänteeseen. Syvänteen pintakerroksen (Nuasj_1) rikkipitoisuus on laskenut selvästi vuoteen 2014 verrattuna. Muissa tarkkailupisteissä ei todeta vastaavanlaista selvää muutosta rikkipitoisuuksissa. Nuasjärven syvänteen tarkkailupisteessä Nuasj_1 on ollut tarkkailun aikana selvästi korkeammat rikkipitoisuudet kuin muissa tarkkailupisteissä.

Arseenia todettiin vuonna 2024 samansuuntaiset pitoisuudet Jormaslahden tarkkailupisteissä (Nuasj_5, Nuasj_23 ja FM6). Syvänteen tarkkailupisteessä todettiin selvästi pienempi arseenipitoisuus. Merkittävin muutos tarkkailun aikana on vuonna 2014 tarkkailupisteessä FM6 todetun korkean arseenipitoisuuden merkittävä lasku vuosien 2019 ja 2024 tuloksiin.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kadmiumin pitoisuus on ollut varsin alhainen koko tarkkailun ajan, eikä pitoisuustasossa ole havaittavissa suuria tarkkailupistekohtaisia eroja. Lahnasjoen suunnalta ei arvioida tulosten perusteella tulevan erityistä kadmiumkuormitusta.

Nikkelin pitoisuus on korkeampi Jormaslahden tarkkailupisteissä Nuasj_23 ja FM6 kuin tarkkailupisteessä Nuasj_5 sekä syvänteen tarkkailupisteessä Nuasj_1. Todetuissa pitoisuuksissa on havaittavissa lievää laskua tarkkailun aikana, pois lukien tarkkailupiste FM6, jossa todettiin vuonna 2024 korkein pitoisuus.

Sinkin pitoisuus on korkeampi Jormasjärven tarkkailupisteissä Nuasj_23 ja FM6, kuin tarkkailupisteessä Nuasj_5 sekä syvänteen tarkkailupisteessä Nuasj_1. Todetuissa pitoisuuksissa on havaittavissa lievää laskua tarkkailun aikana, pois lukien tarkkailupiste FM6, jossa todettiin vuonna 2024 korkeampi pitoisuus kuin vuonna 2019.

Mangaanin pitoisuus on korkein Jormaslahden edustan tarkkailupisteissä Nuasj_5 ja Nuasj_23. Vuoden 2024 pitoisuudet ovat selvästi alhaisemmat kuin vuonna 2014. Tarkkailupisteessä Nuasj_23 todettiin vuonna 2019 korkein mangaanin pitoisuus. Lahnasjokea lähimmässä tarkkailupisteessä FM6 todettiin alhaisin mangaanin pitoisuus 2024 (kuten myös 2019), vuonna 2014 tarkkailupisteessä todettiin korkeampi pitoisuus kuin vuonna 2024. Nuasjärven syvänteen tarkkailupisteen Nuasj_1 mangaanipitoisuudet ovat tarkkailun aikana vaihdelleet vähiten ja ovat pääsääntöisesti olleet toiseksi alhaisimmat.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 11-4. Pintasedimenttikerroksen analyysituloksia 2014–2024.

| Piste | Vuosi | Syvyys cm | S mg/kg | As mg/kg | Cd mg/kg | Ni mg/kg | Zn mg/kg | Mn mg/kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EQS[1] | | | | 18 | 2,3-3,8 | 42 | 139 | |
| PNEC[2] | | | | | 1,8 | 109 | 117,8 | |
| PEL[3] | | | | 17 | 3,5 | 36 | 315 | |
| Tausta 1 | | | 423 | 9 | 1 | 45 | 111 | 3405 |
| Tausta 2 | | | 423 | 9 | 0,4 | 45 | 111 | 3405 |
| Tausta 3 | | | 502 | 4 | 0,3 | 37 | 110 | 2213 |
| Nuasj_1 | 2024 | 0-4* | 4 000 | 27 | 1,4 | 75 | 210 | 4 900 |
| | 2019 | 0-4 | 4 796 | 22 | 1,2 | 76 | 245 | 5 956 |
| | 2014 | 0-4* | 11 600 | 41 | 2,1 | 129 | 335 | 4 350 |
| Nuasj_5 | 2024 | 0-4 | 990 | 50 | 1,2 | 91 | 200 | 9 600 |
| | 2019 | 0-4 | 878 | 47 | 1,6 | 122 | 323 | 5 886 |
| | 2014 | 0-4 | 1 300 | 50 | 1,8 | 140 | 330 | 26 000 |
| Nuasj_23 | 2024 | 0-4 | 1 200 | 59 | 1,7 | 190 | 270 | 6 300 |
| | 2019 | 0-4 | 670 | 63 | 1,6 | 214 | 313 | 39 330 |
| | 2014 | 0-4 | 970 | 81 | 2,2 | 300 | 470 | 28 000 |
| FM6 | 2024 | 0-4 | 1 600 | 61 | 1,6 | 210 | 250 | 1 600 |
| | 2019 | 0-4 | 1 359 | 35 | 0,9 | 112 | 161 | 1 475 |
| | 2014 | 0-2 | 880 | 190 | 2,1 | 170 | 340 | 4 300 |

[1] *Pohjoismaiden (Norja, Ruotsi, Tanska) määrittelemiä ympäristölaatunormeja (EQS-arvoja) sedimentille*

[2] *Euroopan kemikaaliviraston (ECHA) määrittämät PNEC-arvot (arvot alittavilla pitoisuuksilla ei arvioida olevan haitallisia vaikutuksia)*

[3] *Kanadalaisen ympäristöneuvoston (CCME) "Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life" PEL-viitearvot (arvot ylittävillä pitoisuuksilla todetaan usein haitallisia biologisia vaikutuksia)*

*Tausta 1= Keskiarvo Nuasjärven kerroksen 1 tuloksista (Mäkinen ja Kauppila 2006), kuvaa viimeaikaisen ihmistoiminnan seurauksena 1970-luvun puolivälin jälkeen muodostunutta kuormitusta*

*Tausta 2= Keskiarvo Nuasjärven kerroksen 2 tuloksista (Mäkinen ja Kauppila 2006), kuvaa ennen 1980-lukua tapahtunutta kerrostumista arviolta sadan vuoden taakse*

*Tausta 3=Keskiarvo Nuasjärven kerrosten 4-5 tuloksista (Mäkinen ja Kauppila 2006), Nuasjärven luonnontilainen sedimenttikerros*

### 11.2.3 Todettujen pitoisuustasojen arviointi

Alueen taustapitoisuustasoja ennen ihmistoiminnan vaikutusta sekä ennen kaivoistoimintojen aloitusta on arvioitu muutamissa tutkimusraporteissa. Mäkinen ym. (2010) mukaan Nuasjärven syvänteen kerrostumisnopeus on n. 5 mm vuodessa. Kerrostumisnopeuden perusteella laskettuna vuonna 1969 alkaneen kaivostoiminnan vaikutusten pitäisi näkyä vuonna 2024 otettujen sedimenttiprofiilien ylimmässä 0–25 cm:n sedimenttikerroksessa, ja vastaavasti vuonna 2014 ylimmässä 0–20 cm:n sedimenttikerroksessa.

Vuonna 2005 toteutetussa Nuasjärven sedimenttitutkimuksessa (Mäkinen ja Kauppila 2006) tehtiin sedimenttiprofiilien ikämääritystä ja arvioitiin kerrostumisnopeutta. Ikämääritysten perusteella sedimenttiprofiilit jaettiin viiteen kerrokseen:

- kerros 1, ylin sedimenttikerros rajattiin v. 1986 syntyneen Cs137-maksimin alapuolelle ja se kuvastaa karkeasti n. 30–35 vuoden kertymää (0–6 cm). Ihmistoiminnan vaikutusta.

Copyright © AFRY Finland Oy

- kerros 2, vastaa karkeasti arvioiden ennen 1980-lukua tapahtunutta kerrostumista, jonka pituus vastaa yli 100 vuotta (n. 6–16 cm). Ihmistoiminnan vaikutusta.
- kerros 3, kerroksen sedimentti on kerroksen 2 sedimenttiä vanhempi eikä sen ikää voitu määrittää (n. 16–28 cm). Ihmistoiminnan vaikutusta Nuasjärven valuma-alueella jo 1700-luvun alkupuolta.
- kerrokset 4 ja 5, edustavat luonnontilaista sedimenttiä ja ne sijoittuvat keskimäärin yli 30 cm syvyydelle. Ei ihmistoiminnan vaikutusta.

Sedimentin ikä- ja kerrosjakaumassa on huomioitava eri menetelmillä saadut erot tuloksissa ja se, että Nuasjärven sedimentoitumisnopeus vaihtelee eri osissa järveä. Arviot on tehty tulosten keskiarvoista.

Mäkisen ja Kauppilan (2006) tutkimuksen mukaan Nuasjärven luonnontilaiset arseeni- ja nikkelipitoisuudet ovat 4 mg/kg (As) ja 39 mg/kg (Ni) sekä mangaanin (Mn) 1950 mg/kg ja sinkin (Zn) 110 mg/kg. Ensivaiheen ihmistoiminnan seurauksena 1800-luvulta alkaen ovat arseenin, nikkelin, mangaanin ja sinkin pitoisuudet kohonneet tasolle 9 mg/kg (As), 45 mg/kg (Ni), 3405 mg/kg (Mg) ja 111 mg/kg (Zn) (keskiarvot Nuasjärven kerroksen 2 tuloksista, jotka kuvaavat ennen 1980-lukua tapahtunutta kerrostumista). Viimeaikaisen ihmistoiminnan seurauksena 1970-luvun puolivälin jälkeen arseenin, nikkelin, mangaanin ja sinkin taustapitoisuudet ovat kohonneet tasolle 27 mg/kg (As), 102 mg/kg (Ni), 13095 mg/kg (Mn) ja 241 mg/kg (Zn).

Vuonna 2024 otetuissa näytteissä Nuasjärven pintasedimentin (0–4 cm) pitoisuudet vaihtelivat arseenin osalta 27–61 mg/kg, nikkelin 75–210 mg/kg, mangaanin 1600–9600 mg/kg ja sinkin 200–270 mg/kg. Vertailtaessa pitoisuuksia alueen taustapitoisuuksiin, voidaan todeta varsinkin Jormaslahden edustan näytepisteissä olevan alueen tausta- ja luontaisia pitoisuuksia korkeammat arseenin ja nikkelin pitoisuudet. Mangaanin todetut pitoisuudet ovat seuranneet pääsääntöisesti muiden alkuaineiden pitoisuuksia, tosin mangaanin kohdalla on todettu tarkkailun aikana suurempaa vaihtelua ja selvempiä yksittäisiä piikkejä (huomioitava näytteenottokertojen välin vaikutus mahdollisiin muuttujiin). Taulukossa (Taulukko 11-5) on esitetty vuoden 2024 pintakerroksen tulokset sekä vertailuarvot.

Taulukko 11-5. Vuoden 2024 pintakerroksen näytteiden alkuainepitoisuuksien vertailua vertailuarvoihin.

| Piste | Vuosi | Syvyys cm | S mg/kg | As mg/kg | Cd mg/kg | Ni mg/kg | Zn mg/kg | Mn mg/kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EQS[1] | | | | 18 | 2,3-3,8 | 42 | 139 | |
| PNEC[2] | | | | | 1,8 | 109 | 117,8 | |
| PEL[3] | | | | 17 | 3,5 | 36 | 315 | |
| Tausta 1 | | | 1872 | 27 | 1,2 | 102 | 241 | 13095 |
| Tausta 2 | | | 423 | 9 | 1 | 45 | 111 | 3405 |
| Tausta 3 | | | 502 | 4 | 0,3 | 37 | 110 | 2213 |
| Nuasj_1 | 2024 | 0-4* | 4 000 | 27 | 1,4 | 75 | 210 | 4 900 |
| Nuasj_5 | 2024 | 0-4 | 990 | 50 | 1,2 | 91 | 200 | 9 600 |
| Nuasj_23 | 2024 | 0-4 | 1 200 | 59 | 1,7 | 190 | 270 | 6 300 |
| FM6 | 2024 | 0-4 | 1 600 | 61 | 1,6 | 210 | 250 | 1 600 |

[1] *EQS= Pohjoismaiden (Norja, Ruotsi, Tanska) määrittelemiä ympäristölaatunormeja (EQS-arvoja) sedimentille*

[2] *PNEC= Euroopan kemikaaliviraston (ECHA) määrittämät PNEC-arvot (arvot alittavilla pitoisuuksilla ei arvioida olevan haitallisia vaikutuksia)*

Copyright © AFRY Finland Oy

[3] *Kanadalaisen ympäristöneuvoston (CCME) "Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life" PEL-viitearvot (arvot ylittävillä pitoisuuksilla todetaan usein haitallisia biologisia vaikutuksia)*

*Tausta 1= Keskiarvo Nuasjärven kerroksen 1 tuloksista (Mäkinen ja Kauppila 2006), kuvaa viimeaikaisen ihmistoiminnan seurauksena 1970-luvun puolivälin jälkeen muodostunutta kuormitusta*

*Tausta 2= Keskiarvo Nuasjärven kerroksen 2 tuloksista (Mäkinen ja Kauppila 2006), kuvaa ennen 1980-lukua tapahtunutta kerrostumista arviolta sadan vuoden taakse*

*Tausta 3=Keskiarvo Nuasjärven kerrosten 4-5 tuloksista (Mäkinen ja Kauppila 2006), Nuasjärven luonnontilainen sedimenttikerros*

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 pohjoismaiden määrittelemät ympäristölaatunormit arseenin, nikkelin ja sinkin kohdalla. Kadmiumin kohdalla todetut pitoisuudet ovat alle ympäristölaatunormin. Riskiarvioinnissa käytettäviin PNEC ja PEL arvoihin vertailtaessa voidaan todeta tarkkailupisteiden alkuainepitoisuuksien olevan sellaisilla pitoisuustasoilla että:

ei voida enää suoraan todeta, ettei todetuilla alkuaineiden pitoisuustasoilla ole mahdollisesti haitallisia vaikutuksia (PNEC),

samalla voidaan todeta arseenin ja nikkelin kohdalla pitoisuuksien olevan sillä tasolla, millä on ollut havaittavissa haitallisia biologisia vaikutuksia (PEL).

Todettuja pitoisuustasoja vertailtaessa on huomioitava, että alueen luonnolliset taustapitoisuudet ovat osin samalla tasolla kuin osa vertailuarvoista, eikä tiettyjen vertailuarvojen ylityksistä voida suoraan tehdä johtopäätöksiä todettujen aineiden ja pitoisuustasojen aiheuttamasta riskistä.

Viimeisen 10 vuoden tarkkailujakson aikana todetuissa alkuaineiden pitoisuuksissa on tapahtunut muutoksia, mutta pääsääntöisesti muutokset eivät ole olleet kovin merkittäviä. Vuosien 2010–2021 juoksutustauko on kuitenkin havaittavissa. Vaihtoehtojen tarkastelussa on huomioitava myös muista lähteistä tuleva kuormitus Nuasjärveen ja tarkkailupisteisiin. Kuormitusta tulee esim. Jormasjoen ja Terrafamen purkuputken kautta, vaikuttaen Jormaslahdelle ja Nuasjärven syvänteisiin.

Muutokset kuormituksessa voivat aikaisemman perusteella olla havaittavissa muutamassa vuodessa niillä alueilla, joihin Sotkamon kaivoksen purkuvesien painopiste on.

## 11.3 Vaikutusten arviointi

Sedimentteihin kohdistuva kuormitus ja sedimentoituvan aineksen sisältämien aineiden koostumus riippuu pitkälti kaivosalueelta 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.

Copyright © AFRY Finland Oy

### 11.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisen aikaiset vaikutukset (vaihtoehdot VE1 ja VE2) sedimentteihin seuraavat pitkälti veteen ja vesistöihin kohdistuvia vaikutuksia. Purkuvesien hetkellinen hienoainesmäärän lisääntyminen lisää sedimentoitumista hetkellisesti. Purkuputken Nuasjärven pohjalle asennettavalla osuudella on hetkellinen vaikutus hienoaineksen lähtiessä liikkeelle.

Kaivosalue → Ei juurikaan vaikutuksia

Kaivosalueella 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. Kaivosalueen rakentamisen aikaisten vaikutusten merkittävyyden arvioidaan olevan merkityksetön tai vähäisen negatiivinen.

Purkuputki → sedimenteissä olevat haitta-aineet voivat lähteä liikkeelle pohjaa kaivettaessa tai purkuputkea asennettaessa.

Riippuen purkuputken reitistä Nuasjärven pohjan alueella, voivat rakennustyöt aiheuttaa pohjasedimentin hienoaineksen lähtemistä liikkeelle, aiheuttaen hetkellistä veden samentumista. Hienoaineksen mukana kulkeutuu siihen sitoutuneita alkuaineita, mahdollisesti sellaisina pitoisuuksina, että ne voivat aiheuttaa riskiä niille altistuville eliöille. Jokaisessa purkuputkivaihtoehdossa purkuputken kulkureitti on alueella, jossa pohjasedimenteissä on kohonneita kuormitustekijöitä (sulfaatti, raskasmetallit). 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

Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen purkuvesien mukana kulkeutuu vesistöä ja sedimenttejä kuormittavia alkuaineita, mm. rikkiä, nikkeliä, arseenia ja mangaania. Vuosien 2022–2024 vuosikuormitus on esitetty taulukossa (Taulukko 11-6). Kaivosalueen vesien puhdistusjärjestelmän avulla pyritään minimoimaan alueen ulkopuolinen kuormitus. Purkuvesien raskasmetallikuormitus on varsin vähäinen verrattuna sulfaattikuormitukseen, joka on merkittävin kuormitustekijä vesistössä ja sedimenteissä Sotkamon tehdas- ja kaivosalueelta.

Taulukko 11-6. Lahnasjokeen johdetun veden tuoma kuormitus vuosina 2022–2024 (lähde: liite 3).

| Kuormite | n. kg/a |
|---|---|
| Sulfaatti | 4 462 000–4 912 000 |
| Sulfaatti (pitkä KA) | 4 223 000 |
| Rikki (laskennallinen) | 1 490 000–1 640 000 |
| Arseeni | 15–44 |
| Arseeni (pitkä KA) | 17 |
| Mangaani | 150 |
| Nikkeli | 33–143 |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Kuormite | n. kg/a |
|---|---|
| Nikkeli (pitkä KA) | 33 |

Purkuvesien mukana mahdollisesti sedimentoituvista kuormitustekijöistä sulfaatin määrä on monta kertaluokkaa suurempi kuin raskasmetallien. Alueen sedimenttitarkkailussa 2024 analysoiduissa sedimentin pintakerrosnäytteissä metallipitoisuudet (arseeni, nikkeli, sinkki) ovat kuitenkin suhteellisesti korkeammat kuin niiden vuosittainen määrä purkuvesissä on suhteessa sulfaatin määrään. Sedimenttiin kertyneen arseenin ja nikkelin pitoisuudet ovat Jormaslahden alueella sellaisella pitoisuustasolla, että niillä saattaa olla vaikutusta eliöstöön.

Muutokset purkuvesissä olevissa kuormitustekijöissä vaikuttavat oletettavasti vastaavasti sedimentoituvan ja saostuvan kiintoaineksen pitoisuuksiin olettaen, että pohjaolosuhteet ovat samankaltaisia.

Vaihtoehdossa VE0 tehdas- ja kaivosalueen purkuvesien käsittely tehdään nykyisellä vesienkäsittelyjärjestelmällä ja puhdistetut vedet johdetaan Lahnasjokeen, joka laskee Nuasjärven Jormaslahteen. Vaihtoehdossa VE0 vaikutukset sedimentteihin ovat kuten nykytilassa, ja ne on kuvattu sedimenttien nykytilaa kuvaavassa luvussa. Lahnasjokeen ei ole suunniteltu johdettavan vesiä vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Mahdollisen purkuputken sijainnilla on eri alueisiin kohdistuvia erilaisia vaikutuksia.

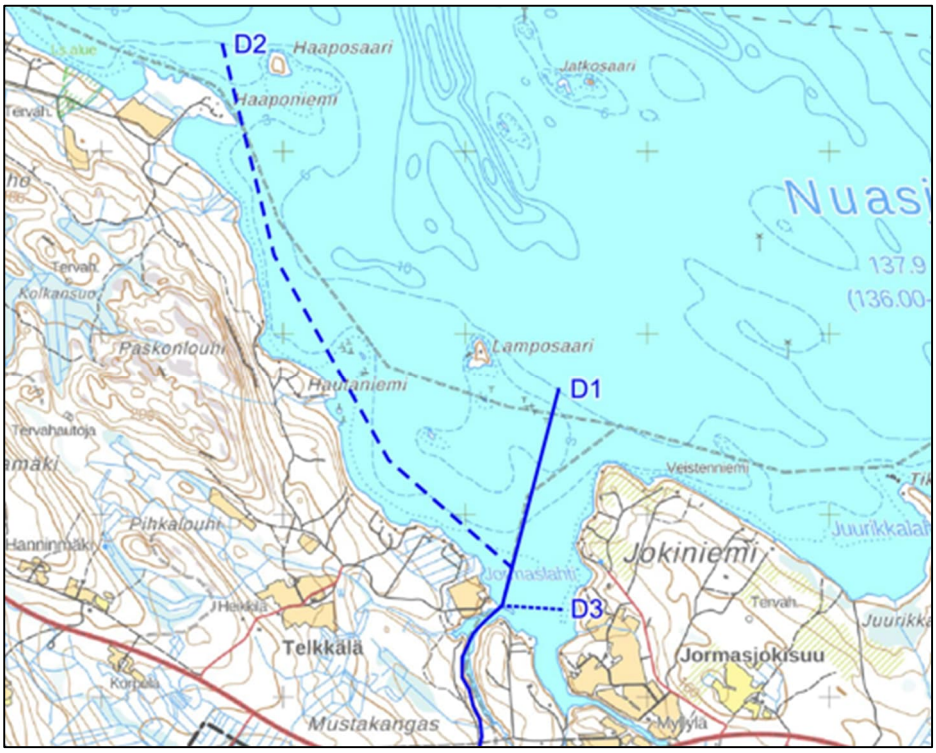
### Purkureittivaihtoehtojen tarkastelu

Uudet mahdolliset purkupisteet luovat Nuasjärvessä 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 fysikaalis-kemiallisiin olosuhteisiin. Riippuen sedimentissä olevista kuormitustekijöistä (sulfaatit, raskasmetallit), on mahdollista tapahtua happamoitumista tai metallien liukenemista veteen.

Purkuvesien pääkuormituksen siirtyessä purkureittivaihtoehdon D1 tai D2 (Kuva 11-2) kautta tapahtuvaksi, vähentyy Lahnasjoen kautta tapahtuva kulkeutuminen. Tällöin Jormaslahden pintakerrosten haitta-aineet saattavat ajan myötä peittyä sedimentillä missä on alhaisemmat alkuainepitoisuudet. Tällöin sedimentin haitta-aineiden vaikuttavuus ja riski pienenee. Samalla myös pienenee haitta-aineiden kulkeutuminen resuspension (pohjaan laskeutuneen sedimentin siirtyminen takaisin veteen) mukana. Vaihtoehdossa D3 purkuvesien kuormitus kohdistuu edelleen Jormaslahteen.

Alueella on laajalti sedimenttinäytteenottopisteitä useamman vuosikymmenen ajalta. Osa pisteistä on aktiivisessa tarkkailussa ja saatavilla on tuoretta tietoa pohjasedimentissä olevien kuormitustekijöiden pitoisuustasosta. Näiden pisteiden tulosten avulla voidaan tarkkailla mahdollisen purkupistepaikan muutoksen vaikutusta Nuasjärven sedimentteihin. Osasta tarkkailupisteistä on tarjolla vähemmän ja vanhempaa tietoa sedimenteistä, joista saatetaan nähdä suuntaa antavasti muutoksen vaikutusta.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 11-2. Purkureittivaihtoehdot.

Nuasjärvi D1

Purkureittivaihtoehdossa D1 purkuvesien purkautumissuunta on pohjoiseen kohti Nuasjärven syvännettä sekä Terrafamen purkuputken vaikutusaluetta. Sedimenttitarkkailupisteistä mahdollisesti ainakin Nuasj_5, Nuasjärvi-9, Nuasjärvi-14, Nuasjärvi-15, FM12 sekä Nuasj_1 ovat sellaisia, joissa muutos purkureitissä voi olla havaittavissa. Hyvin todennäköisesti suurin vaikutus kertyisi edelleen Nuasjärven syvänteeseen, missä näkyy tälläkin hetkellä alueen kaivostoimintojen vaikutus selvimmin.

Nuasjärvi D2

Purkureittivaihtoehdossa D2 kuormitus näyttäisi suuntautuvan luoteeseen/pohjoiseen, alueelle, johon on ollut pienimmät vaikutukset tähän asti. Kuormituksen siirtymisen vaikutuksista tälle alueelle voidaan saada tietoa tutkimuspisteistä Nuasjärvi-2, Nuasjärvi-10 ja Nuasjärvi-11. Tässä vaihtoehdossa suurin osa kuormituksesta oletettavasti ei suuntaudu Nuasjärven suuren syvänteen suuntaan. Saatavilla olevien analyysitulosten perusteella Nuasjärvi-2, -10 ja -11 pisteiden sulfaatti-, arseeni- ja nikkelipitoisuudet ovat varsin alhaisella tasolla verrattuna nykyisiin kaivosten kuormitusalueisiin. Purkuvesien suuntautuminen tälle alueelle oletettavasti aikaansaa pitoisuuksien nousua sedimentissä.

Nuasjärvi D3

Purkupistevaihtoehdossa D3 kuormitus suuntautuu Jormaslahteen, pitkälti samalle alueelle, johon tähänastinen kuormitus on vaikuttanut. Osa kuormitustekijöistä on jäänyt Jormaslahden alueelle, ja osa on kulkeutunut Nuasjärven syvänteen suuntaan. Kuormituksen muutoksen mahdollisesti aikaansaamat muutokset voivat olla havaittavissa tutkimuspisteissä FM6, FM10, FM11, Nuasj_5 sekä Nuasj_23. Tällä hetkellä tarkkailupisteissä FM6, Nuasj_5 ja -_23 on havaittavissa korkein arseenin ja nikkelin kertyminen sedimentissä.

Copyright © AFRY Finland Oy

### 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 kuormitustekijöitä sisältävän sedimentin arvioidaan ajan kuluessa peittyvän ja osin sekoittuvan sellaiseen sedimentoituvaan ainekseen, missä kuormitustekijöiden määrä on alhaisempi.

Nuasjärvellä on alueita, joissa pohjan läheisen veden happipitoisuus on alhainen. Mikäli tällaiselle alueelle virtaa hapekkaampaa vettä ja sedimentissä on korkeat sulfaattipitoisuudet, saattaa sulfaatti hapettua ja aikaansaada rikkihapon muodostumista. Happamoituminen voi lisäksi aikaansaada raskasmetallien liukenemista sedimentistä veteen.

### 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.

Tässä vaihtoehdossa kuormitus ja vaikutukset Lahnasjokeen ja Jormaslahteen jatkuvat nykyisen kaltaisena.

## 11.4 Yhteisvaikutukset

Nuasjärven sedimenttejä kuormittaa Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen purkuvesien lisäksi Terrafame Oy:n purkuvedet. Terrafame Oy:n purkuvesistä suurin osa purkautuu purkuputkesta ja vaikutus on havaittavissa purkuputken lähistöllä ja siitä Nuasjärven syvänteen suuntaan. Tämänhetkinen purkuvesien yhteisvaikutus suuntautuu osin samalla alueelle. Suunniteltujen purkuputkivaihtoehtojen vaikutukset voivat vähentää tai lisätä yhteisvaikusta.

## 11.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaihtoehdossa VE0 tehdas- ja kaivosalueen purkuvesien käsittely tehdään nykyisellä vesienkäsittelyjärjestelmällä ja puhdistetut vedet johdetaan Lahnasjokeen, joka laskee Nuasjärven Jormaslahteen. Vaihtoehdossa VE0 vaikutukset sedimentteihin ovat kuten nykytilassa.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 purkuvesien käsittelyä tehostetaan, minkä takia vaikutuksen arvioidaan olevan kokonaisuutena vähäisen positiivinen. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vesiä ei johdeta Lahnasjokeen vaan Nuasjärveen. Sedimenttivaikutukset siirtyvät Lahnasjoesta purkupistevaihtoehdon D1, D2 ka D3 läheisyyteen, ja uuden purkupaikan välittömässä läheisyydessä vaikutus voi olla vähäisen negatiivinen. Nuasjärven kokonaistilan kannalta vaikutus on kuitenkin vähäisen positiivinen koska kuormitus vähenee.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 11-7. 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 | | | | | VE0 | VE1<br>VE2 | | | |
| | Kohtalainen | | | | | | | | | |
| | Suuri | | | | | | | | | |
| | Erittäin suuri | | | | | | | | | |

## 11.6 Arvioinnin epävarmuudet

Nuasjärven sedimenttien nykytilanteesta on paikoitellen hyvin tietoa Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen sekä Terrafame Oy:n sedimenttitarkkailuiden tuloksista. Mahdollisen purkuputkivaihtoehdon D2 vaikutusalueelta ei ole saatavilla tuoretta tietoa sedimenttien haitta-ainepitoisuuksista. 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 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

- Hankealueelta on olemassa kattavaa seurantatietoa vesieliöstöstä.
- Vaihtoehdolla VE0 ei ole vaikutusta nykytilaan nähden, sillä toiminta jatkuu nykyisen kaltaisena ja purkupaikkana toimii aiempaan tapaan Lahnasjoki. Vaihtoehdoilla VE1 ja VE2 voidaan saavuttaa nykytilaan nähden parannusta vesistövaikutusten osalta. Kuormituksen arvioidaan vähenevän nykytilasta vesienkäsittelyssä tehtävien parannusten ansiosta. Purkupaikan siirtyminen Nuasjärveen mahdollistaa purkuvesien tehokkaamman sekoittumisen ja siten vaikutusten pienentymisen. Lisäksi vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Lahnasjoen vedenlaatu paranee merkittävästi.
- Vaihtoehdoilla VE1 ja VE2 voidaan saavuttaa nykytilaan nähden parannusta vesistö- ja vesieliöstövaikutusten osalta. Vaikutusten merkittävyys nykytilaan verrattuna arvioidaan hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Nuasjärven osalta kaikkien purkupaikkavaihtoehtojen osalta vähäiseksi myönteiseksi.

## 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. Jormasjoen osalta lähtöaineistona vesistövaikutusarvioinnille toimivat pitoisuusnousu- ja sekoittumislaskelmat ja Nuasjärven osalta vesistömallinnus. Arvioinnissa on lisäksi hyödynnetty tarkoitukseen soveltuvien tutkimusartikkeleiden ja selvitysten tietoja erilaisen kuormituksen aiheuttamista vesistö- ja eliöstövaikutuksista.

## 12.2 Nykytila

### 12.2.1 Piilevät

Piileväselvitykset eivät kuulu Elementisin velvoitetarkkailuun. Läheisen Jormasjoen piileviä tarkkaillaan Terrafamen Sotkamon kaivoksen tarkkailuun liittyen (Terrafame Oy 2024). Näyte otetaan kolmen vuoden välein, edellisen kerran vuosina 2021 ja 2024. Vuoden 2021 tulosten perusteella Jormasjoki oli hapan humusvesistö, jossa esiintyi lähinnä keskiravinteisuutta suosivia planktisia leviä. Suolakuormitusta indikoivia leviä ei esiintynyt, kun vielä vuoden 2018 tutkimuksessa noin 7 % näytteen levistä oli suolaisia vesiä suosivia leviä. TT-indeksitulos viittasi tyydyttävään ekologiseen tilaan ja PMA-indeksitulos erinomaiseen tilaan (Ecomonitor Oy 2022). Vuoden 2024 tarkkailutulokset raportoidaan kaivoksen velvoitetarkkailun yhteydessä huhtikuun 2025 lopussa, jolloin myös laskentatulokset siirretään ympäristöhallinnon rekisteriin.

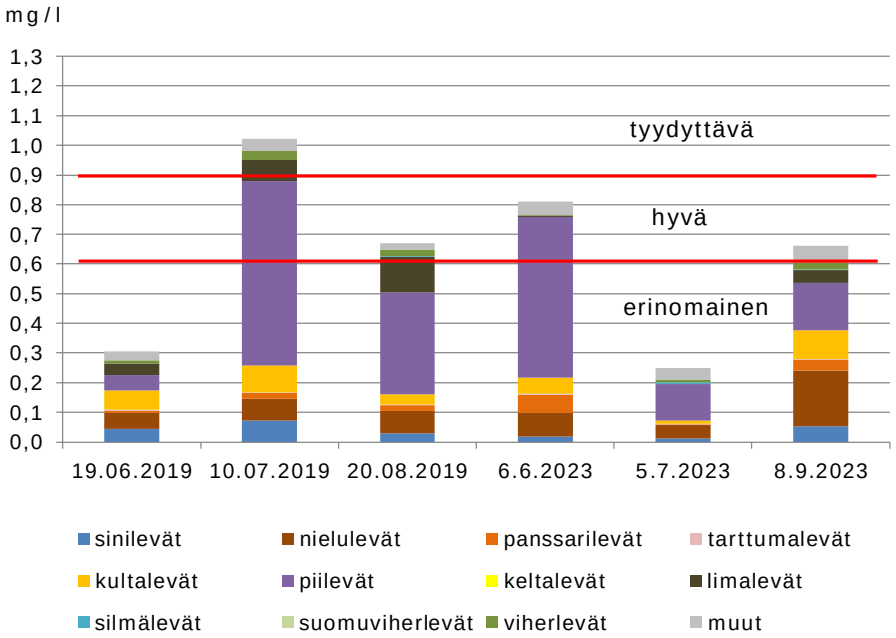
### 12.2.2 Kasviplankton

Kasviplanktontutkimuksia tehdään Nuasjärvessä toiminnanharjoittajan tarkkailuohjelman (Pöyry Environment Oy 2008) mukaisesti kolmen vuoden välein, edellisen kerran vuosina 2019 ja 2023. Vuoden 2022 ohjelman mukainen kasviplanktontutkimus siirtyi

Copyright © AFRY Finland Oy

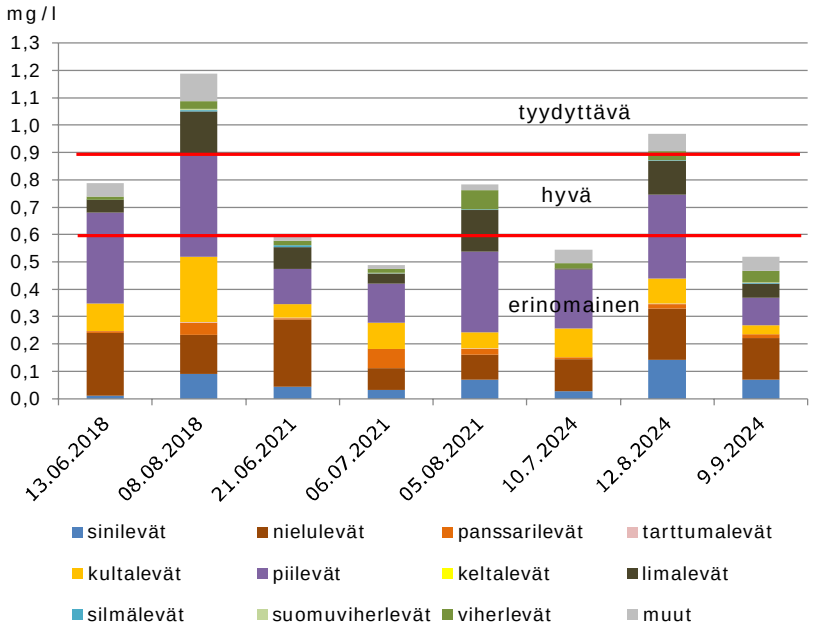
poikkeuksellisesti vuodelle 2023. Näytteet otettiin kesä-, heinä- ja elokuussa Nuasjärven syvänteestä (Nuasjärvi 23, FM12). Terrafamen Sotkamon kaivoksen tarkkailuohjelman (Terrafame Oy 2024) mukaisesti Nuasjärven kasviplanktonia tarkkaillaan kolmen vuoden välein, ja uusimmat näytteet on otettu vuosina 2021 ja 2024. Näytteet otetaan kesä-, heinä- ja elokuussa neljältä Nuasjärven pisteeltä, joista Nuasjärvi 35 sijaitsee noin 1,3 km Elementisin tarkkailupisteestä koilliseen. Seuraavissa kappaleissa esitetään kasviplanktonin nykytila tarkkailupaikkojen 23 ja 35 tulosten perusteella.

Viime vuosina Nuasjärven kasviplanktonin biomassamäärät ovat vaihdelleet tasolla 0,25–1,19 mg/l. Keskimääräinen biomassamäärä pisteellä Nuasjärvi 23 oli 0,62 mg/l ja pisteellä Nuasjärvi 35 0,74 mg/l, mikä viittasi alkavaan rehevöitymiseen ja lähinnä hyvään tilaan (Kuva 12-1–Kuva 12-2). Näytteiden lajisto oli suomalaisille humusjärville tyypillinen ja koostui pääosin piilevistä, kultalevistä, nielulevistä ja limalevistä. Sinileviä oli 1–15 % näytteiden biomassasta, ja eniten sinileviä esiintyi heinäkuussa. Osa sinilevistä kuului haitallisiksi määriteltyihin (Vuori ym. 2009), sopivissa olosuhteissa näkyviä kukintoja ja/tai toksisia kantoja muodostaviin levälajeihin. Kasviplanktonin määrään ja lajistokoostumukseen vaikuttavat hyvin monet tekijät, kuten ravinteiden saatavuus, veden lämpötila, virtaukset ja eläinplanktonin laidunnus. Lisäksi yhteisön koostumuksessa ja biomassan määrässä havaitaan vuosittain vaihtelua.




Kuva 12-1 Nuasjärven näytepaikan Nuasjärvi 23 (FM12) kasviplanktonnäytteiden biomassa ja lajistokoostumus vuosina 2019 ja 2023 (SYKE 2025c). Kuvaan on lisäksi merkitty vertailun vuoksi biomassaperusteisen tilaluokan rajat Sh-pintavesityypille (Aroviita ym. 2019).

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 12-2 Nuasjärven näytepaikan Nuasjärvi 35 kasviplanktonnäytteiden biomassa ja lajistokoostumus vuosina 2018, 2021 ja 2024 (SYKE 2025c). Kuvaan on lisäksi merkitty vertailun vuoksi biomassaperusteisen tilaluokan rajat Sh-pintavesityypille (Aroviita ym. 2019).

Taulukossa 12-1 on esitetty vuosien 2013–2024 velvoitetarkkailun näytteiden tulokset sekä näiden tulosten ilmentämä viitteellinen ekologinen tila. Ympäristöhallinnon virallisen luokittelun mukaan Rehja-Nuasjärven vesimuodostuman kasviplanktonin tila oli hyvä vesienhoidon toisella ja kolmannella kaudella (SYKE 2025b). Nuasjärven kasviplanktontulokset viittasivat vuosina 2013–2024 useimmiten hyvään tai erinomaiseen tilaan lukuun ottamatta TPI-rehevyysindeksin tuloksia, jotka viittasivat näytepaikalla 35 lähinnä tyydyttävään tilaan. Ei voida kuitenkaan luotettavasti päätellä, onko näytepisteiden välillä todellista eroa rehevyystasossa, sillä näytteet on otettu eri aikoina.

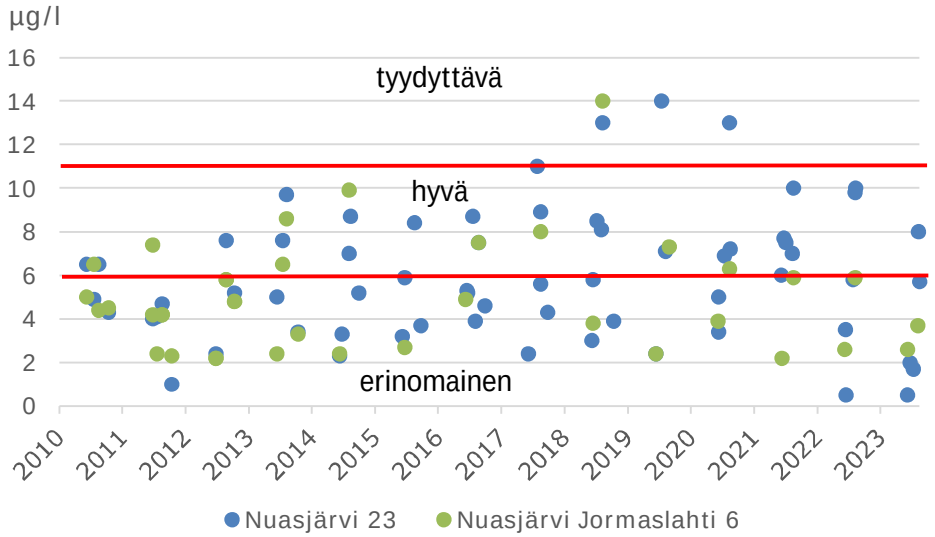
Taulukko 12-1 Nuasjärven vuosien 2013–2023 näytteiden biomassamäärä, klorofylli-a-pitoisuus, haitallisten sinilevien osuus biomassasta ja näytteestä laskettu TPI-rehevyysindeksitulos (SYKE 2025c). Sininen = erinomainen tila, vihreä = hyvä, keltainen = tyydyttävä, oranssi = välttävä

| Nuasjärvi 23 | | | |
|---|---|---|---|
| | Biomassa mg/l | Sinilevät % | TPI |
| 13.6.2013 | 0,65 | 0,5 | -1,20 |
| 7.8.2013 | 1,74 | 13,7 | 0,45 |
| 15.6.2016 | 0,90 | 1,2 | 0,21 |
| 4.7.2016 | 0,56 | 4,9 | -0,69 |
| 3.8.2016 | 0,45 | 7,7 | -0,74 |
| 19.6.2019 | 0,31 | 11,5 | -0,98 |
| 10.7.2019 | 1,02 | 5,2 | 0,69 |
| 20.8.2019 | 0,67 | 3,7 | 0,66 |
| 6.6.2023 | 0,81 | 2,2 | 0,10 |
| 5.7.2023 | 0,25 | 3,9 | 0,13 |
| 9.8.2023 | 0,66 | 7,7 | 0,13 |

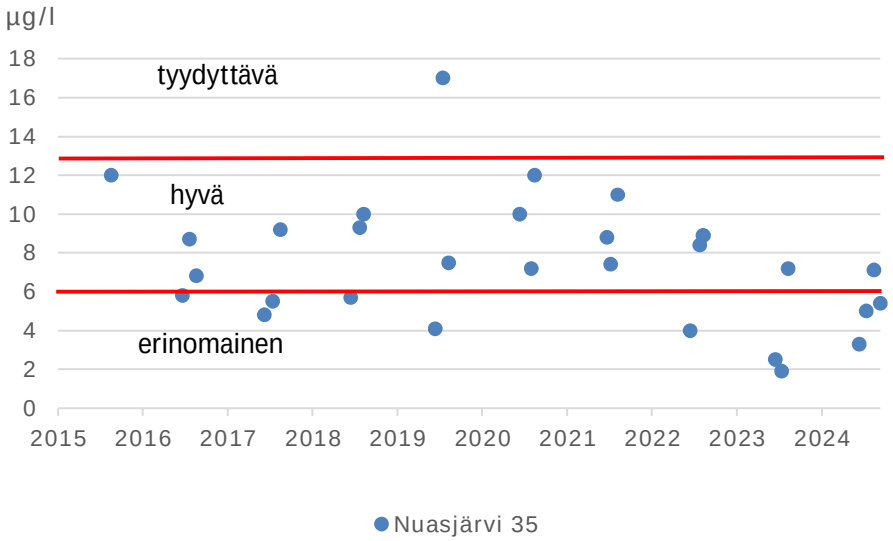
| Nuasjärvi 35 | | | |
|---|---|---|---|
| | Biomassa mg/l | Sinilevät % | TPI |
| 22.6.2015 | 0,70 | 0,6 | 0,58 |
| 17.8.2015 | 1,36 | 5,7 | 0,81 |
| 6.6.2016 | 0,91 | 1,8 | 0,50 |
| 20.7.2016 | 0,60 | 11,5 | 0,50 |
| 18.8.2016 | 0,62 | 5,5 | 0,82 |
| 13.6.2018 | 0,79 | 1,2 | 0,86 |
| 8.8.2018 | 1,19 | 6,3 | 0,39 |
| 21.6.2021 | 0,59 | 2,7 | -0,15 |
| 6.7.2021 | 0,49 | 4,2 | -0,28 |
| 5.8.2021 | 0,78 | 8,4 | 0,30 |
| 10.7.2024 | 0,54 | 4,54 | -0,3 |
| 12.8.2024 | 0,97 | 14,4 | 1,00 |
| 9.9.2024 | 0,52 | 13,2 | 0,1 |

Copyright © AFRY Finland Oy

Vuosina 2000–2024 Nuasjärven klorofylli-a-pitoisuudet vaihtelivat karuille vesille tyypillisistä pitoisuuksista (< 4 µg/l) lievään rehevyyteen (> 8 µg/l)(Kuva 12-3 ja Kuva 12-4). Useimmiten pitoisuudet olivat erinomaisen tai hyvän tilaluokan tasoa. Eri näytepisteiden välillä ei ollut havaittavissa selkeitä eroja pitoisuustasoissa, eikä tuloksissa ollut havaittavissa pitkäaikaista kehityssuuntaa. Muutaman viime vuoden aikana klorofyllin määrä on ollut hieman aiempia vuosia pienempi etenkin pisteellä 35.




Kuva 12-3 Nuasjärven (Jormaslahti ja Elementisin tarkkailupiste 23) klorofylli-a-pitoisuudet vuosina 2010–2023 (SYKE 2025a). Kuvaan on lisäksi merkitty vertailun vuoksi klorofylliperusteisen tilaluokan rajat Sh-pintavesityypille (Aroviita ym. 2019).




Kuva 12-4 Nuasjärven (Terrafamen tarkkailupiste 35) klorofylli-a-pitoisuudet vuosina 2015–2024 (SYKE 2025a). Tarkkailu on alkanut v. 2015. Kuvaan on lisäksi merkitty vertailun vuoksi klorofylliperusteisen tilaluokan rajat Sh-pintavesityypille (Aroviita ym. 2019).

### 12.2.3 Pohjaeläimet

Viimeisimpien pohjaeläintarkkailutulosten mukaan Lahnasjoen pohjaeläinnäytteet sisälsivät vuonna 2022 selvästi vähemmän pohjaeläinyksilöitä kuin edellisvuosien näytteet. Ekologisessa tilaluokittelussa käytettyjen pohjaeläinmittarin perusteella Lahnasjoki oli erinomaisessa ekologisessa tilassa vuonna 2022. Myös edellisinä tarkkailuvuosina (2019,

Copyright © AFRY Finland Oy

2016) kaikki kolme pohjaeläinmittaria luokittelivat Lahnasjoen erinomaiseen ekologiseen tilaan. Vuonna 2022 laskennallinen ekologinen tila oli kuitenkin heikentynyt verrattuna edellisiin vuosiin, vaikkakin ekologinen tila olikin vielä hyvä–erinomainen-luokkarajan yläpuolella. Varsinkin tyyppiominaisten EPT-heimojen lukumäärä on laskenut selvästi. Tämä johtuu Leptophlebiidae, Heptageniidae, Lepidostomatidae ja Limnephilidae -heimojen puuttumisesta vuoden 2022 näytteissä. Myös esimerkiksi *Baetis*-sukuun kuuluvien päivänkorentojen yksilömäärä oli vähentynyt selvästi vuonna 2022 verrattuna aiempiin näytteisiin. Lahnasjoen nikkeli- ja sulfaattipitoisuudet ovat olleet vesistötarkkailuraportin mukaan koholla, kun kuormitus jatkui vuonna 2021. Kohonneet pitoisuudet eivät kuitenkaan ole heikentäneet pohjaeläinyhteisöjen laskennallista ekologista tilaa (AFRY Finland Oy 2023). Ympäristöhallinto ei ole määritellyt Lahnasjoen pohjaeläimistön ekologista tilaa (SYKE 2025a).

Järvisyvännenäytteet otetaan Nuasjärven Jormaslahden edustan syvännealueelta näyteasemilta 1, 2, 3 ja FM12. Vuonna 2019 toteutetun tarkkailun perusteella syvännepohjaeläimistön ekologinen tila vaihteli laskettujen indeksien perusteella tyydyttävästä erinomaiseen. Syvännepohjaeläimistön tilan arvioitiin heikentyneen vuodesta 2016 vuoteen 2019, mikä voi johtua Terrafamen johtamista puhdistetuista purkuvesistä (AFRY Finland Oy 2020). Viimeisimmän tarkkailuvuoden 2022 Nuasjärven tutkimuspaikkakohtaiset PICM-indeksiarvot luokittelivat alueet välttävään, tyydyttävään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan. PMA-indeksi antoi hieman parempia luokitteluarvoja, indikoiden tyydyttävää tai hyvää ekologista tilaa. Näytepisteillä Nuasjärvi 1 ekologinen tila PICM-indeksillä mitattuna on ollut vuosina 2016 ja 2019 tyydyttävä. Vuonna 2022 ekologinen tila oli PICM- mittarilla arvioituna laskenut välttäväksi. Pisteellä Nuasjärvi 1 myös PMA-indeksi on laskenut erinomaisesta hyvään tilaan. Näytepisteillä Nuasjärvi 2 PICM-indeksi on laskenut hieman ollen kuitenkin erinomaisen/hyvän tilaluokan rajalla. Nuasjärvi 3 pisteellä PICM-indeksi on laskenut selvimmin ollen vuonna 2022 välttävässä tilassa, kun se edellisinä tutkimusvuosina on edustanut erinomaista ekologista tilaa. Pisteellä Nuasjärvi FM12 PMA-indeksi on laskenut vuoden 2019 tarkkailun erinomaisesta tilasta vuoden 2022 tyydyttävään tilaan. Pohjaeläinten ekologisen tilan heikkeneminen Nuasjärvessä voi johtua Terrafamen ja Elementis Mineralsin vesipäästöjen yhteisvaikutuksesta. (AFRY Finland Oy 2023)

Huomioitava on, että Nuasjärvellä vuonna 2020 toteutetun syvännepohjaeläintutkimuksen mukaisesti (Kainuun ELY-keskus 2022) puhtaasti kaivostoiminnan vaikutusten erottelu muusta kuormituksesta on todettu vaikeaksi. Tarkkailussa pohjaeläimillä käytettävän PICM-indeksin tulosten antamia eroja selitti parhaiten alusveden loppukesän happiminimi ja alusveden rautapitoisuus. Pohjaeläintilaan negatiivisesti vaikuttavia, mutta sen kanssa hieman heikommin korreloivia muuttujia olivat päällysveden klorofylli-a-pitoisuus, alusveden sähkönjohtokyky ja alusveden talvinen sulfaattipitoisuus. Rautakuormitus valuma-alueilta on lisääntynyt mm. turvemaiden ojitusten myötä (mm. Estlander ym. 2021), mikä liittyy osaltaan myös syvännepohjaeläinyhteisöjä mahdollisesti muuttavaan vesien tummumisilmiöön. Vuonna 2020 toteutetussa tutkimuksessa havaittiin niin Nuasjärven kuin muidenkin tutkimusjärvien osalta pohjaeläinten ekologisen tilan arviointiin käytettävien PMA- ja PICM-indeksien antavan keskenään poikkeavia tilaluokituksia, mikä vaikeuttaa syvännepohjaeläinten kokonaistila-arvioita.

Vuonna 2020 tehdyssä pohjaeläintutkimuksessa (Kainuun ELY-keskus 2022) Nuasjärven purkuputken läheiset näytteenottopaikat 2 ja 3 luokittuivat syksyllä PICM-indeksin perusteella tyydyttävään ekologiseen tilaan, kuten aiempinakin seurantavuosina. Purkuputken läheisellä paikalla Nuasjärvi 1 oli havaittavissa tilan heikkeneminen hyvästä (2009–2013)

Copyright © AFRY Finland Oy

tyydyttävään purkuputken rakentamisen jälkeen (2016–2019). Syksyllä 2020 näytteenottopaikka Nuasjärvi 1 luokittui kuitenkin hyvään ekologiseen tilaan. Kuten aiempina vuosina, myös syksyn 2020 näytteenotossa kauempana purkuputkesta sijaitsevat paikat Nuasjärvi 4 ja 5 luokittuivat hyvään tai erinomaiseen tilaan. PMA-indeksin perusteella Nuasjärven purkuputken läheiset paikat 1 ja 2 luokittuivat vuonna 2020 tyydyttävään ekologiseen tilaan, kun ulompi paikka 3 luokittui hyvään tilaan. Aiemmissa näytteenotoissa 2009–2019 purkuputken läheiset paikat ovat luokittuneet PMA:n perusteella vaihtelevasti tyydyttävästä erinomaiseen tilaan. Rehja-Nuasjärven vesimuodostuman syvännepohjaeläimistön ekologinen tila on luokiteltu hyväksi. Vuosien 2013, 2015 ja 2016 aineistoon perustuva luokittelu ei luokittelijan mukaan ilmennä purkuputken aiheuttamia ekologisia muutoksia.

Nuasjärvessä tehdyn paleolimnologisen tutkimuksen perusteella havaittiin myös muutoksia pohjaeläinyhteisöissä, jotka viittaavat yleisempään limnologisen tilan heikkenemiseen. Lajisto on vaihtumassa oligotrofisuutta ilmentävistä lajeista rehevämpää vesistöä suosivampaan suuntaan, mutta yhteys kaivoskuormitukseen on epäselvä (Kainuun ELY-keskus 2022). Aiemmassa (Luoto ym. 2019) Nuasjärven paleolimnologisessa tutkimuksessa havaittiin surviaissääskilajistolla olevan piileviä ja vesikirppuja voimakkaampi vaste kaivoksen jätevesikuormitukseen, minkä tulkittiin liittyvän kaivoksen sulfaattipitoisten jätevesien vaikutukseen erityisesti alusvedessä sekä voimistuneeseen kerrostuneisuuteen järvessä.

Jormasjoen pohjaeläimistöä on seurattu vuodesta 2013 asti osana Terrafamen tarkkailua (Eurofins Ahma Oy 2022a). ASPT-indeksillä mitattuna Jormasjoen pohjaeläinyhteisö on kärsinyt viime vuosina hieman orgaanisesta kuormituksesta, mutta ASPT:n arvo on pysynyt melko samalla tasolla vuodesta toiseen. Ekologisten mittareiden perusteella Jormasjoen tila oli erinomainen vuonna 2021. TT-indeksin ilmentämä tulos oli samalla tasolla kuin vuonna 2018 (erinomainen), mutta T-EPTh-arvo oli noussut ja PMA-arvo lievästi laskenut verrattuna vuoteen 2018. Vuosina 2013 ja 2015 TT-, T-EPTh- ja PMA-indeksi ovat kaikki ilmentäneet erinomaista tilaa. Vuoden 2024 näytteenoton tuloksia ei ole vielä raportoitu (SYKE, Pohje-rekisteri 2025).

## 12.3 Vaikutusten arviointi

### 12.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Vaihtoehdossa VE0 ei rakenneta uusia rakenteita, lukuun ottamatta rikastushiekka-altaan korotusta. Rikastushiekka-altaan korottamisella ei arvioida olevan rakentamisen aikana merkittäviä vesieliöstövaikutuksia.

Vaihtoehdossa VE1 sivukivialueen pienen laajennuksen sekä uuden pienialaisen rikastushiekka-altaan rakentamisen maarakennustöiden aikana voi aiheutua työalueen pintavesiin tilapäistä ja paikallista samentumista sekä ainepitoisuuksien nousua. Vaikutusten arvioidaan rajoittuvan työalueen läheisiin pintavesiin ja Lahnasjokeen. Haitan arvioidaan olevan lyhytkestoinen ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen, joten vesieliöstölle aiheutuva haitta arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.

Vaihtoehdossa VE2 kahden uuden sivukivialueen rakentamisen sekä uuden rikastushiekka-altaan rakentamisen maanrakennustöiden aikana voi aiheutua työalueen pintavesiin tilapäistä ja paikallista samentumista sekä ainepitoisuuksien nousua. Vaikutukset arvioidaan rakentamisen laajuuden perusteella voimakkaammiksi ja pitkäkestoisemmiksi kuin vaihtoehdossa VE1. Vaikutusten arvioidaan rajoittuvan vaihtoehdon VE1 tavoin

Copyright © AFRY Finland Oy

työalueen läheisiin pintavesiin ja Lahnasjokeen. Haitan arvioidaan olevan lyhytkestoinen ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen. Vesieliöstölle aiheutuva haitta arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.

Purkuputken rakentaminen Nuasjärveen aiheuttaa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 töiden aikana tilapäistä ja paikallista samentumista sekä kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksien nousua Nuasjärvessä. Haitan arvioidaan olevan lyhytkestoinen ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen, joten vesieliöstölle aiheutuva haitta arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.

### 12.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

#### 12.3.2.1 Vaikutukset Lahnasjoessa

Vaihtoehdossa VE0 tehdas- ja kaivosalueen purkuvesien käsittely tehdään nykyisellä vesienkäsittelyjärjestelmällä ja puhdistetut vedet johdetaan Lahnasjokeen, joka laskee Nuasjärven Jormaslahteen. Kuormituksen vesistövaikutukset ovat olleet Lahnasjoessa erittäin voimakkaat etenkin veden suolaisuuteen vaikuttavien kuormitusjakeiden osalta. Sulfaatin pitoisuudet kohoavat Lahnasjoessa laskennallisen tarkastelun perusteella korkeiksi, ja sulfaatille ehdotetut ympäristönlaatunormit (AA-EQS ja MAC-EQS) arvioidaan ylittyvän selvästi. Vaihtoehdossa VE0 vaikutukset pohjaeläimistöön ovat kuten nykytilassa, ja ne on kuvattu pohjaeläimistön nykytilaa kuvaavassa luvussa (12.2.3). Huolimatta korkeista sulfaattipitoisuuksista, pohjaeläimistön ekologinen tila on ollut viime vuosina erinomaisessa tilassa. Tehdyn TU-laskennan perusteella haitta-aineiden yhteisvaikutuksia voi syntyä, joten riskiä yksittäisiin lajeihin tai koko pohjaeläinyhteisöön kohdistuen ei voida kokonaan poissulkea. Mahdolliset eliöstömuutokset voivat olla myös verrattain hitaita. Lahnasjoessa ei ole nykyisin piilevätarkkailua, joten piilevästön nykytilasta ei ole tietoa.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Lahnasjokeen ei johdeta tehdas- ja kaivosalueen purkuvesiä, joten Lahnasjoen vedenlaatu paranee merkittävästi nykytilaan nähden. Lahnasjokeen kohdistuu kuitenkin edelleen tehdas- ja kaivosalueelta hajakuormitusta. Hajakuormituksen suuruuden voidaan arvioida olevan samaa luokkaa kuin Lahnasjokeen kohdistunut hajakuormitus juoksutustauon aikana vuosina 2011–2020. Tarkkailun perusteella pohjaeläimistön ekologinen tila on ollut indeksien perusteella erinomaisessa tilassa, eikä tilan arvioida heikkenevän hajakuormituksen johdosta. Piilevästöön kohdistuvat vaikutukset ovat riippuvaisia kuormituksen suuruudesta, joten voidaan arvioida, että vaihtoehtojen VE1 tai VE2 toteutuessa vaikutukset eivät poikkea vuosien 2011–2020 tilanteesta.

#### 12.3.2.2 Vaikutukset Nuasjärvessä

Toiminnan aikaisen vesistökuormituksen vaikutuksia Nuasjärvessä arvioitiin vesistömallinnuksen perusteella. Nuasjärvessä tarkasteltiin kolmea purkureittivaihtoehtoa. Vesistömallinnuksessa tarkasteltiin Elementisin kaivos- ja tehdasalueen sulfaatin, nikkelin ja arseenin kuormituksen leviämistä Nuasjärvessä. Kaikissa skenaariossa (S0–S3) huomioitiin Terrafame Oy:n purkuputken kuormitus luparajan mukaisena eli mallinnuksen mukaiset pitoisuustasot kuvastivat Elementisin ja Terrafame Oy:n kuormituksen yhteisvaikusta.

Skenaarioissa S1–S3 sulfaattikuormitus on vähäisempää kuin nykytilassa (S0), joten kuormituksen väheneminen vähentää riskiä kevättäyskierron estymiselle tai vaillinaiseksi jäämiselle. Kevätkierron toteutumista on myös edesautettu hakemalla lupaa kesäaikaisen juoksutussäännön purkamiselle, jolloin voidaan vähentää juoksutuksia lopputalvella. Syksyllä veden lämpötilamuutokset ovat hitaampia ja syyskierto toteutuu tyypillisesti

Copyright © AFRY Finland Oy

kevätkiertoa tehokkaammin. Kuormituksen väheneminen nykytilaan nähden tuo positiivisen muutoksen veden laatuun sulfaatin osalta kaikissa skenaarioissa, millä on mahdollinen positiivinen vaikutus myös Nuasjärven syvännepohjaeläimistöön. Pohjaeläinyhteisöjen ekologisen tilan osalta kaivostoiminnan vaikutusten erottelu muusta kuormituksesta (mm. rautakuormitus) on kuitenkin todettu vaikeaksi (Kainuun ELY-keskus 2022), joten on mahdollista, että vaikutusten todentaminen voi olla haastavaa, vaikka tarkkailua esimerkiksi tehtäisiin entistä intensiivisemmin. Tehdyissä tarkkailuissa ekologisen tilan indekseissä esiintyy tälläkin hetkellä huomattavaa vaihtelua (mm. AFRY Finland 2023). Yksittäisten pohjaeläinlajien osalta sulfaatista aiheutuvien haittavaikutusten riski pienenee myös skenaarioissa S1-S3 nykytilaan nähden, sillä ehdotetut ympäristölaatunormit eivät pääosin ylity mallinnuksen perusteella. Hetkellisen ehdotetun ympäristölaatunormin (AA-EQS) ylitystä voi tapahtua pisteellä 35, mutta syvännepohjaeläimistöön kohdistuva vaikutus arvioidaan lieväksi.Tämän lisäksi hetkellisen maksimipitoisuuden ylittymistä ei voida myöskään täysin poissulkea Jormaslahden edustan seurantapisteillä 23 ja 46, koska mallinnus ei näillä seurantapisteillä toimi luotettavasti (katso luku 10.4.2).

Nikkeli- ja arseenipitoisuudet jäävät mallinnuksen perustella alle suomalaisten ja ruotsalaisten ympäristölaatunormien, joten pohjaeläimistölle aiheutuva haittavaikutusten riski arvioidaan pieneksi. Nuasjärven rehevyystaso ei muutu, joten pohjaeläimistöön ei kohdistu vaikutuksia siltä osin. Kokonaisuudessaan pohjaeläimistön ekologisen tilan ei arvioida muuttuvan Nuasjärvessä hankkeen vuoksi kummassakaan vaihtoehdossa (VE1 ja VE2).

Kasviplanktonia esiintyy pääasiassa järven valaistussa kerroksessa, jonka paksuus on Nuasjärvessä enimmillään noin kaksi metriä. Nykytilanteessa (VE0) päällysveden laatu on verrattain hyvä, eivätkä esimerkiksi metallipitoisuuksille asetetut ympäristönlaatunormit ole ylittyneet. Kasviplanktontarkkailussa ei ole havaittu merkittäviä muutoksia sen jälkeen, kun Elementisin purkuvesiä on tauon jälkeen johdettu Lahnasjokeen vuodesta 2020 alkaen. Kasviplanktonin tilan luokittelussa käytettävät menetelmät reagoivat ensisijaisesti rehevyystasossa tapahtuviin muutoksiin (Aroviita ym. 2019), joten muuttujana kasviplankton on kohtalaisen epäherkkä suola- ja metallikuormituksen vaikutusten havainnoinnissa. Vesistövaikutusarvion perusteella hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukainen kuormitus on vähäisempää kuin nykytilassa, eikä päällysvedessä havaita merkittäviä ainepitoisuuksien nousuja. Arvion mukaan kasviplanktonin ekologinen tila Nuasjärvessä ei muutu nykyisestä Elementisin hankevaihtoehtojen toteutuessa.

#### 12.3.2.3 Vaikutukset 20.12.2024 jätetyn lupahakemuksen mukaisella kuormitustasolla

Lahnasjoen sulfaattipitoisuudet ovat olleet viime vuosina suuria ja havaintopaikalla FM13 tarkkailutulosten vaihteluväli on vuosien 2021–2023 aikana ollut 180–1300 mg/l. Sulfaattipitoisuuden keskiarvo vuosina 2021–2023 (näytepiste FM13, keskiarvo 538 mg/l) ylitti *Centroptilum triangulifer* -pohjaeläinlajille arvioidun LC50-arvon (200–534 mg/l). Lahnasjoen suulla sulfaattipitoisuudet olivat vuosina 2021–2023 (näytepiste FM3, keskiarvo 265 mg/l) jo selvästi laimentuneet yläpuoliseen näytepisteeseen nähden, mutta pitoisuudet olivat edelleen korkeita ja ylittivät sulfaatille asetetut AA-EQS ja MAC-EQS-arvot.

Sulfaatille ehdotetun luparajan (7000 t/a) mukaisella kuormitustasolla Lahnasjoen keskimääräinen sulfaattipitoisuus olisi keskivirtaamalla 653 mg/l, eli vielä nykyistä tasoa korkeampi. Lahnasjoella ja sen suualueella Jormaslahdella sulfaatin pohjaeläimistöön kohdistuva haitallisten vaikutusten riskiä olisi em. hankevaihtoehdoilla samaa tasoa tai korkeampi kuin nykytilanteessa. Kauempana Nuasjärvellä riski haitallisten vaikutusten

Copyright © AFRY Finland Oy

ilmenemisestä pohjaeläimistössä olisi pienempi. Huomioitava kuitenkin on, että Nuasjärven syvännepohjaeläimistön tilassa on jo nykyisellä kuormituksella ollut havaittavissa heikentymisen merkkejä, joskin kuormitusvaikutusten erottelu on todettu varsin vaikeaksi.

Hakemuksen mukaisen sekoittumislaskelman perusteella biosaatavalle nikkelille asetettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 5 µg/l) ei ylity lupaehtojen mukaisessa kuormitustilanteessa. Keskialivirtaamatilanteessa Lahnasjoen nikkelipitoisuus olisi skenaarion V1 mukaisella kuormitustasolla 16–26 µg/l eli jäisi pienemmäksi kuin liukoiselle nikkelille asetettu suurin sallittu hetkellinen enimmäispitoisuus (MAC-EQS, 34 µg/l).

Euroopan kemikaaliviraston (2021) arvioima suurin haitaton liukoisen nikkelin pitoisuus (ns. PNEC-arvo, eli ennustettu pitoisuus, jonka alapuolella haitallisia vaikutuksia ei esiinny) on sisävesille pitkäaikaisessa altistuksessa 7,1 µg/l. Tämä pitoisuustaso ylittyy laskennallisen tarkastelun perusteella ehdotetun luparajan mukaisella kuormitustasolla, jos oletetaan kaiken nikkelin olevan liukoisessa muodossa. Tosin em. PNEC-taso ylittyy Lahnasjoessa jo kaivoksen yläpuolisella vertailupisteellä. Nuasjärvessä biosaatavalle nikkelille asetettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 5 µg/l) ei ylittynyt millään havaintopaikalla pinnassa eikä pohjan läheisessä vesikerroksessa, vaikka oletettaisiin kaiken nikkelin olevan biosaatavassa muodossa. Euroopan kemikaaliviraston asettaman nikkelin PNEC-arvo on 7,1 µg/l ja selkärangattomille (pohjaeläimet) esitetyt NOEC-pitoisuudet (pitoisuus, jolla ei havaita vaikutuksia) vaihtelevat testatusta lajista riippuen tasolla 40–713 µg/l. Näiden tietojen perusteella nikkelikuormituksella voi potentiaalisesti olla haitallisia vaikutuksia alivirtaamatilanteissa Lahnasjoen herkimpään pohjaeläimistöön, mutta kauempana Nuasjärvessä vaikutuksia ei arvioida enää aiheutuvan. Tosin nikkelin PNEC-taso ylittyy Lahnasjoessa jo kaivoksen yläpuolisella vertailupisteellä, joten Lahnasjoen eliöstö lienee jo jossain määrin sopeutunut vallitseviin oloihin.

Arseenikuormituksella voi potentiaalisesti olla haitallisia vaikutuksia alivirtaamatilanteissa Lahnasjoen herkimpään pohjaeläimistöön, mutta kauempana Nuasjärvessä vaikutuksia ei arvioida enää aiheutuvan.

Lahnasjoen piilevästöä ei tarkkailla, joten sen nykytilasta ei ole olemassa tietoa. Piilevästöön kohdistuvat vaikutukset ovat riippuvaisia kuormituksen suuruudesta, joten voidaan arvioida, että lupahakemuksessa esitetyllä kuormitustasolla vaikutukset ovat lähellä hankevaihtoehdon VE0 mukaista tilaa.

Vesistövaikutusarvion perusteella Nuasjärven päällysveden sulfaatti-, nikkeli- ja arseenipitoisuudet ovat pieniä lupahakemuksessa esitetyssä kuormitustilanteessa. Kasviplanktonia esiintyy pääasiassa järven valaistussa kerroksessa eli enimmillään noin kahden metrin paksuisessa vesipatsaassa päällysvedessä. Kasviplanktonin tilaluokittelun menetelmät reagoivat ensisijaisesti rehevyystasossa tapahtuviin muutoksiin, jolloin kasviplankton on kohtalaisen epäherkkä suola- ja metallikuormituksen vaikutusten havainnoinnissa. Kasviplanktonin tilan arvioidaan pysyvän päällysvedessä nykyisellä tasolla myös lupahakemuksen mukaisessa kuormitustilanteessa. Pohjan läheisen vesikerroksen kohonneiden sulfaattipitoisuuden vaikutusta kasviplanktoniin ei voida kokonaan sulkea pois. Kasviplanktonin ekologinen tila ei muutu nykyisestä vesimuodostumatasolla.

### 12.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Sulkemisen jälkeen kaivosalueelta kulkeutuu vesiä kahteen suuntaan. Lahnaslammen ja Punasuon louhosjärvistä vedet virtaavat ylivuotona Lahnasjokeen ja edelleen Nuasjärven

Copyright © AFRY Finland Oy

Jormaslahteen. Papinlammen eteläpuoliset vedet virtaavat tämän hetkisen suunnittelutiedon valossa sulkemisen jälkeen kohti Jormasjokea, joka laskee Nuasjärven Jormaslahteen.

Vaihtoehdossa VE0 Jormasjoen suuntaan menevä kuormitus on sulkemistoimenpiteiden jälkeen pientä, eikä vesieliöstövaikutuksia todennäköisesti ilmene. Lahnasjokeen kohdistuva kuormitus on sulkemistoimenpiteiden jälkeen nykyarvion mukaan voimakasta joidenkin aineiden osalta ilman vesienkäsittelyä, ja pitoisuusnousut ovat laskennallisen tarkastelun perusteella suuret. Voimakkain vesistövaikutus on nikkelikuormituksella, jonka pitoisuusnousu on laskennallisesti suuri keskivirtaamatilanteessa. Nikkelille asetetun ympäristönlaatunormin ylittyminen Lahnasjoessa on todennäköistä ilman vesienkäsittelyä. Myös kadmiumin ja sulfaatin kuormitustason arvioidaan voivan aiheuttaa vesistössä niille asetettujen tai ehdotettujen ympäristönlaatunormien ylityksiä ilman vesienkäsittelyä. Edellä mainituilla voi olla haitallisia vesieliöstövaikutuksia. Sulkemisvaiheessa on varauduttu vesienkäsittelyyn ja käsittelyä jatketaan niin kauan kuin se on tarpeen vesistövaikutusten vähentämiseksi Lahnasjoessa.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 sulkemisen jälkeisen kuormituksen arvioidaan olevan vähäisempää kuin vaihtoehdossa VE0, ja myös vesieliöstövaikutukset tulevat siten jäämään vähäisemmiksi.

### 12.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 ei rakenneta uusia rakenteita, lukuun ottamatta rikastushiekka-altaan korotusta. Vaihtoehdossa VE0 tehdas- ja kaivosalueen purkuvesien käsittely tehdään nykyisellä vesienkäsittelyjärjestelmällä ja puhdistetut vedet johdetaan Lahnasjokeen, joka laskee Nuasjärven Jormaslahteen. Vaihtoehdossa VE0 vesistövaikutukset ovat kuten nykytilassa, ja ne on kuvattu pintavesien nykytilaa kuvaavassa luvussa 10.3. Vesieliöstöön kohdistuvat vaikutukset vastaavat nykyisin havaittuja (luku 12.2).

## 12.4 Yhteisvaikutukset

Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen toiminnoista aiheutuu yhteisvaikutuksia Nuasjärvessä Terrafame Oy:n toimintojen kanssa. Vesistövaikutusten osalta yhteisvaikutusten arvioimiseksi Nuasjärven vesistömallinnuksessa on huomioitu Terrafame Oy:n kuormitus luparajojen mukaisena maksimikuormituksena. Vesistövaikutusarvioissa on siten mukana sekä Elementisin kuormitus, että Terrafame Oy:n kuormitus ja vesieliöstövaikutukset on arvioitu sen mukaisesti. Muiden valuma-alueella sijaitsevien pistekuormittajien vaikutus huomioidaan vesistömallinnuksessa Nuasjärveen tulevien vesien ainevirtaamien perusteella. Eurofins Ahma Oy:n (2024c) laatiman selvityksen perusteella Terrafamen ja Elementisin yhteisvaikutusalueeksi Nuasjärvessä on tunnistettu kuvassa Kuva 10-35 esitetty alue.

## 12.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Jormasjoen ja Nuasjärven herkkyys muutoksille on arvioitu kohtalaiseksi ja Lahnasjoen vähäiseksi. Vaihtoehdossa VE1 vesistökuormitus on suurempaa kuin vaihtoehdossa VE2, joten myös vesistövaikutukset ovat vaihtoehdossa VE1 suuremmat. Kuormitus on vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vesienkäsittelyssä tehtävien muutosten ansiosta vähäisempää kuin nykytilassa (vaihtoehto VE0).

Vaihtoehdon VE0 mukainen toiminta on nykyisen kaltaista eikä nykyisestä poikkeavia vaikutuksia ilmene.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vaihtoehdoilla VE1 ja VE2 voidaan vesistövaikutusarvion mukaan saavuttaa nykytilaan nähden parannusta. Ensinnäkin kuormituksen arvioidaan vähenevän nykytilasta vesienkäsittelyssä tehtävien parannusten ansiosta. Toiseksi purkupaikan siirtyminen Nuasjärveen mahdollistaa purkuvesien tehokkaamman sekoittumisen ja siten vaikutusten pienentymisen. Sulkemisen jälkeen vaihtoehdoilla ei arvioida olevan merkittävää eroa vesieliöstövaikutusten osalta. Vaihtoehdot VE1 ja VE2 ovat kaikissa purkuputken sijoitusvaihtoehdoissa vesieliöstövaikutusten suhteen vähäinen myönteinen.

Taulukko 12-2. Vesieliöstöön 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<br>VE2 | | | |
| | 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 alueelta, jonka avulla osaltaan on voitu lieventää epävarmuuksia.

## 12.7 Vaikutusten lieventäminen

Nuasjärven purkuputkivaihtoehdoissa vesistövaikutuksia lievennetään teknisillä ratkaisuilla, jotka on esitetty luvussa 10.8. 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

- Vaihtoehdossa VE0 kuormitus johdetaan Lahnasjokeen. Kuormituksen vaikutukset ovat Lahnasjoessa erittäin voimakkaat etenkin veden suolaisuuteen vaikuttavien kuormitusjakeiden osalta. Sulfaatin pitoisuudet kohoavat Lahnasjoessa laskennallisen tarkastelun perusteella korkeiksi, ja sulfaatille ehdotetut ympäristönlaatunormit (AA-EQS ja MAC-EQS) arvioidaan ylittyvän selvästi, millä voi olla kielteisiä vaikutuksia kalastoon.
- Kuormitus vesistöön on vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vesienkäsittelyssä tehtävien parannusten ansiosta vähäisempää kuin nykytilassa (vaihtoehto VE0). Merkittävin kuormitusjae purkuvesissä on näissäkin vaihtoehdoissa sulfaatti.
- Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 tarkasteltiin Jormasjoen lisäksi kolmea erillistä purkuputkivaihtoehtoa Nuasjärvessä: Lamposaaren kaakkoispuoli (D1), Haaposaaren luoteispuoli (D2) ja Jormaslahden pohjukka (D3). Mallinnusten perusteella erot sulfaattipitoisuuksissa jäivät Nuasjärven seurantapisteillä eri purkupaikkavaihtoehdoissa melko vähäisiksi. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 sulfaattikuormitus on vähäisempää kuin nykytilassa (VE0), joten kuormituksen väheneminen vähentää riskiä myös järven täyskierron estymiselle tai vaillinaiseksi jäämiselle.
- Vaihtoehdoilla VE1 ja VE2 voidaan saavuttaa nykytilaan nähden parannusta vesistö- ja kalastovaikutusten osalta. Kalastovaikutusten merkittävyys nykytilaan verrattuna arvioidaan hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Nuasjärven osalta kaikkien purkupaikkavaihtoehtojen osalta vähäiseksi myönteiseksi.

## 13.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Vaikutusarvio on laadittu asiantuntijatyönä, ja sen lähtöaineistona ovat toimineet hankkeeseen liittyvä suunnitteluaineisto, arvioitavaan kohteeseen liittyvä taustatieto mm. vesistön ja eliöstön 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. Vaikutusarvion suurimmat epävarmuustekijät liittyvät pitoisuus- ja sekoittumislaskelmien sekä mallinnuksen perustana oleviin kuormitus- ja vesimäärätietoihin.

Hankkeen vaikutusalue kattaa Lahnasjoen, Jormasjoen alajuoksun sekä Nuasjärven. Tarkastelussa on arvioitu eri hankevaihtoehtojen (VE1 ja VE2) eroavaisuuksia toisiinsa nähden sekä tarkasteltu eri purkupaikkavaihtoehtoja. Nykytilassa (VE0) kuormitus johdetaan Lahnasjokeen ja kalastovaikutukset on kuvattu nykytilaa käsittelevässä luvussa. Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 purkupaikkavaihtoehtoina on tarkasteltu Nuasjärvessä kolmea eri purkupaikkavaihtoehtoa. Tarkastelussa on pyritty tunnistamaan vesistön kannalta paras hanke- ja purkupaikkavaihtoehto.

Copyright © AFRY Finland Oy

## 13.2 Nykytila

*Lahnasjoki ja Jormasjoki*

Kalastus Lahnasjoella lienee vähäistä, sillä joen koskikalasto on tarkkailujen perusteella ollut varsin niukka ja vähälajinen, koostuen lähinnä vähempiarvoisesta lajistosta (mm. kivisimppu, ahven ja särki). 2000-luvun vaihteen tarkkailuissa Lahnasjoesta on kuitenkin tavattu myös yksittäisiä harjuksen ja taimenen poikasia.

Jormasjoen yläpuoliseen Jormasjärveen on vuosina 2016–2019 istutettu kuhaa, planktonsiikaa ja kirjolohta. Kirjolohen istutuksia on tehty vuosina 2016 ja 2017 (yhteensä 121 kaksivuotiasta kalaa). Pieni-Jormaseen, Jormasjoen välialtaaseen, on vastaavana ajanjaksona istutettu järvitaimenta ja planktonsiikaa. Taimenistutus on vuodelta 2017 (54 viisivuotiasta kalaa).

Jormasjokeen on vuosina 2016–2019 istutettu pyyntikokoista kirjolohta ja taimenta sekä harjuksen kuhan ja pohjasiian yksikesäisiä poikasia. Kaikkiaan kirjolohia on istutettu 796 kappaletta ja taimenia 110 kappaletta (yksi istutus).

Jormasjoki on merkittävä virkistyskalastusalue. Kalastus on lähinnä vapakalastusta ja Jormasjoella kalastaa vuosittain noin 260–280 kalastajaa. Vuosittainen kokonaissaalis on noin 800–1 000 kg (n. 3-4 kg/kalastaja/vuosi), josta kirjolohen osuus on 60–70 %. Jormasjoesta kalastetaan myös haukea, harjusta, ahventa, kuhaa, särkeä ja siikaa. Näistä hauen osuus on runsain ja se on vaihdellut vuosittain noin 10 %:n molemmin puolin. Harjuksia on kalastettu selvästi vähemmän (4–7 % kokonaissaaliista). Joen harjuskanta on todennäköisesti osittain luontaisesti lisääntyvä. Jormasjoelle myydään vuorokausi- ja viikkolupia sekä kausilupia. Saaliskiintiö joella on kolme lohikalaa vuorokautta kohden.

Jormasjoelle on laadittu kalataloudellinen kunnostussuunnitelma, johon liittyviä toimenpiteitä toteutettiin kesällä 2024. Kunnostussuunnitelma sai aluehallintovirastolta luvan (Dnro PSAVI/2262/2021). Jormasjoen kosket on aikoinaan perattu uiton tarpeisiin. Sittemmin koskijaksoa on entisöity, mutta vuoden 1988 kunnostuksissa keskityttiin lähinnä pyyntikokoisten lohikalojen elinympäristön parantamiseen. Tämän seurauksena taimenen lisääntymiseen soveltuvat soraikot ja pienpoikasten elinalueiksi soveltuvat matalat pohjakivikot puuttuvat lähes kokonaan. Joen tämänhetkinen taimenkanta onkin kokonaan istutusten varassa. Kalataloudellisissa kunnostuksissa muokataan uittoperkausten tai patoamisten seurauksena syntynyttä avointa ja suojatonta joenpohjaa monimuotoiseksi, jolloin myös vesisyvyys ja virtausolot saadaan muutettua aiempaa vaihtelevammiksi. Tämä luo edellytykset pohjan eläimistön ja kasvillisuuden lisääntymiselle. Samalla pohjasta erottuvien kivien suojiin muodostuu kaloille oleskelupaikkoja (mikrohabitaatteja).

*Jormaslahti ja Nuasjärvi*

Jormaslahden ja sen edustan kalastuskirjanpito aloitettiin vuonna 1990. Kirjanpitokalastajien määrä alueella on vähentynyt, ja vuosina 2016–2021 saalistiedot on saatu vain yhdeltä kalastajalta. Vuoden 2022 tarkkailun osalta kirjanpidon tuloksia ei saatu yhdeltäkään kalastajalta. Kirjanpitäjien mukaan kalastus Jormaslahden suualueella on vähentynyt, eikä alueella ole yhden kirjanpitäjän lisäksi muita kirjanpitäjiksi soveltuvia, kohtuullisen aktiivisesti kalastavia henkilöitä. Kirjanpitokalastajien vähäinen määrä heikentää tulosten luotettavuutta ja lisää vuosien välistä vaihtelua. (AFRY Finland Oy 2022)

Nuasjärven Jormaslahdella kalastus on ollut jo pitkään satunnaista, ja kirjanpitäjien kalastus on painottunut tarkkailualueen ns. ulkoalueelle. Kirjanpitäjien tärkeimmät saalislajit

Copyright © AFRY Finland Oy

Nuasjärvellä ovat kuha ja hauki. Näiden ohella saadaan vähän madetta, ahventa ja lahnaa sekä lähinnä satunnaisesti siikaa, taimenta, harjusta ja särkeä. Varsinaisella Jormaslahdella kirjanpitokalastajien pyynti on varsin vähäistä ja painottuu syksyn verkkopyyntiin. (AFRY Finland Oy 2022)

Vuonna 2021 Jormaslahdella kalastettiin kirjanpidon mukaan pienellä pyyntiponnistuksella syys-lokakuussa. Vuonna 2021 kirjanpitokalastajan saalis Jormaslahdelta muodostui pääasiassa taimenesta ja lahnasta, jonka lisäksi saaliiksi saatiin pieniä määriä ahventa, kuhaa ja siikaa. (AFRY Finland Oy 2022)

Vuonna 2021 toteutettiin kaupallisen kalastuksen tiedustelu. Tiedustelu lähetettiin 43:lle Sotkamon tai Kajaanin kunnassa asuvalle kaupallisen kalastuksen rekisterissä olevalle kalastajalle. Kalastajista noin 27 eli 63 % vastasi tiedusteluun. Yksikään vastanneista ei harjoittanut kaupallista kalastusta Rehja-Nuasjärvellä vuonna 2021. Kalastajien kommenttien perusteella Rehja-Nuasjärvestä pyydetyllä kalalla ei ole nykyisin kaupallista menekkiä, sillä kalatukkurit eivät osta sieltä pyydettyä kalaa kaivostoiminnan aiheuttaman mainehaitan takia. (Eurofins Ahma Oy 2022b)

Nuasjärvessä ei ole kalataloudellisten tarkkailujen (Elementis Minerals ja Terrafamen velvoitteet) perusteella yksilöitävissä selkeitä kaivoskuormituksen vaikutuksia. Kirjanpitokalastajat/kalastaja ovat kuitenkin varsin säännöllisesti ilmoittaneet veden haisseen rikille (AFRY Finland Oy 2022). Terrafamen kalataloudellisen tarkkailun (Eurofins Ahma Oy 2021a) osalta kirjanpitokalastajat mainitsivat veden vaahdonneen ympäri vuoden sekä kalojen kadonneen syvänteistä maaliskuussa. Kaivostoiminnan seurauksena kaupallinen kalastus käytännössä loppui Rehja-Nuasjärvellä, koska kalatukkurit eivät ostaneet Rehja-Nuasjärveltä pyydettyä kalaa kaivostoiminnan mainehaittojen vuoksi (Eurofins Ahma Oy 2021a). Sittemmin tilanne on parantunut ja kaupallinen kalastus Nuasjärvellä on jälleen elpynyt. Vuodelle 2024 Nuasjärvelle myönnettiin kaupallisen kalastuksen lupia kahdeksalle kaupalliselle kalastajalle.  Rehja-Nuasjärven kalaston tila on luokiteltu hyvään ekologiseen tilaan, eikä kaivostoiminnan vaikutuksia ole todettu luokitukseen tehtyjen verkkokoekalastusten perusteella.

Vuonna 2020 Rehja-Nuasjärvellä arvioitiin kalastaneen noin 309 taloutta ja 449 henkilöä. Suosituimpia kalastusmuotoja Rehja-Nuasjärvellä olivat harvat verkot ja vetouistelu. Arvioitu kokonaissaalis Rehja-Nuasjärvellä oli noin 16,6 tonnia, josta noin 70 % muodostui hauesta, kuhasta ja ahvenesta. Talouskohtaiset saaliit vaihtelivat välillä 33–58 kg taloutta kohden. (Eurofins Ahma Oy 2021a)

Terrafamen tarkkailuun perustuen vuonna 2020 noin 33–45 % vastaajista ei ollut havainnut kalastushaittoja. Lopuilla vastaajilla kalastukselle haittaa aiheuttivat lähinnä pyydysten likaantuminen, heikko saalis, Terrafamen kuormitus sekä särkikalojen runsaus. Purkuputken vaikutuksia kysyttiin erikseen, johon vastanneista yli puolet koki, ettei purkuputken käyttöönotto ollut vaikuttanut kalastukseen. Toisaalta noin neljännes purkuputkea koskevaan kysymykseen vastanneista koki kaivoksen mainehaitan tai purkuputken vaikutusten vähentäneen heidän kalastustaan. Vapaamuotoisissa kommenteissa nousivat esiin Terrafamen kuormitus, vesistön likaantuminen ja liettyminen, kuhan vähentyminen ja lahnakantojen runsastuminen. Hauki, ahven ja kuha ovat olleet pääasialliset saalislajit Rehja-Nuasjärvellä Terrafamen tarkkailuun liittyvissä kalastustiedusteluissa (v. 2016, 2018 ja 2020). Kuhan saalisosuus kokonaissaaliista on ollut tiedusteluvuosina noin 30 % tuntumassa, joskin se on laskenut muutamia prosentteja vuosien välillä. Lahnan saalisosuus vaikuttaa selvästi kasvaneen tiedusteluvuosien välillä. Talouskohtaiset saaliit olivat vuosina 2016 ja

Copyright © AFRY Finland Oy

2020 lähes samaa tasoa. Kalastustiedusteluita ei ole tehty ennen vuotta 2015 Terrafamen tarkkailuun liittyen. Kalastus ja saaliit Nuasjärvellä ovat vähentyneet vuoden 2015 Sotkamon reitin tiedustelun tuloksiin verrattuna. Osaltaan kyse on yleisestä kotitarvekalastuksen suosion hiipumisesta, mutta myös purkuputken aiheuttamalla mainehaitalla on voinut olla jonkinasteinen kalastuksen suosiota vähentävä vaikutus. (Eurofins Ahma Oy 2021a)

*Kalojen raskasmetallipitoisuudet*

Kalojen metallipitoisuuden tarkkailussa Nuasjärven Jormaslahdelta ja yläpuoliselta vertailualueelta (Kiimanen) pyydettiin kuhia, haukia, muikkuja ja ahvenia. Kalat pyydettiin Jormaslahdelta syys- ja lokakuussa sekä vertailualueelta heinä- ja lokakuussa 2021.

Kalojen arseeni- ja nikkelipitoisuudet olivat vuonna 2021 pieniä, eivätkä ne heikentäneet kalojen käyttökelpoisuutta. Nikkelin osalta pitoisuudet jäivät Jormaslahdella lähes poikkeuksetta alle määritystarkkuuden (<0,05 mg/kg tp). Vain yhdessä muikkunäytteessä todettiin määritysrajan ylittävä, mutta pieni pitoisuus. Vertailualueellakin nikkelin pitoisuudet olivat pääasiassa alle määritystarkkuuden. Muikun osalta kahdessa ja ahvenen osalta yhdessä näytteessä todettiin määritysrajan ylittävä pieni pitoisuus. Nikkelin tavoin myös arseenin pitoisuudet olivat pieniä. Suurin yksittäinen pitoisuus mitattiin vertailualueen muikkunäytteessä. Kuormituksen vaikutusta kalojen metallipitoisuuksiin ei ole tuloksista havaittavissa. Metallipitoisuudet ovat olleet 2000-luvulla Jormaslahdella kaikilla kalalajeilla keskimäärin samaa tasoa kuin vertailualueella. (AFRY Finland Oy 2022)

## 13.3 Vaikutusten arviointi

### 13.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Vaihtoehdossa VE0 ei rakenneta uusia rakenteita, lukuun ottamatta rikastushiekka-altaan korotusta. Rikastushiekka-altaan korottamisella ei arvioida olevan rakentamisen aikana merkittäviä vaikutuksia kalastoon ja kalastukselle.

Vaihtoehdossa VE1 sivukivialueen pienen laajennuksen sekä uuden pienialaisen rikastushiekka-altaan rakentamisen maarakennustöiden aikana voi aiheutua työalueen pintavesiin tilapäistä ja paikallista samentumista sekä ainepitoisuuksien nousua. Vaikutusten arvioidaan rajoittuvan työalueen läheisiin pintavesiin ja Lahnasjokeen. Haitan arvioidaan olevan lyhytkestoinen ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen. Vastaavasti purkuputken asentaminen Nuasjärveen voi aiheuttaa tilapäistä ja paikallista samentumista ja ainepitoisuuksien nousua. Merkittäviä vaikutuksia kalastoon ja kalastukselle ei todennäköisesti ilmene.

Vaihtoehdossa VE2 kahden uuden sivukivialueen rakentamisen sekä uuden rikastushiekka-altaan rakentamisen maanrakennustöiden aikana voi aiheutua työalueen pintavesiin tilapäistä ja paikallista samentumista sekä ainepitoisuuksien nousua. Vaikutukset arvioidaan rakentamisen laajuuden perusteella voimakkaammiksi ja pitkäkestoisemmiksi kuin vaihtoehdossa VE1. Vaikutusten arvioidaan rajoittuvan vaihtoehdon VE1 tavoin työalueen läheisiin pintavesiin ja Lahnasjokeen. Haitan arvioidaan olevan lyhytkestoinen ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen. VE1:n tavoin purkuputken asentaminen Nuasjärveen voi aiheuttaa tilapäistä ja paikallista samentumista ja ainepitoisuuksien nousua. Merkittäviä vaikutuksia kalastoon ja kalastukselle ei todennäköisesti ilmene.

Copyright © AFRY Finland Oy

### 13.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

#### 13.3.2.1 Vaikutukset Lahnasjoessa

Vaihtoehdossa VE0 tehdas- ja kaivosalueen purkuvesien käsittely tehdään nykyisellä vesienkäsittelyjärjestelmällä ja puhdistetut vedet johdetaan Lahnasjokeen, joka laskee Nuasjärven Jormaslahteen. Vaihtoehdossa VE0 vaikutukset kalastoon ja kalastukseen ovat kuten nykytilassa, ja ne on kuvattu kalaston nykytilaa kuvaavassa luvussa. Kuormituksen vaikutukset ovat Lahnasjoessa erittäin voimakkaat etenkin veden suolaisuuteen vaikuttavien kuormitusjakeiden osalta. Sulfaatin pitoisuudet kohoavat Lahnasjoessa laskennallisen tarkastelun perusteella korkeiksi, ja sulfaatille ehdotetut ympäristönlaatunormit (AA-EQS ja MAC-EQS) arvioidaan ylittyvän selvästi, millä voi olla negatiivisia vaikutuksia kalastoon. Lahnasjokeen ei ole suunniteltu johdettavan vesiä vaihtoehdoissa VE1 ja VE2, mutta Lahnasjokeen kohdistuu yhä hajakuormitusta. Vesien johtaminen Nuasjärveen vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 ei juuri muuta Lahnasjoen virtaamia.

#### 13.3.2.2 Vaikutukset Jormasjoessa

Vaihtoehdossa VE0 tehdas- ja kaivosalueen purkuvesien käsittely tehdään nykyisellä vesienkäsittelyjärjestelmällä ja puhdistetut vedet johdetaan Lahnasjokeen, joten kalastovaikutuksia ei ilmene Jormasjoessa. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 sulfaattikuormituksen seurauksena Jormasjoen sulfaattipitoisuudet voivat kohota sulfaatille esitetyn ympäristönlaatunormin (AA-EQS, 39 mg/l) tasolle, eikä esitetyn ympäristönlaatunormin ylittymistä voida poissulkea. Jormasjoen kalastollinen arvo sekä siellä tehdyt kunnostustoimenpiteet eivät myöskään puolla Jormasjoen valintaa purkupaikaksi. Siten Jormasjoen purkupaikkavaihtoehdosta on luovuttu edellä esitettyjen laskelmien ja tarkastelun pohjalta.

#### 13.3.2.3 Vaikutukset Nuasjärvessä

Toiminnan aikaisen vesistökuormituksen vaikutuksia Nuasjärvessä arvioitiin vesistömallinnuksen perusteella. Nuasjärvessä tarkasteltiin kolmea purkupaikkavaihtoehtoa. Vesistömallinnuksessa tarkasteltiin Elementisin kaivos- ja tehdasalueen sulfaatin, nikkelin ja arseenin kuormituksen leviämistä Nuasjärvessä. Kaikissa skenaariossa (S0–S3) mallinnustulokset kuvastivat Elementisin ja Terrafame Oy:n kuormituksen yhteisvaikusta.

Skenaarioissa S1–S3 sulfaattikuormitus on vähäisempää kuin nykytilassa (S0), joten kuormituksen väheneminen vähentää riskiä kevättäyskierron estymiselle tai vaillinaiseksi jäämiselle. Kevätkierron toteutumista on myös edesautettu hakemalla lupaa kesäaikaisen juoksutussäännön purkamiselle, jolloin voidaan vähentää juoksutuksia lopputalvella. Syksyllä veden lämpötilamuutokset ovat hitaampia ja syyskierto toteutuu tyypillisesti kevätkiertoa tehokkaammin. Kuormituksen väheneminen nykytilaan nähden tuo positiivisen muutoksen kaikissa skenaarioissa. Nuasjärven syvänteiden alusveden happitilanteen pysyminen hyvänä läpi vuoden on kalaston ja kalastuksen kannalta myös positiivinen asia.

Nikkelin osalta kuormituksen arvioidaan hiukan vähenevän ja arseenin osalta maltillisesti kasvavan vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 verrattuna nykytilaan (VE0). Sekä nikkelin että arseenin kuormitus on vähentynyt viime vuosina merkittävästi aiempaan nähden vesienkäsittelyssä tehtyjen muutosten ansiosta. Arseenin ja nikkelin pitoisuustasot jäävät Nuasjärvessä vesistömallinnuksen perusteella vaihtoehdon VE1 mukaisella kuormituksella sekä pintavedessä että pohjan lähellä skenaarioilla S1–S3 matalaksi. Liukoiselle nikkelille asetettu enimmäispitoisuuden laatunormi (MAC-EQS, 34 µg/l liukoista nikkeliä) ei ylittynyt millään skenaariolla. Vaihtoehdon VE2 mukaisella kuormituksella pitoisuustaso jää

Copyright © AFRY Finland Oy

matalamman kuormituksen takia vielä pienemmäksi. Arseenin osalta kuormituksen aiheuttama pitoisuusnousu ei ylitä ruotsalaista raja-arvoa (0,5) µg/l.

Muiden metallien osalta kuormitus on vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 samaa tasoa kuin nykytilassa VE0, vaihtoehdossa VE1 kuormitus on hiukan suurempaa ja vaihtoehdossa VE2 hiukan pienempää tai samaa tasoa. Tarkastelluista metalleista lähinnä vain mangaanin PNEC-arvo (22–34 µg/l) voi ylittyä, kuten on vedenlaatutarkkailun perusteellakin todettu. Mangaanin pitoisuus ylitti vuonna 2024 tehdyn laajennetun vesistötarkkailun perusteella kaikilla tarkastelluilla havaintopaikoilla PNEC-arvon tason.

Ravinnekuormituksen arvioidaan olevan vaihtoehdossa VE1 hiukan suurempaa ja vaihtoehdossa VE2 hiukan pienempää kuin nykytilassa. Ravinnekuormituksen vaikutukset Nuasjärven rehevyystasoon arvioitiin vähäisiksi. Ekologisen luokituksen raja-arvojen ei arvioida edellä esitetyn perusteella ylittyvän, eikä ravinnekuormituksen arvioida heikentävän Nuasjärven kalaston tilaa kummallakaan vaihtoehdolla (VE1 ja VE2).

Tehdas- ja kaivosalueen purkuvesillä ja alueelta tulevalla hajakuormituksella on Lahnasjoen veden pH-tasoa kohottava vaikutus. Purkuvesien alkaliniteetti on korkea (0,67 mmol/l), eikä sen arvioida muuttuvan vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Purkuvedet voivat lähinnä nostaa hyvin lievästi Nuasjärven veden pH-tasoa.

Negatiivisia vaikutuksia kalastoon ja kalastukseen voi ilmetä vaihtoehdoissa VE0 korkeamman sulfaattikuormituksen muodossa. Vaikutukset ovat Nuasjärvellä todennäköisesti epäsuoria, ja muodostuvat Nuasjärven vahvemman kerrostumisen sekä heikentyneen alusveden happitilanteen kautta. Metallikuormitus nostaa pitoisuuksia Nuasjärvellä, mutta kalastovaikutuksia ei todennäköisesti ilmene.

#### 13.3.2.4 Vaikutukset 20.12.2024 jätetyn lupahakemuksen mukaisella kuormitustasolla

Sulfaatille ehdotetun luparajan (7000 t/a) mukaisella kuormitustasolla Lahnasjoen keskimääräinen sulfaattipitoisuus oli keskivirtaamalla 653 mg/l. Lahnasjoen sulfaattipitoisuudet ovat ajoittain olleet siinä määrin korkeita, että negatiivisia vaikutuksia ainakin lohikalojen mädin ja vastakuoriutuneiden poikasten kehitykseen ja kalojen selviytymiseen voi olla havaittavissa. Lohikalojen esiintyminen on kuitenkin tällä hetkellä niukkaa. Nuasjärven sulfaattipitoisuudet ovat olleet selvästi matalampia kuin Lahnasjoessa, joten sulfaatin haitalliset kalastovaikutukset tuskin ulottuvat Lahnasjoen lasku- ja sekoittumiskohtaa pitemmälle Nuasjärven Jormaslahdessa.

Hakemuksen mukaisen sekoittumislaskelman perusteella biosaatavalle nikkelille asetettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 5 µg/l) ei ylity lupaehtojen mukaisessa kuormitustilanteessa. Keskialivirtaamatilanteessa Lahnasjoen nikkelipitoisuus olisi skenaarion V1 mukaisella kuormitustasolla 16–26 µg/l ja jäisi pienemmäksi kuin liukoiselle nikkelille asetettu suurin sallittu hetkellinen enimmäispitoisuus (MAC-EQS, 34 µg/l). Euroopan kemikaaliviraston arvioima suurin haitaton nikkelin pitoisuus (ns. PNEC-arvo) on sisävesille pitkäaikaisessa altistuksessa 7,1 µg/l. Tämä pitoisuustaso ylittyi laskennallisen tarkastelun perusteella sekä ehdotetun luparajan mukaisella kuormitustasolla, jos oletetaan kaiken nikkelin olevan liukoisessa muodossa. Tosin nikkelin PNEC-taso ylittyy Lahnasjoessa jo kaivoksen yläpuolisella vertailupisteellä.

Tämän perusteella voidaan todeta, että Lahnasjoelta mitatut pitoisuudet ovat selvästi alle herkimpien kalalajien letaalien (LC-50, eli pitoisuus, jossa puolet koe-eläimistä kuolee)

Copyright © AFRY Finland Oy

pitoisuuksien. Särjen ja ahvenen esiintyminen Lahnasjoella vuoden 2022 koekalastuksissa kertoo myös siitä, etteivät nikkelipitoisuudet rajoita kalalajien esiintymistä. Huomioiden Lahnasjoen korkea nikkelin taustataso, joen kalasto lienee jo sopeutunut korkeisiin pitoisuuksiin. Vuoden 2021 tarkkailussa tutkittiin kalojen (ahven, kuha, hauki ja muikku) nikkelipitoisuuksia Nuasjärven Jormaslahden kaloista. Kalojen nikkelipitoisuudet jäivät Nuasjärven Jormaslahdella lähes poikkeuksetta alle määritystarkkuuden (< 0,05 mg/kg tp). Vain yhdessä muikkunäytteessä todettiin määritysrajan ylittävä, mutta pieni pitoisuus. Ehdotetun luparajan mukaisella kuormitustasolla on epätodennäköistä, että nikkelipitoisuuksilla olisi haittavaikutuksia Lahnasjoella eikä etenkään Nuasjärvellä.

Ehdotetun luparajan mukaisella kuormitustasolla arseenikuormituksella ei todennäköisesti olisi haitallisia kalastovaikutuksia Lahnasjoella ja haitallisten vaikutusten riski olisi vielä pienempi Nuasjärvessä. Kalataloudellisessa tarkkailussa kalojen arseenipitoisuudet ovat olleet nikkelin tavoin pieniä.

### 13.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Sulkemisen jälkeen kaivosalueelta kulkeutuu vesiä kahteen suuntaan. Lahnaslammen ja Punasuon louhosjärvistä vedet virtaavat ylivuotona Lahnasjokeen ja edelleen Nuasjärven Jormaslahteen. Papinlammen eteläpuoliset vedet virtaavat tämän hetkisen suunnittelutiedon valossa sulkemisen jälkeen kohti Jormasjokea, joka laskee Nuasjärven Jormaslahteen.

Vaihtoehdossa VE0 Jormasjoen suuntaan menevä kuormitus on sulkemistoimenpiteiden jälkeen pientä, eikä kalastovaikutuksia todennäköisesti ilmene. Lahnasjokeen kohdistuva kuormitus on sulkemistoimenpiteiden jälkeen nykyarvion mukaan voimakasta joidenkin aineiden osalta ilman vesienkäsittelyä, ja pitoisuusnousut ovat laskennallisen tarkastelun perusteella suuret. Voimakkain vesistövaikutus on nikkelikuormituksella, jonka pitoisuusnousu on laskennallisesti suuri keskivirtaamatilanteessa. Nikkelille asetetun ympäristönlaatunormin ylittyminen Lahnasjoessa on todennäköistä ilman vesienkäsittelyä. Myös kadmiumin ja sulfaatin kuormitustason arvioidaan voivan aiheuttaa vesistössä niille asetettujen tai ehdotettujen ympäristönlaatunormien ylityksiä. Vaihtoehdossa VE0 kalastovaikutuksia voi Lahnasjoessa siten ilmetä ilman vesienkäsittelyä. Sulkemisvaiheessa on varauduttu vesienkäsittelyyn ja käsittelyä jatketaan niin kauan kuin se on tarpeen vaikutusten vähentämiseksi Lahnasjoessa.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 sulkemisen jälkeisen kuormituksen arvioidaan olevan vähäisempää kuin vaihtoehdossa VE0, ja myös kalastovaikutukset jäävät siten vähäisemmiksi.

### 13.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 ei rakenneta uusia rakenteita, lukuun ottamatta rikastushiekka-altaan korotusta. Vaihtoehdossa VE0 tehdas- ja kaivosalueen purkuvesien käsittely tehdään nykyisellä vesienkäsittelyjärjestelmällä ja puhdistetut vedet johdetaan Lahnasjokeen, joka laskee Nuasjärven Jormaslahteen. Vaihtoehdossa VE0 vesistövaikutukset ovat kuten nykytilassa.

## 13.4 Yhteisvaikutukset

Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen toiminnoista aiheutuu yhteisvaikutuksia Nuasjärvessä Terrafame Oy:n toimintojen kanssa. Yhteisvaikutusalueeksi on tunnistettu Nuasjärven syvännealue järven länsiosassa (Eurofins Ahma Oy 2024c).

Copyright © AFRY Finland Oy

## 13.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Jormasjoen ja Nuasjärven herkkyys muutoksille on arvioitu kohtalaiseksi ja Lahnasjoen vähäiseksi. Vaihtoehdossa VE1 vesistökuormitus on suurempaa kuin vaihtoehdossa VE2, joten myös vesistövaikutukset ovat vaihtoehdossa VE1 suuremmat. Kuormitus on vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vesienkäsittelyssä tehtävien muutosten ansiosta vähäisempää kuin nykytilassa (vaihtoehto VE0).

Vaihtoehdolla VE0 ei arvioida olevan vaikutusta nykytilaan nähden, sillä toiminta jatkuu nykyisen kaltaisena ja purkupaikkana toimii aiempaan tapaan Lahnasjoki.

Vaihtoehdoilla VE1 ja VE2 voidaan vesistövaikutusarvioiden mukaan saavuttaa nykytilaan nähden parannusta. Ensinnäkin kuormituksen arvioidaan vähenevän nykytilasta vesienkäsittelyssä tehtävien muutosten ansiosta. Toiseksi purkupaikan siirtyminen Nuasjärveen mahdollistaa purkuvesien tehokkaamman sekoittumisen ja siten vaikutusten pienentymisen. Sulkemisen jälkeen vaihtoehdoilla ei arvioida olevan merkittävää eroa kalastovaikutusten osalta. Kalaston ja kalastuksen kannalta vaihtoehdolla VE0 ei siten ole vaikutusta nykytilaan nähden ja vaihtoehdot VE1 ja VE2 ovat kaikissa purkuputken sijoitusvaihtoehdoissa kalastovaikutusten suhteen vähäinen positiivinen (Taulukko 13-1).

Taulukko 13-1. Kalastoon ja kalastukseen 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<br>VE2 | | | |
| | Suuri | | | | | | | | | |
| | Erittäin suuri | | | | | | | | | |

## 13.6 Arvioinnin epävarmuudet

Kalastoon ja kalastukseen liittyvän vaikutusarvion suurimmat epävarmuudet liittyvät lähtötietojen tarkkuuteen. Vesistökuormituksen pitoisuusnousu- ja sekoittumislaskelmissa sekä mallinnuksessa on käytetty lähtötietona kaivokselle vesi- ja kuormatasemallin avulla laskettuja kuormituksia, jotka on arvioitu parhaisiin käytettävissä olleisiin tietoihin perustuen.

## 13.7 Vaikutusten lieventäminen

Nuasjärven purkuputkivaihtoehdoissa kalastovaikutuksia lievennetään käyttämällä purkuputken päässä purkuveden ja järviveden sekoittumista tehostavaa rakennetta, ts. diffuusoria.

Copyright © AFRY Finland Oy

# 14 VESIENHOITO JA VESI-MUODOSTUMIEN TILA

# 14 VESIENHOITO JA VESIMUODOSTUMIEN TILA

YHTEENVETO

- Hankealuetta lähimmät luokitellut vesimuodostumat ovat vesienhoidon kolmannella kaudella hyvään ekologiseen tilaan luokitellut Rehja-Nuasjärvi ja Jormasjoki.
- Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukaisella kuormituksella ei arvioida olevan vaikutusta Nuasjärven kemialliseen tilaan, sillä voimassa olevan valtioneuvoston asetuksen 1308/2015 mukaisten ympäristönlaatunormien ei arvioida ylittyvän kuormituksen takia.
- Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukaisella ravinnekuormituksella ei arvioida olevan vaikutusta Rehja-Nuasjärven ekologiseen tilaan eikä vesienhoidon tavoitteisiin.

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 laatu. 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. Mikäli vesimuodostumassa esiintyy lisäksi valtioneuvoston asetuksen (1022/2006 ja muutokset) mukaisia liitteen 1D kansallisesti määritettyjä vesiympäristölle haitallisia aineita, näiden aineiden ympäristönlaatunormin ylitykset huomioidaan ekologisen tilaluokan määrityksessä (laatunormin ylityksen takia luokka voi olla korkeintaan tyydyttävä). (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 laatunormin, vesimuodostuman 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. (Aroviita ym. 2019)

Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen vesien nykyisellä purkureitillä lähin luokiteltu pintavesimuodostuma on Rehja-Nuasjärven vesimuodostuma, joka on pintavesityypiltään suuri humusjärvi (Sh). Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen itäpuolitse virtaava Jormasjoki on tyypitelty keskisuureksi turvemaiden joeksi (Kt). Rehja-Nuasjärven vesimuodostuman ekologinen tila on määritelty vesienhoidon kolmannella luokittelukaudella hyväksi (Taulukko 14-1). Biologisista luokittelumuuttujista kasviplanktonin, pohjaeläimistön ja kalaston tila on hyvä. Fysikaalis-kemiallisten muuttujien tila on sekä fosforin että typen osalta erinomainen. Myös Jormasjoen ekologinen tila on määritelty hyväksi (Taulukko 14-2). Päällysvesistön tila on hyvä, pohjaeläinten erinomainen ja kalaston tyydyttävä. Fysikaalis-kemiallisten muuttujien tila on erinomainen. (SYKE 2025b)

Copyright © AFRY Finland Oy

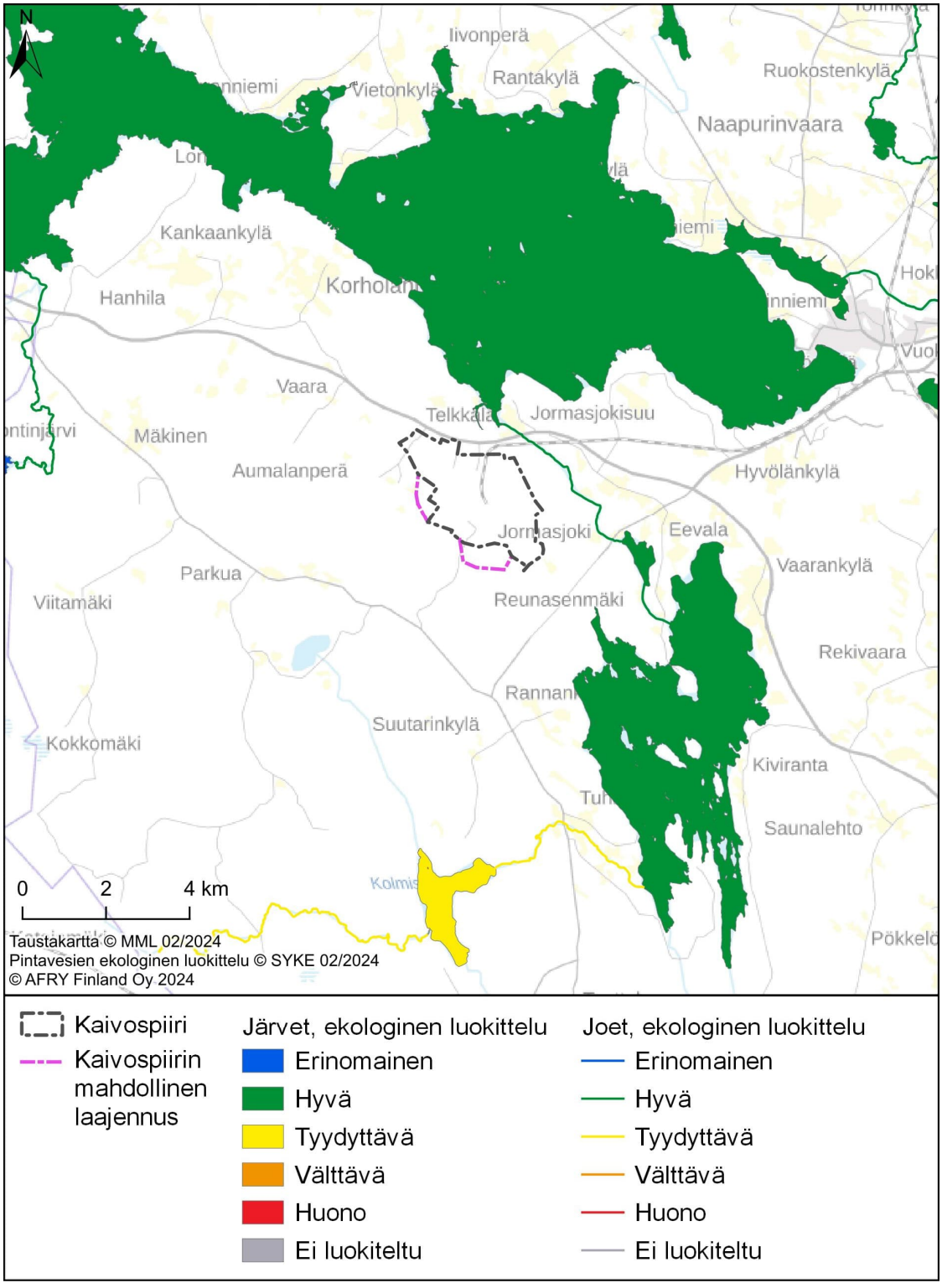
Taulukko 14-1. Rehja-Nuasjärven vesimuodostuman ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon kolmannella kaudella (SYKE 2025b).

| BIOLOGISET MUUTTUJAT | | HYVÄ |
|---|---|---|
| Kasviplankton | 0,74 | hyvä |
| Klorofylli-a | 6,97 µg/l | hyvä |
| Kokonaisbiomassa | 0,78 mg/l | hyvä |
| Haitallisten sinilevien prosenttiosuus | 7,01 % | hyvä |
| TPI kasviplankton trofiaindeksi | -0,5 indeksiarvo | hyvä |
| Pohjaeläimet | 0,66 | hyvä |
| Syvännepohjaeläinindeksi | 0,63 ELS | hyvä |
| Prosenttinen mallinkaltaisuus | 0,33 indeksiarvo | hyvä |
| Kalat | 0,69 | hyvä |
| Biomassa, pienenevä | 197,53 g/verkkoyö | tyydyttävä |
| Yksilömäärä pienenevä | 7,75 kpl/verkkoyö | tyydyttävä |
| Särkikalojen biomassaosuus | 27,23 % | erinomainen |
| Indikaattorilajien esiintyminen | | erinomainen |
| FYSIKAALIS-KEMIALLISET MUUTTUJAT | | HYVÄ |
| Kokonaisfosfori | 14,03 µg/l | erinomainen |
| Kokonaistyppi | 347,02 µg/l | erinomainen |
| EKOLOGINEN KOKONAISTILA | | HYVÄ |

Taulukko 14-2. Jormasjoen vesimuodostuman ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon kolmannella kaudella (SYKE 2025b).

| BIOLOGISET MUUTTUJAT | | HYVÄ |
|---|---|---|
| Päällyslevät | 0,69 | hyvä |
| Tyyppiominaiset taksonit | 9 lkm | tyydyttävä |
| Prosenttinen mallinkaltaisuus | 0,35 indeksiarvo | erinomainen |
| Pohjaeläimet | 1,00 | erinomainen |
| Tyyppiominaiset taksonit | 24,5 lkm | erinomainen |
| Tyyppiominaiset EPT-heimot | 16 lkm | erinomainen |
| Prosenttinen mallinkaltaisuus | 0,46 indeksiarvo | erinomainen |
| Kalat | 0,44 | tyydyttävä |
| Jokikalaindeksi | 0,4 indeksiarvo | tyydyttävä |
| FYSIKAALIS-KEMIALLISET MUUTTUJAT | | HYVÄ |
| Kokonaisfosfori | 9,1 µg/l | erinomainen |
| Kokonaistyppi | 392,39 µg/l | erinomainen |
| pH-minimi | 6 | erinomainen |
| EKOLOGINEN KOKONAISTILA | | HYVÄ |

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 14-1. Lähivesistöjen ekologinen tila pintavesien kolmannella luokittelukierroksella.

Rehja-Nuasjärven ja Jormasjoen vesimuodostumien kemiallinen tila on määritelty vesienhoidon kolmannella luokittelukierroksella hyvää huonommaksi (SYKE 2025b). Aiemmin palonestoaineina käytettyjen bromattujen difenyylieetterien (PBDEt) pitoisuudet ylittävät ympäristönlaatunormin tason kaikkialla Suomessa ja Euroopassa, sillä yhdisteet ovat kaukokulkeutuvia ja erittäin hitaasti hajoavia (SYKE 2020). Jormasjoessa lisäksi elohopea ylittyy kalassa kaukokulkeumariskin ja luonnonolosuhteiden perusteella.

Copyright © AFRY Finland Oy

Sotkamon tehdas- ja kaivosalue kuuluu Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueeseen, jolle on laadittu vesienhoidon suunnittelu- sekä toimenpideohjelma vuosiksi 2022–2027. Valtioneuvosto on hyväksynyt Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelman 16.12.2021. Nuasjärven tai Jormasjoen osalta toimenpideohjelmassa ei ole mainittu kaivostoimintaa vesistöjen tilaa heikentävänä paineena. Molemmat vesistöt ovat hyvässä ekologisessa tavoitetilassa. Jatkossa vesienhoidon tavoitteena on pitää yllä saavutettua ekologista tilaa. 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 (Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Lapin ELY-keskukset 2022).

## 14.1 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. Lähimmät luokitellut vesimuodostumat ovat vesienhoidon kolmannella kaudella hyvään ekologiseen tilaan luokitellut Jormasjoki ja Rehja-Nuasjärvi.

### Jormasjoki

Luvussa 10.4.2.2 on kuvattu tarkemmin kuormituksen vesistövaikutuksia Jormasjoessa. Jormasjoen sulfaattipitoisuudet voivat laskennallisen tarkastelun perusteella kohota kuormituksen seurauksena sekä vaihtoehdossa VE1 että VE2 sulfaatille esitetyn ympäristönlaatunormin (AA-EQS) tasolle, eikä esitetyn ympäristönlaatunormin ylittymistä voida poissulkea. Jormasjoen kalastollinen arvo sekä siellä tehdyt kunnostustoimenpiteet eivät myöskään puolla Jormasjoen valintaa purkupaikaksi. Siten Jormasjoen purkupaikkavaihtoehdosta luovuttiin vesi- ja kuormataseen valmistuttua sekä selostusvaiheessa tehtyjen laskelmien ja tarkastelun pohjalta.

### Rehja-Nuasjärvi

Luvussa 10.4.2.3 on kuvattu tarkemmin kuormituksen vesistövaikutuksia Nuasjärvessä. Vaihtoehdoilla VE1 ja VE2 ei arvioida olevan vaikutusta Nuasjärven kemialliseen tilaan, sillä voimassa olevan valtioneuvoston asetuksen 1308/2015 mukaisten ympäristönlaatunormien ei arvioida ylittyvän kuormituksen takia (AA-EQS, MAC-EQS).

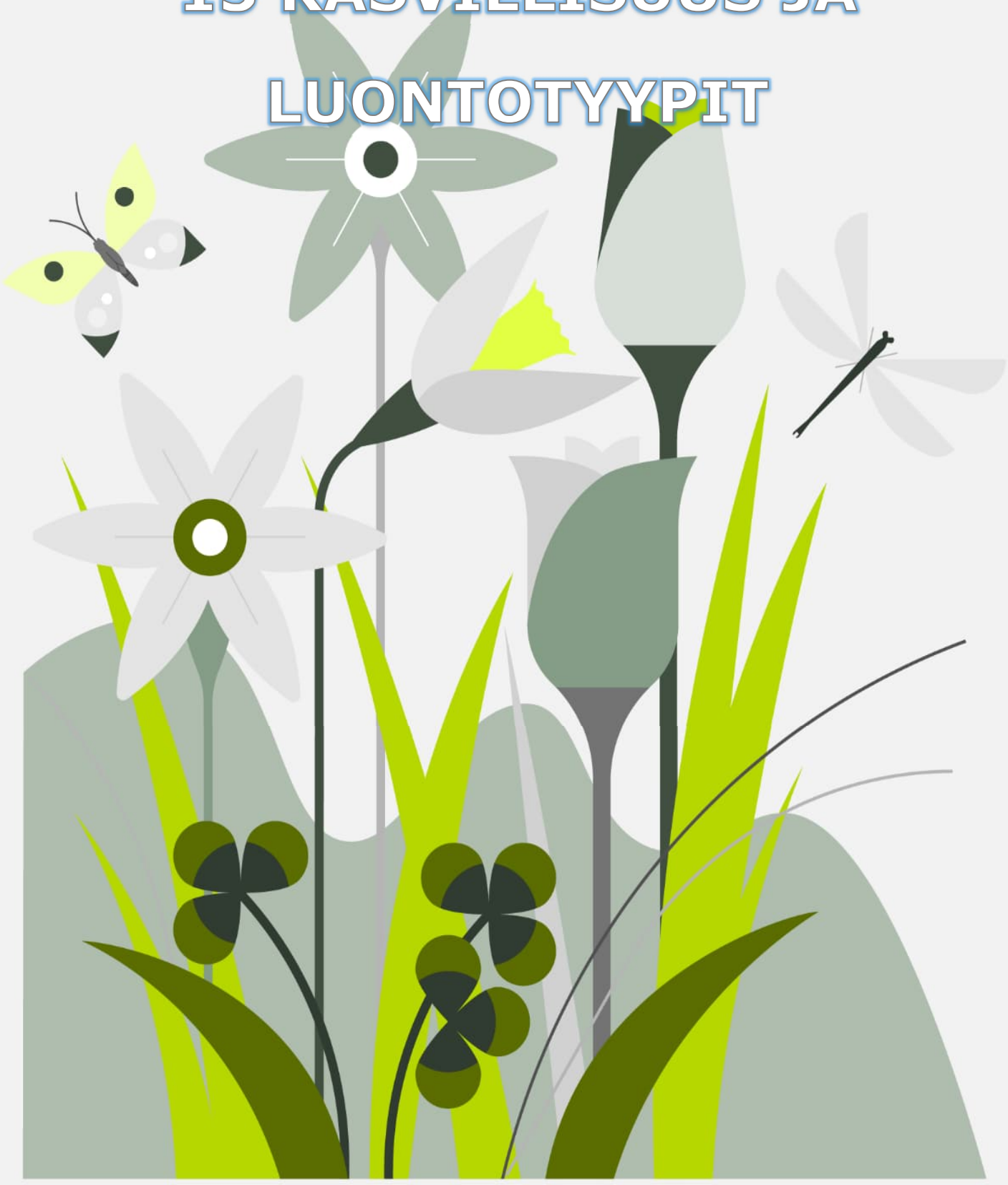
Vesistövaikutusarvion mukaisesti sulfaattipitoisuudet voivat kuitenkin kohota paikallisesti kuormituksen seurauksena lähelle sulfaatille esitetyn ympäristönlaatunormien (AA-EQS, MAC-EQS) tasoa, eikä niiden ylittymistä voida täysin poissulkea. Sulfaatille ei kuitenkaan ole tällä hetkellä voimassa olevaa ympäristönlaatunormia.

Vesistövaikutusarvion perusteella fysikaalis-kemiallisen luokituksen luokkarajat eivät ylity kokonaisfosforin eivätkä kokonaistypen osalta Nuasjärvessä, eikä purkuvesillä siten arvioida olevan rehevöittävää vaikutusta eikä vaikutusta Rehja-Nuasjärven ekologiseen tilaan.

Vesistövaikutusarvion perusteella hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukainen kuormitus on vähäisempää kuin nykytilassa, eikä päällysvedessä havaita merkittäviä ainepitoisuuksien nousuja. Arvion mukaan kasviplanktonin, kalaston ja pohjaeläimistön ekologinen tila Nuasjärvessä ei muutu nykyisestä Elementisin hankevaihtoehtojen toteutuessa.

Copyright © AFRY Finland Oy

# 15 KASVILLISUUS JA LUONTOTYYPIT



# 15 KASVILLISUUS JA LUONTOTYYPIT

YHTEENVETO

- Alueen kasvillisuutta ja luontotyyppejä selvitettiin kesällä 2024.
- Hankealueelta tunnistettiin kolme pienvesikohdetta sekä uhanalaisia luontotyyppejä. Alueella on aiemmin tehty havainnot kahdesta vaarantuneesta jäkälälajista. Maastoselvityksen yhteydessä alueella havaittiin silmälläpidettävää kissankäpälää sekä runsaasti rauhoitettua valkolehdokkia.
- Hankevaihtoehdolla VE0 on pölyämisestä johtuvia vähäisiä kielteisiä vaikutuksia kasvillisuuteen.
- Vaihtoehdossa VE1 vaikutuksia aiheutuu lähinnä uudesta rikastushiekka-altaasta, jonka alle jää luonnonympäristöä, mutta ei huomionarvoisia elinympäristöjä. Vaikutukset on arvioitu VE 1:ssä kohtalaisiksi kielteisiksi.
- Suurimmat kielteiset vaikutukset aiheutuvat vaihtoehdossa VE2, jossa uuden rikastushiekka-altaan alle jäävät luontoselvityksessä kesällä 2024 havaitut huomionarvoiset kasvillisuus- ja pienvesikohteet. Vaikutukset on arvioitu VE 2:ssa erittäin suuriksi kielteisiksi.
- Valkolehdokkiesiintymien luonnontilan muuttaminen edellyttää kummassakin hankevaihtoehdossa lupaa poiketa luonnonsuojelulain rauhoitettuja lajeja koskevista säädöksistä.
- Hankevaihtoehdon VE2 toteuttaminen edellyttää lisäksi vesilain 2. luvun 11 §:n mukaista poikkeuslupaa pienvesiä koskevista säädöksistä.
- Koivukorven alueella havaitut uhanalaiset jäkälälajit eivät ole rauhoitettuja tai tiukasti suojeltuja. Lisäksi alueella on havaittu sammallimijäkälää, joka on silmälläpidettävä laji, ja joka kasvaa alueella, missä kallioperässä on serpentiniittiä. VE2 vaihtoehto sijoittuu siten serpentiiniluontotyypin alueelle, minkä vuoksi vaihtoehdon mukainen rakentaminen edellyttää luonnonsuojelulain mukaista poikkeamislupaa näitä luontotyyppejä koskevista säädöksistä.

## 15.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Suoria vaikutuksia kasvillisuuteen aiheutuu elinympäristömenetyksistä, 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 ja pohjaveden tasossa, vesistöjärjestelyistä sekä rakennusalueilta pintavesistöihin päätyvän kiintoaineskuormituksen lisääntymisestä.

Kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa on keskitytty hankealueen kasvimaantieteellisiin erityispiirteisiin sekä alueella esiintyviin suojeltuihin ja uhanalaisiin luontotyyppeihin ja kasvilajeihin, joilla on alueen monimuotoisuuden kannalta erityistä merkitystä. Erityistä huomiota on kiinnitetty uusien rakenteiden ja toimintojen sijoittumiseen luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaisiin kohteisiin nähden.

Hankkeesta aiheutuu vaikutuksia lähinnä varsinaiselle hankealueelle sekä hankealueelta Nuasjärveen johdettavan purkuputken alueelle. Vaikutusten arvioinnissa käsitellään kuitenkin myös hankkeen laaja-alaiset vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen, luonnonalueiden pirstoutumiseen sekä ekologisiin yhteyksiin. Vaikutusarvioinnissa huomioidaan sekä

Copyright © AFRY Finland Oy

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.

Vaikutusten arviointi on tehty ympäristöhallinnon laatimien uusimpien ohjeiden mukaisesti (Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi", *Mäkelä ja Salo, 2023*). Arviointityön tukena on hyödynnetty myös muista vastaavista hankkeista kertyneitä kokemuksia. Vaikutusarvioinnin lähtötietoina on käytetty kesällä 2024 tehtyjen luontoselvitysten lisäksi ilmakuvia, karttoja, Suomen Lajitietokeskuksen ylläpitämää Laji.fi-palvelua sekä Suomen ympäristökeskuksen ja Metsäkeskuksen avoimia aineistoja.

Hankealueella tehtiin kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitys kesällä 2024 ja siihen käytettiin yhdessä liito-oravaselvityksen kanssa yhteensä 5 maastopäivää (FM biologi Tarja Ojala). Luontoselvitysraportti on liitteenä 88. Erityistä huomiota kiinnitettiin suojeltuihin ja uhanalaisiin luontotyyppeihin, direktiiviluontotyyppeihin ja muihin huomionarvoisiin kohteisiin, joita ovat:

- luonnonsuojelulailla suojellut luontotyypit (lsl 64 §),
- luonnonsuojelulailla tiukasti suojellut luontotyypit (lsl 65 §),
- uhanalaiset luontotyypit (Kontula & Raunio, 2018),
- uhanalaiset ja silmälläpidettävät kasvilajit (Hyvärinen ym. 2019),
- vesilain (2. luvun 11 §:n) lähteet, norot, alle hehtaarin kokoiset lammet ja järvet sekä vesilain (3. luvun 2 §:n) purot,
- muut luonnon monimuotoisuuden kannalta huomionarvoiset kohteet, kuten alueellisesti ja paikallisesti edustavat luontokohteet (esimerkiksi iäkkäämpää lahopuustoa sisältävät metsäkuviot) ja metsälain tarkoittamat erityisen tärkeät elinympäristöt,
- serpentiinielinympäristöt,
- vieraslajien esiintymät.

## 15.2 Nykytila

Kaivospiirin alue sijoittuu kasvimaantieteellisessä aluejaossa keskiboreaaliselle vyöhykkeelle ja siinä edelleen Pohjois-Karjala-Kainuun alueelle (3b). Suokasvillisuusvyöhykkeiden aluejaossa alue sijoittuu Pohjanmaan aapasoiden alueeseen ja sen alajaossa Suomenselän ja Pohjois-Karjalan aapasuot alueeseen (3a). Eliömaakuntajaossa alue kuuluu Kainuun eliömaakuntaan.

Alueen keskelle pohjois-eteläsuunnassa sijoittuu serpentiniittijuonne, jonka vaikutus kasvillisuuteen on huomattavan suuri. Kaivospiirin ja sen laajennusalueen länsiosa on huomattavasti karumpi kuin keski- ja itäosa, jonne serpentiinijuonne sijoittuu. Länsiosa alueesta on lähes puhtaasti mäntyvaltainen, ja alueen metsiä on hoidettu säännöllisin hakkuin. Kasvillisuustyypeiltään länsiosa alueesta on pääasiassa karua kanervatyyppiä tai puolukkatyyppiä ja loivissa rinteissä mustikkatyyppiä.

Koko kaivospiirin alueelle on ominaista kivisyys, jota esiintyy sekä kivennäismaamäillä että mäkien välisissä painanteissa. Alueen pintavesiä on perattu soiden ojitusten yhteydessä, mutta alueella on säilynyt yksi luonnontilainen ja kaksi luonnontilaisen kaltaista uomaa.

Lajitietokeskuksen uhanalaistiedoissa on kaksi valtakunnallisesti uhanalaista lajia, joiden kasvupaikat sijoittuvat kaivospiirin alueelle. Vaarantuneesta (VU) hentokesijäkälästä on tehty havainto vuonna 2020. Lisäksi kaivospiirin etelärajalla on samassa yhteydessä tehty havainto vaarantuneesta nukkamunuaisjäkälästä. Lähin havainto liito-oravasta on tehty noin neljän kilometrin etäisyydellä kaivospiirin lounaispuolella.

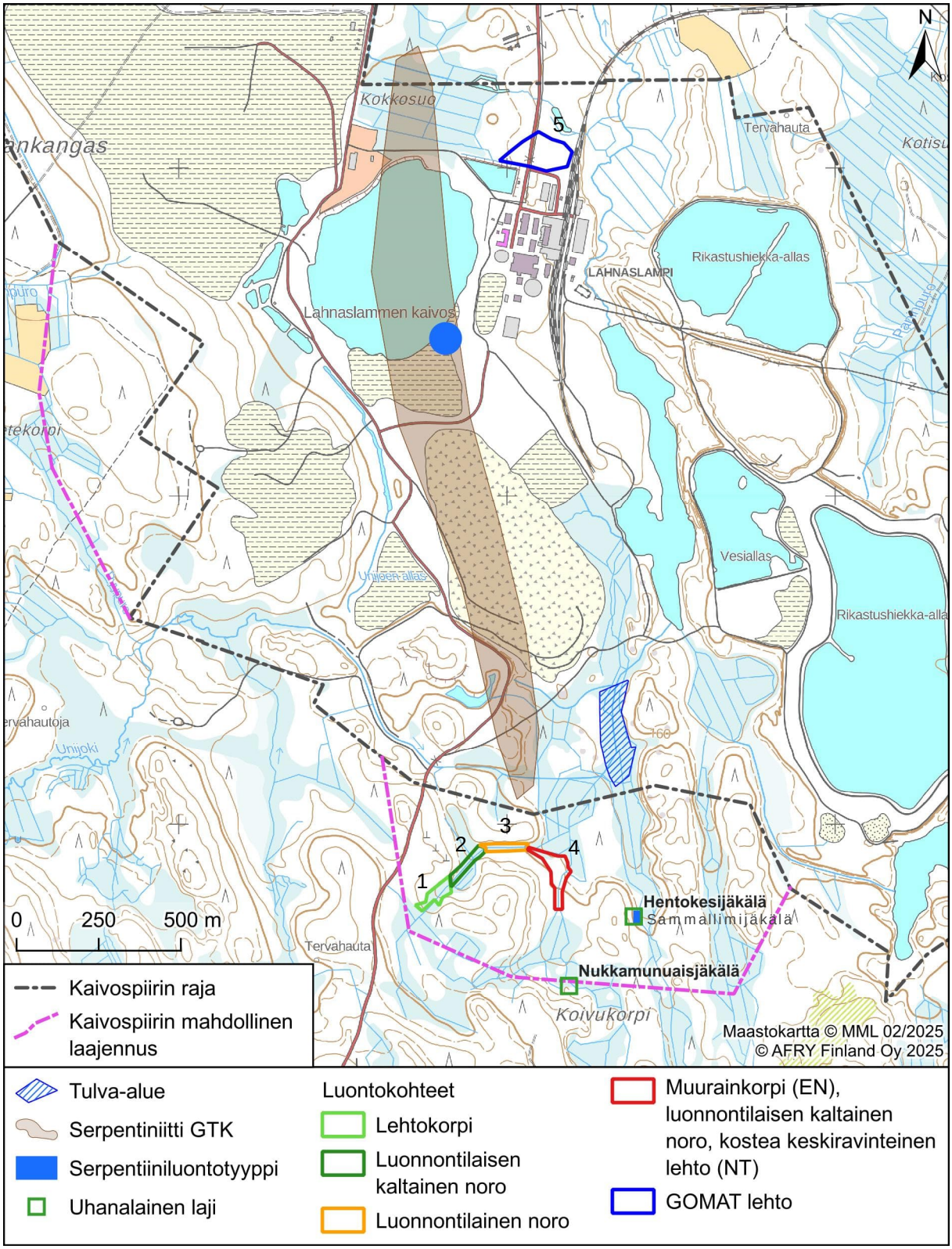
Copyright © AFRY Finland Oy

Paikassa, jossa tehtiin havainto hentokesijäkälästä, on kartoitettu myös serpentiinikivikoiden ja -kallioiden esiintymistä Suomen ympäristökeskuksen toimesta. Serpentiinikasveista alueella havaittiin silmälläpidettävää (NT, ei alueellisesti uhanalainen 3b) sammallimijäkälää, mutta kohteen todettiin koostuvan pääasiassa muista ultraemäksisistä kivilajeista kuin serpentiniitistä, eli karbonaatti-talkkikivestä. Seinämät ovat osin serpentiini- ja osin kalkkivaikutteisia. Alue sijoittuu ympäröivän metsän sisään ja on varjoinen, minkä vuoksi kohteessa ei kasva muita serpentiinielinympäristöille tyypillisiä kasvilajeja. Rehevyys alueella näkyy järeän, mutta vielä melko nuoren haavan suurena määränä muuten kuusivaltaisessa puustossa. Sammallimijäkälä on mainittu serpentiinilajina luonnonsuojeluasetuksessa (5 §), minkä vuoksi alue on luonnonsuojelulain 65 §:n tarkoittama tiukasti suojeltu luontotyyppi.

Jo aiemmin tunnistetun serpentiiniluontotyypin lisäksi hankealueelta tunnistettiin yhteensä viisi arvokasta luontokohdetta, joiden sijainti ja kohdekuvaukset on esitetty alla. 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 esitetty arvoluokitus Suomen ympäristökeskuksen oppaan (Mäkelä & Salo 2023) mukaan.

| Uhanalaisten luontotyyppien IUCN-luokitus | Arvoluokitus, Mäkelä & Salo 2023 |
|---|---|
| CR = äärimmäisen uhanalainen<br>EN = erittäin uhanalainen,<br>VU = vaarantunut<br>NT = silmälläpidettävä (ei uhanalainen)<br>LC = säilyvä<br>DD = puutteellisesti tunnettu | luokka 1 = Lainsäädännöllä turvattu kohde<br>luokka 2 = Erityisen tärkeä kohde<br>luokka 3 = Monimuotoisuutta turvaava kohde<br>luokka 4 = Monimuotoisuutta tukeva kohde |

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 15-1. Arvokkaat kasvillisuus- ja vesilakikohteet hankealueella. Lisäksi kuvassa on esitetty lajitietokeskuksen aineiston kahden vaarantuneen (VU) jäkälälajin esiintymät. Numeroiden 1-5 selitykset on esitetty taulukossa 15-1.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 15-1 Arvokkaat luontokohteet 1-5 hankealueella, numerot on esitetty kartalla kuvassa 15-1.

| No | Arvo | Arvoluokka |
|---|---|---|
| 1 | Lehtokorpi | 2 |
| 2 | Luonnontilaisen kaltainen noro | 1 |
| 3 | Luonnontilainen noro | 1 |
| 4 | Muurainkorpi (EN) | 2 |
| | Luonnontilaisen kaltainen noro | 1 |
| | Kostea keskiravinteinen lehto (NT) | 2 |
| 5 | GOMAT lehto (kurjenpolvi-käenkaali-oravanmarjatyyppi) | 3 |

### 1) Lehtokorpi

Lehtokorpi sijaitsee luonnontilaisen kaltaisen noron varressa ja sen kasvillisuus on luontotyypille ominaista. Kenttäkerroksen valtalajeja ovat suursaniaiset, kuten hiirenporras ja isoalvejuuri sekä mesiangervo, metsäalvejuuri, metsäimarre ja oravanmarja. Paikoitellen kasvillisuus on isoalvejuurivaltaista ja väljään asentoon harvennetun puuston alla myös vadelma on paikoitellen runsas. Luontotyypin edustavuutta heikentää voimakas hakkuu, mutta kasvillisuus on hakkuusta huolimatta edustavaa. Lehtokorven länsireunalla luonnontilaisen noron reunalla tehtiin havainto näsiästä.

### 2) Luonnontilaisen kaltainen noro

Noro sijaitsee Koivukorven ojitetun suoalueen luoteiskulmalla ja on osittain perattu, mutta osittain myös luonnontilainen. Paikoitellen uoman reunoilla näkyy kaivuumassoja sekä uomasta nostettuja kiviä. Kasvillisuus uoman reunoilla on rehevää, vaikkakin reunametsät ovat ojituksesta johtuen kuivuneet turvekankaiksi. Noro on kuitenkin palautumassa luonnontilaan, minkä vuoksi sitä voidaan pitää luonnontilaisen kaltaisena ja siten vesilain 2. luvun 11 § mukaisena pienvetenä.

### 3) Luonnontilainen noro

Pieni osa Koivukorven sen länsipuolelta kiertävästä uomasta on täysin luonnontilainen. Uoma sijoittuu kahden mäen väliseen painanteeseen ja virtaa lähellä maan pintaa. Uoman reunojen kasvillisuus on hyvin rehevää, kuten muuallakin uoman alueella, mutta sillä erotuksella, että ojituksilla ei ole ollut siihen kuivattavaa vaikutusta. Uoma muuttuu kaivetuksi ojaksi heti rajauksen itäpuolella. Kohde on vesilain 2. luvun 11 § tarkoittama pienvesi. Puusto uoman varrella on nuorta, mutta luonnontilaista. Uoman varren kasvillisuus on rehevää muun uoman tavoin (ruoho- ja heinäkorpea (EN) sekä metsäkortekorpea (EN)).

### 4) Muurainkorpi, luonnontilaisen kaltainen noro ja kostea keskiravinteinen lehto

Pohjoiseen avautuvaan rinteeseen sijoittuu pieni luonnontilainen rinnesuo, joka on paikoitellen puhtaasti muurainkorpea (EN) ja paikoitellen muurainkorven ja metsäkortekorven sekoitus. Muurainkorvella kenttäkerroksessa kasvaa runsaasti muurainta sekä pallosaraa, ja korpikarhunsammalen osuus pohjakerroksessa on huomattavan suuri. Puusto on muurainkorvessa ohutläpimittaista kuusta, mutta on selvästi järeämpää alueella, missä metsäkortekorven osuus kenttäkerroksen kasvillisuudessa on suuri.

Copyright © AFRY Finland Oy

Muurainkorven itäpuolella on luonnontilaisen kaltainen noro, jota reunustaa molemmin puolin kostea keskiravinteinen lehto (NT). Noro on todennäköisesti Koivukorvesta pohjoiseen johtava luontainen purkureitti vesille, mutta sitä on paikoitellen kaivettu niin, että uoman reunoilla näkyy selvästi maakasoja ja kiviä. Paikoitellen uoma virtaa luonnontilaisessa uomassaan. Uoma on luonnontilaisen kaltaisuutensa vuoksi vesilain 2. luvun 11 § mukainen pienvesi.

5) GOMAT lehto

Kaivospiirin pohjoisreunalla kaivokselle johtavan tien molemmin puolin on rehevää lehtoa, jossa puusto on järeää kuusta. Sekapuuna kasvaa hieskoivua ja vähän ohutläpimittaista harmaaleppää ja haapaa, pensaskerroksessa tuomi on paikoin runsas. Kenttäkerroksen kasvillisuus muistuttaa eniten GOMAT-tyypin lehtoa, vaikkakin paikoitellen näkyy myös kosteamman kasvupaikan lajistoa. Lehdon edustavin osa on tien molemmin puolin. Arvokkaaksi luontokohteeksi on rajattu alue, jolla puusto on järeää kuusta, sillä muuten hyvin mäntyvaltaisella alueella kohde on selvästi ympäristöstään erottuva ja edustava.

## 15.3 Vaikutusten arviointi

### 15.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Vaihtoehdossa VE1 laajennetaan nykyistä sivukivialuetta 5 hehtaarilla sen länsipuolelle ja kaivospiirin eteläreunalle rakennetaan uusi rikastushiekka-allas. Alue, jolle sivukivialueen laajennus tehdään, on puustoltaan nuorta lehtipuuvaltaista taimikkoa, eikä alueella ole luontoarvoja. Taimikon länsipuolelle sijoittuvat metsät ovat pääasiassa nuorten kehitysluokkien mäntyvaltaisia ja osin sekapuustoisia metsiä, joissa ei myöskään ole havaittu luontoarvoja. Sivukivialueen eteläpuolelle sijoittuvan Pikarinpuron luonnontila selvitettiin kesällä 2024 ja se todettiin voimakkaasti peratuksi ja luonnontilaltaan siten muuttuneeksi.

Vaihtoehdon VE1 mukainen uusi rikastushiekka-allas ei sijoitu kahden vaarantuneeksi (VU) luokitellun jäkälälajin alueelle, mutta rikastushiekka-allasalueen itäreunalle sijoittuu useita rauhoitetun valkolehdokin esiintymiä, joiden hävittäminen edellyttää lupaa poiketa luonnonsuojelulain näitä lajeja koskevista säädöksistä. Vaihtoehdon mukaisella rakentamisella ei ole vaikutusta nykyisen kaivospiirin eteläpuolella sijaitsevien, vuonna 2024 havaittujen arvokkaiden kasvillisuus- ja pienvesikohteiden luonnontilaan, sillä rakentaminen ei kohdistu näille alueille eikä kohteiden valuma-alueissa tapahdu muutoksia. Kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvien vaikutusten merkittävyyden arvioidaan rauhoitetun lajin kasvupaikkojen tuhoutumisen johdosta olevan kohtalaisen kielteisiä. Kaivospiirin pohjoisreunalle sijoittuvaan GOMAT-lehtoon tai sen läheisyydessä sijaitseviin valkolehdokkiesiintymiin hankkeen millään vaihtoehdolla ei ole vaikutusta, sillä alueelle ei ole suunniteltu rakentamista.

Vaihtoehdossa VE2 nykyistä kaivospiiriä laajennetaan länsi- ja eteläpuolelle, ja nykyisen sivukivialueen eteläpuolelle rakennetaan uusi sivukivialue. Uusi rikastushiekka-alue rakennetaan samalle paikalle kuin vaihtoehdossa VE1, mutta sitä huomattavasti laajempana. Sivukivialue sijoittuu kokonaisuudessaan hankealueen länsireunalle, missä puusto on lähes puhtaasti mäntyvaltaista, hakkuin käsiteltyä ja kasvupaikkatyypiltään pääasiassa puolukka- tai kanervatyyppiä (CT/VT). Alueella ei tehty havaintoja huomionarvoisista kasvillisuus- tai pienvesikohteista, eikä sivukivialueen laajentamisella ole merkittäviä vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vaihtoehdon VE2 mukaisen rikastushiekka-altaan alle jää vaarantuneen (VU) hentokesijäkälän kasvupaikka, tiukasti suojeltu serpentiniiluontotyyppi, hankealueen eteläosaan sijoittuvat luonnontilainen ja luonnontilaisen kaltaiset norot sekä uhanalaiset luontotyypit. Lisäksi rikastushiekka-altaan alle jää yksi silmälläpidettävän (NT) kissankäpälän kasvupaikka ja rauhoitetun valkolehdokin kasvupaikkoja rikastushiekka-altaan itäreunalla. Vaihtoehdon VE2 kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvien vaikutusten merkittävyyden arvioidaan olevan suuri kielteinen.

Hankealueella havaituista luontoarvoista rauhoitetun valkolehdokin esiintymien muuttaminen edellyttää luonnonsuojelulain 74 §:n mukaista poikkeuslupaa, jonka myöntää alueellinen ELY-keskus. Hankevaihtoehdon VE2 mukainen rakentaminen edellyttää lisäksi lupaa poiketa vesilain 2. luvun 11 §:n pienvesien luonnontilaa koskevasta vaarantamiskiellosta. Vesilain mukaisen poikkeusluvan myöntää aluehallintovirasto. Koivukorven alueella havaittujen jäkälälajien kasvupaikkojen muuttaminen ei edellytä luonnonsuojelulain mukaista poikkeamislupaa, sillä lajit eivät ole rauhoitettuja tai tiukasti suojeltuja. Serpentiiniluontotyypin luonnontilan muuttaminen edellyttää luonnonsuojelulain mukaista poikkeuslupaa.

### 15.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikana kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvia vaikutuksia aiheutuu lähinnä pölyämisestä. Alueelle tehtyjen maastokäyntien perusteella pölyämistä aiheutuu pääasiassa tehdasalueella, mistä pöly kulkeutuu kaivospiirin pohjoisreunalle. Muualla kaivospiirin alueella ei havaittu pölyämistä alueelle tehtyjen maastokäyntien yhteydessä. Uuden sivukivialueen tai rikastushiekka-altaan alueella tapahtuva pölyäminen on selvästi vähäisempää kuin tehdasalueella, minkä vuoksi pölyämisellä ei arvioida olevan kuin vähäisiä kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvia vaikutuksia.

### 15.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päätyttyä alueelle sijoittuvat kasat 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 kaivoksen toiminta jatkuu lähes nykyisenkaltaisena eikä kaivoksen toiminnoille avata uusia alueita. Myös vesienhallinta säilyy nykyisenkaltaisena. Rikastushiekka-altaan korotuksella ja sen seurauksena mahdollisesti lisääntyvällä pölyämisellä ei ole arvokkaisiin kasvillisuus- ja pienvesikohteisiin kohdistuvia vaikutuksia etäisyydestä johtuen.

Luontoselvityksen maastotöiden yhteydessä kaivospiirin pohjoisreunalla havaittiin runsasta pölyämistä alueella, missä puusto on melko harvaa männikköä, eivätkä latvukset pidätä kaikkea pölyä. Pölyllä ei kuitenkaan näytä olleen vaikutuksia kasvillisuuteen tai puuston terveyteen. Vaihtoehdon VE0 eli nykyisten toimintojen ja rikastushiekka-altaan korotuksen aiheuttamat vaikutukset kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin ovat enintään vähäisen kielteiset. Arvokkaat pienvesikohteet sijaitsevat kaivospiirin eteläreunalla, eikä kaivoksen nykyisillä toiminnoilla etäisyydestä johtuen ole vaikutusta niihin.

Copyright © AFRY Finland Oy

## 15.4 Yhteisvaikutukset

Tiedossa ei ole sellaisia hankkeita, joilla olisi yhteisvaikutuksia tämän hankkeen kanssa. Kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvia yhteisvaikutuksia yhdessä muiden hankkeiden kanssa ei arvioida siis muodostuvan.

## 15.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaan alle jää useita rauhoitetun valkolehdokin kasvupaikkoja, minkä vuoksi vaikutuksen merkittävyys on arvioitu kohtalaiseksi. Vaihtoehdossa VE2 Koivukorven alueelle sijoittuvan rikastushiekka-altaan alle jää uhanalaisen jäkälän ja silmälläpidettävän kasvilajin esiintymät, yksi luonnontilainen noro, kaksi luonnontilaisen kaltaista noroa ja uhanalaisten luontotyyppien esiintymiä sekä tiukasti suojeltu serpentiiniluontotyyppi. Alueelle sijoittuvan tiukasti suojellun luontotyypin vuoksi kohteen herkkyys vaihtoehdossa VE2 on erittäin suuri. Hankevaihtoehdoista VE2 on vaikutuksiltaan selvästi suurempi kuin vaihtoehto VE1. Vaikutukset vaihtoehdossa VE1 on arvioitu kokonaisuutena kohtalaisiksi ja vaihtoehdossa VE2 erittäin suuriksi.

Taulukko 15-2. 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 | | | | | VE0 | | | | |
| | Kohtalainen | | | VE1 | | | | | | |
| | Suuri | | | | | | | | | |
| | Erittäin suuri | | VE2 | | | | | | | |

## 15.6 Arvioinnin epävarmuudet

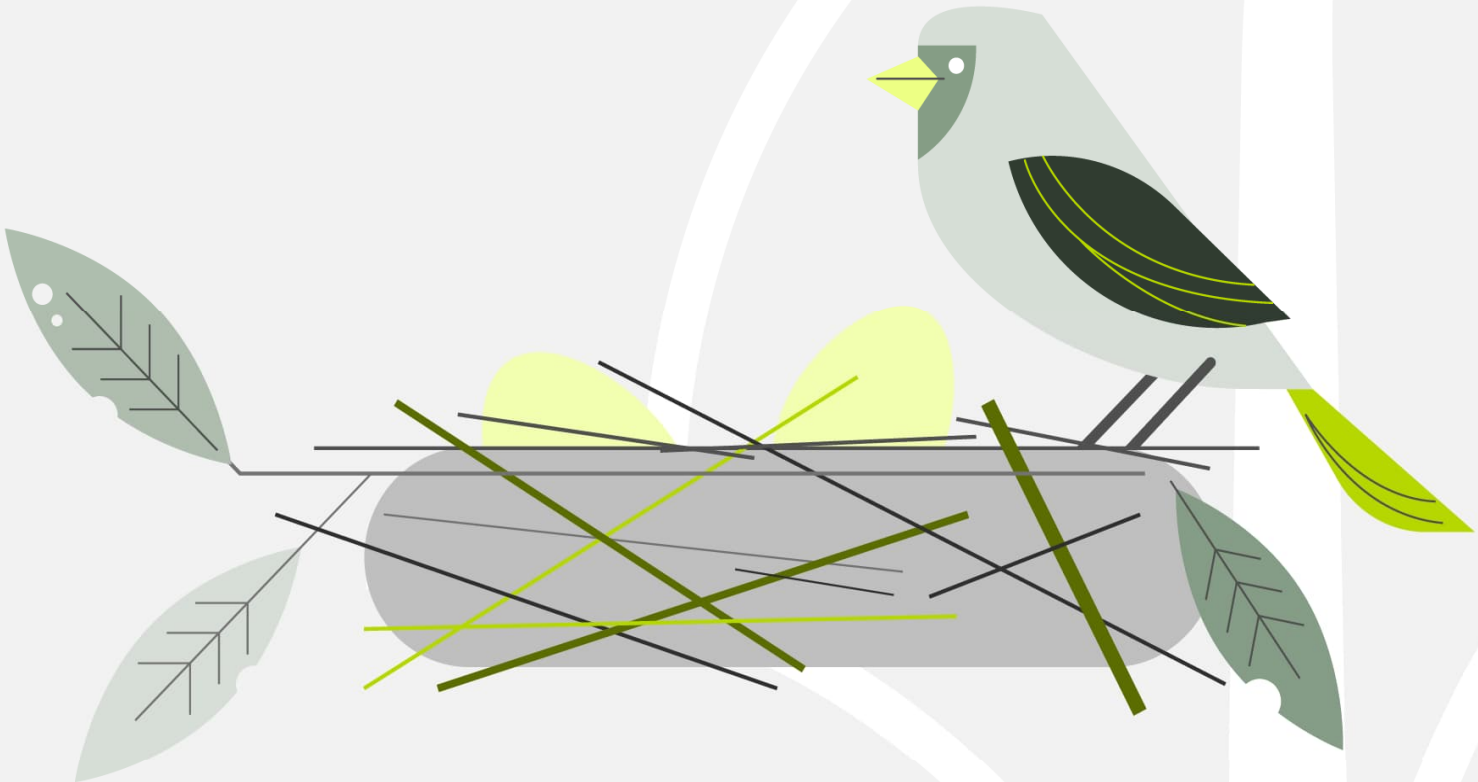
Alueella on kesällä 2024 tehty kattava kasvillisuuden ja luontotyyppien kartoitus, minkä ansiosta alueen kasvillisuuden ja luontotyyppien nykytila tunnetaan hyvin, eikä arviointiin juurikaan sisälly epävarmuutta. Hankevaihtoehtojen alle jäävien valkolehdokkiesiintymien lukumäärä ja esiintymien yksilömäärä ei vielä ole tiedossa. Kasvillisuusselvityksiä täydennettiin elokuun lopussa 2025, mutta tulokset eivät ehtineet YVA-selostukseen ja ne tullaan esittämään lupavaiheessa.

## 15.7 Vaikutusten lieventäminen

Haitallisia vaikutuksia kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin aiheutuu lähinnä vaihtoehdossa VE2, jossa useita huomionarvoisia elinympäristöjä jää rakentamisen alle. Näitä vaikutuksia voidaan vähentää, mikäli uusi rikastushiekka-allas voidaan rajata siten, että huomionarvoiset kohteet valuma-alueineen jäävät tämän ulkopuolelle.

Copyright © AFRY Finland Oy

# 16 LINNUSTO



# 16 LINNUSTO

YHTEENVETO

- Alueen linnustoa on selvitetty maastoselvityksin vuosina 2024–2025.
- Alueelta ei tunnistettu linnustollisesti huomionarvoisia kohteita, eikä alueen läheisyyteen sijoitu linnustollisesti arvokkaita IBA-, FINIBA- tai MAALI-alueita.
- Hankkeesta aiheutuu suoria vaikutuksia elinympäristöjen häviämisen myötä, sekä häiriövaikutusta kaivostoiminnasta. Vaikutukset arvioidaan vähäisiksi kielteisiksi.

## 16.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Kaivospiirin laajennusalueella on tehty kattavat linnustoselvitykset, jotka on lueteltu alla. Tarkemmat tiedot ja työn kuvaukset on esitetty liitteen 8 luontoselvitysraportissa.

Laajennusalueella on tehty pesimälinnustoselvitys kesällä 2024 (AFRY Finland Oy 2025). Selvityksessä kartoitettiin pesivien suojelullisesti huomionarvoisten tai muutoin herkkien lajien esiintyminen sekä mahdolliset linnustolle arvokkaat kohteet kaivospiirin laajennusalueella ja YVA-ohjelmavaiheen mukaisten purkuputkireittien varressa. Selvityksen menetelmänä oli sovellettu kartoituslaskenta, jossa kierrettiin suojelullisesti arvokkaille lajeille potentiaalisimmat alueen kohteet kolmena kartoitus kertana 22.5., 29.5. ja 16.6.2024. Alueelle tehtiin myös kahden yön laajuinen pöllöselvitys keväällä 2024. Soidinääänteleviä pöllöjä havainnoitiin 8.-10.4.2024.

Kesällä 2025 tehtiin pesimälinnustoselvitys YVA-ohjelmavaiheen jälkeen muuttuneen purkuputkireitin maalla kulkevalta osalta (Kajaanintieltä Nuasjärvelle). Selvityksessä kartoitettiin pesivien suojelullisesti huomionarvoisten tai muutoin herkkien lajien esiintyminen sekä mahdolliset linnustolle arvokkaat kohteet. Selvityksen menetelmänä oli sovellettu kartoituslaskenta, jossa kuljettiin purkuputken suunniteltu reitti auringon nousun aikoihin 2.6. ja 30.6.

Tehtyjen selvitysten lisäksi Suomen Lajitietokeskukselta tilattiin tiedot alueella olevista suojelullisesti huomionarvoisista lintulajeista, sekä petolintujen ja pöllöjen pesäpaikoista ja rengastuksista (Suomen Lajitietokeskus, tietokantaote 10.3.2025). Vaikutusarvion on laatinut biologi.

## 16.2 Nykytila

Kaivospiirin välittömään läheisyyteen ei sijoitu linnustollisesti arvokkaita IBA-, FINIBA- ja MAALI-alueita (Birdlife Suomi ry 2025a).

Pesimälinnustoselvityksessä vuonna 2024 (AFRY Finland Oy 2025) kaivospiirin alueella havaittiin yhteensä 22 lintulajia. Purkuputkireittien alueella lajeja havaittiin vuonna 2024 kymmenen ja vuonna 2025 viisitoista. Suojelullisesti huomionarvoisia lajeja havaittiin yhteensä kuusi. Näistä erittäin uhanalaisia (EN) on hömötiainen, vaarantuneita (VU) hiirihaukka ja silmälläpidettäviä (NT) punavarpunen (Birdlife Suomi ry 2025b, Lehikoinen ym. 2019). EU:n lintudirektiivin liitteen I lajeista havaittiin teeri ja Suomen kansainvälisistä vastuulajeista telkkä ja leppälintu. Havaitut lajit on esitetty taulukoissa alla (Taulukko 16-1, Taulukko 16-2, Taulukko 16-3). Keväällä tehdyssä pöllöselvityksessä alueella ei havaittu soidinääänteleviä pöllöjä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 16-1. Kaivospiirin alueella pesimälinnustoselvityksissä havaitut lintulajit, niiden uhanalaisuus ja hallinnollinen asema. EN = erittäin uhanalainen, VU = vaarantunut, EU = EU:n lintudirektiivin liitteen I laji, KV = Suomen kansainvälinen vastuulaji.

| Laji | Uhanalaisuus ja hallinnollinen asema |
|---|---|
| telkkä | KV |
| teeri | EU |
| varpushaukka | |
| hiirihaukka | VU |
| metsäviklo | |
| sepelkyyhky | |
| käki | |
| metsäkirvinen | |
| leppälintu | KV |
| punakylkirastas | |
| tiltaltti | |
| pajulintu | |
| hippiäinen | |
| harmaasieppo | |
| kirjosieppo | |
| sinitiainen | |
| talitiainen | |
| hömötiainen | EN |
| korppi | |
| peippo | |
| vihervarpunen | |
| punatulkku | |

Taulukko 16-2. YVA-ohjelmavaiheen 2024 mukaisten purkuputkireittien alueella pesimälinnustoselvityksissä havaitut lintulajit, niiden uhanalaisuus ja hallinnollinen asema. NT = silmälläpidettävä, KV = Suomen kansainvälinen vastuulaji.

| Laji | Uhanalaisuus ja hallinnollinen asema |
|---|---|
| metsäkirvinen | |
| leppälintu | KV |
| punakylkirastas | |
| tiltaltti | |
| pajulintu | |
| hippiäinen | |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Laji | Uhanalaisuus ja hallinnollinen asema |
|---|---|
| talitiainen | |
| peippo | |
| punavarpunen | NT |
| keltasirkku | |

Taulukko 16-3. YVA-selostusvaiheen 2025 mukaisen purkuputkireitin alueella pesimälinnustoselvityksissä havaitut lintulajit, niiden uhanalaisuus ja hallinnollinen asema. NT = silmälläpidettävä, KV = Suomen kansainvälinen vastuulaji.

| Laji | Uhanalaisuus ja hallinnollinen asema |
|---|---|
| lehtokurppa | |
| sepelkyyhky | |
| peukaloinen | |
| punarinta | |
| metsäkirvinen | |
| leppälintu | KV |
| punakylkirastas | |
| tiltaltti | |
| pajulintu | |
| hippiäinen | |
| sinitiainen | |
| talitiainen | |
| peippo | |
| vihervarpunen | |
| keltasirkku | |

Alueelta ei tunnistettu linnustoselvityksissä linnustollisesti arvokkaita alueita. Kaivospiirin eteläpuolinen laajennusalue sijoittuu talousmetsään, jonka linnustolliset arvot ovat niukat. Ainoa suojelullisesti huomionarvoisen lajin pesimähavainto tehtiin hömötiaisesta. Nykyisen kaivospiirin alueelle sivukivialueelle sijoittuu ilmeinen teeren soidin, johon selvityksessä saadut äänihavainnot viittaavat. Soitimen koosta ja tarkasta sijainnista jäi kuitenkin epävarmuus.

## 16.3 Vaikutusten arviointi

### 16.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Hankkeen merkittävimmät linnustoon kohdistuvat vaikutukset ajoittuvat rakentamisen aikaiseen vaiheeseen. Kaivoksen laajanemisen ja uusien kaivostoimintojen rakentamisen myötä alueen luonnonympäristö muuttuu pysyvästi.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaivoksen laajennusalueet sijoittuvat pääosin metsätalouskäytössä olevalle metsäalueelle. Alueella tehdyn linnustoselvityksen (AFRY Finland Oy 2025) perusteella laajennusalueen metsät eivät ole linnustollisesti erityisen merkittäviä ympäristöjä. Alueen ortokuva-aineiston perusteella laajennusalueen metsissä on myös tehty avohakkuita. Hankkeesta aiheutuu suoria elinympäristömuutoksia alueille, joille laajentumisen myötä suunnitellaan uusia toimintoja, sekä uuden purkuputkireitin alueelle. Näillä alueilla nykyiset elinympäristöt muuttuvat pysyvästi, kun luonnonympäristöt häviävät uusien kaivostoimintojen myötä laajennusalueilla. Suurimmat vaikutukset kohdistuvat kaivospiirin eteläisille ja itäisille alueille, johon vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 suunnitellaan rikastushiekan ja sivukiven laajennusalueita. Alueella havaittiin pesimälinnustoselvityksessä suojelullisesti huomionarvoisista lajeista hömötiainen ja hiirihaukka, joista hömötiainen pesii rikastushiekka-altaan suunnitellulla laajennusalueella.

Lisäksi toimintojen laajenemisen myötä alueella syntyvä häiriö lisääntyy ja vaikutusalue laajenee kaivospiirin alueen ulkopuolelle. Tästä aiheutuu epäsuoria vaikutuksia kaivospiirin ulkopuolella oleville alueille. Rakentamisen aikaiset vaikutukset linnustoon arvioidaan molemmissa hankevaihtoehdoissa kokonaisuudessaan merkittävyydeltään vähäisen kielteisiksi.

### 16.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Linnustoon kohdistuvat toiminnan aikaiset vaikutukset muodostuvat lähinnä häiriövaikutuksesta. Häiriötä syntyy kaivostoiminnan aiheuttamasta melusta, sekä liikenteestä. Melumallinnuksen (liite 5) mukaan vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kaivoksen meluvaikutusalue laajenee uusien rikastushiekka-altaiden ja sivukivialueen laajennusten myötä. Vaihtoehdossa VE2 meluvaikutusta syntyy vaihtoehtoa VE1 laajemmalla alueella kaivostoimintojen laajennusten suuremman pinta-alan vuoksi. Vähintään 45 dB:n melutaso ulottuu noin 500 metrin etäisyydelle kaivostoimintojen ulkopuolelle. Laajentunut häiriövaikutus voi vaikuttaa alueella esiintyvän linnuston pesintään lintujen akustisen kommunikaation heikentymisen kautta, sekä melusta aiheutuvan välttelykäyttäytymisen muodossa. Melusta aiheutuva välttely supistaa linnuille soveltuvia elinympäristöjä kaivosalueen läheisyydessä. Toisaalta tutkimusten mukaan suora visuaalinen häiriövaikutus pesäpaikalla voi olla linnuille melua merkittävämpi tekijä välttelyn aiheuttajana (Ruddock & Whitfield 2007). Vaikutuksen piiriin jäävät alueet eivät kuitenkaan ole tehtyjen selvitysten perusteella linnustollisesti arvokkaita. Kaivostoiminnasta aiheutuu jo nykyisellään melua kaivospiirin lähiympäristöön, joten alueella elävä lajisto on tottunut muuttuneeseen ääniympäristöön. Toiminnan aikaiset linnustoon kohdistuvat vaikutukset arvioidaan molemmissa hankevaihtoehdoissa kokonaisuudessaan merkittävyydeltään *vähäisen kielteisiksi*.

### 16.3.3 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 visuaalinen häiriö vähenevät selvästi toiminnan aikaisesta ja loppuvat vähitellen kokonaan.

### 16.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Kaivoksen toiminta jatkuu nykyisellään vaihtoehdossa VE0 ja suunniteltuja laajennuksia ei toteuteta. Linnustoon ei kohdistu yllä kuvailtuja uusia vaikutuksia.

Copyright © AFRY Finland Oy

## 16.4 Yhteisvaikutukset

Hankkeen vaikutuspiiriin ei sijoitu muita hankkeita, joilla arvioidaan olevan yhteisvaikutuksia linnustoon.

## 16.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaihtoehdossa VE0 linnustoon ei kohdistu uusia vaikutuksia. Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 ei arvioida eroavan linnustoon kohdistuvien vaikutusten osalta toisistaan. Linnuston herkkyys alueella on arvioitu vähäiseksi. Vaikutusten merkittävyys molemmissa hankevaihtoehtoissa arvioidaan vähäiseksi (Taulukko 16-3).

Taulukko 16-3. 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 | | | | VE1 VE2 | VE0 | | | | |
| | Kohtalainen | | | | | | | | | |
| | Suuri | | | | | | | | | |
| | Erittäin suuri | | | | | | | | | |

## 16.6 Arvioinnin epävarmuudet

Luonnonympäristöön kohdistuvien vaikutusten arviointiin liittyy aina epävarmuutta. Vaikutusten arviointi perustuu alueelle tehtyihin luontoselvityksiin sekä muihin olemassa oleviin aineistoihin. Lisäksi epävarmuutta syntyy hankkeesta aiheutuviin epäsuoriin vaikutuksiin, joiden merkittävyys alueen linnustoon voi vaihdella, riippuen lajien ja jopa yksilöiden herkkyydestä ihmistoimintaa kohtaan.

## 16.7 Vaikutusten lieventäminen

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. Toiminnan aikana meluvaikutusta voidaan vähentää jättämällä kaivospiirin ympäristöön puustoa, joka vaimentaa ympäristöön leviävää melua.

Copyright © AFRY Finland Oy

# 17 MUU ELÄIMISTÖ



# 17 MUU ELÄIMISTÖ

YHTEENVETO

- Alueella on selvitetty luontodirektiivin liitteen IV(a) lajien esiintymistä saukon, liito-oravan ja viitasammakon osalta.
- Hankkeen merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat saukkoon, jonka elinpiiriin kaivospiiri kuuluu. Hankkeella arvioidaan olevan kokonaisuutena suuria kielteisiä vaikutuksia saukolle molemmissa hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Vaikutukset vaihtoehdossa VE2 ovat hieman suuremmat koska rakentamisalue on laajempi. Vaikutuksia saukkoihin lievennetään kiinnittämällä huomiota Unijoen ja Papinlammenojan uudelleenlinjauksiin ja rakentamisaikaan.
- Alueella ei esiinny tehtyjen selvitysten perusteella liito-oravan elinpiirejä eikä viitasammakon kutualueita. Hanke sijoittuu Laakajärven susireviirin pohjoisreunalle alueelle, joka runsaan ihmisvaikutuksen vuoksi arvioidaan sudelle huonosti soveltuvaksi ympäristöksi.
- Muulle alueella esiintyvälle eläimistölle hankkeesta arvioidaan kohdistuvan vähäisiä kielteisiä vaikutuksia.

## 17.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Kaivospiirin laajennusalueella on tehty kattavat eläimistöselvitykset, jotka on lueteltu alla. Tarkemmat tiedot ja työn kuvaukset on esitetty liitteen 8 luontoselvitysraportissa.

Luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeista alueella tehtiin saukko-, liito-orava- ja viitasammakkoselvitykset. Saukkojen esiintymistä kaivospiirin alueella selvitettiin kahtena päivänä 5.-6.3.2024. Viitasammakkoselvitys tehtiin 20.5. ja 29.5.2024, sekä YVA-ohjelmavaiheen jälkeen muuttuneen purkuputkireitin osalta 24.5.2025. Maastoselvityksissä havainnoitiin myös alueen muuta eläimistöä. Liito-oravien elinpiirejä selvitettiin 21.-23.5.2024. Suurpetojen esiintymistä selvitettiin Luonnonvarakeskuksen karttapalvelusta (Luonnonvarakeskus 2025a).

## 17.2 Nykytila

Luontodirektiivin liitteen IV (a) eläinlajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on luonnonsuojelulain (09/2023) 78§:n perusteella kielletty. Näiden niin sanottujen tiukan suojelujärjestelmän lajien Suomessa esiintyvät lajit on lueteltu luonnonsuojeluasetuksen liitteessä 5. Kielto koskee kaikkia lisääntymis- ja levähdyspaikkoja ilman, että niistä olisi erikseen tehty päätöstä. ELY-keskus voi myöntää kieltoon poikkeuksen vain tiukasti määritellyillä perusteilla, jotka ilmenevät luontodirektiivin 16 (1) artiklasta.

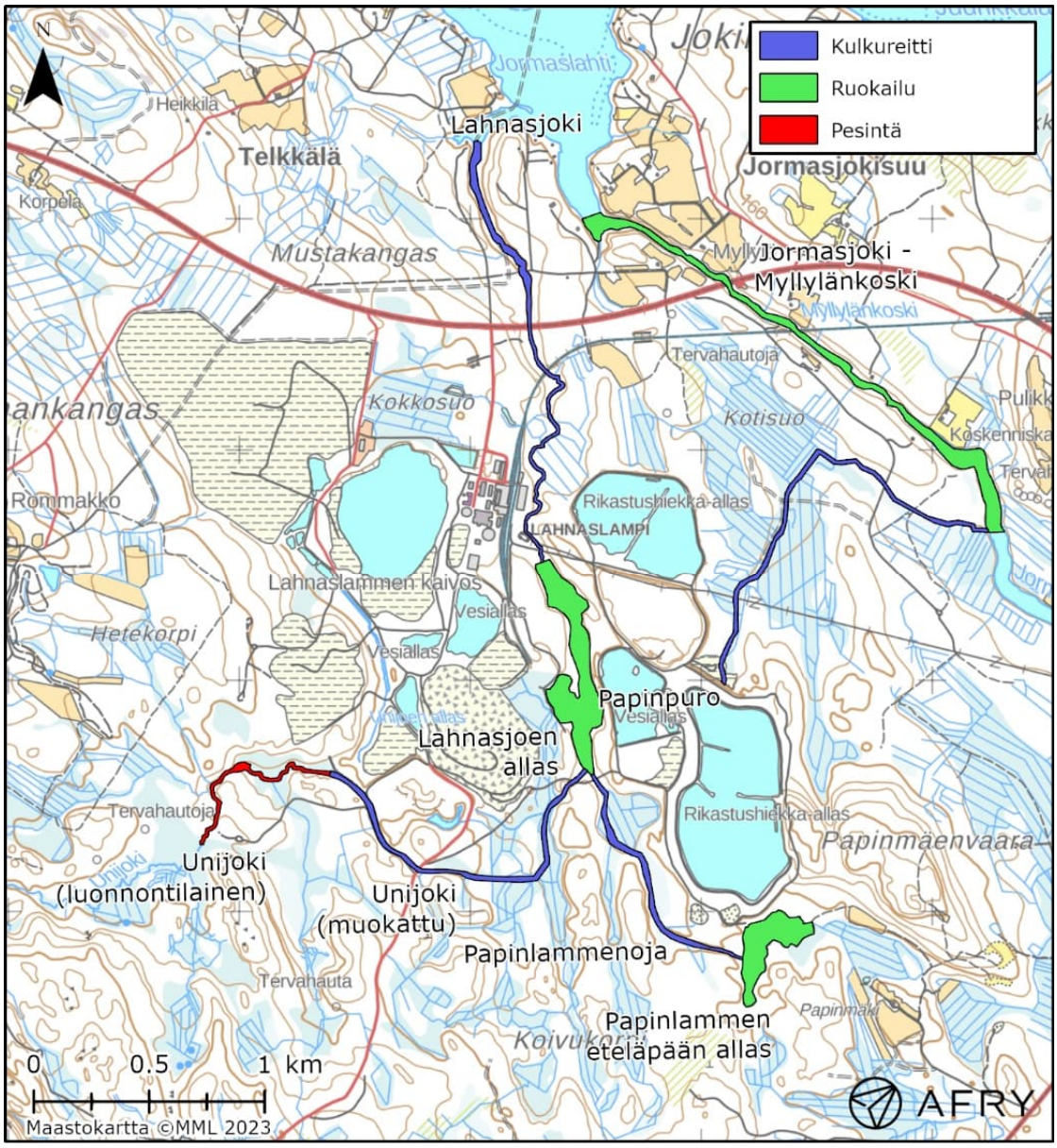
Alueella ei esiinny tehtyjen selvitysten perusteella liito-oravan elinpiirejä eikä viitasammakon kutualueita. Kaivospiirin ympäristöön sijoittuu ympäristöltään potentiaalisia liito-oravan elinpiirejä kaivospiirin pohjoisosiin sekä Koivukorven koillispuolelle. Alueella ei kuitenkaan havaittu merkkejä liito-oravista. Alueen vesistöt eivät selvityksen perusteella sovellu viitasammakon kutualueiksi Lahnasjoen suuta lukuun ottamatta.

Kaivospiiri sijoittuu Laakajärven susireviirin pohjoisrajalle (Valtonen ym. 2024). On epätodennäköistä, että alue sijoittuisi muiden suurpetojen reviireille tai aktiivisesti käyttämille alueille runsaan ihmistoiminnan vuoksi. Alueella ei havaittu tehdyissä luontoselvityksissä

Copyright © AFRY Finland Oy

yhdenkään suurpedon jälkiä tai muita merkkejä suurpetojen liikkumisesta alueella. Luonnonvarakeskuksen TASSU-järjestelmään kirjattuja havaintoja kahdelta 10 x 10 km ruudulta, joiden alueelle kaivospiiri sijoittuu, viimeisen kahden kuukauden ajalta (tarkistettu 25.3.2025) on kaksi suden jälkihavaintoa, 29 ilveksen jälki- ja näköhavaintoa ja kaksi ahman jälkihavaintoa.

Kaivospiirin alueelle sijoittuvat ja sitä ympäröivät vesistöt kuuluvat saukon elinpiiriin. Saukko on Suomessa luonnonsuojeluasetuksella rauhoitettu. Se on luokiteltu Suomessa elinvoimaiseksi (LC) lajiksi (Hyvärinen 2019). Alueelle tehdyssä saukkoselvityksessä havaittiin runsaasti saukon jälkiä sulana pysyvien vesistöjen rannoilla. Saukon lisääntymisalue sijoittuu Unijoen luonnontilaiselle osuudelle kaivospiirin lounaispuolelle. Saukko käyttää monia kaivospiirin ojia kulkureitteinään ja saalistusalueina Lahnasjoen allasta, Papinlammen eteläpään allasta, sekä Jormasjokea.




Kuva 17-1. Saukkoselvityksessä havaittu saukon elinpiiri kaivospiirin alueella.

Copyright © AFRY Finland Oy

## 17.3 Vaikutusten arviointi

### 17.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisen aikaiset vaikutukset eläimistöön muodostuvat häiriövaikutuksesta sekä elinympäristöjen muutoksista alueilla, joille uusia toimintoja suunnitellaan. Kaivoksen laajenemisen ja uusien kaivostoimintojen rakentamisen myötä alueen luonnonympäristö muuttuu pysyvästi. Lisäksi kaivoksen toimintojen laajanemisen myötä syntyvä melu ja siitä aiheutuva häiriö laajenee kaivospiirin alueen ulkopuolelle laajemmalle alueelle. Elinympäristöjen muutoksen vaikutuksen merkittävyys riippuu siitä, onko kyseessä 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 lisääntyvä liikenne alueella lisää eläimiin kohdistuvaa liikennekuolemien riskiä mahdollisten ajoneuvoihin törmäämisten kautta. Alueen eläimistö on kuitenkin tehtyjen selvitysten mukaan pääosin niukkaa, eikä saukkoa lukuun ottamatta alueella havaittu Luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeja, joten hankkeesta ei arvioida aiheutuvan merkittäviä vaikutuksia alueen eläimistölle.

Merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat kaivoksen alueella elinpiirillään olevaan saukkoon. Saukon on havaittu käyttävän runsaasti kaivospiirin vesistöalueita. Tämän lisäksi alueelta tunnistettiin lisääntymis- ja levähdyspaikaksi soveltuva alue Unijoen luonnontilaiselta osalta. Saukon lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on luonnonsuojelulailla kielletty. Hankkeessa suunniteltu uusi rikastushiekka-allas sijoittuu saukon käyttämän kulkureitin alueelle lisääntymispaikalta Unijoelta saalistusalueille kaivospiirin alueella ja koillispuolen Jormasjoelle. Rikastushiekka-allas sijoittuu kulkureiteille molemmissa hankevaihtoehdoissa. Jotta saukolla säilyy kulkuyhteys lännestä tulevaa Unijoen muokattua osaa sekä etelä-kaakosta tulevaa Papinlammenojaa uudelleen linjataan rikastushiekka-altaan kohdalla. Uudelleenlinjaukset on esitetty kuvassa (Kuva 10-29).

Vaihtoehdossa VE2 sivukivialuetta laajennetaan nykyisen kaivospiirin länsirajalta lounaaseen, jolloin uudet sivukivialueet ulottuvat hyvin lähelle Unijokea (Kuva 10-29). Unijoen valuma-alue ei kuitenkaan pienene oleellisesti (pienenee 1 %), eikä hankkeessa muokata Unijoen luonnontilaista osaa. Saukko on varsinkin lisääntymisaikaan hyvin varovainen ja huonosti häiriötä sietävä, joten uusien sivukivialueiden myötä kaivoksen toimintojen aiheuttama häiriövaikutus kuten melu lisääntyisi merkittävästi lisääntymispaikan ympäristössä. Tämä voisi pahimmillaan aiheuttaa niin ikään elinpiirin hylkäämisen tai merkittävän heikennyksen nykyisiin olosuhteisiin nähden. Saukko on kuitenkin nykyisellään tottunut kaivostoimintaan ja sen ääniin. Rakentamisen aikaiset vaikutukset saukkoon arvioidaan merkittävyydeltään vaihtoehdossa VE1 *suuriksi kielteisiksi* ja vaihtoehdossa VE2 *erittäin suuriksi kielteisiksi.*

### 17.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikaiset eläimistöön kohdistuvat vaikutukset muodostuvat lähinnä häiriövaikutuksesta. Kaivostoiminnan ja siihen liittyvien muiden toimintojen aiheuttama melu aiheuttaa häiriötä, joka voi johtaa eläinten välttelykäyttäytymiseen kaivospiirin ympäristössä. Melumallinnuksen (liite 5, kpl 8) mukaan vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kaivoksen meluvaikutusalue laajenee uusien rikastushiekka-altaiden ja sivukivialueen laajennusten myötä. Vaihtoehdossa VE2 meluvaikutusta syntyy vaihtoehtoa VE1 laajemmalla alueella kaivostoimintojen laajennusten suuremman pinta-alan vuoksi. Vähintään 45 dB:n melutaso

Copyright © AFRY Finland Oy

ulottuu noin 500 metrin etäisyydelle kaivostoimintojen ulkopuolelle. Hankealue sijoittuu Laakajärven susireviirille. Toimintojen aiheuttaman häiriön laajenemisen myötä rauhallisia alueita suosivan suden suotuisat elinalueet kaventuvat reviirin pohjoisosassa. Kaivospiiri sijoittuu kuitenkin reviirin pohjoisreunalle, eikä toiminnan laajentuminen aiheuta suhteellisesti merkittävää häiriövaikutuksen lisääntymistä laajalla, 1270 $km^2$:n kokoisella susireviirillä. Alueella liikkuva muu eläimistö on myös tottunut nykyisellään kohonneeseen melutasoon, eikä kaivospiirin alueen arvioida olevan eläimistölle yleisesti merkittävä alue, pois lukien saukko.

Saukon elinpiiriin kohdistuu toimintojen laajenemisen myötä voimakkaampaa häiriövaikutusta melun aiheuttaman häiriön vuoksi. Vaikka kaivospiirillä elävä saukko on valmiiksi tottunut ihmislähtöiseen häiriöön, ei merkittäviä vaikutuksia voida poissulkea hankkeen toteuttamisen myötä. Hankkeen uudet toiminnot, rikastushiekka-allas ja uudet sivukivialueet vaihtoehdossa VE2, sijoittuvat saukon elinpiirin kannalta olennaisille alueille, joten niiden alueella lisääntyvä ihmistoiminta ja häiriö vaikuttavat entistä laajemmin saukon elinpiiriin. Erityisen kriittistä aluetta on Unijoen luonnontilaisen uoman ympäristö, josta tunnistettiin saukon lisääntymisalue. Vaihtoehdossa VE2 toiminnan aiheuttama melu ja häiriö lisääntyy Unijoen läheisyydessä merkittävästi nykytilanteeseen nähden. Toiminnan aikaiset vaikutukset saukkoon arvioidaan merkittävyydeltään molemmissa vaihtoehdoissa *suuriksi kielteisiksi*.

### 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 aikaisesta.

### 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

Merkittävimpiä yhteisvaikutuksia eläimistölle voivat aiheuttaa muut teollisen kokoluokan hankkeet, kaivoshankkeet ja tuulivoimahankkeet. Käytännössä vaikutuksia aiheutuu niille lajeille, joiden reviirit sijoittuvat useiden hankkeiden vaikutuspiiriin. Tällaisia ovat alueella esiintyvät suurpedot, joilla on laajat reviirit, erityisesti susi. Laakajärven susireviirin keskiosiin sijoittuu nykytilanteessa Terrafamen teollisuusalue. Terrafamen läheisyyteen reviirin keskiosiin suunnitellaan myös Sivakkalehdon tuulivoimahanketta. Hankkeista aiheutuvat häiriövaikutukset voivat johtaa susien välttelykäyttäytymiseen reviirin keskeisillä alueilla, jolloin mahdollisesti reviirin reuna-alueiden merkitys korostuu. Hanke sijoittuu Laakajärven reviirin pohjoisreunalle 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.

## 17.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Hankkeesta aiheutuva muutoksen suuruus saukon elinpiiriin arvioidaan vaihtoehdossa VE1 suureksi ja vaihtoehdossa VE2 erittäin suureksi kohtalaisella herkkyydellä, jolloin

Copyright © AFRY Finland Oy

kokonaisvaikutukseksi saadaan molemmissa vaihtoehdoissa suuri. Muuhun eläimistöön kohdistuvissa vaikutuksissa ei arvioida olevan eroa eri toteutusvaihtoehtojen välillä. Muuhun eläimistöön kohdistuvat vaikutukset arvioidaan merkittävyydeltään molemmissa toteutusvaihtoehdoissa vähäisiksi.

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 | | | | | | | | | |
| | Kohtalainen | Saukko VE2 | Saukko VE1 | | Muu eläimistö VE1 VE2 | VE0 | | | | |
| | Suuri | | | | | | | | | |
| | Erittäin suuri | | | | | | | | | |

## 17.6 Arvioinnin epävarmuudet

Luonnonympäristöön kohdistuvien vaikutusten arviointiin liittyy aina epävarmuutta. Vaikutusten arviointi perustuu alueelle tehtyihin luontoselvityksiin sekä muihin olemassa oleviin aineistoihin.

Suurpetojen osalta epävarmuutta esiintyy saatavilla olevan aineiston hajanaisuuden ja puuttuvien inventointimenetelmien vuoksi, jolloin tarkkaa tietoa suurpetojen esiintymisestä alueella ei ole mahdollista saada.

Epävarmuustekijänä pidetään yleisesti saukon 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, Risto Sulkava (2017): ”*Tärkeintä onkin selvittää ne lisääntymispaikan ekologisen toimivuuden kannalta kriittiset alueet, joilla saukkonaaras kykenee elättämään pentunsa talven yli. Jos talvinen ruokailualue hävitetään, lisääntymistä ei voi tapahtua ja myös lisääntymispaikka häviää.*”

## 17.7 Vaikutusten lieventäminen

Kaikkien rakentamistoimien ajoittaminen tai keskittäminen herkimmän eläinten lisääntymiskauden ulkopuolelle on yleisesti tunnistettu hyvä toimintatapa pienentämään hankkeen haittavaikutuksia.

Saukon osalta elinpiirin kriittisten osien huomioiminen kaikessa rakentamisessa on keskeistä vaikutusten lieventämiseksi. Saukon kannalta paras ajankohta ojien uudelleen

Copyright © AFRY Finland Oy

linjaukselle on syksy. Unijoen ja Papinlammenojan uudelleenlinjauksia rakennettaessa on huolehdittava, että vesistöön päätyvän kiintoaineksen määrä olisi mahdollisimman vähäinen, penkereisiin ja ojiin sekä ympäröivään puustoon kohdistetaan mahdollisimman vähän toimenpiteitä ja virtaamaan ei aiheuteta muutoksia. Työkoneilla ei ajeta virtaveden yli. Tiestön alittavissa rumpurakenteissa tulisi kiinnittää huomiota niiden oikeaan toimivuuteen, avoimena pysymiseen sekä kulkukelpoisuuteen myös talviaikaan, tämä palvelee saukon liikkumista. Alueella liikkuvia autoilijoita voi myös tiedottaa saukon todennäköisistä liikkumispaikoista huomiomerkein.

Saukkoselvityksiä tehdään lisää kaivosalueen ympäristössä talvella 2026 saukon elinympäristön selvittämiseksi.

Copyright © AFRY Finland Oy

# 18 SUOJELUALUEET



# 18 SUOJELUALUEET

YHTEENVETO

- Hankkeen vaikutusalueella ei sijaitse Natura-alueita, luonnonsuojelualueita, luonnonsuojeluohjelmien kohteita tai arvokkaita lintualueita. Lähin luonnonsuojelualue sijaitsee yli kilometrin etäisyydellä ja lähin Natura-alue noin 6,4 kilometrin etäisyydellä.
- Hankkeessa ei ole tunnistettu rakentamisen tai toiminnan aikaisia Natura- tai suojelualueille ulottuvia vaikutuksia.

## 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), arvokkaat lintualueet, luonnonsuojeluohjelmien kohteet ja arvokkaat geologiset muodostumat ja arvioitu vaikutukset kohteittain.

Suojelluille alueille ei ole osoitettu hankkeessa toimintoja, joten suoria vaikutuksia niille ei aiheudu. Epäsuorina vaikutuksina on tarkasteltu hankkeen rakentamisen ja toiminnan aikaisia vaikutuksia sekä suojelualueiden sijoittumista kaivostoiminnan aiheuttamalle häiriön ja pohja- ja pintavesivaikutusten alueelle. Häiriötä ympäristöön aiheuttavat rakentamisen aikainen häiriö, liikenne sekä louhinnan ja räjäytysten aiheuttama melu ja tärinä.

## 18.2 Nykytila

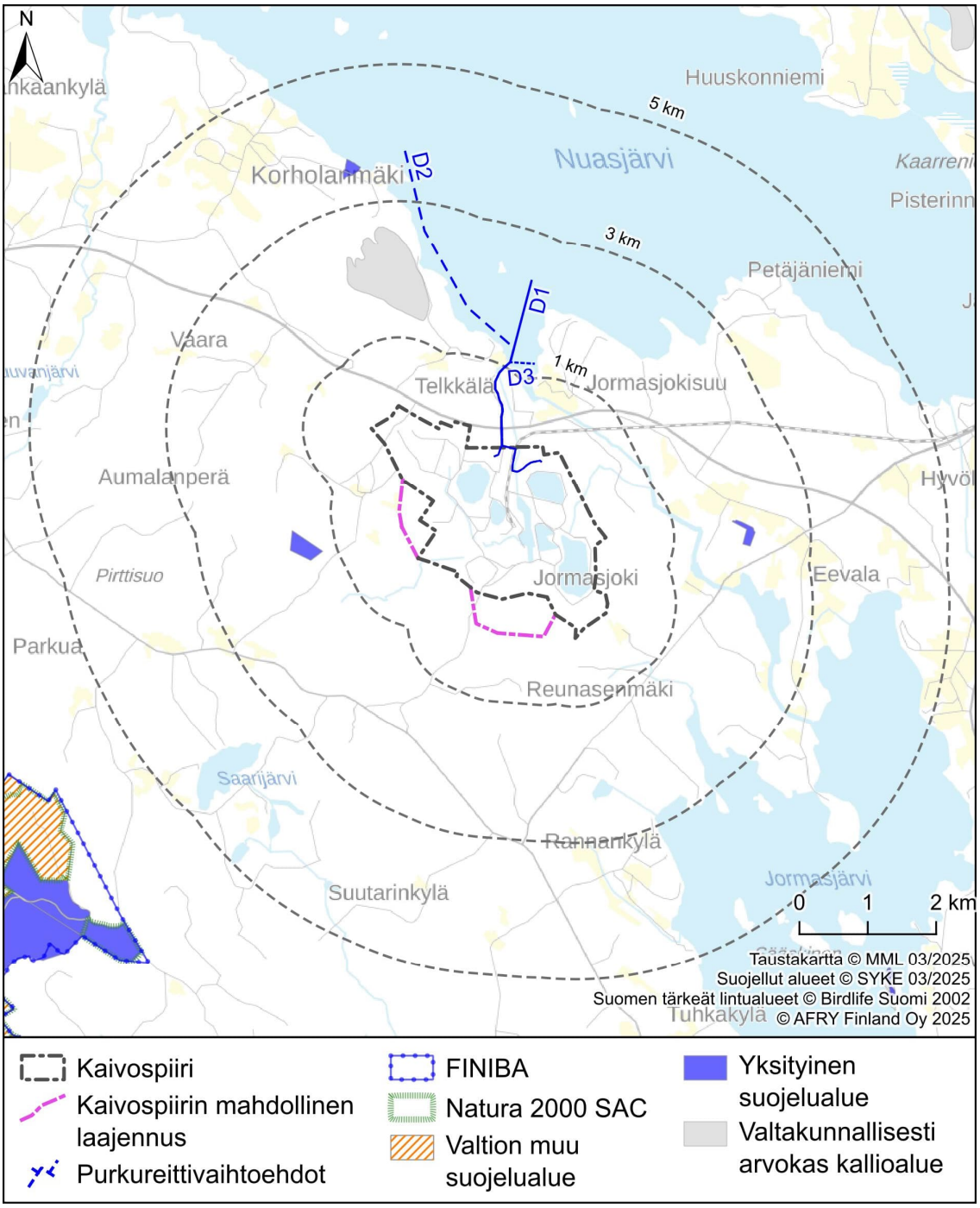
Hankealueella tai sen välittömässä lähiympäristössä ei ole Natura-alueita, luonnonsuojelualueita tai luonnonsuojeluohjelmiin kuuluvia kohteita eikä kansainvälisesti (IBA), valtakunnallisesti (FINIBA) tai maakunnallisesti (MAALI) arvokkaita lintualueita eikä soidensuojelun täydennysehdotuksen kohteita.

Hankealuetta lähimmät luonnonsuojelualueet ovat yli yhden kilometrin päässä sijaitseva yksityismaan luonnonsuojelualue Reettalan luonnonsuojelualue (YSA207643) ja noin kahden kilometrin etäisyydellä alueen itäpuolella sijaitseva Ritvanlehto (YSA250647) (Kuva 18-1). Lähin Natura-alue on noin 6,4 kilometrin päässä hankealueen lounaispuolella sijaitseva Losonvaara (FI1201009). Losonvaaran Natura-alueella sijaitsee valtion ja yksityismaan luonnonsuojelualueita ja alue on kansallisesti arvokas lintualue (FINIBA). Losonvaaralla on myös luonnonsuojelutarkoituksiin varattuja alueita (valtion muut suojelualueet). Losonvaaran Natura-alue on merkittävä puustoisten soiden ja luontaisesti kehittyneiden metsien kokonaisuus. Alue on kooltaan 370,8 hehtaaria ja sen suojelu perustuu luontodirektiiviin (SAC). Suojelun perusteena on Natura-tietolomakkeen mukaan kuusi metsien,

Copyright © AFRY Finland Oy

soiden ja vesistöjen luontotyyppiä sekä lajeista ahma ja liito-orava (ympäristö.fi 2025). Noin 1,2 kilometrin etäisyydellä sijaitsee valtakunnallisesti arvokas kallioalue Paskonlouhi (KAO110069).

Hankealuetta lähimmät luonnonsuojelualueet, Natura-alue Losonvaara, arvokas lintualue (FINIBA, kansallisesti arvokas) ja valtakunnallisesti arvokas kallioalue on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 18-1).




Kuva 18-1. Natura- ja suojelualueet sekä muut luonnon arvoalueet 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. Losonvaaran Natura-alue (FI302009) sijaitsee hankkeen vaikutusalueen ulkopuolella. Hankkeesta ei arvioida aiheutuvan suoria tai välillisiä vaikutuksia Natura-alueelle eikä sen suojeluperusteena oleviin luontotyyppeihin tai lajeihin. Tämän vuoksi varsinaista luonnonsuojelulain 35 § mukaista Natura-arviointia ei hankkeessa katsota tarpeelliseksi. Yhteysviranomainen on lausunut YVA-ohjelmasta, että yhtyy arviointiohjelmassa esitettyyn arvioon Natura-arvioinnin tarpeettomuudesta, sillä hanke ei todennäköisesti aiheuta merkittävää heikennystä Losonvaaran suojeluperusteena oleville luontoarvoille.

### 18.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Hankkeessa ei ole tunnistettu Natura- tai suojelualueille ulottuvia vaikutuksia (rakentamisen aikainen häiriö, liikenne, melu, tärinä, pohja- ja pintavesivaikutukset).

### 18.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Hankkeessa ei ole tunnistettu Natura- tai suojelualueille ulottuvia vaikutuksia (louhinta ja räjäytykset, liikenne, melu, tärinä, pohja- ja pintavesivaikutukset).

### 18.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan loputtua kaivosalue suljetaan ja kaivos- ja sivukivialueet maisemoidaan. Sulkemisesta ei aiheudu Natura- tai suojelualueille ulottuvia vaikutuksia.

### 18.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Jos hanketta ei toteuteta, alueen nykytila säilyy.

## 18.4 Yhteisvaikutukset

Lähialueella ei ole tiedossa hankkeita, joilla olisi yhteisvaikutuksia Natura- tai suojelualueisiin.

## 18.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Hankevaihtoehdoilla ei arvioida olevan vaikutuksia Natura- tai suojelualueisiin (Taulukko 18-1).

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 18-1. Suojelualueisiin 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, VE1, VE2 | | | | |
| | Kohtalainen | | | | | | | | | |
| | Suuri | | | | | | | | | |
| | Erittäin suuri | | | | | | | | | |

## 18.6 Arvioinnin epävarmuudet

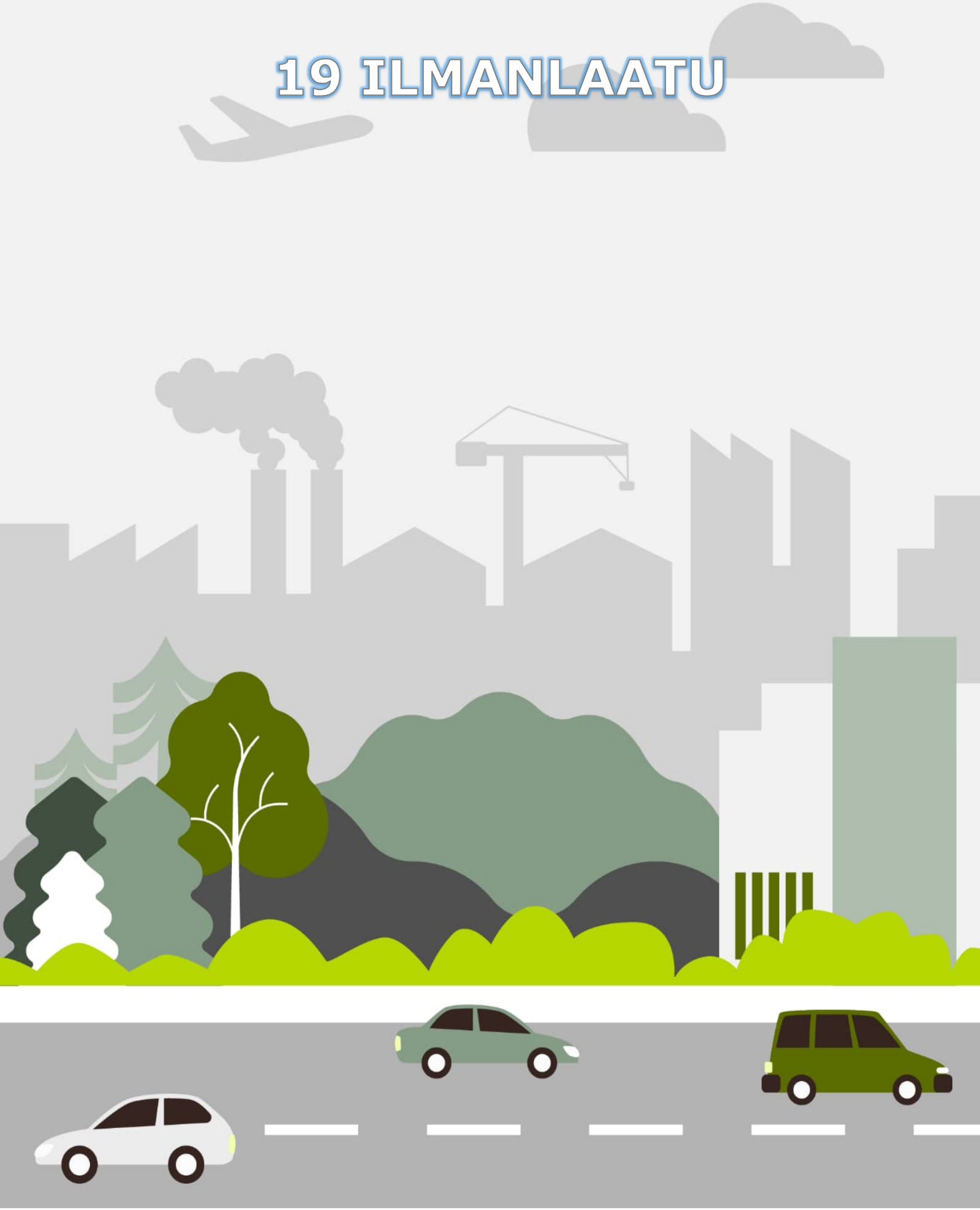
Arviointiin ei sisälly merkittävää epävarmuutta.

## 18.7 Vaikutusten lieventäminen

Hankkeessa ei ole tunnistettu Natura- tai suojelualueille ulottuvia vaikutuksia eikä näin ollen tarvetta vaikutusten lieventämiseen.

Copyright © AFRY Finland Oy

# 19 ILMANLAATU



# 19 ILMANLAATU

YHTEENVETO

- Kaivoksen toiminnasta aiheutuu ilmaan hiukkaspäästöjä malmin ja sivukiven louhinnasta avolouhoksessa, malmin ja sivukiven lastauksista, kuljetuksista ja murskauksesta sekä malmin jatkokäsittelystä. Lisäksi koko kaivosalueella aiheutuu pölyämistä etenkin kuivina aikoina tuulen ilmaan nostamana. Pölyämisen suhteen riskialttiimpia vuodenaikoja ovat loppukevät ja alkukesä.
- Leviämismallilaskelmissa tarkasteltiin kaivosalueella syntyvien hengitettävien hiukkasten ($PM_{10}$) päästöjen aiheuttamia pitoisuuksia ulkoilmassa.
- Korkeimmat pitoisuudet esiintyvät kaivosalueella. Pitoisuudet pienentyvät nopeasti etäisyyden kasvaessa päästölähteistä.
- Korkeimpien pitoisuuksien alueet syntyvät vaihtoehdossa VE1 tehdasalueelle, Papinlammen rikastushiekka-altaan ja uuden rikastushiekka-altaan välittömään läheisyyteen. Vaihtoehdossa VE2 korkeimpien pitoisuuksien alueet syntyvät puolestaan tehdasalueelle, Papinlammen ja uuden rikastushiekka-altaan sekä uusien sivukivialueiden välittömään läheisyyteen.
- Vaihtoehdossa VE0 syntyvät pitoisuustasot ovat hiukan matalammat kuin vaihtoehdoissa VE1 ja VE2.
- Ihmisten terveyden suojelemiseksi hengitettäville hiukkasille annetut ilmanlaadun raja-arvot alittuvat kaivosalueen ulkopuolella ja lähimpien asuin- ja lomarakennusten kohdalla kaikissa vaihtoehdoissa (VE0–VE2). Kaivosalueella raja-arvot eivät ole voimassa.
- Uusien alueiden rakentamisen aikaiset pölypäästöt (VE1 ja VE2) ovat paikallisia ja ajoittaisia. Vaikutukset kohdistuvat pääosin kaivosalueelle, rakentamisalueiden välittömään läheisyyteen. Rakentamisvaihe on lyhytaikainen suhteessa kaivoksen toiminta-aikaan eikä aiheuta kokonaisuutena merkittäviä vaikutuksia ilmanlaatuun.
- Kaivoksen toiminnoista aiheutuvien pölypäästöjen määriin ja niiden leviämiseen voidaan merkittävästi vaikuttaa kaivosalueella tehtävillä pölyntorjuntatoimilla, kuten kastelulla ja alueiden maisemoinnilla.
- Hankkeen ilmanlaatuvaikutusten merkittävyys arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi kielteiseksi sekä toiminnan aikana että rakentamisen aikana.

## 19.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Vaikutukset ilmanlaatuun aiheutuvat pääasiassa pölyämisestä eli kaivostoimintojen hiukkaspäästöistä. Kaivoksen toiminnassa hiukkaspäästöjä aiheuttavat malmin ja sivukiven louhinta avolouhoksessa, malmin ja sivukiven lastaus, kuljetus ja murskaus sekä malmin jatkokäsittely. Nämä toiminnot jatkuvat ennallaan kaikissa tarkasteltavissa vaihtoehdoissa VE0–VE2 kaivoksen toiminnan päättymiseen asti. Kaivoksen toiminnoista ja rikastushiekka-altaalta aiheutuu pölyämistä etenkin kuivina aikoina (hajakuormitus). Uusien alueiden rakennustöiden yhteydessä aiheutuu ilma- ja pölypäästöjä hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2, kun maanpintaa muokataan läjitysalueilla ja ympärille tehdään ojitukset. Maansiirtotöissä esiintyy pölyämistä etenkin kuivina aikoina.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaivos toimii seisokkeja lukuun ottamatta keskeytymättä ympäri vuoden. Malmin irrotusta ja kuljetuksia sekä sivukiven kuljetusta ja murskausta tehdään vaihtoehdossa VE0 klo 7–14 välisenä aikana ja vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 klo 7–22 välisenä aikana, mutta rikastamo ja talkkitehdas toimivat ympäri vuorokauden (24/7). 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 kaivoksen ympäristössä eri ajankohtina ole vakio (luku 19.1.1).

Päästöt ilmaan arvioitiin kaivoksen nykytilan ja suunnittelutiedon perusteella. Vaikutukset alueen ilmanlaatuun arvioitiin päästötietojen ja päästöjen leviämismallilaskelmien (luku 19.1.3) tulosten perusteella karttakuvina sekä sanallisesti. Pitoisuustuloksia verrattiin ilmanlaadulle lainsäädännössä asetettuihin raja- ja ohjearvoihin (luku 19.1.2).

Malmirikasteen kuivausprosessissa käytettiin aiemmin raskasta polttoöljyä. Rikasteen kuivauksessa on nykyisin käytössä hybridikuivain, joka mahdollistaa kuivausilman tuotannon joko nestekaasulla tai sähköllä. Mikäli tuotantoa kasvatetaan, hybridikuivaimessa käytetään sähköä, eikä nestekaasun käyttö lisäänny. Rikkidioksidin päästöt ovat loppuneet kokonaan polttoöljyn käytön loputtua ja typen päästöt ovat vähentyneet. Tämän vuoksi $NO_x$- ja $SO_2$-päästöjen mallinnusta ei tässä hankkeessa katsottu tarpeelliseksi.

### 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 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.

Kaivostoiminnan 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. Rikastushiekka-allas itsessään ei pölyä, koska rikastushiekka on märkää. Padon ulkoluiskat ja erityisesti harjat ovat kuitenkin kuivemmat ja ne voivat sopivissa sääolosuhteissa pölytä.

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 ilmanlaatuvaikutukset ovat tyypillisesti suurimmillaan päästölähteiden koillispuolella. Tyynissä tilanteissa tai tuulen nopeuden ollessa erittäin pieni pölyämisen vaikutukset korostuvat välittömästi pölyävien toimintojen kohdalla, eikä päästöjen leviämistä ympäristöönsä

Copyright © AFRY Finland Oy

juurikaan tapahdu. Hiukkaset poistuvat ilmakehästä tehokkaasti sateen mukana märkälaskeumana, eikä kostealla ilmalla tapahdu pintojen pölyämistä. Pölyämisen suhteen riskialttiimpia vuodenaikoja ovat loppukevät ja alkukesä, jolloin voi olla pidempiä jaksoja kuivaa ja tuulista. Ilmankosteustaso on silloin myös alhaisempi.

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. Pienillä hiukkasilla kasvillisuuden sitova vaikutus on vähäisempi ja ne kulkeutuvat siten helpommin pidempiä matkoja. Syntyvä pöly kertyy nykyisin pääasiassa Sotkamon kaivos- ja tehdasalueen välittömään läheisyyteen, koska ympäröivä metsä pidättää tehokkaasti leviävää pölyä ja vain pieni osa pölystä leviää kauemmas toiminta-alueen ulkopuolelle.

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 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/m$^3$ | | 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).

Copyright © AFRY Finland Oy

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/m$^3$ | | 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).

Taulukko 19-3. Ilmanlaadun ohjearvot (Vnp 480/1996).

| Ilman epäpuhtaus | Ohjearvo µg/m$^3$ | | Tilastollinen määrittely |
|---|---|---|---|
| Hengitettävät hiukkaset ($PM_{10}$) | 70 | 24 tuntia | Kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo |

### 19.1.3 Päästöjen leviämismallilaskelmat

Kaivoksen ilmapäästöjä tarkasteltiin päästöjen leviämismallilaskelman avulla. Mallinnuksen tuloksena saadaan ulkoilman hiukkaspitoisuuksien esiintymisen vyöhykkeitä karttapohjalla, joiden avulla nähdään, miten laajoille alueille kaivoksen pölyvaikutukset kohdistuvat.

Mallinnus tehtiin Yhdysvaltojen ympäristönsuojeluviraston (U.S. EPA) kehittämällä AERMOD-laskentaohjelmalla (versio 22112). AERMOD-mallinnuksessa oletetaan päästöjen leviävän ilmakehässä pysty- ja vaakasuunnassa normaalijakauman (Gaussin jakauman) mukaisesti tuulen suunnan ja nopeuden määräämällä tavalla. Tällä periaatteella lasketaan hetkellistä säätilaa ja päästöjä vastaava leviämistilanne kolmen vuoden ajanjakson jokaiselle tarkastelutunnille. Tässä työssä käytettiin mallinnusalueelle laskettua vuosien 2021–2023 sääaineistoa.

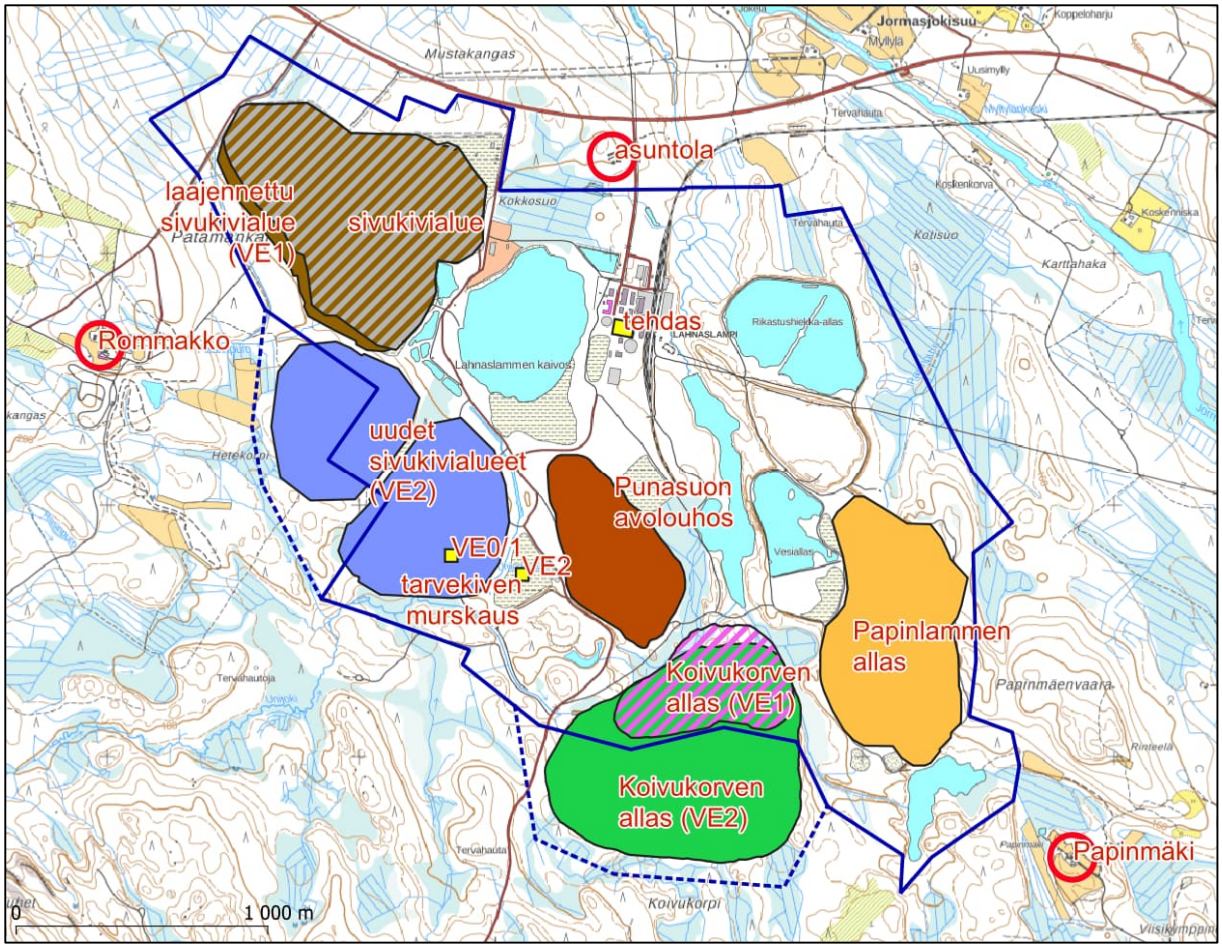
Maanpinnan topografia perustui Maanmittauslaitoksen korkeusmalliin (10 m × 10 m), jota muokattiin kaivosalueella vastaamaan mallinnustapausten mukaisia nykyisiä tai suunniteltuja sivukiven läjitysalueiden ja rikastushiekka-altaiden muotoja. Mallinnuksessa tarkasteltiin hengitettävien hiukkasten ($PM_{10}$) päästöjä. Mallinnuksessa tehtävät oletukset päästöjen määristä perustuivat kaivoksen eri toimintojen suunnitelmiin sekä kirjallisuudessa

Copyright © AFRY Finland Oy

esitettyihin päästöarvioihin ja soveltuvien muiden kohteiden mallinnuksissa käytettyihin arvoihin. Tehtaan päästömäärät perustuivat neljänä vuotena tehtyihin päästömittauksiin.

Hiukkaspitoisuuksien alueellisen jakauman laskentaa varten määritettiin reseptoripiste-verkko, joka kattaa 11 × 11 kilometrin neliömäisen alueen kaivoksen ympärillä. Alueen keskellä 4,4 × 4,4 km kokoisella alueella, joka kattaa kaivosalueen ja ulottuu sen ulkopuolelle vähintään 0,5 km kaikkiin suuntiin, laskentapisteverkon ruutukoko oli 200 metriä ja tämän alueen ulkopuolella 550 metriä. Laskentapisteitä oli yhteensä 889. Mallinnuksessa huomioidut päästölähteet on esitetty seuraavalla kartalla (Kuva 19-1).

Mallin tuottamista kolmen vuoden pitoisuusaikasarjoista laskettiin edelleen ilmanlaadun raja-arvoihin verrannollisia tilastollisia suureita, jotka esitetään pitoisuuksien aluejakaumakarttoina. Leviämismallilaskelman laskentamenetelmät ja tulokset esitetään liitteessä 9. Tähän YVA-selostukseen on koottu raportin tärkeimmät tulokset karttoineen.




Kuva 19-1. Mallilaskelmissa huomioitujen toimintojen sijoittuminen kaivosalueella. Kaivosalueen nykyinen raja on merkitty yhtenäisellä sinisellä viivalla ja vaihtoehdon VE2 edellyttämät laajennukset katkoviivalla. Punaiset ympyrät osoittavat kaivosta lähimpiä kiinteistöjä.

## 19.2 Nykytila

### 19.2.1 Hankealueen ilmanlaatu

Sotkamon kaivos- ja tehdasalue osallistuu Kajaanin alueen ilmanlaadun yhteistarkkailuun, jossa seurantaa voidaan tehdä esimerkiksi leviämismalliselvityksillä, määräaikaisilla

Copyright © AFRY Finland Oy

mittauksilla tai bioindikaattoritutkimuksilla, joilla selvitetään ilman epäpuhtauksien pitkäaikaisvaikutuksia luontoon. Kainuun ELY-keskuksen ilmanlaadun seuranta-alueella on luovuttu jatkuvien ilmanlaadun mittausten avulla tehtävästä ilmanlaadun seurannasta jo vuonna 2019, koska Kajaanin keskustassa tehdyissä mittauksissa kaikkien mitattujen pitoisuuksien todettiin olevan jatkuvasti hyvin pieniä (alle alemman arviointikynnyksen).

Myös kaivoksen lähialueen ilmanlaadun voidaan arvioida olevan hyvä ja pitoisuuksien pieniä, koska lähialueella ei sijaitse kaivoksen lisäksi muita ilmanlaatuun vaikuttavia lupavelvollisia teollisuus- tai energiantuotantolaitoksia. Lähimmät ilmapäästöjen aiheuttajat ovat etelässä noin 16 km etäisyydellä sijaitseva Terrafamen kaivosalue ja noin 19 km etäisyydellä sijaitseva Uutela, josta tuodaan malmia myös Sotkamon tehtaalle, sekä Kajaanin kaupunkialue noin 16 km päässä luoteessa ja Sotkamon taajama-alue noin 15 km päässä idässä. 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 pohjoispuolitse kulkevan Kajaanintien (vt 6) liikennemäärä on noin 3 200 autoa vuorokaudessa ja pienemmillä asuinalueille johtavilla teillä vielä tätäkin vähäisempi.

Papinlammen altaan ja tuotekuljetusten pölyämisestä on tullut viime vuosina vain yksittäisiä yhteydenottoja. Kaivos dokumentoi naapureiden pölyvalitukset ja tekee tarvittavia korjaavia toimenpiteitä. Teiden pölyämistä rikastushiekka-altailla ja kaivosalueella hallitaan tarvittaessa kastelemalla teitä. Lisäksi pölynpoistolaitteiden kuntoa valvotaan ja tehdään tarvittavia huoltotoimia (esim. pölypussien vaihdot säännöllisesti).

### 19.2.2 Ilmanlaadunmittaukset

Kaivoksen oman velvoitetarkkailun mukaisesti kaivoksen ilmanlaatua tarkkaillaan myös mittaamalla. Seuraava mittauskampanja suoritetaan vuonna 2025. Edellisen kerran Ilmatieteen laitos mittasi 4.3.–8.9.2009 välisenä aikana Sotkamon tehtaan ja kaivosalueen ympäristössä hengitettävien hiukkasten ($PM_{10}$) pitoisuuksia kahdessa mittauspisteessä (Asuntola ja Tehdasalue). Tehdasalueen piste sijaitsi noin 250 metrin päässä avolouhoksesta, 400 metrin päässä rikastushiekka-altaasta ja välittömästi tehdasalueen toimintojen vieressä. Asuntolan mittauspiste puolestaan sijaitsi noin 420 metrin päässä avolouhoksesta ja 740 metrin päässä rikastushiekka-altaasta.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden terveysvaikutusperusteinen vuorokausiohjearvo 70 µg/m³ ei ylittynyt mittausjaksolla tehdasalueen eikä asuntolan mittauspisteessä. Jaksolla maalis-elokuu 2009 ohjearvoon verrattavat vuorokausipitoisuudet olivat tehdasalueen mittauspisteessä 36–53 % ohjearvosta ja asuntolan pisteessä 21–30 % ohjearvosta. (Ilmatieteen laitos 2010)

Kummassakaan mittauspisteessä ei myöskään havaittu mittausjaksolla vuorokausiraja-arvotason ylittäviä, eli yli 50 µg/m³:n vuorokausipitoisuuksia. Tehdasalueella mittausjakson suurin vuorokausipitoisuus oli 44 µg/m³ ja asuntolalla 26 µg/m³. Koko mittausjaksolta 4.3.–8.9.2009 laskettu $PM_{10}$-pitoisuuksien keskiarvo oli tehdasalueen mittauspisteessä 15 µg/m³ ja asuntolan mittauspisteessä 8 µg/m³. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvoa koskeva raja-arvo on 40 µg/m³. (Ilmatieteen laitos 2010)

Hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet olivat molemmissa mittauspisteissä keskimäärin suurimmillaan kaakon puoleisilla tuulilla ja tyynissä olosuhteissa. Mittauspisteiden

Copyright © AFRY Finland Oy

kaakkoispuolella sijaitsevia pölylähteitä olivat rikastushiekka-altaat ja lastausalue. (Ilmatieteen laitos 2010)

Tehdasalueen mittauspisteessä tarkkailtiin myös hiukkasten sisältämiä metallipitoisuuksia jaksoilla 8.4.–15.6.2009 ja 9.9.–9.10.2009. Arseenin pitoisuudeksi molemmilla jaksoilla mitattiin 0,7 ng/m³ ja nikkelin pitoisuudeksi 8,6 ng/m³. Pitoisuudet olivat arseenille 12 % ja nikkelille 43 % vastaavista tavoitearvoihin verrannollisista pitoisuuksista. Ilmatieteen laitos arvioi tutkimuksessa, että arseenin mittausjakson keskiarvopitoisuus oli lähimmässä asutuskohteessa asuntolan mittauspisteessä alle 0,5 ng/m³ ja nikkelin alle 5 ng/m³. Nämä olivat vastaavasti alle 10 % ja alle 25 % metallipitoisuuksille annetuista tavoitearvoista. (Ilmatieteen laitos 2010)

### 19.2.3 Bioindikaattoriselvitykset

#### Kainuun bioindikaattoriselvitys 2017

Kainuussa laadittiin bioindikaattoriselvitys vuonna 2017 (Kainuun ELY 2017). Selvityksessä oli yhteensä 25 havaintoaluetta Sotkamon kunnan alueella. Hankealuetta lähimpänä sijaitsevat havaintoalueet olivat Jormasjärven lounaispuolella sekä Nuasjärven itäpuolella Vuokatissa, molemmat yli 7 km etäisyydellä hankealueesta. Sotkamon kunnan alueella tehdyn indikaattorijäkäläkartoituksen perusteella voidaan todeta indikaattorijäkälälajien määrän hieman kasvaneen vuodesta 2000. Lajimäärässä ei ollut havaittavissa alueellisia vaihteluita, vaan se oli kohtuullisen tasaista ympäri kuntaa. Vuokatissa lajimäärien perusteella Pisterinniemessä ja Leivolankylän havaintoalueella voi olla havaittavissa ilmapäästöjen lieviä vaikutuksia. Sotkamon ja Vuokatin alueella havaittiin kasvua sormipaisukarpeen vaurioasteissa. Nämä muutokset johtuvat todennäköisesti liikenteen ja teollisten toimintojen aiheuttamista ilman epäpuhtauksista ja pölystä.

#### Sotkamon kaivoksen bioindikaattoriselvitykset

Sotkamon kaivoksen bioindikaattoriselvitykset tehdään viiden vuoden välein. Maa-alueilla tapahtuva biologinen tarkkailu sisältää kangasrouskun ja kekomuurahaisten raskasmetallipitoisuuden seurannan. Lisäksi maaperän raskasmetallipitoisuuksia seurataan viidellä koealalla. Ensimmäisen kerran näytteet kerättiin tarkkailuohjelman mukaan vuonna 2009, sen jälkeen tarkkailua on tehty vuosina 2013, 2018 ja 2023. Koealojen sijainnit on esitetty taulukossa (Taulukko 19-4) (AFRY 2024).

Taulukko 19-4. Bioindikaattoritarkkailun näytealojen koordinaatit.

| Näytepiste | Koordinaatit ETRS-TM35FIN | | |
|---|---|---|---|
| | Kekomuurahaisnäytteet | Maaperänäytteet | Kangasrouskunäytteet |
| BIO1 | 7109013–551048 | 7109038–551088 | Maaperänäytteestä n. 30 m säteellä |
| BIO2 | 7111122–550327 (3 pesää alueella) | 7111132–550408 | Maaperänäytteestä n. 150 m säteellä |
| BIO3 | 7111222–552816 | 7111172–552877 | Maaperänäytteestä n. 50 m säteellä |
| BIO4 | 7112141–551146 | 7112141–551124 | Maaperänäytteestä n. 50 m säteellä |
| BIO5 | 7108678–552841<br>7108602–552868<br>7108487–553017 | 7108711–552854 | Maaperänäytteestä n. 200 m säteellä |

Copyright © AFRY Finland Oy

Kangasrouskujen arseeni- ja nikkelipitoisuudet olivat vuonna 2023 alhaisempia kuin vuoden 2018 pitoisuudet. Korkein havaittu kangasrouskujen arseenipitoisuus oli 0,31 mg/kg ja nikkelipitoisuus 1,3 mg/kg näytepisteellä BIO3 kaivoksen koillispuolella, aivan kaivospiirin rajalla. (AFRY 2024)

Myös kekomuurahaisnäytteissä havaitut arseeni- ja nikkelipitoisuudet olivat vuonna 2023 matalampia tai yhtä suuria kuin vuonna 2018. Korkein havaittu kekomuurahaisten arseenipitoisuus oli 0,19 mg/kg ja nikkelipitoisuus 3,3 mg/kg näytepisteellä BIO3 kaivoksen koillispuolella (AFRY 2024). Kekomuurahaisten raskasmetallipitoisuuksia on tutkittu Harjavallan kuparisulaton läheisyydessä (Eeva ym. 2004), sekä Kevitsan ja Talvivaaran kaivosten ympäristöissä. Sotkamon kaivoksen ympäristössä arseenin ja nikkelin keskipitoisuudet ovat olleet kaikkina tutkimusvuosina pienempiä kuin Harjavallan ei-saastuneella kontrollialueella.

Korkein maaperänäytteissä havaittu arseenipitoisuus oli 3,5 mg/kg ja nikkelipitoisuus 35 mg/kg näytepisteellä BIO5 kaivoksen eteläpuolella, kaivospiirin rajan ulkopuolella. Muissa näytepisteissä (BIO1–BIO4) pitoisuudet olivat selvästi pienempiä (AFRY 2024). Harjavallan kuparisulaton läheisyydestä GTK:n tutkimissa maaperänäytteissä arseenipitoisuudet olivat keskimäärin 3,59 mg/kg (Tarvainen 2004) ja 0–5 cm syvyydeltä kerätyissä maaperänäytteissä havaitut nikkelipitoisuudet 25 mg/kg (Kiikkilä 2003). Sotkamon kaivoksen läheisyydestä kerättyjen maaperänäytteiden nikkeli- ja arseenipitoisuuksien keskiarvot ovat olleet kaikkina näytteenottovuosina näitä arvoja pienempiä.

## 19.3 Vaikutusten arviointi

### 19.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 uusien alueiden rakentaminen aiheuttaa tavanomaista, maarakennusalueeseen tai työmaa-alueeseen verrattavaa pölyämistä. Rakentamisen aikana pölyämistä aiheuttavat mm. pintamaiden poisto, läjitysalueiden pohjarakenteiden ja teiden rakentaminen sekä rakentamisesta aiheutuva lisääntynyt liikenne.

Työvaiheiden eri toiminnot vaikuttavat suoraan syntyvän pölypäästön määrään ja eri kohdissa hankealuetta syntyy pölypäästöjä eri aikoina 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 kaivosalueelle, rakentamisalueiden välittömään läheisyyteen. Uusien alueiden rakentamisvaihe on lyhytaikainen suhteessa kaivoksen toiminta-aikaan eikä aiheuta kokonaisuutena merkityksellisiä vaikutuksia ilmanlaatuun.

### 19.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Kaivoksen toiminnan aikana louhimisesta, murskauksesta sekä kiviaineksen lastauksista, kuljetuksista ja malmin jatkokäsittelystä aiheutuvat ilmanlaatuvaikutukset ovat samat molemmissa hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Vaihtoehdot eroavat toisistaan läjitysalueiden ja rikastushiekka-alueiden sijaintien osalta.

Halkaisijaltaan alle 10 µm kokoisten hiukkasten eli hengitettävien hiukkasten ($PM_{10}$) toiminnanaikaisia pitoisuuksia tarkasteltiin leviämismallilaskelman avulla hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Tulosten mukaan molemmissa vaihtoehdoissa korkeimmat pitoisuudet ylittävät hengitettävien hiukkasten vuosiraja-arvon (40 µg/m³) ja vuorokausiraja-arvon

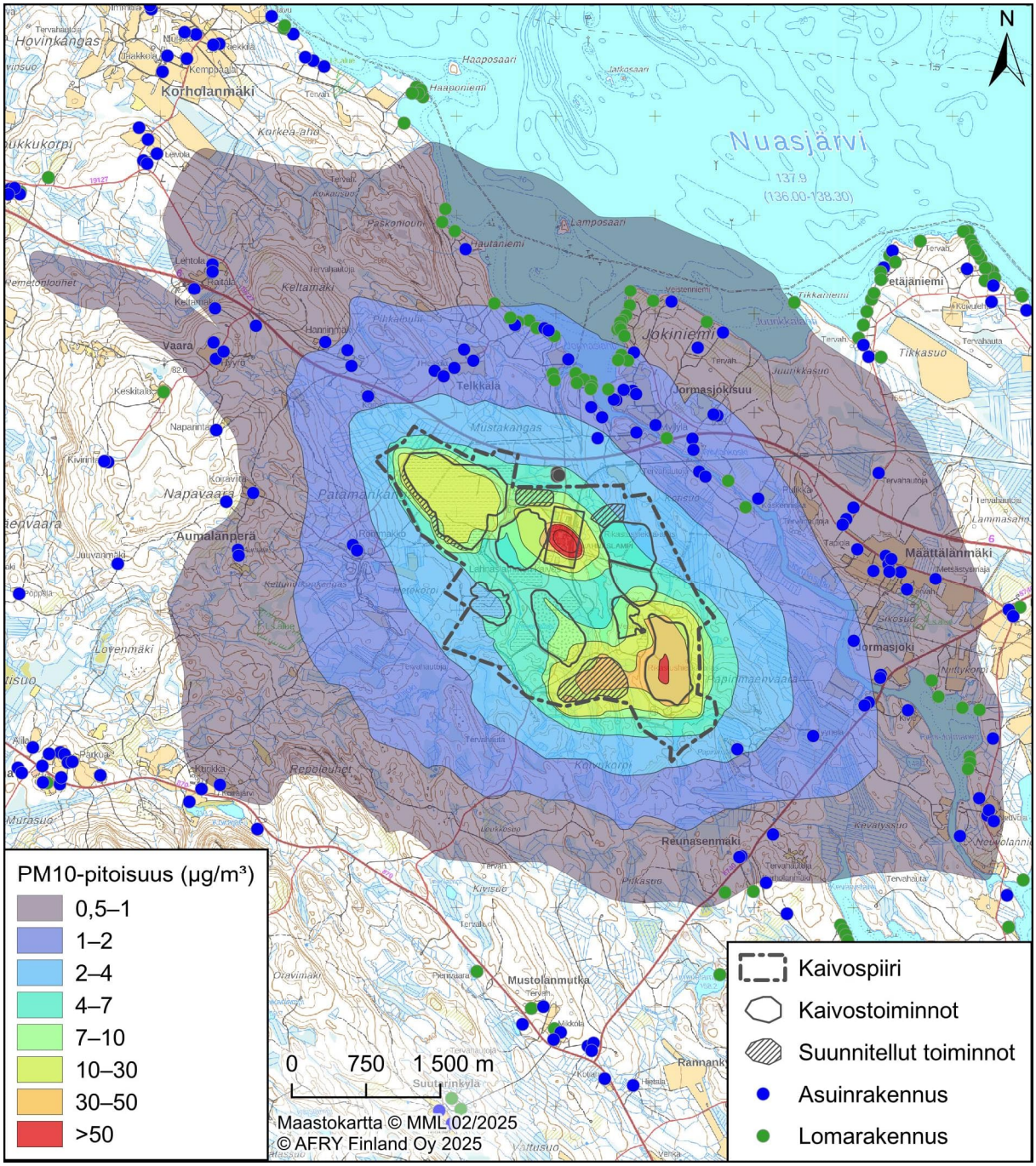
Copyright © AFRY Finland Oy

(50 µg/m³) selvästi. Korkeimmat pitoisuudet esiintyvät kuitenkin kaivosalueella, jossa ilmanlaadulle terveysperusteisesti asetetut raja-arvot eivät ole voimassa. Korkeimmat pitoisuudet esiintyvät pienellä alueella päästölähteiden välittömässä läheisyydessä ja pitoisuudet pienentyvät nopeasti etäisyyden kasvaessa päästölähteistä. Suurimmalla osalla kaivosalueesta pitoisuudet ovat selvästi raja-arvojen alapuolella ja kaivosalueen ulkopuolella raja-arvot alittuvat erittäin selvästi.

Seuraavissa kuvissa (Kuva 19-2 ja Kuva 19-3) on esitetty hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvoon verrannollisten pitoisuuksien aluejakaumat vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Kuvista voidaan havaita, että pitoisuuksien aluejakaumat eroavat toisistaan lähinnä kaivosalueelle syntyvien pitoisuuksien osalta ja kaivosalueen ulkopuolella pitoisuusvyöhykkeet muistuttavat toisiaan sekä muodoltaan että pitoisuustasoiltaan. Kaivoksen toimintojen aiheuttamat hiukkaset leviävät eri ilmansuuntiin kaivosalueen ympärille, ja painottumista vallitsevien tuulensuuntien mukaisesti kaivoksen pohjois- ja koillispuolelle voidaan havaita vain vähäisesti. Kaivosalueella korkeimpien pitoisuuksien alueet syntyvät vaihtoehdossa VE1 tehdasalueelle, Papinlammen rikastushiekka-altaan ja uuden rikastushiekka-altaan välittömään läheisyyteen. Vaihtoehdossa VE2 korkeimpien pitoisuuksien alueet syntyvät puolestaan tehdasalueelle, Papinlammen ja uuden rikastushiekka-altaan sekä uusien sivukivialueiden välittömään läheisyyteen.

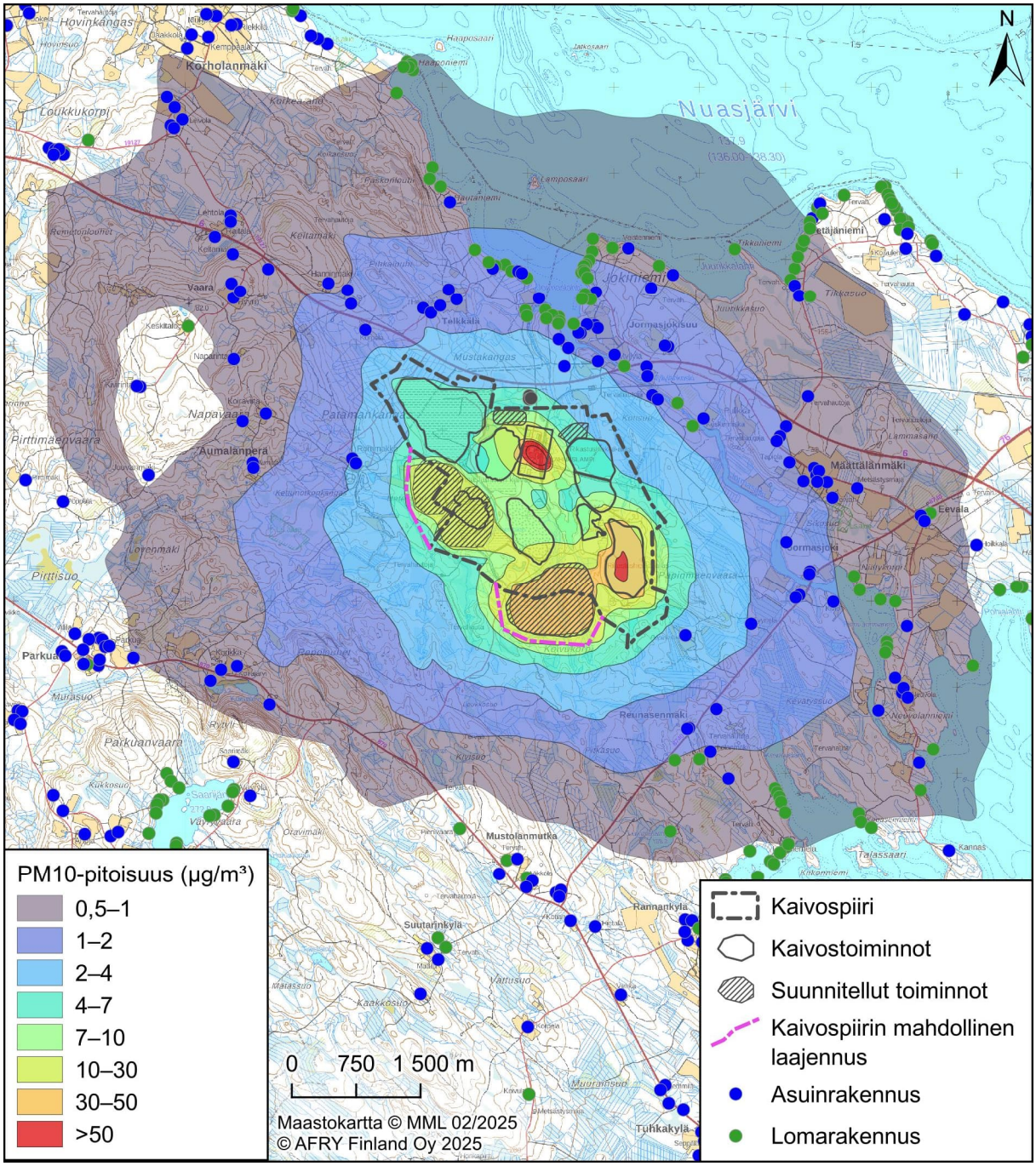
Kaivosta lähimmät asutut kiinteistöt on esitetty edellä kuvassa 19-1. Kaivoksen länsipuolella Rommakossa sijaitsee moottoriurheilukeskus, jossa on ratoja mm. motocrossin, maastokartingin ja enduron harrastamiseen. Keskus toimii ympäri vuoden ja myös sen omista toiminnoista syntyy paikallisia pölyvaikutuksia ilmaan. Kaivoksen pohjoispuolella lähin kiinteistö on kaivoksen omistuksessa ja sitä käytetään työntekijöiden asuntolana tilapäisessä asuinkäytössä ympäri vuoden. Kaivoksen kaakkoispuolella sijaitseva Papinmäki on maatila ja normaalissa asuinkäytössä. Papinmäen päärakennukselta on matkaa Papinlammen rikastushiekka-altaalle noin 700 metriä ja uudelle Koivukorven rikastushiekka-altaalle vaihtoehdossa VE1 noin 1 250 metriä ja vaihtoehdossa VE2 noin 1 000 metriä. Mallinnetut ulkoilman pitoisuudet näiden kaikkien kolmen lähimmän kiinteistön kohdalla alittavat selvästi hiukkaspitoisuuksille asetetut raja-arvot. Pitoisuudet Papinmäen kohdalla ovat vuositasolla noin 1 µg/m³ ja vuorokausiraja-arvoon verrannollisena pitoisuutena noin 2–4 µg/m³ molemmissa hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Pitoisuusvyöhykkeet laajenevat Papinmäen suuntaan hankevaihtoehdossa VE2, jossa Koivukorven altaasta toteutettava laajempi vaihtoehto tulee lähemmäs maatilaa. Näin ollen hetkelliset pölyvaikutukset ja viihtyisyyshaitta Papinmäen kohdalla on todennäköisesti suurempi vaihtoehdossa VE2 kuin VE1. Vaikka mallinnus ei koske pölylaskeumaa vaan ainoastaan pitoisuuksia ulkoilmassa, tulokset viittaavat siihen, että kaivokselta peräisin olevan pölyn ajoittainen kertyminen lähialueen maastoon on mahdollista.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 19-2. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvoon (50 µg/m³) verrannollinen pitoisuus vaihtoehdossa VE1.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 19-3. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvoon (50 µg/m³) verrannollinen pitoisuus vaihtoehdossa VE2.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksille mallinnetut lyhyen ja pitkän aikavälin keskiarvot jäävät molemmissa hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 muutamaan prosenttiin raja-arvoista kaivosalueen ulkopuolella. Mallinnusten tulosten perusteella voidaan arvioida, että vaihtoehtojen VE1 ja VE2 toiminnan aikaiset hiukkaspäästöt eivät aiheuta terveydellistä riskiä lähialueen asukkaille, sillä pitoisuudet ovat pieniä ja terveyden suojelemiseksi annetut ilmanlaadun raja-arvot alittuvat selvästi asuinalueilla. Kaikki mallinnetut pitoisuudet alittavat myös uuden ilmanlaatudirektiivin tiukentuneet raja-arvot (Taulukko 19-2). Arvion mukaan kaivoksen toiminnalla on vaikutusta alueen ilmanlaatuun pääosin kaivosalueella ja sen välittömässä läheisyydessä. Vuonna 2009 tehdyt ilmanlaadun mittaukset tukevat nyt

Copyright © AFRY Finland Oy

leviämismallilaskelmilla saatua arviota hiukkasten käyttäytymisestä kaivosalueella. Mittauksissa hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien havaittiin olevan keskimäärin selvästi matalampia kaivosalueen ulkopuolisessa mittauspisteessä kuin kaivosalueen sisäpuolella tehdasalueella, vaikka mittauspisteiden välillä oli etäisyyttä vain noin 400 metriä. Hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet olivat molemmissa mittauspisteissä keskimäärin suurimmillaan tuulen käydessä pölyävien rikastushiekka-altaiden ja lastausalueen suunnasta.

Toiminnan aikaisten ilmapäästöjen mallinnukseen ei sisältynyt hankkeeseen liittyvästä liikenteestä johtuvia pakokaasupäästöjä. Toimintavaiheessa tuotantomäärien kasvaessa sisäisen ja ulkoisen liikenteen määrä kasvaa. Lisääntyneen liikenteen aiheuttamat ilmanlaatuvaikutukset ovat samat molemmissa hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Henkilöliikenteen määrä ei tule juurikaan muuttumaan. Lisääntyneen tuotannon myötä työ kahdessa vuorossa lisääntyy, jolloin tarvitaan päivittäin noin 10 työntekijää lisää. Tämä henkilöautoliikenteen lisäys ei ole ilmanlaadun kannalta merkittävä. Jatkossa malmikuljetusten määrä Uutelasta on yhteensä noin 8 800 rekkaa vuodessa, kun nykyisin määrä on noin 3 000 rekkaa vuodessa arkipäivisin (yhdensuuntainen liikenne). Malmikuljetusten määrä yksittäisen vuorokauden aikana ei lisäänny, mutta kuljetuspäivien lukumäärä vuoden aikana kasvaa. Muun raskaan liikenteen kuljetusten määrä on nykyisin noin 4 900 rekkaa vuodessa ja se kasvaa noin 10 900 ajoneuvoon vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Lisääntyneistä kuljetuksista aiheutuu pakokaasupäästöjä ja pölyämistä. Pakokaasujen typen oksidien ja hiukkasten päästömäärät on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 19-5).

Kaivoksen raskaan liikenteen kuljetusten päästöt ilmaan on laskettu hankealueelta 28 km etäisyydelle. Tämä on etäisyys Uutelan kaivokseen, josta tuodaan malmia Sotkamon tehtaalle. Punasuon avolouhoksesta louhittujen malmien siirrot ovat kaivoksen sisäistä liikennettä, jonka ilmanlaatuvaikutukset eivät ulotu kaivosalueen ulkopuolelle. Päästölaskelmassa kuljetusauton oletettiin kulkevan tyhjänä toiseen suuntaan. Maantieajon osuudeksi arvioitiin 100 % matkasta. Kuljetusten päästöt laskettiin VTT:n LIPASTOn 2019 keskimääräisillä kertoimilla. Kaivoksen kuljetusten päästöt ilmaan ovat typen oksidien osalta nykytilanteessa 3,4 % ja vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 8,5 % koko Sotkamon kunnan vuoden 2019 tieliikenteen päästöistä. Hiukkasten osalta vastaavat päästömäärät ovat nykytilanteessa 1,3 % ja vaihtoehdossa VE1 ja VE2 3,4 %. Pakokaasupäästöjen vaikutusalue on koko kuljetusmatka, ja päästöt ovat osa seudun muun tieliikenteen päästöjä. Liikenteen aiheuttamat pölyvaikutukset kohdistuvat etenkin kaivoksen lähimmille teille.

Taulukko 19-5. Kaivoksen kuljetusten aiheuttamat ilmapäästöt (t/a), ajoneuvojen keskimääräiset päästökertoimet ajokilometriä kohden (g/km) ja Sotkamon kunnan tieliikenteen päästöt vuonna 2019 (VTT 2020).

| | Typen oksidit | Hiukkaset |
|---|---|---|
| Päästökertoimet | | |
| Varsinaisella perävaunulla varustettu yhdistelmä, kantavuus 40 t. Maantieajo, tyhjä/täysi kuorma | 4,7/6,5 g/km | 0,04/0,062 g/km |
| Kaivoksen kuljetukset | | |
| Päästöt VE0 (yht. 7 900 ajon./a) | 2,5 t/a | 0,02 t/a |
| Päästöt VE1 ja VE2 (19 700 ajon./a) | 6 t/a | 0,06 t/a |
| Sotkamon kunnan koko tieliikenne 2019 | | |
| Päästöt | 72 t/a | 2 t/a |

Copyright © AFRY Finland Oy

### 19.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Kaivoksen toimintojen päättyessä kaivos suljetaan ja sen prosesseista peräisin olevat päästöt ilmaan loppuvat. Toiminnan päättyessä pölyämistä aiheutuu kaivosrakenteiden purkamisesta ja maisemoinnista. Kaivoksen loppuvaiheen pölyvaikutukset vastaavat tavanomaista maarakennustyötä. Vaikutukset kohdistuvat pääosin kaivosalueelle ja ajoittuvat päiväaikaan. Purku- ja maisemointityö aiheuttaa liikennettä ja liikenteen pakokaasupäästöjä. Sulkemisvaiheen kesto on toiminta-aikaan nähden lyhytaikainen. Kaivoksen sulkemisen jälkeen alueelta ei enää aiheudu ilmanlaatuvaikutuksia ympäristöön, lukuun ottamatta tavanomaista maaston paljaiden maanpintojen pölyämistä kuivina ajankohtina.

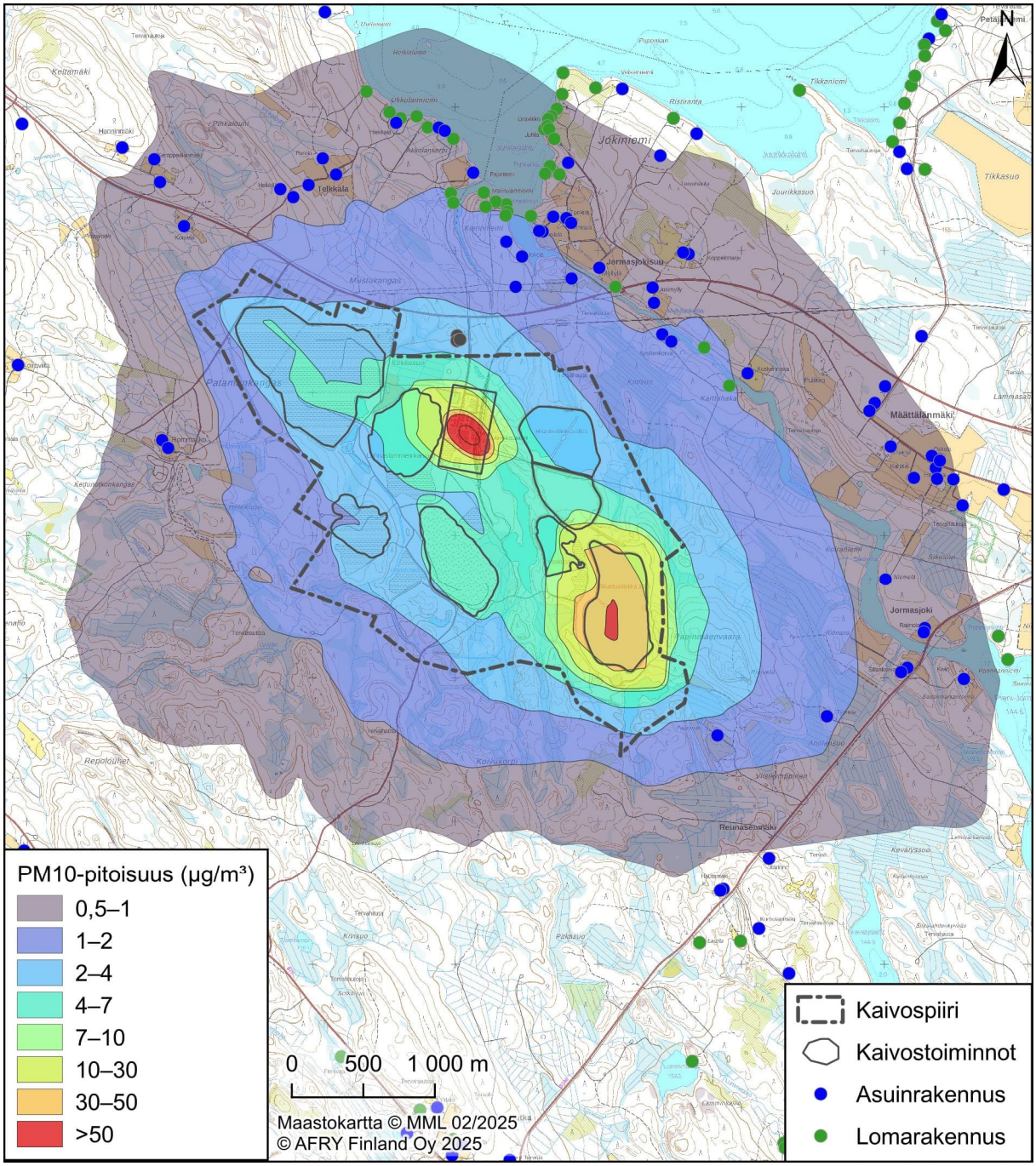
### 19.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 kaivoksen toiminta jatkuu nykyisellään, ja sivukivi läjitetään Lahnaslammen avolouhokseen nykyisen luvan mukaisesti ja rikastushiekka-allasta korotetaan tasolle +190 m asti. Seuraavassa kuvassa (Kuva 19-4) on esitetty mallinnettu hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvoon verrannollisten pitoisuuksien aluejakauma vaihtoehdossa VE0.

Tulosten mukaan korkeimmat pitoisuudet ylittävät hengitettävien hiukkasten vuosiraja-arvon (40 µg/m³) ja vuorokausiraja-arvon (50 µg/m³) kaivosalueella samaan tapaan kuin vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Korkeimmat pitoisuudet esiintyvät päästölähteiden välittömässä läheisyydessä kaivosalueella, jossa ilmanlaadun raja-arvot eivät ole voimassa. Suurimmalla osalla kaivosalueesta pitoisuudet ovat selvästi raja-arvojen alapuolella ja kaivosalueen ulkopuolella raja-arvot alittuvat erittäin selvästi. Korkeimpien pitoisuuksien alueet syntyvät vaihtoehdossa VE0 tehdasalueelle ja Papinlammen rikastushiekka-altaan välittömään läheisyyteen. Kaivosalueen ulkopuolella pitoisuusvyöhykkeet muistuttavat muodoltaan vaihtoehtojen VE1 ja VE2 pitoisuuksia. Kaivoksen toimintojen aiheuttamat hiukkaset leviävät eri ilmansuuntiin kaivosalueen ympärille, ja painottumista vallitsevien tuulensuuntien mukaisesti kaivoksen pohjois- ja koillispuolelle voidaan havaita vain vähäisesti. Syntyvät pitoisuustasot ovat vaihtoehdossa VE0 hiukan matalammat kuin vaihtoehdoissa VE1 ja VE2.

Mallinnetut ulkoilman pitoisuudet kolmen kaivosta lähimmän kiinteistön kohdalla alittavat selvästi hiukkaspitoisuuksille asetetut raja-arvot. Pitoisuudet Papinmäen maatilan kohdalla kaivoksen kaakkoispuolella ovat vuositasolla noin 0,5 µg/m³ ja vuorokausiraja-arvoon verrannollisena pitoisuutena noin 1–2 µg/m³ hankevaihtoehdossa VE0. Kaivoksen aiheuttamia hetkellisiä pölyvaikutuksia ja viihtyisyyshaittaa voi esiintyä jo nykyisin Papinmäen maatilan kohdalla. Mallinnuksen tulokset viittaavat siihen, että kaivokselta peräisin olevan pölyn ajoittainen kertyminen (pölylaskeuma) lähialueen maastoon on mahdollista.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 19-4. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvoon (50 µg/m³) verrannollinen pitoisuus vaihtoehdossa VE0.

Kaivoksen liikenteen aiheuttamat päästöt jatkuvat ennallaan nykyisen kaltaisina vaihtoehdossa VE0, jossa liikennemäärät eivät lisäänny. Raskaan liikenteen pakokaasujen päästömäärät on esitetty edellä luvussa 19.3.2 (Taulukko 19-5).

Vaihtoehdossa VE0 kaivoksen toiminta jatkuu nykyisellään vuoteen 2035 asti, jonka jälkeen alueet maisemoidaan. Maisemointitöiden valmistuttua liikennöinti alueella loppuu ja loputkin ilmanlaatuvaikutukset lakkaavat.

Copyright © AFRY Finland Oy

## 19.4 Yhteisvaikutukset

Hankkeella ei ole ilmanlaatuun kohdistuvia yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden kanssa koska kaivosalue sijaitsee etäällä muista toiminnoista.

## 19.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaikutusalueen herkkyys ilmanlaadun muutoksille määräytyy nykyisen ilmanlaadun tason, päästölähteiden määrän ja ilmanlaadulle herkkien kohteiden mukaan. Vaikutusalueen nykytilan herkkyys on arvioitu kohtalaiseksi. Ilmanlaatu on hankealueella pääosin hyvä, mutta kaivostoiminta voi jo nykyisellään aiheuttaa ajoittaisia pölyvaikutuksia ja viihtyisyyshaittaa. Hankealueen lähialueella on kohtalaisesti vakinaista ja loma-asutusta ja alueilla on myös virkistyskäyttöä.

Vaikutusten suuruutta arvioidaan tarkastelemalla ilman epäpuhtauksien pitoisuusmuutoksen suuruutta, vertaamalla mallinnettuja pitoisuuksia ilmanlaadun vertailuarvoihin sekä arvioimalla vaikutuksen ajallista ja alueellista laajuutta.

Kaivoksella on jo nykyisin toimintaa, joka saattaa aiheuttaa ajoittain ilmanlaatuvaikutuksia ympäristöönsä. Kaivostoiminnan aiheuttama pölyäminen voi aiheuttaa ilmanlaatu- ja viihtyisyysvaikutuksia etenkin vallitsevan tuulensuunnan mukaisesti kaivoksen pohjois- ja koillispuolen kiinteistölle kaikissa vaihtoehdoissa VE0, VE1 ja VE2. Hetkelliset pölyvaikutukset voivat olla Papinmäen maatilan kohdalla, kaivoksen kaakkoispuolella, suuremmat vaihtoehdossa VE2 kuin VE1, koska Koivukorven rikastushiekka-altaasta toteutettava laajempi vaihtoehto tulee lähemmäs maatilaa. Kaivostoiminnasta ei kuitenkaan mallinnusten perusteella aiheudu ilmanlaadun raja-arvojen ylityksiä eikä haitallisia terveysvaikutuksia missään toteutusvaihtoehdossa. Kaikissa vaihtoehdoissa VE0, VE1 ja VE2 vaikutuksen suuruus arvioidaan pieneksi, jolloin kokonaisvaikutus on vähäinen kielteinen.

Taulukko 19-6. 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 | | | | | | | | | |
| | Kohtalainen | | | | VE1<br>VE2 | VE0 | | | | |
| | Suuri | | | | | | | | | |
| | Erittäin suuri | | | | | | | | | |

## 19.6 Arvioinnin epävarmuudet

Leviämismallilaskelmilla saatavien tulosten luotettavuuteen vaikuttavat malliin syötettävät lähtötiedot ja itse mallin toiminta. Leviämismallinnuksella ei koskaan saada täsmällisiä pitoisuusarvoja, vaan mallilaskelmilla yksinkertaistetaan jossain määrin todellisuutta. Toisaalta mallinnuksella haetaankin pitoisuuksien suuruusluokkia, joita voidaan verrata

Copyright © AFRY Finland Oy

pitoisuuksille lainsäädännössä annettuihin raja-arvoihin. Mallinnus tuottaa tietoa pölypäästöjen alueellisen leviämisen laajuudesta ja todennäköisestä suunnasta sekä vaikutusten suhteellisesta muutoksesta nykytilan ja YVA-vaihtoehtoskenaarioiden välillä.

Pitoisuuksien alueellinen jakautuminen kaivoksen ympärille ja esimerkiksi suurimpien hetkellisten pitoisuuksien esiintymispaikka vaihtelevat käytännössä säätilanteen mukaan. Todellinen sää vaihtelee vuosittain. Sään vaihtelusta johtuvaa epävarmuutta on laskennassa vähennetty tarkastelemalla pitoisuuksia usean vuoden sääaineistolla, joka sisältää erilaisia sääolosuhteita päästöjen leviämiselle ja laimenemiselle. Tässä työssä on käytetty pitkää kolmen vuoden sääaineistoa, jossa on yli 26 000 tarkastelutuntia. Siksi voidaankin arvioida, että sääaineiston epävarmuuksista aiheutuvat tekijät eivät vaikuta mallituloksena saatujen pitoisuuksien perusteella tehtyihin päätelmiin.

Mallinnuksen tulokset riippuvat oleellisesti tarkasteltavien päästölähteiden ilmapäästöjen määristä. Kaivoksen hajapölypäästöjen päästömääriä ei voida tietää tarkasti, koska päästölähteet ovat laajoja ja epätasaisia aluelähteitä, joten myös mallinnuksen pitoisuustulokset ovat väistämättä epätarkkoja. Oletukset päästöjen määristä perustuvat kaivoksen suunnitelmiin sekä kirjallisuudessa esitettyihin päästöarvioihin ja soveltuvien muiden kohteiden mallinnuksissa käytettyihin arvoihin. Tehtaan päästömäärät perustuivat neljänä vuotena tehtyihin päästömittauksiin. Kolmen vuoden välein tehtyjen mittausten mukaan tehtaan poistoilman hiukkaspäästöt vaihtelivat voimakkaasti. Todellisuudessa kaivosalueella syntyvien hiukkaspäästöjen määrä ja myös syntyvä hiukkaskokojakauma vaihtelevat jatkuvasti toimintojen aktiivisuuden, pintojen kuivuuden, pintamateriaalin ominaisuuksien ja sääolosuhteiden mukaan. Ulkoilman hiukkaspitoisuuksien syntymiseen voidaan vaikuttaa seuraavassa kappaleessa esitettyjen lieventämistoimien avulla.

## 19.7 Vaikutusten lieventäminen

Kaivoksen hajapäästöistä aiheutuvan pölyämisen rajoittamiseksi alueella tehdään pölyntorjunta- ja hallintatoimia, joilla voidaan ehkäistä jo ennalta korkeiden pölypitoisuuksien syntyminen sekä estää pölyn leviämistä ympäristöönsä.

- Kuljettimet ja muut pölyävät laitteet koteloidaan mahdollisuuksien mukaan.
- Työkoneiden pölynpoistolaitteistot pidetään kunnossa (mm. säännöllinen huolto).
- Kuivalla säällä teitä ja pölyäviä pintoja (esim. padon ulkoluiskat ja harjat) kastellaan tarvittaessa pölyn sitomiseksi.
- Raskas kalusto (bulkkiautot) puhdistetaan ennen kuin ne lähtevät kaivosalueelta yleiselle tielle.
- Liikennettä vähennetään optimoimalla reittejä suunnittelun avulla ja yhdistämällä mahdollisuuksien mukaan meno- ja paluukuljetuksia.

Maaston kasvillisuuspeitteisyydellä ja puustolla on merkitystä erityisesti suurikokoisimpien hiukkasten leviämiseen, koska ne aiheuttavat hiukkasten poistumista ilmakehästä tarttumalla suoraan johonkin pintaan (ns. kuivalaskeuma).

Copyright © AFRY Finland Oy

# 20 ILMASTO



# 20 ILMASTO

YHTEENVETO

- Hankkeen toteuttamisen ilmastovaikutusten arvioidaan olevan vähäisen negatiivisia. Hankkeella on arvion perusteella vähäinen maakunnallisen tason kasvihuonekaasupäästöjä lisäävä vaikutus, ja lisäksi syntyy vähäinen negatiivinen vaikutus puuston ja maaperän hiilinieluihin ja -varastoihin.
- Hankkeen toteuttamatta jättämisen eli VE0:n vaikutusten arvioidaan olevan toteutusvaihtoehtoja VE1 ja VE2 vähäisempiä.
- Elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä syntyy VE1:ssä noin 387 000 $tCO_2e$ ja VE2:ssa noin 407 000 $tCO_2e$ vuosina 2030–2049. VE0:n kokonaispäästöt ovat noin 58 100 $tCO_2e$ vuosina 2030–2035.
- Hankevaihtoehdosta riippuen noin 72–90 prosenttia kokonaispäästöistä muodostuu toiminnan aikana. Rakentamisen aikaisten ja toiminnan päättymisen jälkeisten vaikutusten osuudet ovat vähäisempiä.
- Suurin päästölähde on toiminnan aikainen työkoneiden polttoaineen kulutus, jonka osuus elinkaaren aikaisista kokonaispäästöistä on noin 29–41 prosenttia. Muita merkittäviä päästölähteitä ovat kemikaalit ja nestekaasun poltto, joista aiheutuu noin 8–29 prosenttia ja 10–21 prosenttia kokonaispäästöistä.
- Hankkeen elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt ovat vuositasolle jaettuna noin 9 680–20 400 $tCO_2e/a$. Suoria päästöjä muodostuu noin 4 580–5 760 $tCO_2e/a$, mikä vastaa noin 0,9–1,2 prosenttia Kainuun maakunnan vuoden 2023 Hinku-laskentasääntöjen mukaisista kokonaispäästöistä.
- Sähkökäyttöisten työkoneiden hyödyntäminen ja nestekaasun korvaaminen kokonaan sähköenergialla rikasteen kuivausprosessissa ovat potentiaalisia päästövähennyskeinoja.
- Ilmastonmuutoksen ei arvioida aiheuttavan merkittäviä riskejä hankkeen toteuttamiselle.

## 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 ja VE2 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

Copyright © AFRY Finland Oy

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 Kainuun 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). Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 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, selkeytysaltaiden, rikastushiekka-altaan ja sivukivialueen rakentamisessa käytettyjen materiaalien raaka-aineiden hankinta, valmistus ja kuljetus, maamassojen kaivu ja kuljetus sekä metsän raivauksen polttoainekulutus ja puuston kuljetus. Erikseen 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.

Toiminnan aikaisissa vaikutuksissa on huomioitu sähköenergian ja polttoaineiden kulutus, rikastuksen vaatimat kemikaalit, vesienkäsittelyn kemikaalit, räjähteet ja jätteiden käsittely sekä polttoaineiden, kemikaalien ja jätteiden kuljetukset. Toiminnan aikaisen hiilijalanjäljen laskennassa on käytetty hankevastaavalta saatuja tietoja sähköenergian, polttoaineiden, kemikaalien ja räjähteiden kulutuksesta ja kuljetusmatkoista sekä jätteiden määrästä ja kuljetusmatkasta.

Laskennassa käytetyt määrät perustuvat muutoin vuoden 2024 tietoihin, mutta jätemäärät ovat vuodelta 2023. VE1:ssä ja VE2:ssa talkin tuotantomäärän on oletettu kasvavan kaksinkertaiseksi. Työkoneiden polttoaineen kulutuksen on hankevastaavalta saatujen tietojen perusteella oletettu kasvavan noin 1,5-kertaiseksi, sähköenergian ja rikastuskemikaalien kulutuksen noin kaksinkertaiseksi ja prosessivesien käsittelyyn käytettävien kemikaalien kulutuksen 1,2-kertaiseksi VE0:an verrattuna. Lisäksi Uutelan kaivokselta tuotavan malmin määrän on oletettu kasvavan noin kolminkertaiseksi. Jätteistä on huomioitu kymmenen suurinta jaetta, jotka kattavat noin 97 prosenttia kokonaisjätemassasta.

Toiminnan päättymisen jälkeisissä vaikutuksissa on huomioitu peittorakenteissa käytettävät materiaalit ja niiden kuljetus, maamassojen kaivut ja kuljetukset sekä

Copyright © AFRY Finland Oy

peittorakenteiden kasvittaminen. Toiminnan päättymisen jälkeisen hiilijalanjäljen laskenta perustuu VE0:n osalta suunnittelutiedoista saatuihin materiaalien ja maamassojen määriin. VE1:ssä ja VE2:ssa määriä on skaalattu suuremmiksi uusien rakenteiden pinta-alojen mukaisesti.

Tuotantotoiminnan on oletettu alkavan VE1:ssä ja VE2:ssa vuonna 2030 ja jatkuvan 20 vuotta. Nykytoimintaa eli VE0:a on arvioitu kuuden vuoden ajalta vuodesta 2030 vuoteen 2035, jolloin toiminnan on arvioitu päättyvän.

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 20.1.2.

Taulukko 20-1. Laskennassa käytetyt päästölähteet ja päästökertoimet.

| Päästölähde | Käytetty tietolähde |
|---|---|
| Toiminnan aikaiset työkoneiden polttoaineet | Infrarakentamisen päästötietokanta 2025. https://co2data.fi/infra/<br>- Dieselin hankinnan ja polton päästö<br><br>Ecoinvent 3.9.1.<br>- Light fuel oil production, petroleum refinery operation (polttoöljyn valmistus)<br><br>Tilastokeskus 2024. https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html<br>- Kevyt polttoöljy (polttoöljyn poltto) |
| Nestekaasu | Ecoinvent 3.9.1.<br>- Liquefied petroleum gas production, petroleum refinery operation (nestekaasun valmistus)<br><br>Tilastokeskus 2024. Polttoaineluokitus. https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html<br>- Nestekaasu (nestekaasun poltto) |
| Sähköenergia (tuulivoiman elinkaaren aikaiset päästöt) | Schlömer ym. 2014. IPCC:n raportin liite. Saatavilla: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf |
| Kemikaalit | Ecoinvent 3.9.1.<br>- 1-methoxy-2-propanol production<br>- Sodium ethyl xanthate production<br>- Copper sulfate production<br>- Carboxymethyl cellulose production, powder<br>- Iron(III) sulfate production, without water, in 12.5% iron solution state<br>- Market for sodium hydroxide, without water, in 50% solution state<br>- Lime production, hydrated, packed<br>- Water production, deionized (kemikaalien sisältämä vesi) |
| Räjähteet | Infrarakentamisen päästötietokanta 2025. https://co2data.fi/infra/<br>- Kemiitti 510 (emulsio) |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Päästölähde | Käytetty tietolähde |
|---|---|
| Jätteet | Rakentamisen päästötietokanta 2025. https://co2data.fi/rakentaminen/<br>- Jätteenkäsittely, metallit<br>- Jätteenpoltto, recovered fuel<br>- Jätteenkäsittely, puupohjaiset materiaalit<br>- Jätteenpoltto, sekajäte<br><br>Ecoinvent 3.9.1.<br>- Treatment of biowaste by anaerobic digestion<br>- Treatment of waste mineral oil, hazardous waste incineration<br>- Treatment of hazardous waste, hazardous waste incineration<br><br>Julia 2030 -hanke. HSY:n alueella tuotettujen ja käsiteltyjen ja hyödynnettyjen jätelajien khk-päästökertoimet - Laskelmien taustatietoa<br>- rakennusjäte |
| Kuljetukset | Infrarakentamisen päästötietokanta 2025. https://co2data.fi/infra/<br>- Merikuljetus, konttilaiva, 1 000 TEU<br>- Painavien rakennusmateriaalien kuljetus, Puoliperävaunuyhdistelmä 40t, 40 %, maantieajo<br>- Massatavaran kuljetus, Maansiirtoautot 32t, 50 %, katuajo<br><br>Polttoaineiden, kemikaalien, räjähteiden ja jätteiden kuljetusetäisyydet perustuvat hankevastaavalta saatuihin tietoihin. Maamassojen kuljetusten osalta on käytetty infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmän oletusetäisyyksiä. |
| Rakennusmateriaalit | Infrarakentamisen päästötietokanta 2025. https://co2data.fi/infra/<br>- Putki, vesijohtoputki 355 mm, PE, PN10, RC suojakuori<br>- Murske, kalliomurske, KaM 0/32<br>- Muovikalvo, PE, 0,5 mm<br>- Bentoniittimatto<br><br>Rakentamisen päästötietokanta 2025. https://co2data.fi/rakentaminen/<br>- Geotekstiili, PP<br><br>Environmental Product Declaration for aggregates from Uusimaa quarry – Pornainen. https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/17519957-8d78-411a-8437-78c2fe757349/Data<br>- Louhe |
| Rakennusvaiheen työkoneet | Infrarakentamisen päästötietokanta 2025. https://co2data.fi/infra/<br>- KKH 30, kaivinkone, tela-alustainen<br><br>Ecoinvent 3.9.1.<br>- Harvesting, forestry harvester |
| Peittorakenteiden kasvit | Infrarakentamisen päästötietokanta 2025. https://co2data.fi/infra/<br>- Siemenseos (verifioimaton tulos) |

Copyright © AFRY Finland Oy

### 20.1.2 Hankkeen vaikutus hiilinieluihin ja -varastoihin

Hankkeen toteuttaminen edellyttää puuston kaatamista ja maaperän orgaanisen aineksen poistamista rakennettavilla alueilla. 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.

Taulukko 20-2. Hankkeen vaikutukset puuston ja maaperän hiilinieluun ja -varastoon.

| Vaikutus | Syntytapa |
|---|---|
| Hiilinielun muutokset | • Puuston kaataminen poistaa puiden kasvusta muodostuvan nielun<br>• Maaperän hiilinielu menetetään kaivujen yhteydessä |
| Hiilivaraston menetys | • Kaadettaviin puihin sitoutunut hiili menetetään<br>• Maaperän orgaaniseen ainekseen sitoutunut hiili menetetään |

Hankkeen vaikutusta puuston hiilinieluun ja -varastoon on arvioitu yhdistelemällä eri tietolähteitä. Hankealueen puuston lajikohtaiset tilavuudet on saatu Luonnonvarakeskuksen avoimesta MVMI-aineistosta (Luonnonvarakeskus 2021), ja puuston hiilivarasto on laskettu hankevaihtoehtojen rakennettavien alueiden pinta-alojen, puuston keskitilavuuksien ja puiden laskennallisen hiilipitoisuuden avulla. Hiilipitoisuuden laskennassa on käytetty havu- ja lehtipuiden biomassan määrälle runkopuutilavuutta kohden arvoja 0,76 t/m$^3$ ja 0,75 t/m$^3$ (Lehtonen ym. 2004), ja 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 2025). Hankealueelle määritettiin työkalun avulla keskimääräinen puuston hiilinielu vuosille 2025–2055. Laskennassa käytetyn vuosittaisen hiilinielun suuruus on 0,9 tCO2e/ha.

Maaperän hiilinielun ja -varaston laskennassa hankealue on jaettu MVMI-aineiston ja Suomen ympäristökeskuksen Soiden ojitustilanne -paikkatietoaineiston (Suomen ympäristökeskus 2011) avulla kivennäismaahan sekä ojitettuun ja ojittamattomaan 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).

Copyright © AFRY Finland Oy

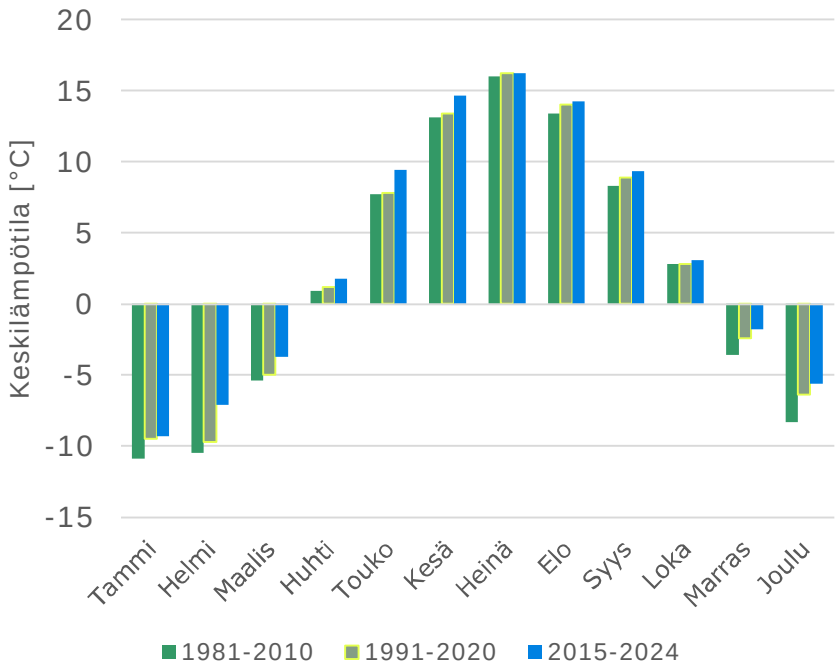
## 20.2 Nykytila

### 20.2.1 Ilmasto

Hankealue sijaitsee Kainuun maakunnan eteläosassa keskiboreaalisella ilmastovyöhykkeellä (Ilmatieteen laitos 2025a). Alueen ilmastolle on ominaista mantereisuus ja vuoden keskilämpötila on tavallisesti noin 2,5 celsiusastetta. Lämpimin kuukausi on heinäkuu, jolloin keskilämpötila on reilut +16 celsiusastetta. Hellepäiviä on keskimäärin 7–9 kesässä. Kylmimpinä kuukausina tammi- ja helmikuussa keskilämpötila on noin -9,5 celsiusastetta. Vuotuinen sademäärä on keskimäärin 650–700 millimetriä, ja sateisin kuukausi on heinäkuu 80 millimetrin keskimääräisellä sademäärällä. Kasvukauden pituus on Oulujärven ympäristössä noin 5,5 kuukautta. (Ilmasto-opas 2022)

Ensilumi saadaan Kainuussa yleisesti lokakuun puolivälin jälkeen, ja pysyvä lumipeite saapuu Oulujärven ympäristössä marraskuun loppuun mennessä. Lumipeite on tyypillisesti yli puoli metriä paksu. Pysyvä lumipeite säilyy noin 160 päivää ja katoaa huhtikuun loppupuolella. (Ilmasto-opas 2022)

Kajaanin lentoaseman havaintoasema on lähin, jolta on saatavilla pidemmän aikavälin lämpötilahavaintoja (Kuva 20-1). Siellä viimeisten kymmenen vuoden keskilämpötila oli 3,4 celsiusastetta (Ilmatieteen laitos 2025b), ja vertailukausien 1981–2010 ja 1991–2020 vastaavat arvot olivat 2,0 celsiusastetta (Pirinen ym. 2012) ja 2,6 celsiusastetta (Ilmatieteen laitos 2025c). Keskilämpötila on noussut vertailukaudelta toiselle 0,6 celsiusastetta ja ajanjakso 2015–2024 oli vertailukauden 1991–2020 keskiarvoa 0,8 celsiusastetta lämpimämpi.

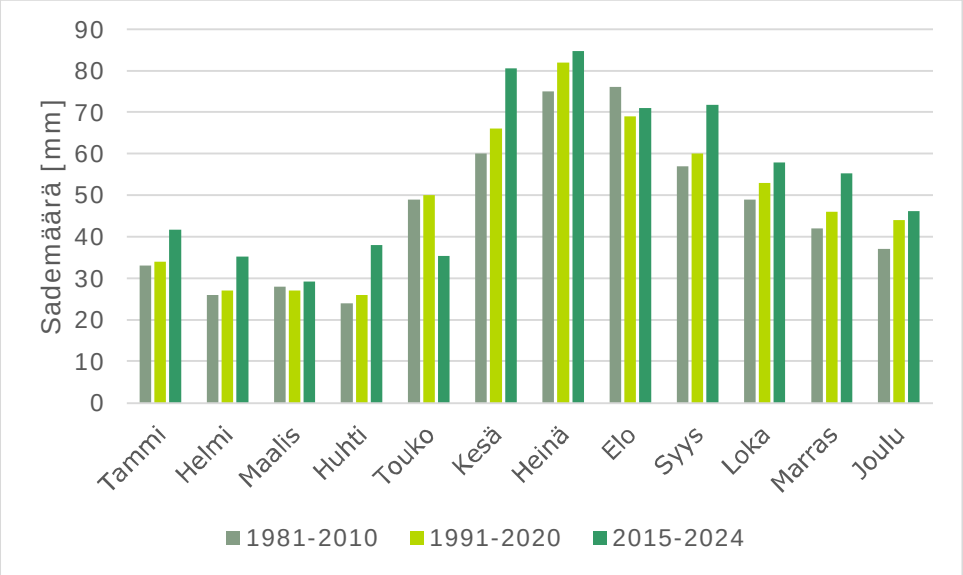



Kuva 20-1. Kuukauden keskilämpötila Kajaanin lentoaseman havaintoasemalla vertailukausilla 1981–2010 ja 1991–2020 sekä ajanjaksolla 2015–2024. (Ilmatieteen laitos 2025b, Pirinen ym. 2012 & Ilmatieteen laitos 2025c)

Kajaanin Paltaniemen havaintoasemalta on saatavilla pitkän aikavälin sadetilastoja (Kuva 20-2). Siellä vuosien 2015–2024 keskimääräinen vuotuinen sademäärä oli 647 millimetriä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vertailukausien 1991–2020 ja 1981–2010 vastaavat arvot olivat 585 millimetriä (Ilmatieteen laitos 2025d) ja 556 millimetriä (Pirinen ym. 2012). Sademäärä on kasvanut 5 prosenttia vertailukaudelta toiselle ja 11 prosenttia vertailukaudelta 1991–2020 ajanjaksolle 2015–2024.




Kuva 20-2. Keskimääräinen kuukausittainen sademäärä Kajaanin Paltaniemen havaintoasemalla vertailukausilla 1981–2010 ja 1991–2020 sekä ajanjaksolla 2015–2024. (Ilmatieteen laitos 2025b, Ilmatieteen laitos 2025d & 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 2025a). 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 pyrittävä vähentämään 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 2025b)

Päästövähennyksiin liittyviä tavoitteita ja toimenpiteitä on kirjattu myös keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmaan, jossa lähtökohtana on EU:n komission asettama taakanjakosektorin 50 prosentin päästövähennysvelvoite vuodelle 2030 verrattuna vuoden 2005 tasoon (Ympäristöministeriö 2022b). Valtioneuvoston selontekoon maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmasta taas 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 on asetettu tavoitteita muun muassa

Copyright © AFRY Finland Oy

uusiutuvien luonnonvarojen kestävään käyttöön ja uusiutumattomien luonnonvarojen kulutuksen vähentämiseen liittyen (Ympäristöministeriö 2021).

Kainuun maakuntasuunnitelmaan on kirjattu ilmastotavoitteita vuodelle 2040. Maakunnan tavoitteina on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 80 prosenttia vuoden 2007 tasosta, saada nostettua uusiutuvan energian osuus energiankulutuksesta 100 prosenttiin ja säilyttää hiilinielut suurempina kuin maakunnan kasvihuonekaasupäästöt. Lisäksi Kainuun maakuntaohjelmassa 2022–2025 on asetettu tavoitteeksi muun muassa kestävän kaivannaisalan kehittäminen ja kiertotalouden edistäminen hyödyntämällä tuotantoprosessien jätteitä ja sivuvirtoja raaka-aineena. (Kainuun liitto 2021)

Kainuun Hinku-laskentasääntöjen mukaiset kasvihuonekaasupäästöt olivat noin 498 kt$CO_2$e vuonna 2023 (Suomen ympäristökeskus 2025e). Päästöt ovat laskeneet noin 35 prosenttia vuoden 2007 tasosta 765 kt$CO_2$e. 80 prosentin väheneminen vuoteen 2040 mennessä tarkoittaisi päästöjen laskemista tasolle 153 kt$CO_2$e. Kainuun liiton teettämän selvityksen perusteella Kainuun tuotantoperusteiset kokonaispäästöt vuosina 2009, 2018 ja 2022 olivat 722 kt$CO_2$e, 648 kt$CO_2$e ja 590 kt$CO_2$e (Kainuun liitto 2024d). Teollisuudesta aiheutuvia päästöjä selvityksessä sisältyi sektoriin *Muu polttoöljyn sekä teollisuuden polttoaineen kulutus*, jonka kokonaispäästöt vuosina 2009, 2018 ja 2022 olivat 40, 95 ja 98 kt$CO_2$e. Tuotantoperusteisten kokonaispäästöjen tulisi laskea tasolle 152 kt$CO_2$e, jotta vuodelle 2040 asetettu tavoite saavutettaisiin.

## 20.3 Vaikutusten arviointi

### 20.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

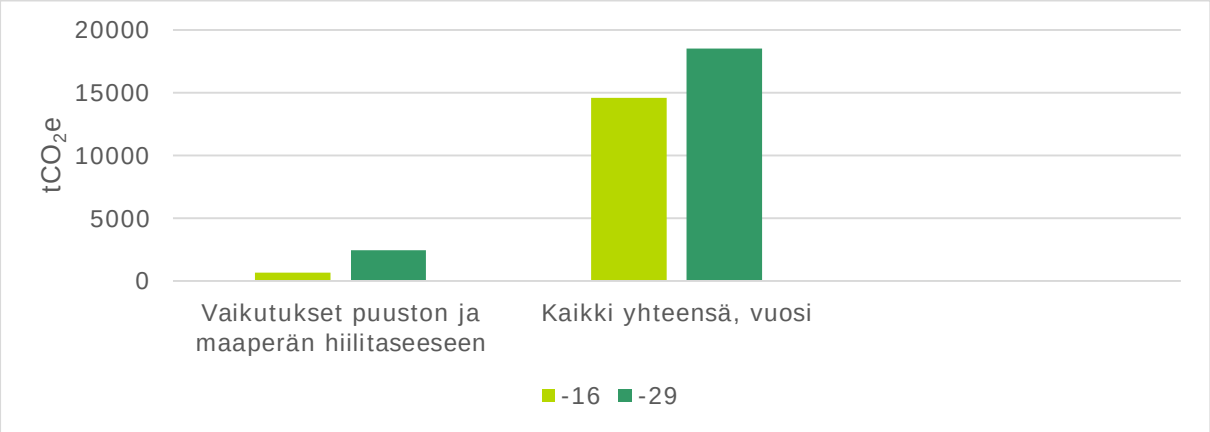
Rakentamisen aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä muodostuu toteutusvaihtoehdon mukaan noin 17 800–56 600 t$CO_2$e (Taulukko 20-3). Päästöt koostuvat purkuputken, selkeytysaltaiden, rikastushiekka-altaan ja sivukivialueen rakentamisessa käytettyjen materiaalien valmistuksesta ja kuljetuksista, maamassojen kaivusta ja kuljetuksista sekä metsän raivauksen polttoainekulutuksesta ja puuston kuljetuksista. Hankkeen jäädessä toteuttamatta rakentamisen aikaisia vaikutuksia ei muodostu.

Taulukko 20-3. Arvio hankkeen rakentamisen aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä.

| Hankevaihtoehto | Päästöt [t$CO_2$e] |
|---|---|
| VE0 | 0 |
| VE1 | 17 800 |
| VE2 | 56 600 |

Arviolta 44–56 prosenttia rakentamisen aikaisista päästöistä aiheutuu kuljetuksista (Kuva 20-3). VE1:ssä kuljetuksilla on suurin osuus rakentamisen aikaisista vaikutuksista. Erityisesti louheen suuri massa johtaa suhteellisen korkeisiin kuljetuspäästöihin. Materiaaleista aiheutuu noin 39–51 prosenttia päästöistä. VE2:ssa rakennettavat alueet ovat laajempia ja tarvittavat materiaalimäärät suurempia, jolloin materiaalipäästöt nousevat kuljetuspäästöjä korkeammiksi. Työkoneiden polttoaineen kulutuksesta aiheutuvien päästöjen osuuden arvioidaan olevan vähäinen, noin 5 prosenttia molemmissa vaihtoehdoissa.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 20-3. Rakentamisen aikaisten kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen päästölähteisiin.

### 20.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä muodostuu VE1:ssä noin 349 000 $tCO_2e$ ja VE2:ssa noin 292 000 $tCO_2e$ (Taulukko 20-4). Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 toiminnan on oletettu jatkuvan 20 vuotta vuosina 2030–2049. VE0:ssa päästöjä muodostuu noin 51 900 $tCO_2e$ vuosina 2030–2035.

Taulukko 20-4. Arvio hankkeen elinkaaren aikana muodostuvista toiminnan aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä.

| Hankevaihtoehto | Päästöt [$tCO_2e$] |
|---|---|
| VE0 | 51 900 |
| VE1 | 349 000 |
| VE2 | 292 000 |

On huomioitava, että toteutusvaihtoehtojen päästöissä ovat mukana sulfaatin poistoon käytettävästä kalkista aiheutuvat päästöt, joiden osuus toiminnan aikaisista kokonaispäästöistä on 27 prosenttia VE1:ssä ja 13 prosenttia VE2:ssa. Sulfaatin poistoon käytettävä menetelmä ja tarvittavat kemikaalimäärät saattavat kuitenkin vielä muuttua suunnittelun edetessä. Tässä tarkastelussa kalkin päästöt on laskettu tämänhetkisten suunnittelutietojen mukaisen maksimikulutuksen perusteella.

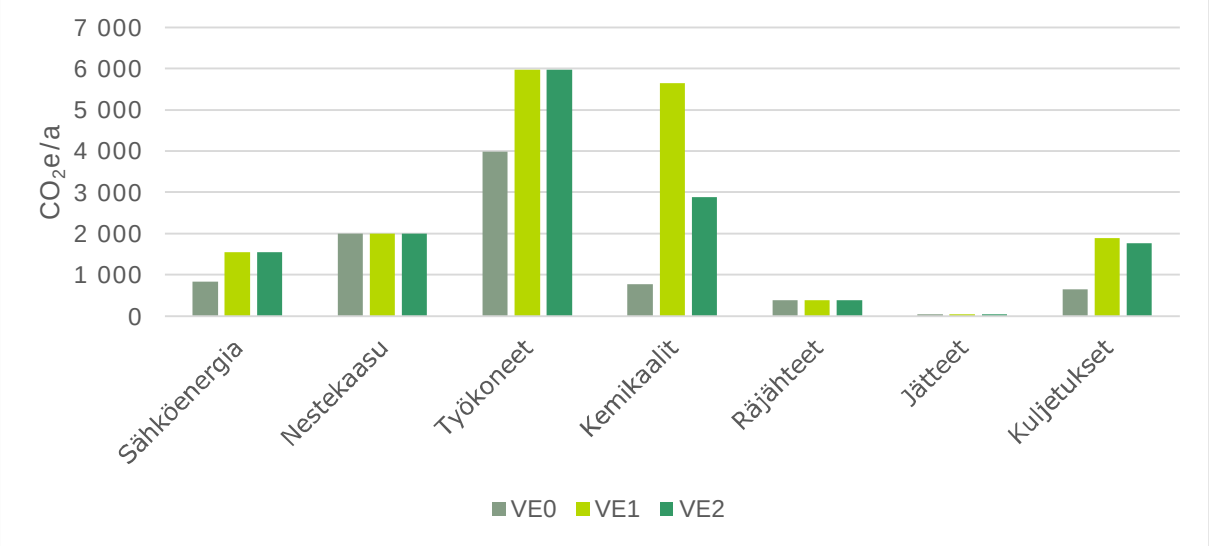
Vuosittaisia toiminnasta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä muodostuu VE1:ssä noin 17 500 $tCO_2e/a$, VE2:ssa noin 14 600 $tCO_2e/a$ ja VE0:ssa noin 8 640 $tCO_2e/a$ (Taulukko 20-5). VE1:ssä ja VE2:ssa tuotannon on oletettu kaksinkertaistuvan, jolloin myös sähkön, polttoaineen ja kemikaalien kulutuksen on oletettu kaksinkertaistuvan tai lisääntyvän.

Taulukko 20-5. Arvio hankkeen toiminnan aikaisista vuosittaisista kasvihuonekaasupäästöistä.

| Hankevaihtoehto | Päästöt [$tCO_2e/a$] |
|---|---|
| VE0 | 8 640 |
| VE1 | 17 500 |
| VE2 | 14 600 |

Copyright © AFRY Finland Oy

Suurin osa, noin 34–46 prosenttia, vuosittaisista toiminnan aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu työkoneiden polttoaineiden kulutuksesta (Kuva 20-4). Kemikaaleista aiheutuu arviolta 9–32 prosenttia, rikasteen kuivaukseen käytettävästä nestekaasusta 11–23 prosenttia, kuljetuksista 7–12 prosenttia ja sähköenergian kulutuksesta 9–11 prosenttia päästöistä. Laskennassa on huomioitu päästöttömälle sähköenergialle tuulivoimatuotannon mukaiset epäsuorat elinkaaren aikaiset ilmastovaikutukset.




Kuva 20-4. Toiminnan aikaisten kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen päästölähteisiin.

### 20.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päättymisen jälkeisiä kasvihuonekaasupäästöjä muodostuu noin 6 220–10 670 $tCO_2e$. VE1:ssä ja VE2:ssa päästöt ovat VE0:a suuremmat peitettävien alueiden suuremman pinta-alan takia.

Taulukko 20-6. Arvio toiminnan päättymisen jälkeisistä kasvihuonekaasupäästöistä.

| Hankevaihtoehto | Päästöt [$tCO_2e$] |
|---|---|
| VE0 | 6 220 |
| VE1 | 6 770 |
| VE2 | 10 670 |

Suurin osa, noin 49–54 prosenttia, päästöistä aiheutuu sulkemistoimenpiteissä käytetyistä materiaaleista. Kuljetusten ja työkoneiden polttoainekulutuksen osuudet ovat noin 29–32 prosenttia ja 17–19 prosenttia.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 20-5. Toiminnan päättymisen jälkeisten kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen päästölähteisiin.

### 20.3.4 Vaikutukset hiilinieluihin ja -varastoihin

Rakentamisvaiheessa poistettavan puuston kokonaismäärä on arviolta noin 4 700 kuutiometriä VE1:ssä ja 16 400 kuutiometriä VE2:ssa (Taulukko 20-7). Vastaavat hakkuupinta-alat ovat noin 41 hehtaaria ja 131 hehtaaria. Hakattavien alueiden suuruus riippuu rakennettavien alueiden pinta-alasta. VE0:ssa ei aiheudu vaikutuksia hiilinieluihin ja -varastoihin.

Taulukko 20-7. Paikkatietoaineiston (Luonnonvarakeskus 2021) mukaiset puuston määrät hankkeen rakennettavilla alueilla.

| Hankevaihtoehto | Mänty [$m^3$] | Kuusi [$m^3$] | Koivu [$m^3$] | Muut lehtipuut [$m^3$] | Yhteensä [$m^3$] |
|---|---|---|---|---|---|
| VE1 | 2 710 | 941 | 876 | 175 | 4 700 |
| VE2 | 9 390 | 3 990 | 2 560 | 441 | 16 400 |

Rakennettavat alueet sijaitsevat pääosin kivennäismaalla (Taulukko 20-8). Turvemaata on hankevaihtoehdosta riippuen noin 25–36 prosenttia. Maalajilla on merkitystä maankäytön muutoksen kannalta, sillä orgaaninen maaperä toimii kivennäismaata suurempana hiilivarastona ja sen hiilinielu on herkempi maanmuokkauksen vaikutuksille (Mäkipää ym. 2023).

Taulukko 20-8. Rakennettavien alueiden jakautuminen eri maalajeihin paikkatietoaineiston (Suomen ympäristökeskus 2011) mukaisesti.

| Hankevaihtoehto | Kivennäismaa | Ojitettu turvemaa | Ojittamaton turvemaa |
|---|---|---|---|
| VE1 | 63 % | 33 % | 3 % |
| VE2 | 75 % | 22 % | 3 % |

Rakentamisen myötä tapahtuva puuston ja maaperän hiilinielujen ja -varastojen menetys on arviolta noin 13 500 $tCO_2e$ VE1:ssä ja 48 500 $tCO_2e$ VE2:ssa (Taulukko 20-9). Puuston ja maaperän hiilivarastojen menetyksellä on merkittävä vaikutus. Laskennassa on huomioitu sekä kivennäismaan pintakerrosten orgaanisen aineksen että turpeen hiili. Hiilinielujen menetyksen vaikutus taas on vähäisempi. Maaperän osalta arvioitu hiilinielun menetys on negatiivinen, eli nykyisten maaperäpäästöjen oletetaan lakkaavan orgaanisen aineksen poistamisen yhteydessä. Käytännössä maamassojen leikkauksen ja läjityksen jälkeen

Copyright © AFRY Finland Oy

hitaasta orgaanisen aineksen hajoamisesta aiheutuvien päästöjen voidaan kuitenkin katsoa lisääntyvän. Tämä vaikutus näkyy arvion mukaisena maaperän hiilivaraston menetyksenä.

Taulukko 20-9. Arvio rakentamisen yhteydessä menetettävien puuston ja maaperän hiilinielujen ja -varastojen suuruudesta hankkeen 20 vuoden elinkaaren aikana. Maaperän hiilinielujen menetyksen negatiivinen arvo tarkoittaa nykyisten maaperäpäästöjen loppumista.

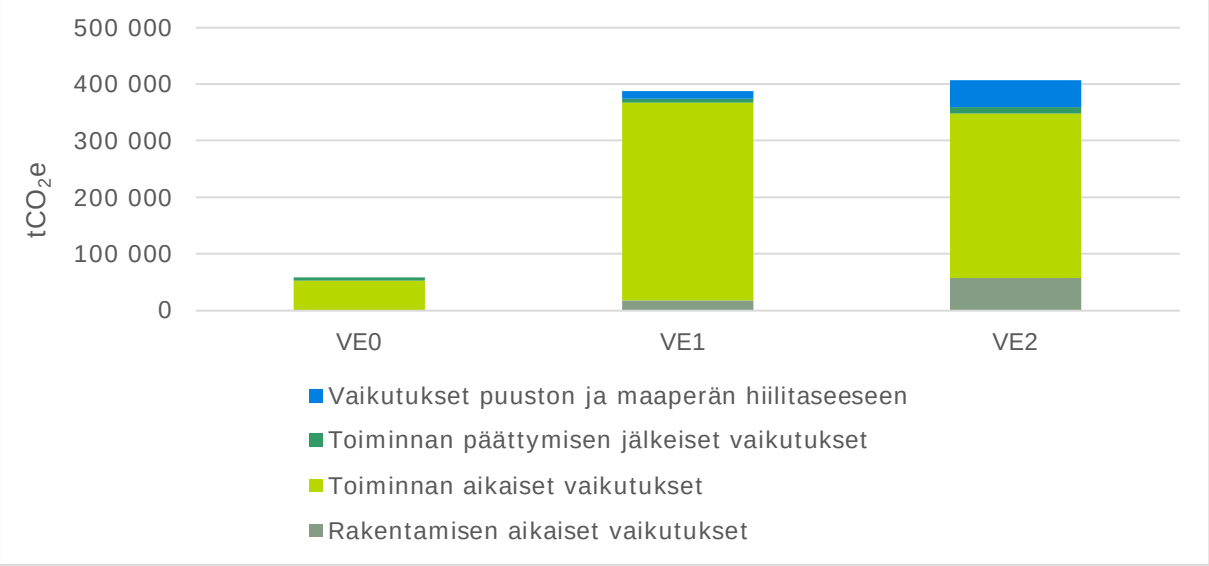
| Hankevaihtoehto | Puuston hiilivaraston menetys [$tCO_2e$] | Puuston hiilinielun menetys [$tCO_2e$] | Maaperän hiilivaraston menetys [$tCO_2e$] | Maaperän hiilinielun menetys [$tCO_2e$] | Vaikutus yhteensä [$tCO_2e$] |
|---|---|---|---|---|---|
| VE1 | 6 530 | 708 | 6 560 | -325 | 13 500 |
| VE2 | 22 800 | 2 270 | 24 000 | -571 | 48 500 |

## 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 58 100–407 000 $tCO_2e$ (Kuva 20-6). Kokonaispäästöt ovat molemmissa toteutusvaihtoehdoissa selvästi VE0:a korkeammat erityisesti pitemmän toiminta-ajan ja suunnitellun tuotantomäärän nostamisen takia. Hankevaihtoehdosta riippuen noin 72–90 prosenttia kokonaispäästöistä muodostuu toiminnan aikana. Toiminnan päättymisen jälkeisten vaikutusten osuus on noin 2–11 prosenttia. VE1:ssä ja VE2:ssa päästöjä aiheutuu lisäksi uusien alueiden rakentamisesta sekä siihen liittyvästä puuston kaatamisesta ja maaperän muokkauksesta. Rakentamisvaiheen osuus kokonaispäästöistä on toteutusvaihtoehtojen osalta noin 5–14 prosenttia, ja puuston ja maaperän hiilitasevaikutusten osuus on noin 3–12 prosenttia.




Kuva 20-6. Arvio hankkeen elinkaaren aikaisista kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä. VE0:n osalta on arvioitu ajanjaksoa 2030–2035 ja VE1:n ja VE2:n osalta ajanjaksoa 2030–2049.

Copyright © AFRY Finland Oy

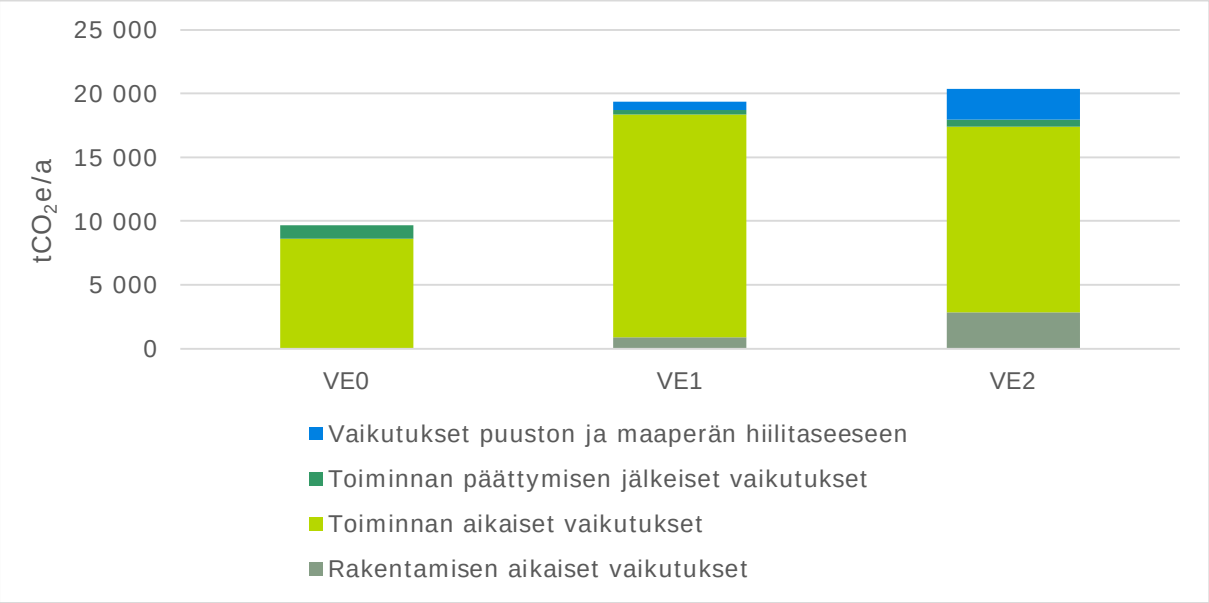
Suurin päästölähde on toiminnan aikainen työkoneiden polttoaineen kulutus, jonka osuus hankkeen elinkaaren aikaisista kokonaispäästöistä on noin 29–41 prosenttia (Taulukko 20-10). Muita merkittäviä päästölähteitä ovat kemikaalit ja nestekaasun poltto, joista aiheutuu noin 8–29 prosenttia ja 10–21 prosenttia kokonaispäästöistä.VE2:ssa myös puuston ja maaperän yhteenlasketun hiilitasevaikutuksen osuus on merkittävä, noin 12 prosenttia päästöistä.

Taulukko 20-10. Arvio hankkeen elinkaaren aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä päästölähteittäin. VE0:n osalta on arvioitu ajanjaksoa 2030–2035 ja VE1:n ja VE2:n osalta ajanjaksoa 2030–2049.

| Päästöt [$tCO_2e$] | VE0 | VE1 | VE2 |
|---|---|---|---|
| Rakentaminen | 0 | 17 800 | 56 600 |
| Materiaalit | 0 | 6 900 | 29 000 |
| Kuljetukset | 0 | 10 000 | 24 900 |
| Työkoneiden polttoaineet | 0 | 842 | 2 750 |
| Toiminta-aika | 51 900 | 349 000 | 292 000 |
| Sähköenergia | 4 970 | 30 800 | 30 800 |
| Nestekaasu | 12 000 | 39 900 | 39 900 |
| Kemikaalit | 4 620 | 113 000 | 57 700 |
| Räjähteet | 2 310 | 7 680 | 7 680 |
| Jätteet | 214 | 714 | 714 |
| Kuljetukset | 3 860 | 37 800 | 35 400 |
| Työkoneiden polttoaineet | 23 000 | 120 000 | 120 000 |
| Toiminnan päättyminen | 6 220 | 6 770 | 10 670 |
| Materiaalit | 3 060 | 3 290 | 5 770 |
| Kuljetukset | 1 970 | 2 180 | 3 120 |
| Työkoneiden polttoaineet | 1 190 | 1 310 | 1 780 |
| Puusto ja maaperä | 0 | 13 500 | 48 500 |
| Puuston hiilivaraston menetys | 0 | 6 530 | 22 800 |
| Puuston hiilinielun menetys | 0 | 708 | 2 270 |
| Maaperän hiilivaraston menetys | 0 | 6 560 | 24 000 |
| Maaperän hiilinielun menetys | 0 | -325 | -571 |
| Yhteensä | 58 100 | 387 000 | 407 000 |

Elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt vuositasolle jaettuna ovat noin 9 680–20 400 $tCO_2e/a$ (Kuva 20-7). Vuositasolla tarkasteltuna hankkeen toteuttamisesta ja toteuttamatta jättämisestä aiheutuvien vaikutusten ero ei ole yhtä suuri kuin elinkaaren aikaisten kokonaispäästöjen osalta. VE1:n ja VE2:n vaikutukset on kuitenkin arvioitu VE0:an nähden kaksinkertaisella tuotantomäärällä, minkä vuoksi myös vuosipäästöt ovat niissä selvästi korkeammat. Lisäksi rakentamisvaiheessa syntyvät päästöt sekä puustoon ja maaperään kohdistuvat hiilitasevaikutukset lisäävät elinkaaren aikaisia vuosittaisia päästöjä molemmissa toteutusvaihtoehdoissa.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 20-7. Arvio hankkeen elinkaaren aikaisista vuosittaisista kasvihuonekaasupäästöistä. Rakentamisen aikaiset ja toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset sekä puustoon ja maaperään kohdistuvat vaikutukset on jaettu elinkaaren pituudella vuosittaisen vaikutuksen laskemiseksi.

Pelkästään toiminnasta aiheutuvia suoria kasvihuonekaasupäästöjä tarkasteltaessa vuosipäästöt ovat noin 4 580–5 760 $tCO_2e/a$. Suoria päästöjä syntyy rikasteen kuivauksessa käytetystä nestekaasusta ja työkoneiden polttoaineen kulutuksesta. Arviossa ovat mukana myös tehdasalueella toimivan ulkopuolisen toimijan työkoneet. Toiminnan suorat päästöt vastaavat noin 0,9–1,2 prosenttia Kainuun maakunnan vuoden 2023 Hinku-laskentasääntöjen mukaisista päästöistä ja noin 4,1–5,2 prosenttia Kainuun vuoden 2023 teollisuuden ja työkoneiden päästöistä (Suomen ympäristökeskus 2025e). Koko Suomen kasvihuonekaasuinventaarion mukaisesta päästömäärästä hankkeen suorat päästöt vastaavat noin 0,009–0,011 prosenttia (Tilastokeskus 2025).

Hankkeen elinkaaren aikaiset kokonaiskasvihuonekaasupäästöt tuotettua talkkia kohden ovat noin 0,065–0,068 $tCO_2e/t$, jos vuosituotannoksi oletetaan VE0:ssa 150 000 t ja VE1:ssä ja VE2:ssa 300 000 t. Päästöt ovat VE1:ssä ja VE2:ssa alhaisemmat kuin VE0:ssa, koska esimerkiksi polttoaineiden ja vesienkäsittelykemikaalien kulutuksen ei ole oletettu kasvavan samassa suhteessa tuotantomäärän kanssa. Lisäksi tuotantomäärän kasvattamisen vaatima lisääntynyt rikasteen kuivaukseen kuluva energiamäärä on oletettu katettavan fossiilisten polttoaineiden sijaan sähköenergialla. Tässä on kuitenkin huomioitava, että esimerkiksi Uutelan kaivoksen toiminnasta aiheutuvia päästöjä ei ole huomioitu arvioinnissa, eivätkä VE1:n ja VE2:n lisääntyneen tuotannon vaatiman suuremman louhintamäärän vaikutukset siten näy arvioiduissa päästöissä.

Taulukko 20-11. Arvio kasvihuonekaasupäästöistä tuotettua talkkitonnia kohden.

| Hankevaihtoehto | Kaikki päästöt [$tCO_2e/t$] | Suorat päästöt [$tCO_2e/t$] |
|---|---|---|
| VE0 | 0,065 | 0,031 |
| VE1 | 0,065 | 0,019 |
| VE2 | 0,068 | 0,019 |

Copyright © AFRY Finland Oy

Pelkät toiminnasta aiheutuvat suorat päästöt huomioiden päästöt tuotettua talkkia kohden ovat noin 0,019–0,031 $tCO_2e/t$. Vaikutukset ovat pienemmät VE1:ssä ja VE2:ssa kuin VE0:ssa. Päästöt ovat samaa suuruusluokkaa kuin talkin tuotannolle tehdyissä elinkaarianalyyseissä, joissa kasvihuonekaasupäästöiksi arvioitiin 0,016 $tCO_2e/t$ (Badino ym. 1995) ja 0,030 $kgCO_2e/t$ (Assoumaya 2013). Tarkastelujen laajuudessa voi kuitenkin olla eroja, eivätkä arvot siten ole täysin vertailukelpoisia.

Hankkeen myötä menetettävän puuston hiilinielun suuruus VE1:ssä ja VE2:ssa on noin 0,002–0,007 prosenttia arvioidusta Kainuun metsätalousmaan kokonaisnielusta vuonna 2021 (Luonnonvarakeskus 2025). Vaikka hanketasolla tarkasteltuna hiilinielun menetyksen suuruus onkin merkittävä, on sen vaikutus maakunnan kokonaisnielun kannalta pieni. Mikäli kaivujen yhteydessä poistettavan maaperän orgaanisen aineksen hiilen oletettaisiin hajoavan hiilidioksidiksi hankkeen 20 vuoden toiminnan aikana, vastaisi tästä aiheutuvien päästöjen osuus noin 0,071–0,146 prosenttia maakunnan metsämaan maaperän vuoden 2021 mukaisista päästöistä (Luonnonvarakeskus 2025).

Hankkeen toteuttamisella arvioidaan olevan vähäinen negatiivinen 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 Kainuun hiilinielujen lisäämistä koskevan tavoitteen vastainen, on vaikutus vain vähäinen. Maakuntatason tavoitteisiin on kirjattu yhdeksi tavoitteeksi kestävän kaivannaisalan kehittäminen, ja hanke on näiden tavoitteiden mukainen esimerkiksi siltä osin, että nestekaasua korvataan osittain uusiutuvalla ja suorilta päästövaikutuksiltaan päästöttömällä sähköenergialla rikasteen kuivausprosessissa. 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

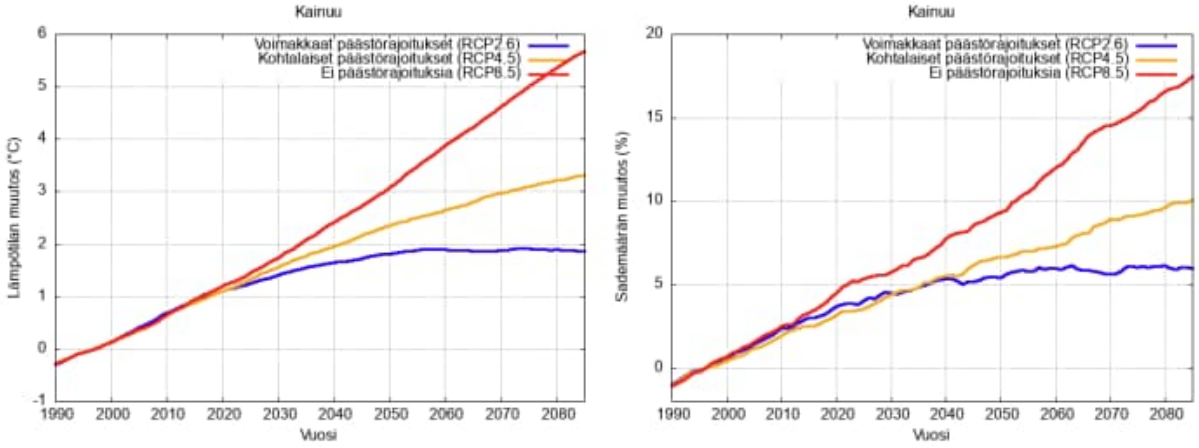
Copyright © AFRY Finland Oy

tätäkin kunnianhimoisemmat tavoitteet. Jotta Pariisin ilmastosopimuksen tiukimmat tavoitteet saavutettaisiin, täytyisi käytännössä tehdä jopa skenaariota RCP2.6 nopeampia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistoimia. *(Lehtonen 2020)*

### Sään muutokset

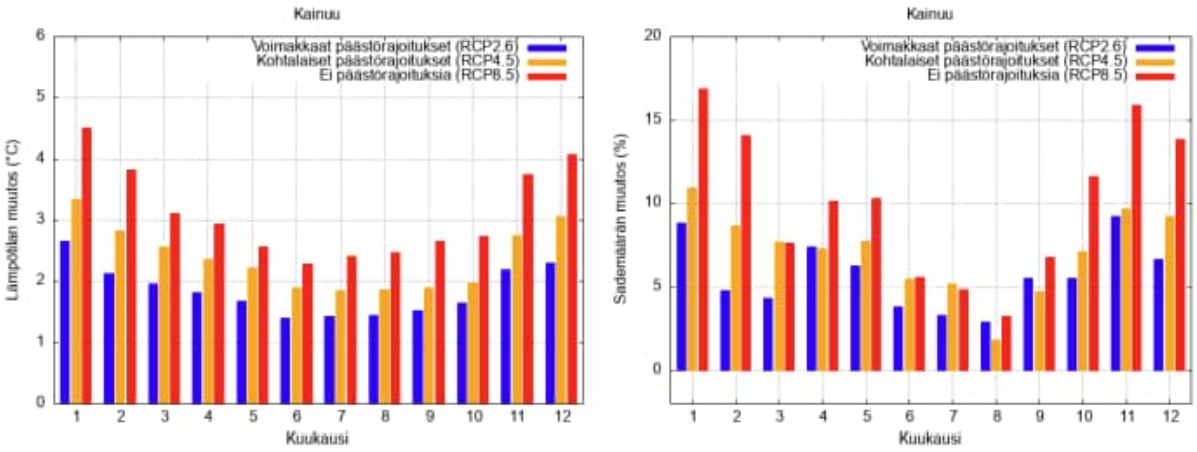
Kainuun maakunnan ilmasto on lämmennyt noin 0,7 celsiusastetta vertailujaksolta 1981–2010 jaksolle 1991–2020. Keskilämpötilan ennustetaan edelleen nousevan ja olevan vuosisadan puoliväliin mennessä noin 1,8–3,0 celsiusastetta nykyistä korkeampi. Vuotuisen sademäärän arvioidaan nousevan 500–700 millimetristä 530–770 millimetriin. Kainuussa 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 20-8ja Kuva 20-9): (Gregow ym. 2021)

- Keskilämpötila nousee kaikkina vuodenaikoina, talvella kaikkein eniten.
- Sademäärät kasvavat ja rankkasateet voimistuvat.
- Talvi lyhenee 30–40 vuorokaudella ja kesä pitenee 20–30 vuorokaudella.
- Pilvisyys lisääntyy.
- Sekä vuorokauden ylin että alin lämpötila nousevat.
- Pakkaspäivien määrä vähenee.
- Lumen määrä vähenee ja pysyvän lumen ilmaantuminen myöhästyy.
- Sademäärät lisääntyvät.
- Rankkasateiden voimakkuus kasvaa.
- Tuulen nopeus ei muutu merkittävästi.
- Roudan määrä vähenee.




Kuva 20-8. Vuotuisen keskimääräisen lämpötilan ja sademäärän arvioidut muutokset Kainuussa 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 Kainuussa 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)

Kainuussa ei ole merkittäviä tulvariskialueita, ja tulvariski on nykyään kohtalainen. Ilmastonmuutoksen vaikutuksesta ja lumen määrän vähetessä tulvariskin arvioidaan pysyvän ennallaan tai pienenevän vuoteen 2050 mennessä. Arvioon liittyy kuitenkin merkittävää epävarmuutta ja vaikutus voi vaihdella vesistöalueittain. Hulevesitulvariski on nykyään melko pieni tai kohtalainen ja ilmastonmuutoksen vaikutuksesta sen arvioidaan kasvavan. (Gregow ym. 2021)

Hankealue ei sijaitse tunnistetulla tulvariskialueella tai tulvakartoitetulla alueella (Tulvakeskus 2025). Kuitenkin sadevesimäärän kasvaessa ja rankkasateiden yleistyessä on huomioitava se, että sademäärän on arvioitu kasvavan noin 30–70 millimetriä vuosisadan puoliväliin mennessä. Se tarkoittaa, että yhden neliömetrin pinta-alalle kertyy 30–70 litraa enemmän vettä vuodessa, mikä tulee huomioida alueen vesienhallinnassa.

### Metsäpalot ja -tuhot

Suurin osa metsäpaloista on ihmisten aiheuttamia, johtuen esimerkiksi tulen huolimattomasta käsittelystä ja metsänhakkuista. Ilmastonmuutos kuitenkin lisää helleriskiä ja sitä myötä metsäpaloriskiä. Sään ja ilmaston lisäksi myös metsän ominaispiirteet vaikuttavat palojen syttymiseen, voimakkuuteen ja leviämiseen. (Aalto & Venäläinen 2021)

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,

Copyright © AFRY Finland Oy

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)

### 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. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on oletettu, että talkin tuotantomäärä nousee 150 000 t/a -> 300 000 t/a. Talkin tuotantomäärät riippuvat kuitenkin kysynnän määrästä ja liikennemäärät yms. kasvavat 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 kaksinkertainen

Copyright © AFRY Finland Oy

tuulivoimaan verrattuna, kasvaisivat kokonaispäästöt VE0:ssa noin 10 prosenttia, VE1:ssä noin 12 prosenttia ja VE2:ssa noin 10 prosenttia.

## 20.8 Vaikutusten lieventäminen

Kasvihuonekaasupäästöihin voidaan vaikuttaa esimerkiksi työkoneiden polttoainevalinnoilla. 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 ei sijaitse valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita. Valtakunnallisesti merkittävistä maisema-alueista Vuokatin vaarajono ja rantakylä sijaitsee noin 4,3 kilometrin etäisyydellä hankealueen itäpuolella ja Naapurinvaaran vaara-asutus noin 6,3 kilometrin etäisyydellä hankealueen koillispuolella.
- Vaikutuksia maisemaan aiheuttaa erityisesti hankevaihtoehdossa VE1 nykyisen sivukivialueen korotus 35–50 m nykytilaan verrattuna, jolloin sivukivialue olisi noin 65–90 metriä ympäröivää maanpintaa korkeammalla tasolla (+240 m). Hankevaihtoehdossa VE2 rakennetaan kaksi kokonaan uutta sivukivialuetta, joiden korkeus olisi noin 35–60 metriä ympäröivää maanpintaa korkeammalla tasolla (+220 m). Uuden rikastushiekka-altaan vaikutus maisemassa on vähäisempi, vaihtoehdossa VE1 uuden rikastushiekka-altaan patokorkeus on tasolla +170 m ja vaihtoehdossa VE2 +180 m.
- Olemassa olevalla kaivosalueella maiseman herkkyys muutoksille on vähäinen. Sivukivialueen korotus/uudet sivukivialueet aiheuttavat muutoksia lähialueen maisemaan. Nykyisen sivukivialueen korotus (VE1) näkyisi kauemmas kuin uusien sivukivialueiden rakentaminen (VE2). Heikentäviä vaikutuksia ei kohdistu valtakunnallisesti arvokkaille maisema-alueille tai kulttuuriympäristökohteille. Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön on arvioitu kummassakin vaihtoehdossa vähäiseksi kielteiseksi.
- Hankevaihtoehdon VE2 uusien sivukivialueiden ja uuden rikastushiekka-altaan alueelle sijoittuu neljä kiinteää muinaisjäännöstä. Kohteet ovat tervahautoja. Purkuputken reitille sijoittuu yksi muinaisjäännös ja lähistölle toinen.

## 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 maastomallista laadittuja havainnekuvia.

Merkittävimpiä kaivosalueen ulkopuolelle näkyviä muutoksia lähialueen maisemaan aiheuttavat sivukivialueen korotus hankevaihtoehdossa VE1 ja uudet sivukivialueet hankevaihtoehdossa VE2. Sivukivialueiden näkyvyyttä on tarkasteltu havainnekuvien avulla. Kuvat on tehty maastomallista InfraWorks 2024 -ohjelmalla. Materiaalina on käytetty Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelusta saatavilla olevaa maanpinnan laserkeilausaineistoa ja ortokuvia sekä AFRY:n mallintamia sivukivialueiden ja rikastushiekka-altaiden suunnitelmia. Laserkeilausaineisto on tuotettu vuonna 2020 ja ortokuvat on kuvattu vuonna 2023. Havainnekuvissa näkyvän puuston sijainti ja korkeus on arvioitu

Copyright © AFRY Finland Oy

ortokuvien ja pistepilviaineiston avulla. Havainnekuvat on esitetty kuvaliitteessä (liite 10). Havainnekuvia on laadittu jokaisesta tarkastelupisteestä 5 kappaletta, nykytila VE0, vaihtoehto VE1, jossa muutos on esitetty todellisuutta mukailevalla harmaalla värillä, sekä korostettuna punaisella värillä ja VE2, josta on myös laadittu sekä harmaa että punainen korostettu kuva.

Kiinteisiin muinaisjäännöksiin kohdistuvien vaikutusten arviointi perustuu hanketta varten tehtyyn arkeologiseen inventointiin (Mikroliitti Oy 2024, 2025) ja Museoviraston rekisteritietoihin (Museovirasto 2025a). Alueelle syksyllä 2024 tehdyn arkeologisen inventoinnin tutkimusalueena olivat kaivospiirin laajennusalueet ja muuttuvan maankäytön alueet kaivospiirin sisällä sekä YVA-ohjelmavaiheen suunniteltujen purkuputkilinjausten (linjat A-C) alueet 50 metrin etäisyydellä keskilinjasta. Kesällä 2025 inventointia täydennettiin Nuasjärveen laskevan YVA-selostusvaiheen purkuputkilinjauksen (linja D) osalta.

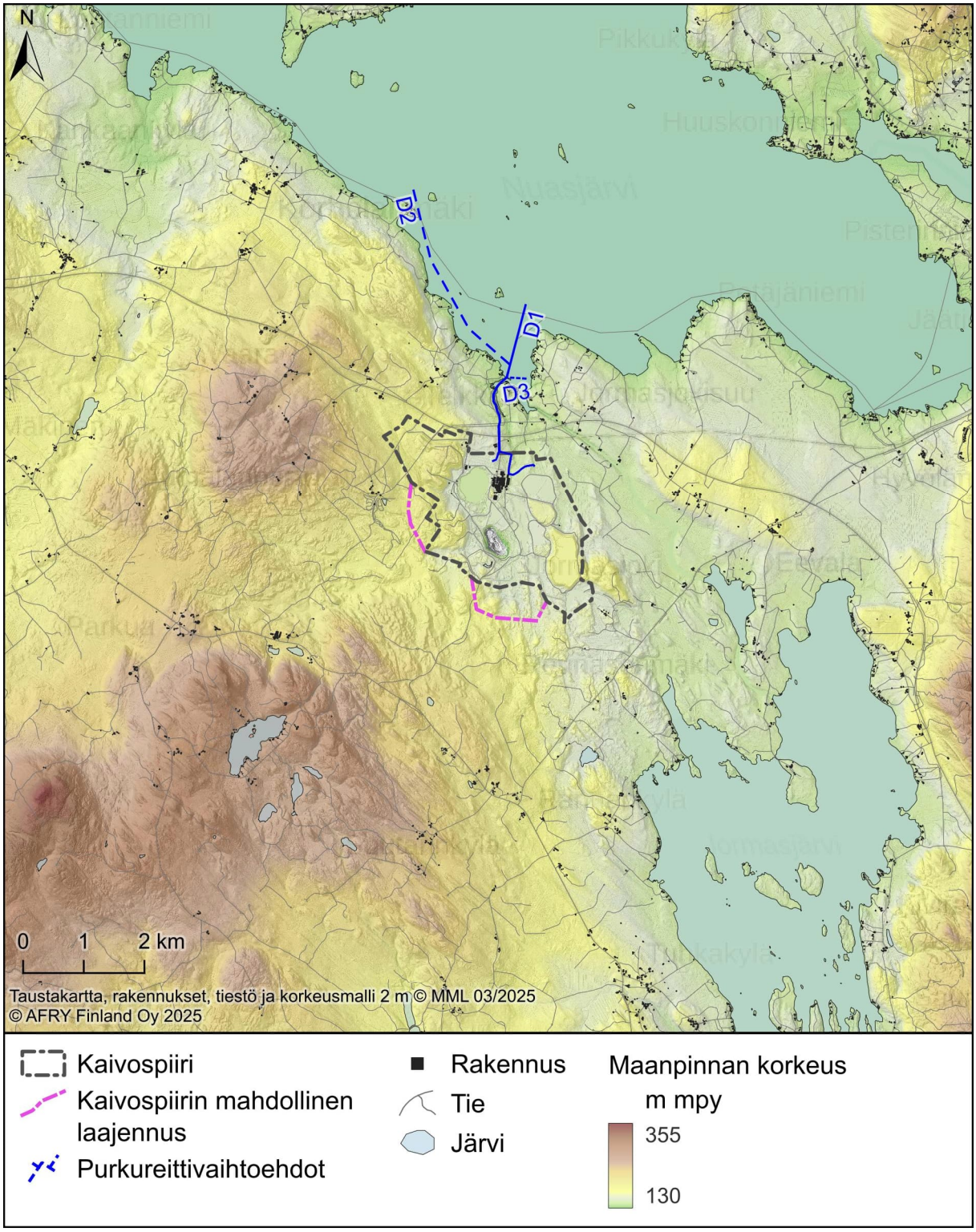
## 21.2 Nykytila

### 21.2.1 Maiseman yleiskuvaus

Hankealue sijoittuu Kainuun ja Kuusamon vaaramaan maisemamaakuntaan ja siinä Kainuun vaaraseudulle. Kainuun vaaraseudulle tyypillistä ovat jylhät vaaramaisemat, joiden ytimenä on koko alueen halki kulkeva vaarajakso. Mannerjäätikkö on antanut pinnanmuodoille suunnan luoteesta kaakkoon. Suurempien järvien ja reittivesistöjen ohella alueella on runsaasti pienempiä järviä ja jokivesistöjä. Metsiä ja soita alueella on runsaasti. Pellot ovat pieniä ja sijaitsevat usein huuhtoutumattomilla vaarojen lakialueilla. Asutus on aina ollut harvaa ja jakautunut vaarojen rinteille ja reittivesien varsille. Metsätaloutta on harjoitettu alueella tehokkaasti ja kauan. (Ympäristöministeriö 1992; Muhonen ja Savolainen 2013)

Hankealue sijoittuu Nuasjärven eteläpuolelle ja Jormasjoen länsipuolelle alueelle, jolla kumpuilevat matalat vaarat ja niiden väliin jäävät suot (Kuva 21-1). Maisemakuva on metsäinen (Kuva 21-2). Metsiä pirstovat hakkuuaukeat ja metsätiet. Pieniä peltoaloja on hankealueen länsipuolella Patamankankaalla, Nuasjärven rannalla ja Jormasjokisuulla. Hankealueella kaivosalueen sisällä on laajoja louhosalueita, rikastushiekka-allas ja vesialtaita sekä tehdasalueen rakennuksia. Lahnaslammen vanha louhos on täyttynyt vedellä. Maisemakuva kaivosalueella on teollinen. Lähialueen maisemassa, kuten pohjoisesta Kajaanintieltä katsottuna, kaivosalue rakennuksineen jää enimmäkseen metsän peittoon (Kuva 21-3, Kuva 21-4).

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 21-1. Topografia lähialueella ja hankealueen sijoittuminen. Kuvassa on esitetty myös rakennusten ja teiden sijoittuminen alueella.

Copyright © AFRY Finland Oy



Kuva 21-2. Kaivosalueen ympärillä maisemakuva on laajalti metsäinen. Kaivostoiminnot korostuvat lähialueen maisemassa hankealueen sisällä. Kuva Elementis Minerals 2024.




Kuva 21-3. Kaivosalue toimintoineen ei erotu lähialueen maisemassa. Kuva Google Maps, kuvausaika kesäkuu 2021, osoite Kajaanintie 57.

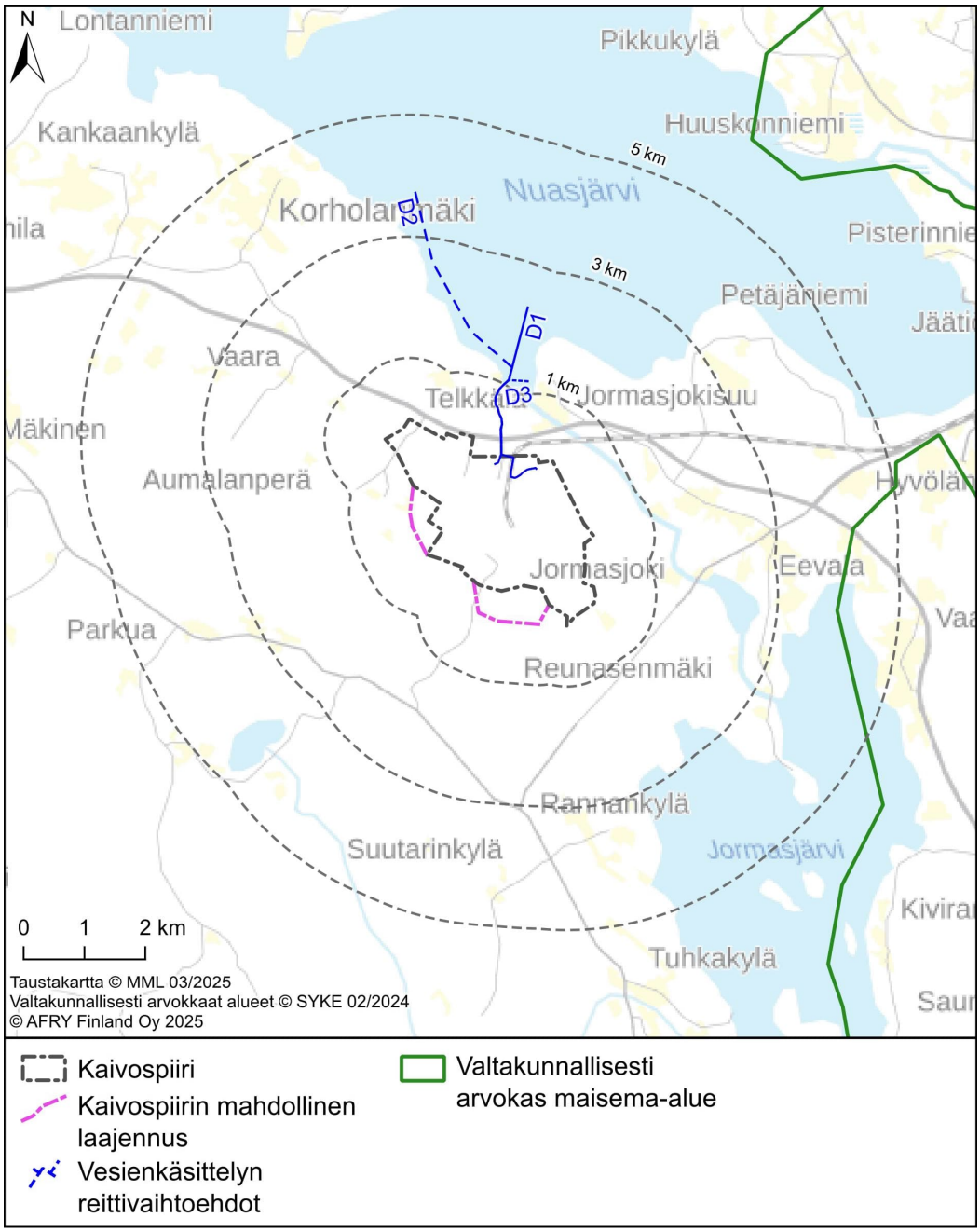


Kuva 21-4. Sivukivialue näkyy hiukan Kajaanintielle tässä kuvassa nuoren metsän takaa. Kuva Google Maps, kuvausaika kesäkuu 2021, osoite Kajaanintie 67.

Copyright © AFRY Finland Oy

### 21.2.2 Maiseman ja rakennetun kulttuuriympäristön arvoalueet

Hankealueella tai sen lähialueella ei sijaitse valtakunnallisesti arvokkaita (Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus 2021) tai maakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita (Muhonen ja Savolainen 2013). Valtakunnallisesti merkittävistä maisema-alueista Vuokatin vaarajono ja rantakylä (VAM140145) sijaitsee noin 4,3 kilometrin etäisyydellä hankealueen itäpuolella ja Naapurinvaaran vaara-asutus (VAM140146) noin 6,3 kilometrin etäisyydellä hankealueen koillispuolella. Naapurinvaaran vaara-asutus on ainutlaatuinen kyläalue koko Suomen mittakaavassa. Aluetta on asuttu ja viljelty jo satoja vuosia. Vuokatin vaarajono hallitsee maisemaa ja sen rantakylien viljelymaisemat ovat maisemallisesti arvokkaita. Maisema-alueiden sijainti on esitetty kuvassa (Kuva 21-5).



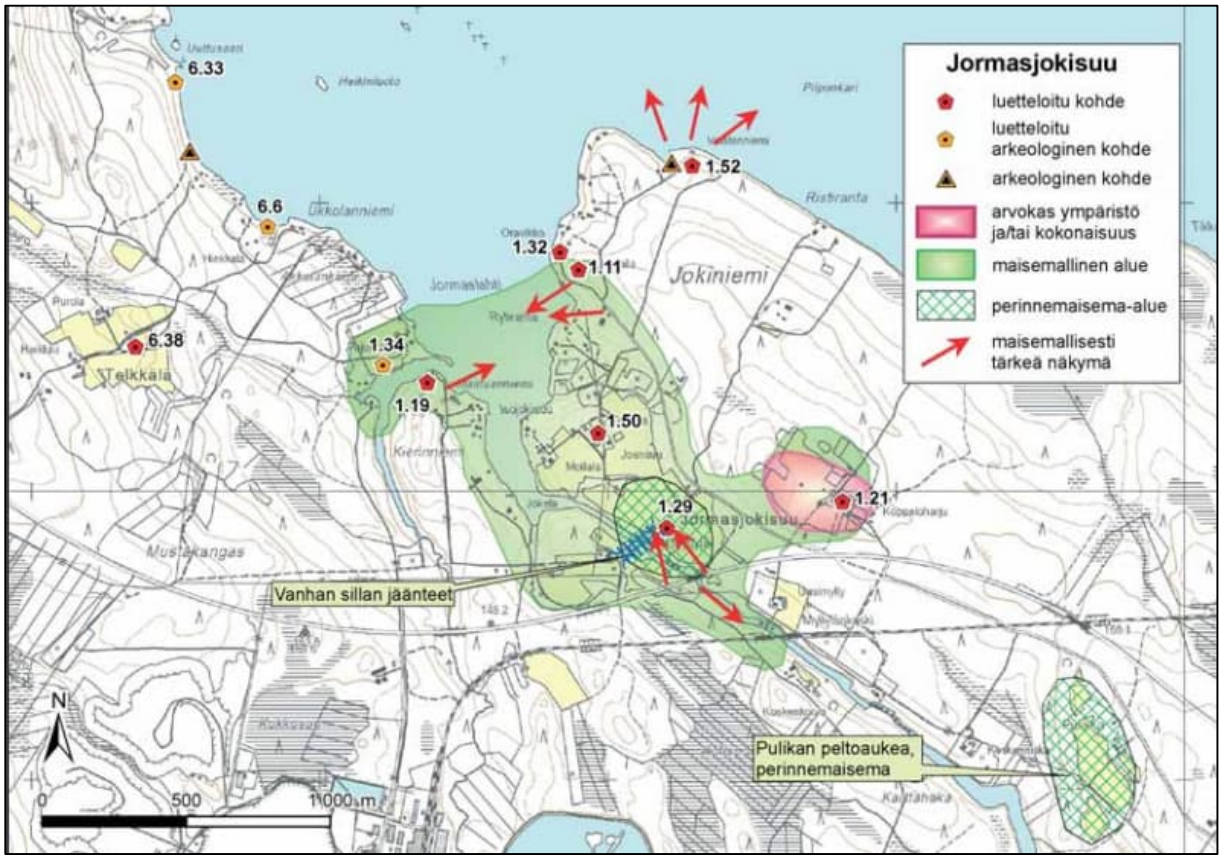

Kuva 21-5. Lähimmät valtakunnallisesti (VAMA 2021) merkittävät maisema-alueet hankealueen ympäristössä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankealueella tai sen ympäristössä ei ole valtakunnallisesti merkittäviä rakennettuja kulttuuriympäristöjä (RKY) (Museovirasto 2024b). Lähin kohde on Naapurivaaran kylä, joka sijaitsee yli kahdeksan kilometrin etäisyydellä hankealueesta. Lähin rakennusperintörekisterin (Museovirasto 2024c) suojeltu rakennus on Vuokatin rautatie-asema-alue, joka sijaitsee noin 9,5 km etäisyydellä hankealueesta.

Hankealueella tai sen lähiympäristössä ei sijaitse maakunnallisesti arvokkaita rakennushistoriallisia kohteita (Kainuun liitto ja Kainuun ELY-keskus 2018). Lähimmät kohteet sijaitsevat Vuokatin ja Sotkamon keskusta-alueilla.

Jormasjokisuu hankealueen pohjoispuolella lähimmillään noin 0,7 kilometrin etäisyydellä kaivospiiristä on Sotkamon kulttuuriympäristöohjelmassa (Tervo 2017) esitetty maisemallisena alueena, jolla on useita paikallisesti arvokkaita kulttuuriympäristön arvokohteita (Kuva 21-6). Jormasjokisuun Koppeloharju on arvokas ympäristö. Juhila, Oravikko, Kieriniemi, Torvela-Joensuu-Moilala ja Myllylä ovat paikallisesti arvokkaita kohteita. Maisemallisesti tärkeät näkymät Jormasjokisuussa avautuvat jokisuun lahdelle ja Jormasjoen suuntaan.




Kuva 21-6. Jormasjokisuun maisemallinen alue ja paikallisesti arvokkaat kulttuuriympäristökohteet. Kuva Sotkamon kulttuuriympäristöohjelmasta (Tervo 2017). Hankealue, eli kaivosalue näkyy kuvassa kartan vasemmassa alanurkassa.

Hankealueen lähialueella ei ole inventoituja perinnemaisemia (Tervo 2017). Kaivospiirin pohjoispuolella noin 1,2 kilometrin etäisyydellä sijaitsee valtakunnallisesti arvokas kallioalue Paskonlouhi (KAO110069), joka on maakuntakaavassa osoitettu luonnon- ja maisemansuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaana kohteena. Nuasjärven lounaisrannalla kohoava ja maisemallisesti merkittävä Paskonlouhen kallioselänne rajautuu

Copyright © AFRY Finland Oy

jyrkkäpiirteisesti itäreunastaan Nuasjärven ranta-alueeseen ja erottuu korkeana metsäisenä selänteenä järven suunnasta katsottaessa. Paskonlouhen lakialueelta avautuu näkymiä Nuasjärven suuntaan (Husa ym. 2024).

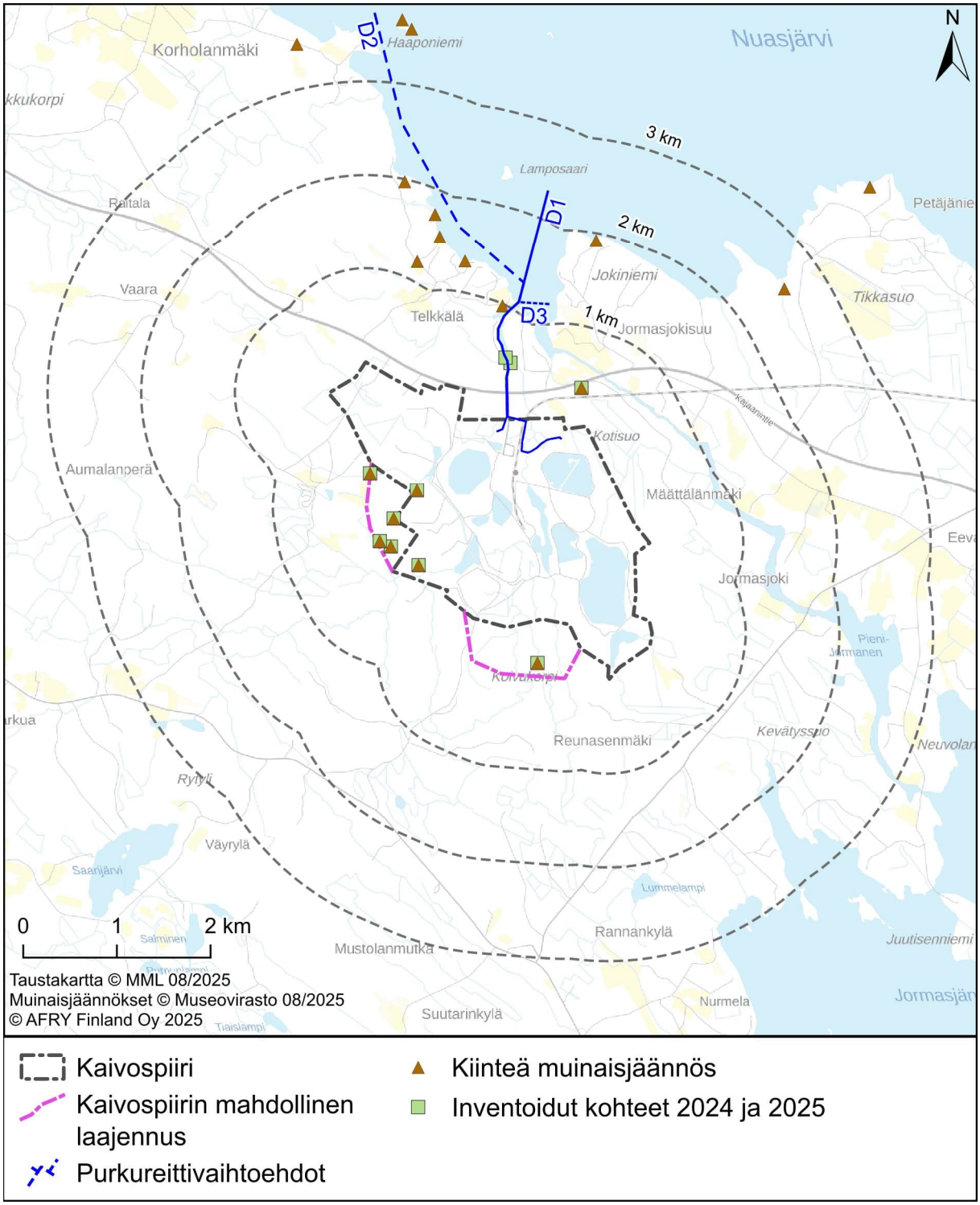
### 21.2.3 Arkeologinen kulttuuriperintö

Kaivospiirin alueelta ja sen mahdolliselta laajennusalueelta ei ennen arkeologista inventointia (Mikroliitti Oy 2024 & 2025) ollut tiedossa kiinteitä muinaisjäännöksiä. Arkeologisessa inventoinnissa löytyi kymmenen uutta muinaisjäännöskohdetta. Näistä kaksi sijoittuu kaivospiirin alueelle, viisi kaivospiirin laajennusalueille ja kolme kaivospiirin ulkopuolelle (Kuva 21-7). Arkeologisessa inventoinnissa löytyi yksi hiilihauta, kaikki muut löydetyt kohteet ovat tervahautoja. Muinaisjäännösselvitykset on esitetty kokonaisuudessaan tämän YVA-selostuksen liitteessä 11.

Hankealuetta lähimmät aiemmin tiedossa olleet (Museovirasto 2025a) kiinteät muinaisjäännökset sijaitsevat kaivospiirin pohjoispuolella, Nuasjärven ympäristössä. Nämä ovat seitsemän asuinpaikkaa sekä yksi työ- ja valmistuspaikka (tervahauta). Kohteet sijaitsevat noin 1–2,6 kilometrin etäisyydellä kaivospiiristä.

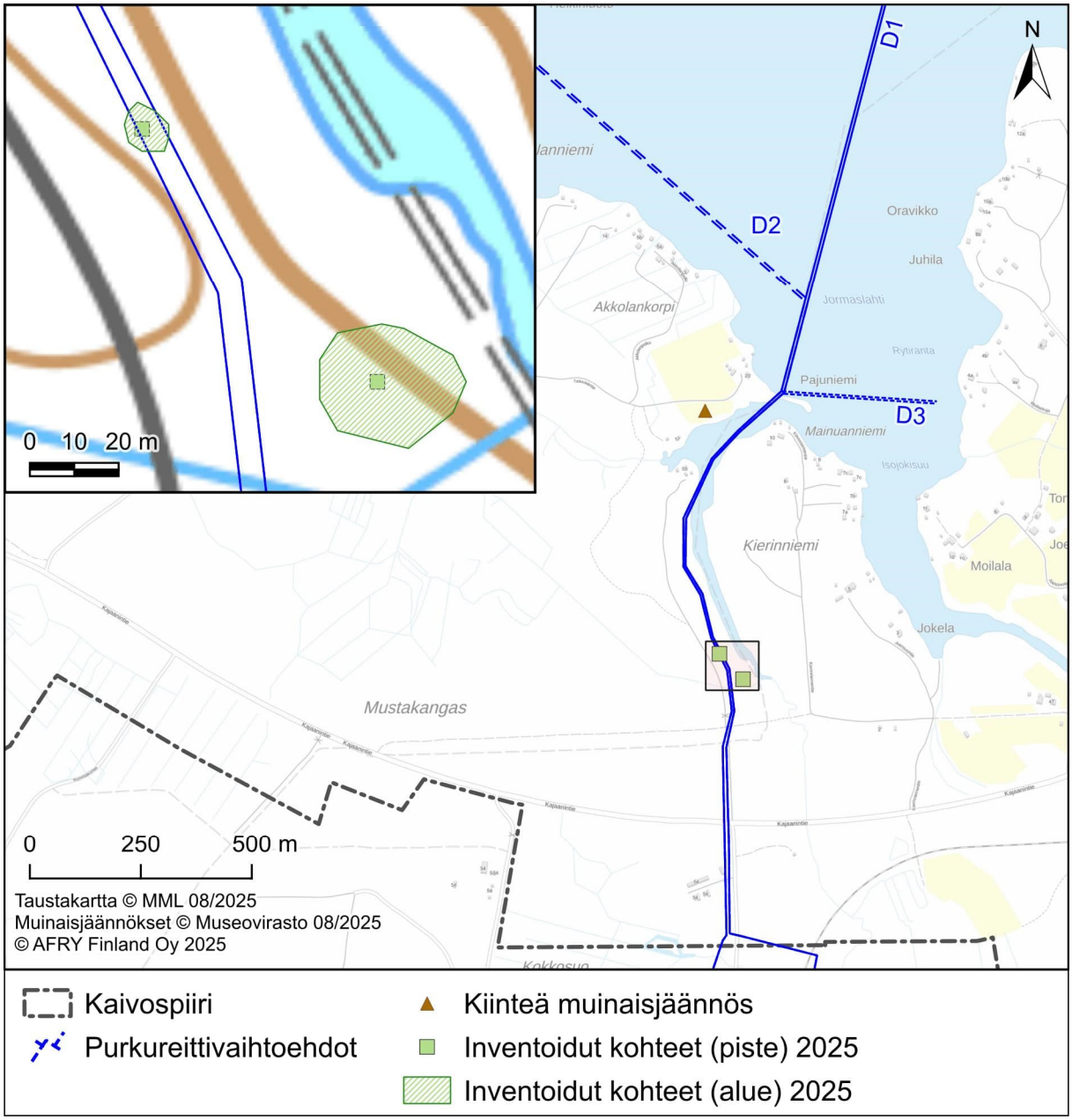
Kiinteät muinaisjäännökset hankealueella ja sen ympäristössä on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 21-7, Kuva 21-8). Taulukossa (Taulukko 21-1) on esitetty kootusti vaikutusalueen, eli kaivospiirin tai sen laajennusalueen ja purkuputkireitin muinaisjäännöskohteet.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 21-7. Hankealueella ja sen ympäristössä sijaitsevat kiinteät muinaisjäännökset (Mikroliitti 2024–2025, Museovirasto 2025a). Vuoden 2025 muinaisjäännöksiä ei ole vielä Museoviraston rekisterissä ja siksi ne on merkitty kartalle vain vihreällä värillä ilman kiinteän muinaisjäännöksen kolmiomerkkiä, todennäköisesti nekin tulevat kuitenkin saamaan Museoviraston rekisteriin statuksen ”kiinteä muinaisjäännös”.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 21-8. Purkuputkireitiltä inventoidut kohteet 2025. Vuoden 2025 muinaisjäännöksiä ei ole vielä Museoviraston rekisterissä ja siksi ne on merkitty kartalle vain vihreällä värillä ilman kiinteän muinaisjäännöksen kolmiomerkkiä, todennäköisesti nekin tulevat kuitenkin saamaan Museoviraston rekisteriin statuksen ”kiinteä muinaisjäännös”.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 21-1. Kaivospiirin ja sen laajennusalueen sekä purkuputkilinjan arkeologisessa inventoinnissa (Mikroliitti 2024, 2025) löydetyt uudet kiinteät muinaisjäännöskohteet.

| kohde | ajoitus | laji, tyyppi |
|---|---|---|
| Lahnaslampi | historiallinen | valmistus, tervahauta |
| Unijoki | historiallinen | valmistus, tervahauta |
| Pikarinpuro | historiallinen | valmistus, tervahauta |
| Pyypuro 1 | historiallinen | valmistus, tervahauta |
| Pyypuro 2 | historiallinen | valmistus, tervahauta |
| Koivukorpi | historiallinen | valmistus, tervahauta |
| Ikola | historiallinen | valmistus, tervahauta |
| Kierinniemi | historiallinen | valmistus, tervahauta |
| Alajoen suu | ajoittamaton | valmistus, hiilihauta |

## 21.3 Vaikutusten arviointi

### 21.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Vaihtoehdossa VE1 kaivospiirin uusien toimintojen alle ei jää muinaisjäännöskohteita.

Hankevaihtoehdossa VE2 suunniteltujen uusien sivukivialueiden alueelle sijoittuu kolme kiinteää muinaisjäännöskohdetta; Lahnaslampi, Hetekorpi ja Unijoki. Kaikki kohteet ovat tervahautoja. Uuden rikastushiekka-altaan (VE2) alueelle sijoittuu yksi kiinteä muinaisjäännös; Koivukorpi (tervahauta). Nämä kohteet tulevat häviämään rakentamisen takia. Kiinteät muinaisjäännökset ovat rauhoitettuja muinaismuistolain (295/1963) mukaan. Kiinteän muinaisjäännöksen kaivaminen, peittäminen, muuttaminen, vahingoittaminen, poistaminen ja muu siihen kajoaminen on kielletty. Kiinteään muinaisjäännökseen kajoamiseen tarvitaan kajoamislupa Museovirastolta.

Purkuputkireiteille sijoittuu yksi muinaisjäännös. Reitin linjausta tarkennetaan projektin seuraavissa vaiheissa. Tarvittaessa haetaan kajoamislupaa Museovirastolta.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 puusto poistetaan rakentamisvaiheessa uusien toimintojen, eli sivukivialueiden, rikastushiekka-alueiden ja vesienkäsittelyyn tarvittavien alueiden osalta ja rakennetaan tarvittavat pohjarakenteet. Myös purkuputkireitiltä kaadetaan puusto noin 26 m leveydeltä. Maisemavaikutukset ovat suurempia VE2:ssa, koska uusia alueita otetaan käyttöön enemmän ja puustoa poistetaan laajemmin. Rakentamisen aikaiset maisemavaikutukset ovat kuitenkin paikallisia, eivätkä näy maisemassa kauas.

### 21.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

<u>Vaikutukset maisemaan</u>

Kaivosalueen ulkopuolelle maisemallisia vaikutuksia nykytilaan verrattuna aiheuttavat erityisesti molemmissa toteutusvaihtoehdoissa suunnitellut sivukivialueet. Muista toiminnoista maisemassa kaivosalueen ulkopuolelle (Kajaanintien 54 risteysalueelle) näkyvät osin rikastamoalueen olemassa olevat rakennukset. Näistä korkeimman harjakorkeus on 34 metriä. Uusia rakennuksia ei hankkeessa ole tulossa, joten maisemaan ei siltä osin ole

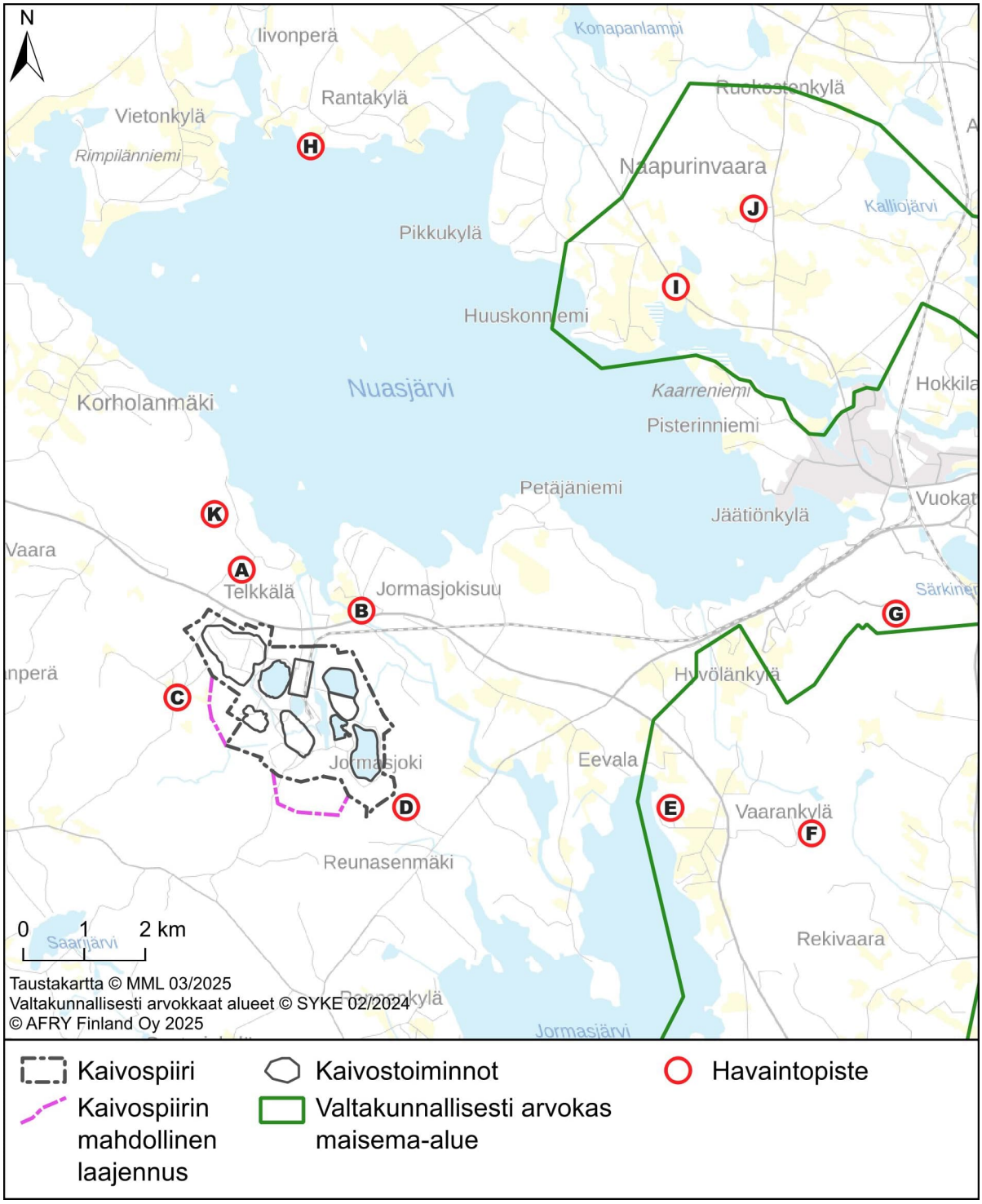
Copyright © AFRY Finland Oy

tulossa muutoksia. Papinlammen rikastushiekka-allas on nykyään korossa +178, ja korkeus nousee vaihtoehdossa VE0 tasolle +190 m. Papinlammen korotusta ei ole tässä arvioinnissa tarkemmin huomioitu, koska sille on haettu jo ympäristölupaa eikä siten ole tähän YVA-menettelyyn kuuluva uusi toiminto. Papinlammen rikastushiekka-allas näkyy erityisesti Papinmäen suuntaan nykyisinkin melko selvästi ja viimeisen korotuksen jälkeen vielä selvemmin. Uuden rikastushiekka-altaan vaikutus maisemassa on vähäisempi, vaihtoehdossa VE1 uuden rikastushiekka-altaan patokorkeus on tasolla +170 m ja vaihtoehdos-sa VE2 +180 m.

Nykyinen sivukiven läjitysalue sijaitsee kaivospiirin luoteiskulmalla ja on pinta-alaltaan noin 60 ha. Läjitysalueen korkeus nykyisin on noin 30-40 metriä ympäröivää maanpintaa korkeammalla (tasolla +190–205). Sivukiven läjitysalue on osin maisemoitu. Hankevaihtoehdossa VE1 nykyiselle sivukivialueelle tehdään korotus (korko +240 m) ja laajennus (noin 5 ha). Sivukivialue tässä hankevaihtoehdossa tulisi olemaan noin 35–50 metriä nykyistä korkeampi, eli noin 65–90 metriä ympäröivää maanpintaa korkeammalla. Hankevaihtoehdossa VE2 rakennetaan kaksi kokonaan uutta sivukivialuetta. Sivukivialueiden täyttötaso tässä hankevaihtoehdossa on noin +220 m, eli niiden korkeus on noin 35–60 metriä ympäröivää maanpintaa korkeammalla tasolla. Kaivoksen toiminnan aikaan sivukivialueiden korkeus vähitellen kasvaa, joten näkyvyys kaivosalueen ulkopuolelle lisääntyy sitä mukaa.

Maisemallisten vaikutusten tarkasteluun laaditut havainnekuvat on esitetty erillisessä kuvaliitteessä (liite 10). Kuvat on laadittu maastomallista ja niiden tarkoituksena on havainnollistaa sivukivialueiden VE1 ja VE2 näkyvyyttä maisemassa. Havaintopisteiden paikat ”kuvauspaikat” on esitetty kuvassa (Kuva 21-9). Havaintopisteiden etäisyys suunniteltuihin sivukivialueisiin kummassakin hankevaihtoehdossa on esitetty kootusti taulukossa (Taulukko 21-2). Havaintopisteet a-d sijoittuvat asutuksen ympäristöön kaivosalueen pohjois-, länsi- ja kaakkoispuolelle. Näistä piste b sijoittuu Jormasjokisuun paikallisesti arvokkaalle maisema-alueelle (ks. Kuva 21-6). Havaintopiste c sijoittuu Rommakon moottoriurheilukeskuksen alueelle. Havaintopisteet e ja f Jormasjärven itäpuolella sijoittuvat valtakunnallisesti arvokkaalle maisema-alueelle ”Vuokatin vaarajono ja rantakylät” ja havaintopiste g Vuokatin vaaran laelle laskettelurinteiden eteläpuolelle. Havaintopiste h sijoittuu Nuasjärven pohjoispuolelle ja havaintopisteet i ja j Naapurinvaaralle valtakunnallisesti arvokkaalle maisema-alueelle ja valtakunnallisesti merkittävän kulttuuriympäristön alueelle. Havaintopiste j sijoittuu Naapurinvaaran Huvikeskuksen (tanssilava) pihaan.

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 21-9. Havaintopisteiden A-K sijainti. Kuvien tarkastelusuunta on kohti hankealuetta. Havainnekuvat on esitetty kuvaliitteessä 10.

Taulukko 21-2. Suunnitellun nykyisen sivukivialueen korotuksen (VE1) ja uusien sivukivialueiden (VE2) etäisyys (km) havaintopisteisiin. Etäisyydet on mitattu sivukivialueisiin eikä rikastushiekka-altaisiin, sillä sivukivialueet kohoavat maisemassa korkeimpina rakenteina.

| piste | VE1 etäisyys km | VE2 etäisyys km | havaintopisteen kuvaus |
|---|---|---|---|
| a | 0,9 | 1,9 | asuttu alue Telkkälä |
| b | 1,7 | 2,2 | asuttu alue Jormasjokisuu, paikallisesti arvokas maisema |
| c | 0,7 | 0,6 | virkistysalue Rommakko (moottoriurheilukeskus) |
| d | 3,3 | 2,5 | asuttu alue Papinmäki |
| e | 7,2 | 6,7 | asuttu alue Vaarankylä, valtakunnallisesti arvokas maisema-alue |
| f | 9,0 | 9,5 | virkistys, luonnonmaisema Lehtovaara, valtakunnallisesti arvokas maisema-alue |
| g | 10,4 | 10,4 | virkistysalue, näköalapaikka Vuokatinvaara |
| h | 8,0 | 8,9 | asuttu alue Rantakylä |
| i | 9,0 | 9,6 | asuttu alue Rannankylä, valtakunnallisesti arvokas maisema-alue ja valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö Naapurinvaaran kylä |
| j | 10,7 | 11,4 | asuttu alue Naapurinvaara, valtakunnallisesti arvokas maisema-alue ja valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö, virkistysalue |

Havaintopisteet a, b ja c sijaitsevat alle kahden kilometrin etäisyydellä kaivosalueesta, eli maisemallisten vaikutusten lähialueella. Muut havaintopisteet sijoittuvat etäämmälle. Etäisyyden kasvaessa vaikutukset maisemaan vähenevät.

Havainnekuvien tarkastelu:

*Lähialue 0–2,5 km*

Havainnekuvatarkastelun (liite 10) mukaan sivukivialue hankevaihtoehdossa VE1 nousee nykyistä sivukivialuetta korkeammalle ja näkyy korkeana kumpareena maisemassa puiden latvojen yläpuolella havaintopisteeseen a. Etäämpänä sijaitsevat sivukivialueet hankevaihtoehdossa VE2 jäävät metsän taa peittoon eivätkä näy havaintopisteen kohdalle.

Havaintopisteessä b VE1 sivukivialue näkyy havainnekuvassa osin puiden latvojen yläpuolella, mutta VE2 sivukivialueet jäävät metsän peittoon eivätkä näy havaintopisteen kohdalle.

Havaintopiste c sijaitsee sekä korotettavaa sivukivialuetta (VE1) että uusia (VE2) sivukivialueita lähimpänä moottoriurheilukeskuksen alueella. Sekä korotettava sivukivialue että uudet sivukivialueet voivat havaintopisteen kohdalle näkyä, mutta todennäköisesti ne jäävät lyhyestä välimatkasta huolimatta metsän taa piiloon.

Havaintopisteeseen d ei näy vanhan sivukivialueen korotus (VE1) eivätkä uudet sivukivialueet (VE2). Vireillä olevan ympäristölupahakemuksen mukaan Papinlammen rikastushiekka-allasta korotetaan tasoon +190 m. Rikastushiekka-altaan reuna peittää muun näkyvyyden kaivosalueen suuntaan.

Copyright © AFRY Finland Oy

Yhteenvetona sekä nykyisen sivukivialueen korotus (VE1) että uudet sivukivialueet (VE2) aiheuttavat muutoksia lähialueen (< 2,5 km) maisemaan. Sellaisilla paikoilla, mihin kaivostoiminta ei nykyisellään näy, mutta uuden toiminnan myötä sivukivialueen korotus tai uudet sivukivialueet tulevat näkymään, maiseman luonne muuttuu nykytilasta. Metsäiseen maisemaan tulee näkyviin teollinen elementti.

*Etäisyys 2,5–12 km*

Havaintopiste e sijaitsee Jormasjärven itäpuolella. Vaarankylässä maasto kohoaa kohti Vuokatinvaaran vaaraselänteen huippuja. Maaston muotojen vuoksi Vaarankylästä avautuu näkymiä Jormasjärven yli länteen. Havaintopiste sijoittuu kumpareelle Vaarankylän pohjoispuolella. Havaintopisteeseen on havainnekuvien mukaan mahdollista nähdä sekä vanhan sivukivialueen korotus (VE1) että uudet sivukivialueet (VE2). Etäisyyden vuoksi kaivoksen rakenteet eivät ole maisemassa hallitsevia. Havaintopiste e sijoittuu hakkuuaukealle. Käytännössä metsä kasvaessaan peittää näkyvyyden kaivosalueen suuntaan tällä kohtaa.

Havaintopisteen f paikka on valittu Lehtovaaran rinteeltä niin, että paikalta avautuu näkymä länteen. Myös tällä kohtaa on tuore hakkuuaukea, joten näkyvyys vähenee metsän kasvaessa. Havainnekuvien mukaan voidaan kuitenkin todeta, että sivukivialueiden näkyminen rinteelle on mahdollista molemmissa hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Etäisyyden vuoksi näkyvyys on lähinnä teoreettista. Näkyvyyteen vaikuttavat myös vuoden- ja vuorokaudenaika sekä säätila. Hyvällä säällä sivukivialue/-alueet (ja rikastamorakennukset sekä muut kaivoksen toiminnot) on mahdollista maisemassa erottaa. Maiseman luonteen kannalta tällä ei kuitenkaan ole merkitystä etäisyyden vuoksi.

Vuokatin vaaran laelle havaintopisteeseen g sivukivialueet eivät havainnekuvatarkastelun mukaan näy; virkistysalueen maisemaan ei aiheudu muutosta.

Havainnekuvatarkastelun mukaan vanhan sivukivialueen korotus (VE1) voi näkyä Nuasjärven yli pohjoisrannalle havaintopisteeseen h. Todennäköisesti uudet sivukivialueet (VE2) jäävät metsän taa piiloon. Myös rantapuusto peittää näkyvyyttä etelään kaivosalueen suuntaan. Sivukivialueet voivat näkyä Nuasjärven vesialueelle. Etelärantaa lähestyttäessä rantapuusto alkaa peittää näkyvyyttä. Havaintopisteestä h etäisyyttä kaivosalueelle on jo kahdeksan kilometriä, joten maisemalliset vaikutukset jäävät vähäisiksi, eli maiseman luonne ei muutu.

Havaintopisteeseen i sivukivialueet eivät näy, vaan metsä peittää näkyvyyden molemmissa hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2.

Sivukivialueen korotus (VE1) tai uudet sivukivialueet (VE2) eivät todennäköisesti näy havaintopisteeseen j Naapurinvaaran Huvikeskuksen pihaan etäisyyden ja lähialueen puuston peittävyyden vuoksi. Havainnekuvatarkastelun mukaan sivukivialueiden näkyminen Naapurinvaaran rinteelle on mahdollista. Näkyvyyteen vaikuttaa mm. sää, hyvissä olosuhteissa sivukivialueet on mahdollista erottaa maisemassa. Maiseman luonteeseen tällä ei ole vaikutusta etäisyyden vuoksi.

Purkuputkireitiltä raivataan rakennusvaiheessa puusto noin 26 metriä leveältä käytävältä. Tämän jälkeen putkilinjan raivaus tehdään vain tarvittaessa, mikäli putkilinjan alueelle alkaa kasvaa sellaista kasvustoa, jonka juuristo voi vaurioittaa putkea tai huoltotoimenpiteiden niin vaatiessa. Vaikutukset maisemaan ovat vähäisiä.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vaikutukset maiseman ja rakennetun kulttuuriympäristön arvoalueisiin

Sivukivialueen korotus hankevaihtoehdossa VE1 tai uudet sivukivialueet hankevaihtoehdossa VE2 eivät aiheuta maiseman arvoja heikentäviä muutoksia Vuokatin vaarajonon ja rantakylän valtakunnallisesti arvokkaalle maisema-alueelle tai Naapurinvaaran valtakunnallisesti arvokkaan maisema-alueen ja valtakunnallisesti merkittävän rakennetun kulttuuriympäristön alueelle.

Vanhan sivukivialueen laajennus ja korotus (VE1) voi näkyä paikoin paikallisesti arvokkaalle maisema-alueelle Jormasjokisuulla. Todennäköisesti jokivarren metsäiset alueet, pihojen ja peltojen reunojen puusto ja Jormasjokisuun asutuksen ja kaivospiirin väliin jäävä metsäalue peittävät näkyvyyttä kaivosalueen suuntaan. Kuitenkin niillä kohdin missä sivukivialue näkyy metsän yläpuolelle kohoavana kukkulana, maiseman luonne voi muuttua. Maisemallisesti tärkeät näkymät Jormasjokisuussa avautuvat kuitenkin jokisuun lahdelle ja Jormasjoen suuntaan, eivät kaivosalueen suuntaan.

Hankealueen pohjoispuolella noin kahden kilometrin etäisyydellä sijaitsevalla Paskonlouhen valtakunnallisesti arvokkaalla kallioalueella on myös maisemallisia arvoja (Husa ym. 2024). Maisema avautuu kallioalueelta Nuasjärven suuntaan, eli poispäin kaivosalueesta. Kallion laella on harvapuustoisia alueita. On mahdollista, että nykyistä korkeampi sivukivialue hankevaihtoehdossa VE1 voi näkyä alueelle joillakin paikoin.

Vaikutukset arkeologiseen kulttuuriperintöön

Toimintavaiheessa hankkeesta ei aiheudu vaikutuksia arkeologiseen kulttuuriperintöön.

### 21.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan loputtua kaivosalue suljetaan ja kaivos- ja sivukivialueet maisemoidaan. Kasvillisuuden peittämät sivukivialueet ja rikastushiekka-altaat sopeutuvat maisemaan paremmin kuin toiminnan aikana paljaina (kasvittomina) olevat kaivannaisjätealueet. Kaivoksen 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. Papinlammen rikastushiekka-allas on nykyisellään noin korossa +178 ja nousee korkoon +190. Papinlampea korossa +190 on havainnollistettu havainnekuvissa VE0 (liite 1010).

## 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 aiheuttavat erityisesti suunniteltu sivukivialueen korotus hankevaihtoehdossa VE1 tai suunnitellut uudet sivukivialueet hankevaihtoehdossa VE2. Vaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu sivukivialueiden näkyvyyttä ja vaikutusta lähialueen maisemakuvaan. Alueella on jo toiminnassa oleva kaivos, joten kohteen herkkyys on arvioitu vähäiseksi.

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankevaihtoehdon VE1, eli vanhan sivukivialueen korotuksen, vaikutukset maisemaan kaivosalueen ulkopuolella ovat suuremmat kuin hankevaihtoehdon VE2, eli sivukivialueen korotus näkyy lähialueen teille ja mahdollisesti asutuksen suuntaan enemmän kuin uudet sivukivialueet. Hankevaihtoehdossa VE1 muutoksen suuruus on arvioitu kohtalaiseksi. Muutos maisemassa näkyy välitöntä lähiympäristöä eli kaivosaluetta laajemmalle alueelle, mutta se ei vaikuta maiseman tai kulttuuriympäristön kannalta tärkeiden ominaispiirteiden säilymiseen. Korotettu sivukivialue voi mahdollisesti paikoin näkyä Jormasjoen paikallisesti arvokkaalle maisema-alueelle ja Paskonlouhen arvokkaalle kallioalueelle. Hankevaihtoehdossa VE2 muutoksen suuruus on arvioitu vähäiseksi. Sivukivialueet jäävät asuttujen alueiden suunnasta katsottuna etäämmäs ja ovat matalampia kuin vaihtoehdossa VE1.

Hankevaihtoehdossa VE1 kaivospiirin alueella ei kohdistu vaikutuksia arkeologiseen kulttuuriperintöön. Hankevaihtoehdossa VE2 suunniteltujen uusien sivukivialueiden ja uuden rikastushiekka-altaan alueelle sijoittuu yhteensä neljä kiinteää muinaisjäännöstä, joten vaikutukset ovat tässä vaihtoehdossa suuremmat. Purkuputkireitille sijoittuu yksi muinaisjäännös.

Taulukko 21-3. 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 | VE2 | VE0 | | | | |
| | Kohtalainen | | | | | | | | | |
| | Suuri | | | | | | | | | |
| | Erittäin suuri | | | | | | | | | |

## 21.6 Arvioinnin epävarmuudet

Maisema ja kulttuuriympäristövaikutukset

Kaivosalueen lähiympäristön avohakkuut voivat avata näkymiä erityisesti korkeiden sivukivialueiden suuntaan. Arviointiin sisältyy epävarmuutta siltä osin, näkyisikö hankevaihtoehdon VE1 korotettu sivukivialue Jormasjoen paikallisesti arvokkaalle maisema-alueelle ja Paskonlouhen arvokkaalle kallioalueelle joiltakin paikoin.

## 21.7 Vaikutusten lieventäminen

Vaikutuksia maisemaan voidaan lieventää säilyttämällä nykyistä puustoa hankealueen ympärillä. Muinaisjäännöksen (Alajoen suu) säästämiseksi purkuputken linjausta tarkastellaan tarkemmin projektin seuraavissa vaiheissa.

Copyright © AFRY Finland Oy

# 22 LUONNONVAROJEN HYÖDYNTÄMINEN



# 22 LUONNONVAROJEN HYÖDYNTÄMINEN

YHTEENVETO

- Kaivostoiminnassa hyödynnetään luonnonvaroja, kun malmia louhitaan ja rikastetaan kaivoksella.
- Toiminnan aikana alueen käyttö muuhun tarkoitukseen estyy.
- Toiminnan päättymisen jälkeen kasvillisuus palautuu hiljalleen.
- Toteutusvaihtoehtojen VE1 ja VE2 vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen arvioidaan kokonaisuudessaan suuruudeltaan suuriksi ja myönteisiksi. Hankevaihtoehdolla VE2 arvioidaan olevan vähäinen kielteinen vaikutus nykyisen kaivospiirin ulkopuolisten luonnonvarojen hyödyntämiseen (mm. marjastus, sienestys), kun maa ja sen luonnonvarat varataan kaivoksen käyttöön.

## 22.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Kaivostoiminnassa hyödynnetään luonnonvaroja, kun malmia louhitaan ja rikastetaan kaivoksella.

Hankkeen vaikutuksia luonnonvarojen käyttöön on arvioitu alueen nykyisen maankäytön osalta. Luonnonvarojen hyödyntämisen ihmisiin ja elinkeinoihin kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu luvussa 23.

## 22.2 Nykytila

Kaivoksen alueen merkittävä luonnonvara on uusiutumattomiin varantoihin lukeutuva talkkimalmi. Sotkamon tehtaalle tuodaan malmia paitsi kaivosalueella sijaitsevasta Punasuon avolouhoksesta, myös Uutelan kaivokselta. Punasuon avolouhoksella muodostuvaa sivukiveä hyödynnetään kaivoksen infran rakentamisessa soveltuvin osin ja läjitetään kaivoksen alueella Lahnaslammen kaivokseen. Rikastushiekka sijoitetaan Papinlammen rikastushiekka-altaaseen. Rikastushiekkaa voidaan lisäksi hyödyntää patokorotuksissa. Rikastushiekkaa on myös aiemmin myyty muun teollisuuden tarpeisiin, mutta muuttuneen maailmantilanteen vuoksi rikastushiekkaa ei tällä hetkellä myydä.

Kaivoksen toiminnassa syntyviä maanpoistomassoja pyritään hyödyntämään välittömästi kaivosalueella.

Kaivoksen ympäristön luonnonvaroihin kuuluvat maa- ja kiviainekset sekä metsät. Metsien luonnonvaroja ovat mm. puusto ja muu kasvillisuus, marjat, sienet, riistaeläimet, vesistöt ja kalasto.

## 22.3 Vaikutusten arviointi

### 22.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisessa hyödynnetään kaivosalueelta saatavia maa-aineksia. Uuden rikastushiekka-altaan patorakenteissa (VE1 ja VE2) käytetään moreenia ja louhetta. Moreeni saadaan rakennettavalta allasalueelta ja louhe Punasuon kaivoksesta. VE2:ssa uuden tavanomaisen sivukiven läjitysalueen pohjarakenteeseen käytetään mineraalimaata.

Rikkipitoisen sivukivialueen ja uuden rikastushiekka-altaan pohjarakenteissa voidaan käyttää esimerkiksi HDPE-kalvoa tai bentoniittimattoa, joka ostetaan kaivoksen ulkopuolelta.

Copyright © AFRY Finland Oy

### 22.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikaiset vaikutukset luonnonvaroihin aiheutuvat malmin louhinnasta ja uusien alueiden tarpeesta vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Toiminnan laajentamisen tavoitteena on malmiesiintymien ja siten luonnonvarojen tehokkaampi hyödyntäminen.

Vaihtoehdossa VE1 nykyistä sivukivialuetta korotetaan tasolle +240 m ja laajennetaan noin 5 ha. Rikastushiekkaa sijoitetaan osittain Lahnaslammen vanhaan avolouhokseen. Lisäksi rakennetaan uusi rikastushiekka-allas kaivosalueen eteläosaan, jonka pinta-ala on noin 22 ha. Kaikki vaihtoehdon VE1 mukaiset uudet toiminnot sijoittuvat olemassa olevan kaivospiirin sisäpuolelle, joten kaivosalueen ulkopuolisten luonnonvarojen hyödyntämiseen ei aiheudu muutoksia.

Vaihtoehdossa VE2 rakennetaan kaksi kokonaan uutta sivukivialuetta nykyisen maanläjitysalueen päälle Punasuon avolouhoksen länsipuolelle. Läntisen läjitysalueen pinta-ala on noin 28 ha ja sille läjitetään rikkipitoisempi kivi. Itäisen läjitysalueen pinta-ala on noin 35 ha, ja sille läjitetään tavanomainen sivukivi. Vaihtoehdossa VE2 rikastushiekkaa ei läjitetä Lahnaslammen avolouhokseen vaan rakennetaan uusi rikastushiekka-allas, jonka pinta-ala on noin 70 ha. Uudet sivukivialueet ja rikastushiekka-allas eivät mahdu kokonaisuudessaan nykyisen kaivospiirin sisään, vaan vaihtoehdossa VE2 kaivospiiriä laajennetaan nykyisestä noin 95 ha. Kaivospiirin laajennus aiheuttaa muutoksia kaivosalueen ulkopuolisten luonnonvarojen hyödyntämiseen, kun uusilta alueilta poistetaan maita ja puustoa. Myös luonnonvarojen, kuten marjojen ja sienien, hyödyntäminen uusilla rakennettavilla alueilla ei ole mahdollista, kun kulkua alueille rajoitetaan. Kaivospiirin laajennus sijoittuu kuitenkin nykyisen kaivosalueen välittömään läheisyyteen, jossa luonnonvarojen käytön arvioidaan nykyisellääkin olevan vähäistä.

Vaihtoehtoihin VE1 ja VE2 kuuluva uusi purkuputki asennetaan Nuasjärven pohjaan. Tarvittaessa järven pohjaa voidaan ruopata ja ruoppauspohja täyttää murskeella tai soralla.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kemikaalien käyttö lisääntyy tuotannon kasvun sekä esimerkiksi vesienkäsittelyn parantamisen vuoksi. Polttoaineen käyttömäärät kasvavat vaihtoehdoissa VE1 ja VE2, kun uusia alueita rakennetaan. Myös tuotannon nosto lisää polttoaineen käyttömääriä. Räjähteiden käyttö Sotkamossa ei kasva, vaikka talkin tuotantoa nostettaisiin, sillä lisämalmi saadaan Uutelasta. Nestekaasun käyttö ei lisäänny nykytilanteeseen nähden. Raskasta polttoöljyä ei käytetä, sillä aluelämmitykseen käytetään sähkökattilaa ja trukkeja on vaihdettu sähkökäyttöisiksi.

### 22.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päättyessä alueella muodostuneita ja saatavissa olevia maa-aineksia hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan rikastushiekka-altaiden ja sivukivialueiden sulkemisrakenteissa ja maisemoinnissa. 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 2035. Alueen käyttö jatkuu nykyisenlaisena, joten kaivosalueen ulkopuolisten luonnonvarojen hyödyntämiseen ei aiheudu muutoksia. Rikastushiekka-altaan korotukseen hyödynnetään rikastushiekkaa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Hankkeen toteuttamatta jättäminen tarkoittaa sitä, että louhinta loppuu noin vuonna 2035 kaivannaisjätteiden läjitystilavuuden loputtua, eikä luonnonvaroja (malmia) siten hyödynnetä täysimääräisesti.

## 22.4 Yhteisvaikutukset

Hankkeella ei arvioida olevan yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden tai toimijoiden kanssa.

## 22.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Hankealueen herkkyys muutoksille luonnonvarojen hyödyntämisen osalta arvioidaan kohtalaiseksi, sillä alue on luonnonvarojen kannalta alueellisesti arvokas. Alueelta hyödynnettävä luonnonvara (talkkimalmi) on kohtalaisen yleinen ja sitä esiintyy myös alueen ulkopuolella kohtalaisesti. Toteutusvaihtoehtojen VE1 ja VE2 vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen arvioidaan kokonaisuudessaan suuriksi myönteisiksi (Taulukko 22-1). Myönteisiä vaikutuksia kohdistuu luonnonvarojen hyödyntämisestä, kun malmia louhitaan ja rikastetaan kaivoksella ja muodostuvia kaivannaisjätteitä hyödynnetään kaivoksen rakentamisessa.

Hankevaihtoehdolla VE2 arvioidaan olevan vähäinen kielteinen vaikutus nykyisen kaivospiirin ulkopuolisten luonnonvarojen hyödyntämiseen (mm. marjastus, sienestys), kun maa ja sen luonnonvarat varataan kaivoksen käyttöön.

Taulukko 22-1. Luonnonvaroihin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa. VE2* tarkoittaa VE2:n vaikutuksia kaivospiirin ulkopuolisten luonnonvarojen käytölle.

| Vaikutuksen merkittävyys | | Negatiivinen | | | Muutoksen suuruus | | | | Positiivinen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Erittäin suuri | Suuri | Kohtalainen | Vähäinen | Ei vaikutusta | Vähäinen | Kohtalainen | Suuri | Erittäin suuri |
| Kohteen herkkyys | Vähäinen | | | | | VE0 | | | | |
| | Kohtalainen | | | | VE2* | | | | VE1, VE2 | |
| | Suuri | | | | | | | | | |
| | Erittäin suuri | | | | | | | | | |

## 22.6 Arvioinnin epävarmuudet

Luonnonvarojen hyödyntämisen liittyvän arvioinnin epävarmuustekijät liittyvät hyödynnettävien ainesten määriin sekä hyödyntämiskohteisiin.

## 22.7 Vaikutusten lieventäminen

Hankkeen myötä 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, VIRKISTYS-KÄYTTÖ JA TERVEYS



# 23 IHMISTEN ELINOLOT, VIIHTYVYYS, VIRKISTYSKÄYTTÖ JA TERVEYS

## 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 Nuasjärvellä.
- Toiminnan aikana raskas liikenne lisääntyy ja muutos vaikuttaa erityisesti Uutelaan johtavan seututien 870:n haja-asutukselle, jonne voi kohdistua melu-, pöly- ja tärinävaikutuksia lisääntyvästä raskaasta liikenteestä.
- Meluvaikutukset kohdistuvat merkittävimmin kaakkois- ja länsipuolella sijaitseviin muutamiin asuinrakennuksiin, joiden luona melutason nousu on huomattavaa (4–7 dB) ja vaikutuksia elinoloihin ja viihtyvyyteen voi syntyä. Muilta osin melutaso ei merkittävästi lisäänny, mutta melu voidaan kuitenkin kokea häiritsevänä yksilöstä riippuen. Melulle asetetut ohjearvot eivät ylity hankealueen läheisissä herkissä kohteissa.
- Sidosryhmäpalautteessa huolta herättäneet Nuasjärveen kohdistuvat vesistövaikutukset vähenevät vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 nykytilaan verrattuna.
- Elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön ei arvioida toiminnan aikana kohdistuvan merkittäviä kielteisiä vaikutuksia. Melu- ja pölyvaikutuksia voi kuitenkin esiintyä erityisesti kaivospiirin lähettyvillä, jolla voi olla vaikutuksia metsästykseen ja esimerkiksi marjastukseen ja sienestykseen, mikäli niitä alueella harrastetaan.
- 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 VE2. Kaupalliselle kalastukselle arvioidut vaikutukset ovat vähäisiä myönteisiä. Hankkeella on kohtalaisen myönteisiä vaikutuksia alueen elinkeinoelämään ja työllisyyteen, koska toiminta-aika pitenee.
- Erot hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 välillä ovat vähäisiä. Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi erityisesti paikallisten melu- ja liikennevaikutusten vuoksi. Muilta osin vaikutukset ovat vähäisiä.

## 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

Copyright © AFRY Finland Oy

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 Sotkamossa 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.

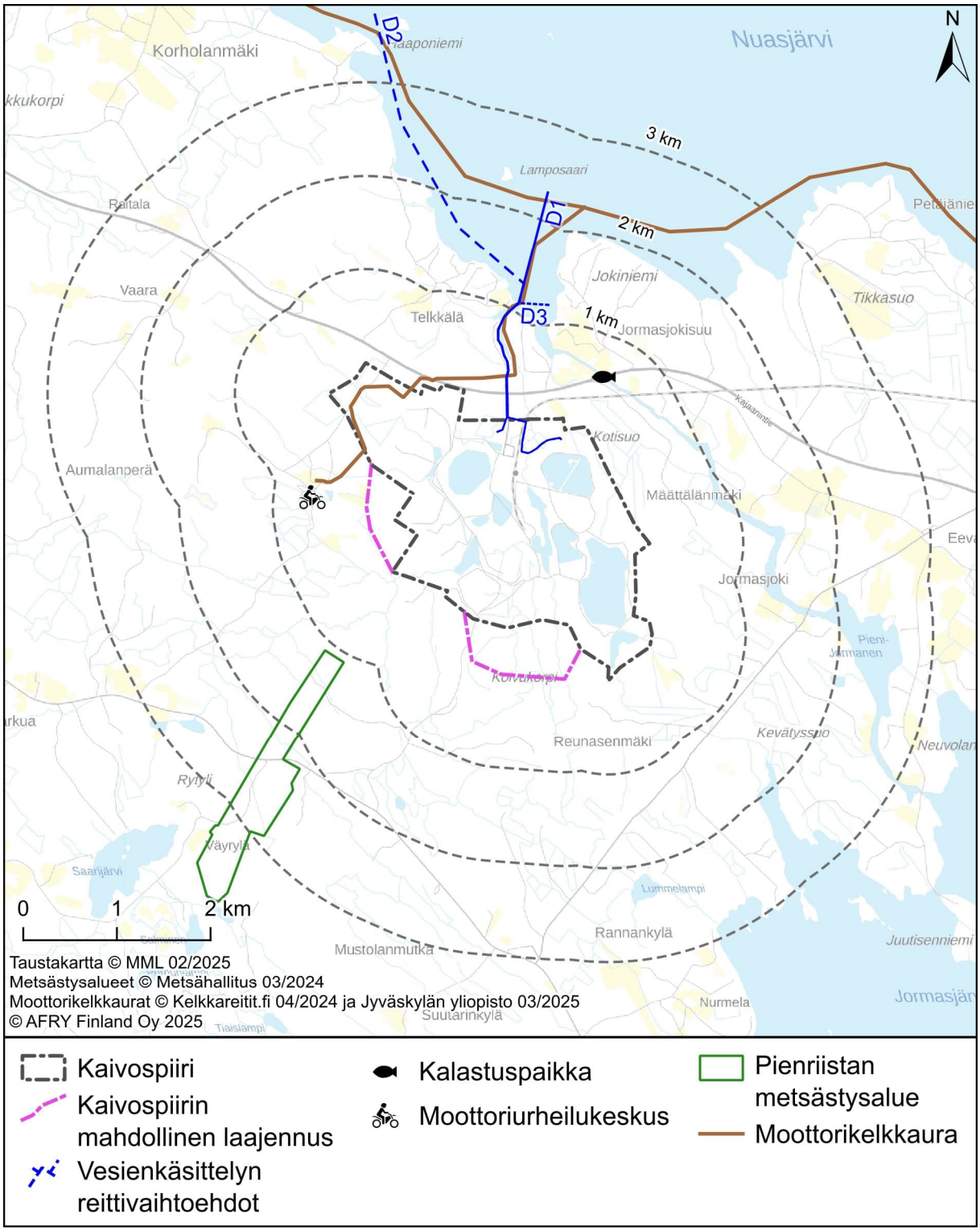
## 23.2 Nykytila

### 23.2.1 Herkät kohteet ja virkistyskäyttö

Hankealueen läheisyydessä ei sijaitse herkkiä kohteita, kuten kouluja, päiväkoteja tai palvelutaloja. Lähimmät koulut ja päiväkodit sijaitsevat noin 12 kilometrin päässä Vuokatissa ja 11 kilometrin päässä Kontinjoella. Lähimmät asuinrakennukset sijoittuvat noin 300 metrin päähän kaakkoon, 480 metrin päähän pohjoiseen ja 560–660 metrin päähän länteen nykyisen kaivospiirin rajasta. Vapaa-ajan asuinrakennukset keskittyvät pääosin vesistöjen läheisyyteen Jormasjoen varteen lähimmillään noin 800 metriä kaivospiiristä ja Nuasjärven rannalle Jormaslahdelle noin kilometri nykyisen kaivospiirin pohjoispuolelle. Kaivospiirin ja purkuputkien läheinen asutus on esitetty kokonaisuudessaan luvussa 6.2.7 ja kuvattu samassa luvussa myös kartoilla (Kuva 6-4 ja Kuva 6-5).

Rommakon moottoriurheilukeskus sijaitsee reilun 500 metrin etäisyydellä kaivospiirin länsipuolella (Kuva 23-1). Rommakosta kulkee moottorikelkkareitti Jormaslahdelle kaivospiirin länsipuolelta, josta se jatkaa Nuasjärven rantaviivaa mukaillen länteen ja itään (Fluent Outdoors 2024). Jormaslahden rannalla sijaitsee vakituista ja vapaa-ajan asutusta ja aluetta käytetään virkistykseen. Jormasjoen Jormaskoskilla noin 600 metrin päässä nykyisestä kaivospiiristä on kalastuspaikka.

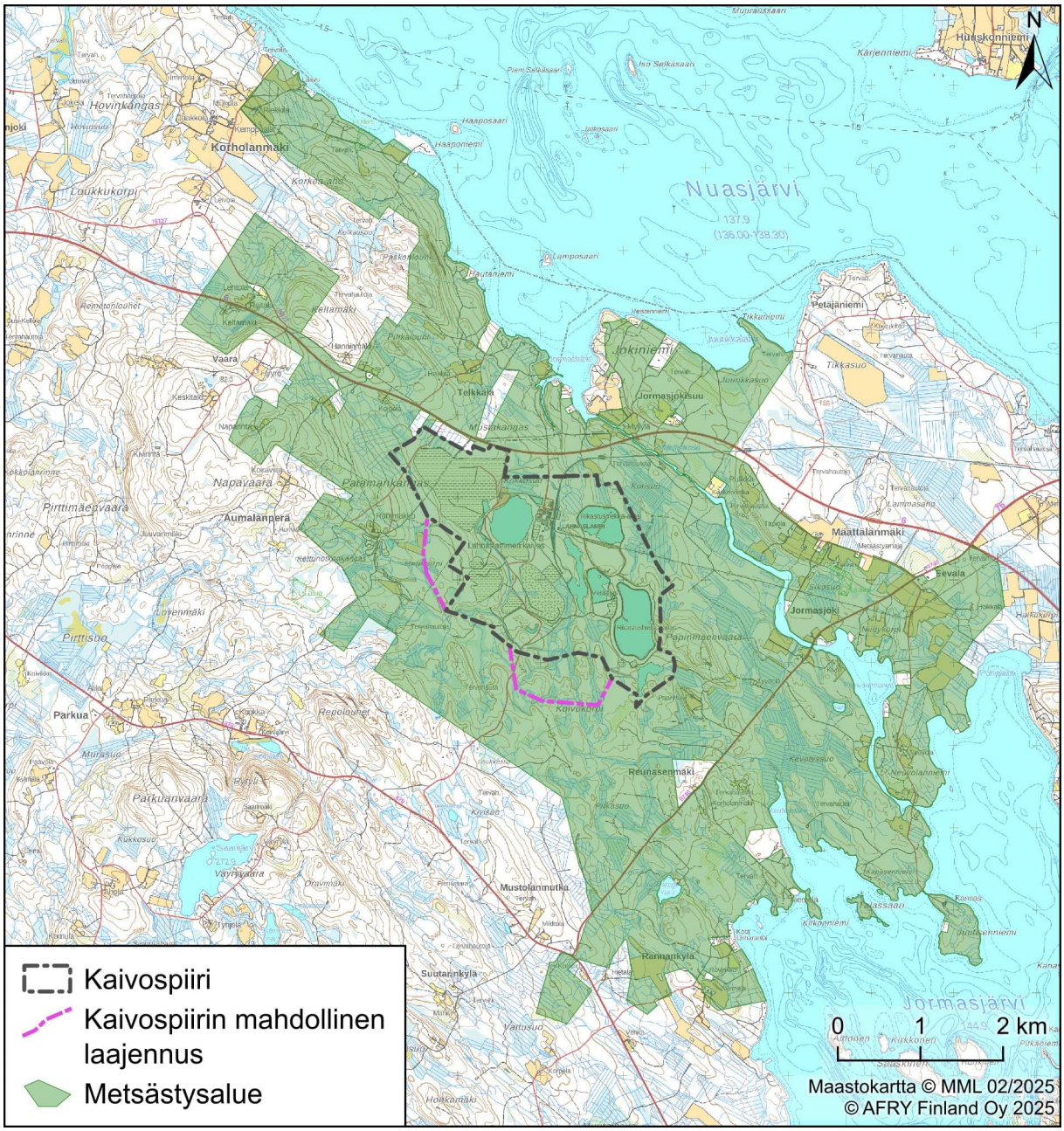
Copyright © AFRY Finland Oy




*Kuva 23-1. Hankealueen lähimmät virkistyskäyttökohteet.*

Kaivosalueen ympärillä metsästetään ja Jormasjoen metsästysseura on vuokrannut alueen metsästysmaat (Kuva 23-2). Alueella metsästetään pääosin hirveä, mutta jonkin verran myös pienriistaa. Kaatoluvat ovat vaihdelleet vuosittain ja vuonna 2024 kaatolupia oli kolme. Metsästäjiä on arviolta noin 15–20 henkeä (Jormasjoen metsästysseura 2025). Alueella toimii myös muita metsästysseuroja, mutta ei kaivospiirin välittömässä läheisyydessä. Hankealueen lounaispuolella noin kilometrin etäisyydellä sijaitsee pienriistan metsästysalue (Sotkamo 5613) (Metsähallitus 2025) (Kuva 23-1).

Copyright © AFRY Finland Oy




Kuva 23-2. Jormasjoen Metsästysseura Ry:n metsästysalue. Myös muita seuroja metsästää alueella, mutta kauempana kaivospiiristä.

### 23.2.2 Elinkeinot ja työllisyys

Sotkamon työllisyyttä koskevia avainlukuja on kuvattu taulukossa (Taulukko 23-1). Luvuista käy ilmi, että Sotkamossa valtaosa työpaikoista on palvelu- ja jalostussektorilla. Alkutuotannon työpaikkoja on 6,4 %, mikä on jonkin verran enemmän koko maahan verraten (2,5 %). Työttömiä työvoimasta Sotkamossa oli 6,1 %, joka on koko maan lukua (9,6 %) jonkin verran alhaisempi työttömyys. (Tilastokeskus 2023) Alueen suurin työllistäjä on Terrafame Oy (työntekijöitä 830) ja toiseksi suurin on Vuokatinrinteet (työntekijöitä 116) (Finder 2025). Elementis Mineralsin Sotkamon tehdas työllistää 85 henkilöä. Lisäksi kaivosalueella työskentelee noin 29 urakoitsijoiden työntekijää.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 23-1. Sotkamon työllisyyttä koskevia avainlukuja sekä vertailun vuoksi koko maan tiedot (Tilastokeskus 2023).

| | Sotkamo | Koko maa |
|---|---|---|
| Väkiluku (vuonna 2023) | 10 274 | 5 603 851 |
| Väkiluvun muutos edellisestä vuodesta, %, 2023 | -0,8 | 0,7 |
| Työpaikkojen lukumäärä (2022): | 4 633 | 2 423 548 |
| Palvelut % | 56,5 | 75,3 |
| Jalostus % | 36,2 | 21,0 |
| Alkutuotanto % | 6,4 | 2,5 |
| Työttömiä työvoimasta % (2022) | 6,1 | 9,6 |
| Työpaikkaomavaraisuus % (työpaikat/työlliset) (2021) | 105,0 | 100 |
| Alueella asuva työllinen työvoima (2021) | 4 411 | 2 423 548 |

Vuokatin matkailukeskus sijaitsee noin 12 kilometrin päässä nykyisestä kaivospiiristä. Vuokatissa sijaitsee muun muassa majoituspalveluja, retkeilyreittejä ja hiihtolatuja. Muu elinkeinotoiminta kaivospiirin läheisyydessä perustuu maa- ja metsätalouteen.

## 23.3 Vuorovaikutus

Omaa elinympäristöä muuttavissa hankkeissa vaikutusalueen asukkaiden, virkistyskäyttäjien ja elinkeinonharjoittajien huoli vaikutuksista on yksi merkittävimmistä sosiaalisista vaikutuksista, sillä hankkeen todellisista vaikutuksista ei välttämättä ole vielä YVA-prosessin alkuvaiheessa tarkkaa tietoa. Osana tätä ympäristövaikutusten arviointia on järjestetty kaksi seurantaryhmän tapaamista. Lausuntoja YVA-ohjelmaan toimitettiin 13 ja mielipiteitä 10.

Lausunnoissa ja mielipiteissä esitettiin huoli Nuasjärven vesistön tilasta ja yhteisvaikutuksista Terrafamen purkuvesien kanssa. Useissa mielipiteissä tuodaan esiin, että purkuputken pitäisi sijaita Nuasjärvellä tarpeeksi pitkällä, jotta purkuvedet sekoittuisivat Nuasjärvellä eivätkä kuormittaisi Jormaslahtea. Sedimentteihin kerrostuneet saasteet, ja niiden sekoittuminen veteen huolestuttavat mielipiteen jättäjiä, sillä niiden vaikutuksia järven tilaan ja kalakantaan ei tiedetä. Useissa mielipiteissä ehdotetaan Nuasjärven ekologisen tilan tutkimusta, jossa arvioitaisiin Elementis Mineralsin ja Terrafamen päästöjen yhteisvaikutuksia järven ekologisen tilan ja kalakannan kannalta. Useissa mielipiteissä ehdotetaan myös katselmusta rantatonteille YVA-prosessin myöhemmissä vaiheissa. Mielipiteissä vastustettiin purkuvesien johtamista Jormasjokeen, joka poistettiin YVA-vaihtoehdoista YVA-ohjelmavaiheen jälkeen. Kaivoksesta aiheutuvan meluhaitan koettiin myös kasvaneen ja melun taajuus koettiin häiritseväksi. Muutamissa mielipiteissä myös moitittiin hankkeen YVA-ohjelman viestintää puutteelliseksi.

Ensimmäinen seurantaryhmän tilaisuus pidettiin 23.4.2024. Tilaisuuteen osallistuivat AFRY Finland Oy:n, Elementis Mineralsin ja ELY-keskuksen edustajien lisäksi Sotkamon kunnan edustajia, lähiseudun asukkaita, metsästysseuran edustaja, Jormaskylän kalaveden osakaskunnan edustajia sekä läheisen moottoriurheilukeskuksen edustaja. Tilaisuudessa käytiin läpi ympäristövaikutusten arviointiprosessin kulku ja YVA-ohjelman sisältö. Osallistujat esittivät runsaasti kysymyksiä, ja ne liittyivät muun muassa Papinlammen

Copyright © AFRY Finland Oy

rikastushiekka-altaan korotukseen, kaivoksen meluvaikutuksiin, sulfaattikuormitukseen, päästöihin, pölyyn ja maisemavaikutuksiin.

YVA-ohjelman yleisötilaisuus järjestettiin 27.5.2024. Tilaisuuteen oli mahdollista osallistua paikan päällä tai etänä Teams-sovelluksen avulla. Osallistujia tilaisuudessa oli noin 20 konsultin, hanketoimijan, ELY-keskuksen ja Sotkamon kunnan edustajien lisäksi. Keskustelua käytiin runsaasti ja kysymykset liittyivät muun muassa Nuasjärven sulfaattipitoisuuksiin, niiden vähentämiseen ja yhteisvaikutuksiin Terrafamen purkuvesien kanssa, Uutelan kaivoksen kuormituksesta vesistöön sekä purkureittivaihtoehtoihin. Lisäksi mainittiin, että kaivokselta aiheutuu pölyhaittaa erityisesti kesäisin varsinkin louhetta kuljettavista kuorma-autoista. Viestintää hankkeesta kritisoitiin puutteelliseksi. Hanketoimija lisäksi kertoi, että Elementis Minerals ja Terrafame tulevat selvittämään purkuvesien yhteisvaikutukset.

Toinen seurantaryhmän tilaisuus järjestettiin 23.4.2025. Kysymyksiä esitettiin muun muassa purkuputkivaihtoehtojen suunnitelluista sijainneista, vesistömallinnuksesta, melun- ja tärinän vaikutuksista ja nykytilasta, maisemavaikutuksista sekä Nuasjärven nykytilasta.

Mielipiteissä ja lausunnoissa, seurantaryhmässä sekä yleisötilaisuudessa 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 ja VE2 ja 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. Rakentamisvaiheella ei ole merkittävää vaikutusta alueen liikennemääriin ja siten elinoloihin ja viihtyvyyteen.

Hankkeen rakentamisen aikaiset meluvaikutukset eivät eroa kaivoksen normaalista toiminnasta merkittävästi. Meluavimmaksi tilanteeksi arvioidaan rikastushiekka-alueen osalta padon rakentaminen (kaivospiirin eteläosassa) lähimmässä sijainnissa asuin- ja lomarakennuksiin verrattuna. Padon rakentamisessa melua aiheutuu kiviaineksen kuljetuksissa ja kaadoissa. Melumallinnuksen mukaan päiväaikainen melutaso lisääntyy eniten länsi- ja kaakkoispuolella sijaitsevien asuinrakennusten luona (3 kpl), jossa melutason lisäys on huomattavaa (4–7 dB), muualla lähimpien häiriintyvien kohteiden luona päiväaikainen melutason lisäys on noin 1–2 dB. Melutaso jää kuitenkin alle melulle asetettujen ohjearvojen lähimpien häiriintyvien kohteiden luona. Rakentamisen aikaiset vaikutukset on esitetty laajemmin toiminnan aikaisessa vaikutusarvioinnissa luvussa 8 ja kuvattu ihmisten elinolojen ja viihtyvyyden osalta kappaleessa 23.4.2. Rakentaminen ei lisää tärinää aiheuttavia toimintoja.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 uusien alueiden rakentaminen aiheuttaa tavanomaista, maarakennusalueeseen tai työmaa-alueeseen verrattavaa pölyämistä. Pölypäästöt ovat paikallisia ja ajoittaisia. Vaikutukset kohdistuvat pääosin kaivosalueelle, rakentamisalueiden välittömään läheisyyteen, eivätkä ne aiheuta kokonaisuutena merkittäviä vaikutuksia

Copyright © AFRY Finland Oy

ilmanlaatuun. Pölystä voi kovan tuulen ja kuivan sään aikana olla kuitenkin hetkellistä vähäistä viihtyvyyshaittaa lähinnä kaivospiiriä sijaitsevilla asuinkiinteistöillä.

Rakentamisen aikaiset maisemavaikutukset liittyvät lähinnä puuston kaatoon kaivospiirin sisällä hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 sekä vaihtoehdossa VE2 myös kaivospiirin laajennusosilla länsi- ja eteläosissa.

Rakentamisvaihe saattaa aiheuttaa väliaikaista ja paikallista pohjaveden samentumista, mutta vaikutukset keskittyvät arvion mukaan hankealueelle (ks. luku 9). Purkuputken asentaminen saattaa aiheuttaa vähäisiä rakentamisen aikaisia vaikutuksia (esim. kaivoveden samentumista). Purkuputken läheisyyteen sijoittuu yksi kaivo Lahnasjoen länsirannalla (ks. luku 9, Kuva 9-4). Rakentamisen jälkeen, kun kaivanto on täytetty, palautuvat pohjavesiolosuhteet vähitellen ennalleen. Kaivot ovat jo nykyisellään seurannassa ja rakentamisen aikana seurantaa tehostetaan tarpeen mukaan.

Rakentamisen ajan pintavesiin kohdistuvat vaikutukset kaivospiirin sisällä tapahtuvissa rakennustöissä arvioidaan rajoittuvan vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 työalueen läheisiin pintavesiin ja Lahnasjokeen. Molempien vaihtoehtojen osalta haitan arvioidaan olevan lyhytkestoinen ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen. Lahnasjoen varrella ei sijaitse vakituisia- tai loma-asuntoja eikä sen varrella ole merkittävää kalastusta, joten vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön arvioidaan sen osalta vähäiseksi.

Purkuputken rakennusvaiheessa (vaihtoehdot VE1 ja VE2) melua aiheutuu normaaleista maanmuokkaustöistä ja meluvaikutukset arvioidaan hyvin paikallisiksi rakennusvaiheesta riippuen. Purkuputken rakentamisesta voi syntyä väliaikaista ja lyhytaikaista viihtyvyyshaittaa purkuputkea lähimpien asuin- ja lomarakennusten luona. Sidosryhmäpalautteessa huolta herätti, mitä vaikutuksia sedimentteihin kerrostuneet haitta-aineet ja niiden sekoittuminen järviveteen aiheuttavat, kun purkuputkea painotetaan järven pohjaan. Riippuen purkuputken reitistä Nuasjärven pohjan alueella, voivat rakennustyöt aiheuttaa pohjasedimentin hienoaineksen lähtemistä liikkeelle aiheuttaen hetkellistä veden samentumista. 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. Rakennusalueen ympäristöstä on myös mahdollista rajoittaa hienoaineksen leviämistä esimerkiksi silttiverhon avulla, joka estää hienoaineksen 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). Merkittäviä vaikutuksia kalastoon ja kalastukselle ei todennäköisesti ilmene. Rakennustöiden oletetaan ajoittuvan sulan maan kauteen, jolloin rakentamisen aikaisia vaikutuksia ei synny osittain samalla linjalla kulkevaan moottorikelkkareittiin. Purkuputken rakennusajaksi on arvioitu kuusi kuukautta.

Kaivospiirin länsipuolella sijaitsee Rommakon moottoriurheilukeskus ja moottorikelkkareitti kulkee Rommakon alueelta pohjoiseen kohti Jormaslahtea. Moottoriurheiluun tai moottorikelkkareittiin ei arvioida kohdistuvan kuin korkeintaan vähäisiä rakentamisen aikaisia vaikutuksia. Mikäli kaivospiirin ympärillä harrastetaan esimerkiksi luonnossa liikkumista ja luonnontuotteiden keräilyä, voi näihin kohdistua vähäisiä heikentäviä vaikutuksia rakentamisajan pöly- ja meluvaikutuksista kaivospiirin lähialueella.

Copyright © AFRY Finland Oy

Rakentamisesta aiheutuva häiriö esimerkiksi lisääntyneen melun seurauksena voi karkottaa riistaeläimiä alueelta, mutta vaikutus arvioidaan väliaikaiseksi. Jormasjoen Metsästysseura ry:n metsästysalue pienenee jonkin verran (noin 2,5 %) kaivostoimintojen laajentuessa vaihtoehdossa VE2, jonka vaikutukset ovat pysyviä. Metsästykseen rakentamisen aikaiset vaikutukset arvioidaan vähäisinä heikentävinä.

Hankkeen rakentamisvaiheessa ei synny sellaisia ilmanlaatu-, melu-, pintavesi- tai tärinävaikutuksia, jotka voisivat aiheuttaa terveyshaittaa. Pohjavesivaikutuksia ei synny hankealueen ulkopuolelle. Edellisen perusteella rakentamisen aikaisilla vaikutuksilla ei arvioida olevan terveysvaikutuksia.

#### 23.4.1.2 Työllisyys ja elinkeinot

Vaihtoehdossa VE2 kaivospiiriä laajennetaan nykyisestä noin 95 ha, minkä myötä puustoa joudutaan poistamaan alueelta. Puuston poisto aiheuttaa vaikutuksia metsätalouden harjoittamiseen. Menetetystä metsämaasta on kuitenkin mahdollista saada korvauksia. Kaivospiirin länsipuolella kaivospiirin laajennusosa ulottuu osin peltoalueelle, mikä rajoittaa peltoalaa. Rakennusvaiheessa alueelle voi myös kohdistua pölyhaittaa. Vaihtoehdossa VE1 kaivospiiri ei laajene.

Nuasjärvellä harjoitetaan kaupallista kalastusta. Hankkeen rakennusvaiheella ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta kalastoon tai kalastukseen Nuasjärvellä.

Rakennusvaihe vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 työllistää jonkin verran rakennusurakoitsijoita. Lisäksi työmaa edesauttaa välillisesti alueen palvelujen hyödyntämisessä, millä on vähäinen myönteinen vaikutus alueen työllisyyteen ja muihin elinkeinoihin.

### 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- ja vesistövaikutukset, lisääntyvä liikenne ja maiseman muuttuminen.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 liikennemäärät kasvavat raskaan liikenteen sekä junakuljetusten osalta nykytilanteeseen verrattuna, mutta henkilöliikenteen määrä pysyy ennallaan. Kaivoksen raskaan liikenteen määrä kasvaa noin 2,5-kertaiseksi (151 %) nykyisestä 43 ajoneuvosta noin 108 ajoneuvoon vuorokaudessa. Henkilöliikenteen määrä pysyy noin 208 ajoneuvossa kuten nykytilanteessa (VE0). Valtatie 6:lle kohdistuva kokonaisliikennemäärän muutos ei ole merkittävä vaihtoehdoissa VE1 ja VE2, mutta Uutelaan johtavan seututien 870:n raskaan liikenteen määrät lisääntyvät noin 27–60 % seututien 870 varrella liittymien välisistä tieosuuksista riippuen nykytilaan verrattuna. Merkittävämmät vaikutukset liikennemäärän kasvulla on onnettomuusriskiin erityisesti talviaikaan ja teiden kuntoon. Tiestön varrella sijaitsee haja-asutusta (ks. luku 7, Kuva 7-4), johon voi kohdistua melu-, pöly- ja tärinävaikutuksia kasvavasta raskaan liikenteen määrästä, millä voi edelleen olla vaikutuksia elinoloihin ja viihtyvyyteen tiestön varrella.

Hankevaihtoehdot VE1 ja VE2 lisäävät melua nykytilanteeseen verrattuna ainakin 1–2 dB lähimpien häiriintyvien kohteiden luona. Hankevaihtoehtojen (VE1 ja VE2) tuomat muutokset ovat suurimmillaan toiminta-alueen kaakkois- sekä länsipuolen asuinrakennusten luona, jossa päiväajan melutasot kasvavat melumallinnuksen mukaan 4–5 dB hankevaihtoehdossa VE1 ja 6–7 dB hankevaihtoehdossa VE2. Alueen länsipuolella sijaitsee kaksi

Copyright © AFRY Finland Oy

asuinrakennusta ja kaakkoispuolella yksi asuinrakennus. Näillä alueilla melutaso on nykytilanteessa vähäinen, joten muutos on suhteellisen merkittävä ja huomattava. Melutaso pysyy kuitenkin ohjearvojen alapuolella. Muutos on vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 pitkäaikainen. Yöajan melutasoihin ei arvioida aiheutuvan muutoksia nykytilanteeseen verrattuna ja ohjearvot alitetaan kaikissa vaihtoehdoissa (VE0-VE2). Yhden lomarakennuksen kohdalla hankkeen itäpuolella yöajan melutaso on kuitenkin ohjearvon tasolla nykytilanteessa, kun huomioidaan mallinuksen epävarmuus.

Kun alueen äänimaisema muuttuu meluisammaksi, voidaan melu kokea häiritsevänä, vaikka melutasot pysyvät ohjearvojen alapuolella. Tutkimusten perusteella melun häiritsevyys hiljaisilla alueilla lisääntyy äänitason ylittäessä 35 dB, mikä vastaa hiljaisen puheäänen tasoa. Erilaiset äänet koetaan eri tavalla epämiellyttäviksi, kiusallisiksi tai häiritseviksi, ja äänen häiritsevyys on usein tilannesidonnaista. Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (2024) 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. Melu voidaan kokea häiritsevänä jo alle ohjearvotason ja herkimmillä ihmisillä melu voi aiheuttaa stressireaktion, joka pitkittyessään voi johtaa terveyshaittoihin. Melun kokeminen häiritsevänä on yksilöllistä. Melulla voi olla kaivospiirin läheisyydessä elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön kohdistuvia kielteisiä vaikutuksia, erityisesti mikäli ääni koetaan häiritsevänä ja melutaso nousee nykyisestä kuten alueen länsi- ja kaakkoispuolen asuinrakennusten kohdalla. Virkistyskäytön näkökulmasta melutaso voi mallinnuksen mukaan nousta hieman (1–2 dB) tai pysyä samalla tasolla esimerkiksi Jormasjoen kalastuspaikan läheisyydessä ja Kierinniemen loma-asuntojen läheisyydessä. Hankkeen aiheuttamalla melutason nousulla ei ole selkeästi havaittavaa vaikutusta esimerkiksi Nuasjärven ranta-alueilla. YVA-ohjelman mielipiteessä ja seurantaryhmän tilaisuudessa kuitenkin ilmaistiin, että melu on häiritsevää nykytilanteessa, vaikka se ei ylitä ohjearvoja, ja se kuuluu toisinaan tuulen suunnasta riippuen Jokiniemen alueelle ja toisinaan jopa Petäjäniemeen asti. Maansiirtokoneiden ja kiviautojen äänien kuuluminen mainittiin myös seurantaryhmässä, johon toivottiin kiinnitettävän huomiota.

Toiminnan aikaiset kaivospiirin tärinävaikutukset pysyvät vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 nykytilanteen kaltaisina (VE0) muilta osin, mutta junakuljetusten aiheuttaman tärinävaikutusten toistuvuus kasvaa päivittäiseksi. Tärinävaikutusten ei kuitenkaan arvioida olevan selkeästi havaittavissa junaradan läheisyydessä sijaitsevissa herkissä kohteissa. Tärinävaikutukset ovat vähäiset kaivospiirin lähimmissä herkissä kohteissa.

Maisemalliset vaikutukset on arvioitu suuremmiksi vaihtoehdossa VE1 kuin vaihtoehdossa VE2 (ks. luku 21). Sivukivialueet jäävät asuttujen alueiden suunnasta katsottuna etäämmäs, ja ne ovat matalampia vaihtoehdossa VE2 kuin vaihtoehdossa VE1. Esimerkiksi Telkkälän ja Jormasjokisuun alueen havaintopisteeltä VE1:n sivukivialue näkyy puiden yläpuolelta, mutta VE2:n sivukivialueet jäävät metsän taakse. Kaivospiirin kaakkoispuolen asuinrakennukselta sekä Rommakon alueelta maisemallisia vaikutuksia voi syntyä molemmissa vaihtoehdoissa. Maisemalliset vaikutukset on arvioitu kohtalaisiksi kielteisiksi vaihtoehdossa VE1 ja vähäisiksi kielteisiksi vaihtoehdossa VE2.

Ilmanlaatumallinnusten tulosten perusteella (luku 19) voidaan arvioida, että vaihtoehtojen VE1 ja VE2 toiminnan aikaiset hiukkaspäästöt eivät aiheuta terveydellistä riskiä lähialueen asukkaille, sillä pitoisuudet ovat pieniä ja terveyden suojelemiseksi annetut ilmanlaadun raja-arvot alittuvat selvästi asuinalueilla. Kaivokselta voi kuitenkin ajoittain levitä pölyä lähialueen maastoon, josta voi olla lähimmille kiinteistöille viihtyvyyshaittaa.

Copyright © AFRY Finland Oy

Viihtyvyyshaitta on kaivospiirin kaakkoispuolella sijaitsevalla Papinmäen asuinrakennuksella todennäköisesti suurempi vaihtoehdossa VE2 kuin VE1, sillä Koivukorven altaasta toteutettava laajempi vaihtoehto tulee lähemmäs maatilaa. Hankkeen pölyvaikutukset voivat ulottua hankealueen lähialueelle haitaten osin marjastusta ja sienestystä hankealueen välittömässä läheisyydessä. Luonnonvarojen käytön arvioidaan kuitenkin olevan jo nykyisellääkin vähäistä kaivospiirin välittömässä läheisyydessä.

Pohjaveteen kohdistuvat vaikutukset vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 eivät kohdistu kaivospiirin ulkopuolelle. Maaperän laatu on kaivospiirin alueella luonnostaan sellaista, että pohjaveden muodostumis- ja virtausolosuhteet ovat pääosin varsin huonot. Tämä rajoittaa myös haitta-aineiden leviämistä laajemmalle ympäristöön (ks. luku 9). Purkuputkella ei arvioida olevan vaikutuksia talousvesikaivoihin, joita sijoittuu Kierinniemeen ja Lahnasjoen länsipuolelle.

Sidosryhmäpalautteen perusteella asukkaat olivat huolissaan purkuvesien vaikutuksista Nuasjärveen. Vesistömallinnuksen perusteella (ks. luku 10) sulfaattipitoisuudet jäivät Nuasjärven pintavedessä eri purkupisteillä melko vähäisiksi vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Vaihtoehtoon VE0 verrattuna Nuasjärven kuormituksen arvioidaan vähenevän vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vesienkäsittelyssä tehtävien muutosten ansiosta. Sen lisäksi purkupaikan siirtyminen Nuasjärveen mahdollistaa purkuvesien tehokkaamman sekoittumisen, ja siten vaikutusten pienentymisen Nuasjärvessä sekä Lahnasjoessa. Purkuvesien aikaansaaman kuormituksen vaikutukset heijastuvat sedimentteihin vesistön kautta, jolloin pintavesiin kohdistuvat arviot kuormituksen muutoksista ja vaikutuksista voidaan katsoa vastaavan myös sedimenteissä viiveellä havaittavia muutoksia. Kuormitus vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 ei heikennä Nuasjärven pintaveden laatua siten, että siitä aiheutuisi heikennystä uimaveden laatuun tai järviveden hyödyntämiseen löyly- ja kylpyvetenä. Myös mahdollisissa poikkeustilanteissa voidaan varautua siihen, ettei purkuputkeen johdeta tavallista suurempia päästöjä. Myös kalaston osalta kuormitus ja siten kielteiset vaikutukset vähenevät vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 nykytilanteeseen verrattuna.

Veneily voi jatkua Nuasjärvellä toimintavaiheessa purkuputkesta huolimatta normaalisti ja esteettömästi. Nuasjärveen purkuputkesta johdettavasta vedestä ei aiheudu lämpökuormaa, eikä siten heikennystä talviaikaiseen jääpeitteeseen. Purkupisteet D1 (Lamposaaren kaakkoispuolella) ja D2 (Haaposaaren länsipuolella) sijaitsevat syvällä järven pohjassa, joten purkuvirtauksella ei ole vaikutusta talviaikaiseen jääpeitteeseen. Näin ollen vaikutuksia ei arvioida syntyvän jäällä liikkumiseen tai moottorikelkkailuun. Purkupiste D3 sijaitsee matalammalla, joten vaikutuksia jääpeitteeseen ei voida poissulkea.

Kaivosalueen lähialueella ja välittömässä läheisyydessä metsästetään ja lisääntyvät toiminnot pienentävät metsästysalaa erityisesti vaihtoehdossa VE2, kun kaivospiiri laajenee (95 ha). Lisäksi meluvaikutukset voivat vähentää metsästyksen virkistysarvoa erityisesti ennestään hiljaisilla alueilla, joissa melutaso nousee huomattavasti. Hankevaihtoehdoilla arvioidaan olevan vähäinen heikentävä vaikutus metsästykselle.

Ilmanlaatumallinnus ei koske pölylaskeumaa vaan ainoastaan pitoisuuksia ulkoilmassa, mutta tulokset viittaavat siihen, että kaivokselta peräisin olevan pölyn ajoittainen kertyminen lähialueen maastoon on mahdollista. Toiminnan aikana on mahdollista, että Papinmäen maatilalle voi kohdistua ajoittaisia pölyvaikutuksia ja vaikutukset olisivat todennäköisesti suuremmat vaihtoehdossa VE2 kuin VE1. Pölyämisen suhteen riskialttiimpia vuodenaikoja ovat loppukevät ja alkukesä.

Copyright © AFRY Finland Oy

#### 23.4.2.2 Työllisyys ja elinkeinot

Vaihtoehdot VE1 ja VE2 työllistävät paikallisia rakennus- ja kuljetusurakoitsijoita, kun uusia alueita rakennetaan ja tuotantomäärät kasvavat nykytilanteeseen verrattuna. Hanketoimijan oma henkilöstö ei lisäännyt vaihtoehdoissa VE1 ja VE2, mutta kaivoksen toiminta-aika pitenee 20 vuodella.

Kielteisiä vaikutuksia ei arvioida syntyvän hankkeen toimintavaiheessa ammattikalastukselle. Nuasjärven kuormitus vähenee vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 nykytilanteeseen verrattuna.

### 23.4.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päättymisen jälkeen mm. liikenne-, melu-, pöly- ja työllisyysvaikutukset päättyvät. Vaihtoehdossa VE0 sulkeminen toteutetaan vuonna 2024 laaditun sulkemissuunnitelman mukaan ja toiminta päättyy vuonna 2035. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 toiminta jatkuu noin 20 vuoden ajan, jonka jälkeen kaivos suljetaan sulkemissuunnitelman mukaan. Kaivoksen sulkeminen on esitelty luvussa 3.12.

### 23.4.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Kaivos jatkaa nykyisellä toiminnallaan ja toiminta päättyy noin vuonna 2035. Vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön sekä elinkeinoihin pysyvät nykyhetken kaltaisina.

## 23.5 Yhteisvaikutukset

Sidosryhmäpalautteessa huolta herättivät vesistövaikutukset Nuasjärveen. Myös Terrafamen purkuputki sijaitsee Nuasjärvessä, mikä on aiheuttanut huolta alueen asukkaissa ja vesistön käyttäjissä. Vesistövaikutusten arvioinnissa on kuitenkin otettu huomioon yhteisvaikutukset Terrafamen kanssa ja pintavesivaikutukset Elementisin toiminnan osalta vähenevät vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 nykytilanteeseen verrattuna.

## 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 länsi-, pohjois- ja itäpuolella 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 kaivosalue.

Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 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 Nuasjärvellä. Kalastukselle ei arvioida syntyvän merkittäviä vaikutuksia.

Rakennusvaihe työllistää rakennusurakoitsijoita, ja sillä voi olla myönteinen vaikutus paikallisten palvelujen hyödyntämiseen. Vaihtoehdossa VE2 vaikutuksia voi syntyä metsä- ja maatalouteen, mikäli kaivospiiri laajenee metsä- ja maatalousalalle. Kalastukseen elinkeinona ei arvioida syntyvän merkittäviä vaikutuksia.

Copyright © AFRY Finland Oy

Merkittävimmät toiminnan aikaiset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen kohdistuvat vaikutukset voivat aiheutua lisääntyvästä liikenteestä ja melusta. Toiminnan aikana raskaan liikenteen liikennemäärät lisääntyvät ja muutos vaikuttaa erityisesti Uutelaan johtavan seututien 870 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. Meluvaikutukset kohdistuvat merkittävimmin hankealueen kaakkois- ja länsipuolella sijaitseviin muutamiin asuinrakennuksiin, jossa melutason nousu on huomattavaa (4–5 dB hankevaihtoehdossa VE1 tai 6–7 dB hankevaihtoehdossa VE2). Muilta osin melutaso ei merkittävästi lisäänny, mutta melu voidaan kuitenkin kokea häiritsevänä yksilöstä riippuen, vaikka melulle asetetut ohjearvot eivät ylity. Maisemavaikutuksia syntyy, ja ne ovat voimakkaammat vaihtoehdossa VE1 kuin vaihtoehdossa VE2. Sidosryhmäpalautteessa huolta herättäneet Nuasjärven vesistövaikutukset vähenevät vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 nykytilaan verrattuna.

Melu- ja pölyvaikutuksia voi esiintyä erityisesti kaivospiirin lähettyvillä, jolla voi olla vaikutuksia metsästykseen ja esimerkiksi marjastukseen ja sienestykseen, mikäli niitä alueella harrastetaan. Alueen metsästysseuran hyödyntämä metsästysala pienenee noin 2,5 % vaihtoehdossa VE2 kaivostoimintojen laajentuessa. Jos purkuputkivaihtoehto D3 vaikuttaa Jormaslahdella paikallisesti jääpeitteeseen, voi se heikentää tai estää jäällä tapahtuvaa virkistystoimintaa kyseisellä purkuputkialueella.

Kaivospiirin laajennuksen myötä hankkeella voi olla lähialueen elinkeinoista metsätalouteen ja peltoviljelyyn arviolta vähäisiä kielteisiä vaikutuksia vaihtoehdossa VE2.

Kokonaisuudessaan hankkeen vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi. Vaikutukset kohdistuvat erityisesti meluvaikutusten kohdalla kaivospiirin länsi- ja kaakkoispuolelle ja liikenteen osalta haja-asutukselle seututien 870 varrella. Muilta osin vaikutukset ovat vähäiset.

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.

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 | | | | | | | | | |
| | Kohtalainen | | | VE1<br>VE2 | | VE0 | | VE1*<br>VE2* | | |
| | Suuri | | | | | | | | | |
| | Erittäin suuri | | | | | | | | | |

** Työllisyys ja elinkeinot*

Copyright © AFRY Finland Oy

## 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 haitallisia vaikutuksia voidaan lieventää hankkeen huolellisella suunnittelulla ja aktiivisesti tiedottamalla alueen asukkaita hankkeen etenemisessä kaikissa sen vaiheissa. Asukkaita sekä muita aluetta käyttäviä tahoja, kuten alueen virkistyskäyttäjiä, on tärkeää kuulla, jotta tiedetään heitä hankkeessa askarruttavat asiat, joita voidaan ottaa käsiteltäviksi. Aktiivisesti tiedottamalla ja kuulemalla voidaan vähentää ihmisten kokemaa epätietoisuutta ja etsiä ratkaisuja hankkeen vaikutuksiin sekä mahdollisiin ristiriitoihin liittyen. Tiedotuksessa on hyvä hyödyntää eri viestintäkanavia monipuolisesti, jotta viestintä on mahdollisimman tehokasta ja tavoittaa eri kohderyhmät kattavasti. Hankkeesta tiedotetaan tarpeen mukaan paikallislehdessä, tiedotustilaisuuksissa sekä kohdennetusti internet-sivuilla, sähköpostilla ja kirjeillä.

Hankkeen ympäristövaikutuksiin liittyviä lieventämiskeinoja on käsitelty kunkin vaikutusarviointiosion yhteydessä. Nämä lieventämiskeinot lieventävät myös vaikutuksia ihmisten elinoloihin, virkistyskäyttöön ja elinkeinoelämään. Esimerkiksi peltoviljelyyn mahdollisesti koituvia pölyhaittoja voidaan vähentää ajoittamalla rakentaminen viljelysajan ulkopuolelle. Haitallisten vaikutusten lieventäminen on pyritty monelta osin huomioimaan suunnittelussa mm. YVA-menettelyn aikana saadun palautteen avulla. Tästä esimerkkinä ovat Jormasjokeen johtavan purkuputkivaihtoehdon poistaminen sekä purkuputken linjauksen muuttaminen maa-alueella.

Palautetta YVA-menettelyn aikana jätettiin myös kaivoksen meluvaikutuksista. Lähialueella melu voidaan kokea häiritsevänä, vaikka melutasot jäävät alle melulle asetettujen ohjearvojen. Hanketoimija on tuonut YVA-menettelyn aikana esiin, että on mahdollista toteuttaa maanomistajien luvalla käytännön melumittauksia (tarkkailuohjelman lisäksi) lähialueen kiinteistöillä, joiden avulla meluvaikutuksia voitaisiin käytännössä arvioida ja lieventää.

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

Elementisin 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 ja kaivoksen 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 Kainuun ELY-keskukselle sekä Sotkamon kunnan ympäristön- ja terveydensuojeluviranomaiselle. 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. 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.

Kaivoksen 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.

Poikkeustilanteiden ja onnettomuuksien varalta on huolehdittava prosessien sisäisten varo- ja hälytysjärjestelmien kunnosta, säiliöiden varoaltaiden ja viemärijärjestelmien riittävistä sulkemismahdollisuuksista ja sade- ja jäähdytysvesiviemäreiden vesien ohjaamisesta prosessivedeksi tai johtamisesta tarvittaessa vesistöön varoaltaiden kautta. Tuotantoprosessit ja niiden varojärjestelmät on pidettävä ajan tasalla ja niitä käyttävän henkilöstön tulee olla riittävästi perehtynyt niiden käyttöön. Järjestelmät on varustettava tarpeellisilla hälytys- ja mittalaitteilla ja hälytykset on ohjattava paikkaan, jossa on ympärivuorokautinen valvonta.

## 24.2 Ympäristöriskit ja häiriötilanteet

Poikkeus- ja häiriötilanteita kaivostoiminnassa voivat olla mm. patomurtumat, 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.

### 24.2.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

VE1:n ja VE2:n rakentamisen aikana on riski koneiden ja laitteiden rikkoutumisesta johtuvaan paikalliseen öljy- tai kemikaalivuotoon.

Copyright © AFRY Finland Oy

### 24.2.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 toimintavaiheen ympäristöriskit ovat samankaltaisia kuin nykyiset riskit vaihtoehdossa VE0.

Elementisillä on ennaltavarautumissuunnitelma, joka sisältää nykyisen toiminnan ympäristövaarojen tunnistamisen sekä riskien ja vaikutusten arvioinnin toimenpiteet riskien hallitsemiseksi. Ennaltavarautumissuunnitelma on päivitetty viimeksi 9.12.2024. Ympäristöriskinarviointi päivitetään ympäristöluvan (Nro 103/2023) mukaisesti viiden vuoden välein. Sotkamon tehtaan ja kaivoksen riskianalyysi on esitetty liitteessä 14.

Yleisesti kaivoksen ympäristöriskit on arvioitu pieniksi. Riskinarviossa tunnistettiin 28 vaaratilannetta, joista suurin osa oli riskinhallintakeinojen jälkeen merkityksettömiä tai vähäisiä ja kaksi oli kohtalaisia. Vaikutuksilta suurimmat riskit ovat Lahnaslammen louhosjärven vaikutukset, hajakuormitus, allasalueen pato- tai allasmurtumat, jolloin suuria vesimääriä pääsisi alapuoliseen vesistöön. Todennäköisimpiä riskitilanteita ovat pölypäästöt, rikastushiekkalinjan vuodot tai kemikaali- /öljyvuodot, jotka ovat yleensä pieniä ja helposti rajattuja siten, ettei ympäristövaikutuksia tule.

Ihmisten terveyteen liittyvät riskit ovat pääasiassa kaivoksen työturvallisuuteen liittyviä riskejä kuten sortumat ja putoamiset. Riskeistä ei aiheudu vaikutuksia kaivoksen ulkopuolisten ihmisten terveyteen. Patosortuman tapauksessa riski kaivoksen ulkopuolisten ihmisten terveydelle on mahdollinen.

Papinlammen rikastushiekka-altaalle on laadittu vahingonvaara-arvio patokorkeudella + 190 m. Vahingonvaaraselvityksen perusteella Papinlammen pato-onnettomuus voi aiheuttaa vaaraa terveydelle sekä ympäristölle ja omaisuudelle. Riippuen patomurtuman kohdasta, vaikutukset kohdistuisivat joko Papinpuroon ja Jormasjoen kautta Jormaslahteen tai Papinlammenojan ja Lahnasjoen kautta Jormaslahteen. Arvioiduilla rikastushiekan leviämisalueilla ei sijaitse asutusta eikä sellaisia alueita, missä ihmisiä oleilee säännöllisesti. Patomurtuman tapauksessa päästön vaikutus ei ulotu talousvesikaivoihin. Pintavettä ei yleensä käytetä talousvetenä (ravintona), mutta muuna talousvetenä, kuten sauna- ja pesuvetenä sekä kasteluvetenä Jormaslahden vettä käytetään. Tähän liittyy väliaikainen terveysriski, kun arseeni- ja nikkelipitoisuudet Jormasjoessa ja Jormaslahdessa nousevat. Papinlammen pato kuuluu 2-luokkaan. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 uusi rikastushiekka-allas sijoittuu Koivukorven alueelle, joten mahdollisessa patomurtuman tapauksessa vaikutukset kohdistuvat todennäköisesti nykytilan kaltaisesti Lahnasjoen ja/tai Jormasjoen valuma-alueelle (Kuva 10-4).

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.

Kaivoksen 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.

### 24.2.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päättymisen jälkeiset ympäristöriskit liittyvät lähinnä kaivannaisjätealueiden stabiliteettiin sekä kaivoksen sulkemisen jälkeiseen vesistökuormitukseen.

Copyright © AFRY Finland Oy

### 24.2.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 nykytilanteessa olemassa olevat riskit säilyvät ennallaan. Sotkamon tehdas- ja kaivosalueella ympäristöriskit on yleisesti ottaen arvioitu pieniksi. Nykytilanteessa tehdas- ja kaivosalueen suurimmat riskit ovat Lahnaslammen louhosjärven aiheuttama sulfaattikuormitus ympäristöön, hajakuormitus sekä allasalueen pato- tai allasmurtumat, joiden seurauksena suuria vesimääriä pääsisi alapuoliseen vesistöön.

Todennäköisimpiä riskitilanteita ovat pölypäästöt, rikastushiekkalinjan vuodot tai kemikaali- /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

Hankkeen merkittävimmiksi vaikutuksiksi on tunnistettu yhteisvaikutukset vesistöön Terrafamen kanssa. Vesistömallinnuksessa ja kaikessa vaikutusarvioinnissa vesistöön, vesieliöstöön, kalastoon ja sedimentteihin liittyen on huomioitu Terrafamen yhteisvaikutus. Vaikutuksia on käsitelty kappaleissa 10-14.

Muita yhteisvaikutuksia tunnistettiin liikennevaikutusten osalta. Liikenteen nykytilakuvauksessa on huomioitu Uutelan ja Terrafamen nykyiset liikennemäärät. Malmikuljetukset Uutelasta on huomioitu liikennemäärissä ja melumallinnuksessa.

Hankkeesta ei aiheudu yhteisvaikutuksia, joilla olisi merkitystä maankäytön, kasvillisuuden, luontotyyppien, suojelualueiden, maiseman, linnuston, maa- ja kallioperän tai pohjavesien kannalta.

Yhteisvaikutuksia susireviiriin on käsitelty kappaleessa 17.4.

Copyright © AFRY Finland Oy



# 26 VAIHTOEHTOJEN VERTAILU JA VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYS

# 26 VAIHTOEHTOJEN VERTAILU JA VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYDEN ARVIOINTI

Elementisin kaivannaisjätteiden ja vesienhallinnan YVA-selostuksessa arvioitiin merkittävimpien vaikutusten kohdistuvan vesistöön ja kalastoon, pohjaveteen, kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin, saukkoihin ja ihmisiin. Merkittäviksi arvioiduista vaikutuksista sekä lievennyskeinoista on esitetty tässä tiivistelmät. Lisäksi kaikkien vaikutustarkastelujen osalta tiivistelmä löytyy taulukosta (Taulukko 26-1) sekä YVA-selostuksen alusta heti sisällysluettelon jälkeen.

## Vesistövaikutukset

Purkuvesien merkittävin kuormitusjae on sulfaatti, jonka kuormitus on molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vesienkäsittelyssä tehtävien parannusten ansiosta saatu vähäisemmäksi kuin nykytilassa (vaihtoehto VE0). Purkupaikan siirtyminen Nuasjärveen mahdollistaa purkuvesien tehokkaamman sekoittumisen ja siten vaikutusten pienentymisen nykytilaan nähden. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Lahnasjokeen kohdistuu edelleen kaivos- ja tehdasalueelta hajakuormitusta, mutta Lahnasjoen vedenlaatu paranee merkittävästi nykytilaan nähden. Purkuvedet aiheuttavat jatkossakin vesistövaikutuksia purkuvesistössä, mutta tässä hankkeessa suunnitelluilla muutoksilla (VE1 ja VE2) arvioidaan saavutettavan myönteinen vaikutus.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 tarkasteltiin kolmea erillistä purkureittivaihtoehtoa Nuasjärvessä: Lamposaaren kaakkoispuoli (D1), Haaposaaren luoteispuoli (D2) ja Jormaslahden pohjukka (D3). Vesistömallinnuksen perusteella erot sulfaattipitoisuuksissa jäivät Nuasjärven seurantapisteillä eri purkureittivaihtoehdoissa melko vähäisiksi. Elementisin purkuputken kautta Nuasjärveen johdettavien purkuvesien merkittävimmät vaikutukset liittyvät purkuvesien sisältämään sulfaattiin.

Purkureittivaihtoehdolla D1 kuormituksen vaikutuksia voidaan saada vähennettyä nykytilaan nähden käyttämällä purkuputken päässä vesiä sekoittavaa diffuusoria, jolla saadaan estettyä nykytilassa todettu järvivettä tiheämpien sulfaattipitoisten vesien kulkeutuminen pohjan myötäisesti Jormaslahden edustan syvänteiden alusveteen. Purkureittivaihtoehdolla D2 voidaan saada kuormituspainetta vähennettyä Jormaslahden edustan syvännealueilla, jossa mitattujen vedenlaatutulosten perusteella nykytilassa on todettu ympäristönlaatunormien (AA-EQS ja MAC-EQS) ylityksiä. Purkureittivaihtoehdoilla D1 ja D2 saadaan myös vähennettyä riskiä kevät- ja syystäyskierron estymiselle tai vaillinaiseksi jäämiselle Jormaslahden edustan syvännealueilla. Purkureittivaihtoehdolla D2 kuormitus kohdistuu voimakkaammin Haaposaaren luoteispuoleiselle syvännealueelle, johon ei nykytilassa kohdistu yhtä voimakasta kuormitusta, ja tällä alueella kuormitus kohottaa veden sulfaattipitoisuutta nykytilaa enemmän. Jormaslahden pohjukan purkureittivaihtoehdossa D3 kuormituksen vaikutukset näkyvät merkittävimmin lahden pohjukassa, jossa sekoittumisolosuhteet on todettu etenkin talviaikaan heikoiksi.

### Vesistövaikutusten lieventäminen

Kaivosalueen puhtaat ja likaantuneet vedet pidetään erillään. Puhtaat aluevedet johdetaan niiden luontaisia reittejä vastaanottavaan vesistöön, jotta muutokset vesistöjen virtaamiin olisivat mahdollisimman vähäiset. Elementis työskentelee hajakuormituksen vähentämiseksi. Hajakuormituksen tulevia hallintakeinoja varten alueella on tehty kesän 2025 aikana tehotarkkailua. Tarkoituksena on ollut saada tarkempaa tietoa mahdollisista

Copyright © AFRY Finland Oy

vedenlaatumuutoksista suunnitelmien tueksi. Hajakuormituskohteisiin on tehty ojitus- ja talteenottosuunnitelmia, joiden toteutus on tarkoitus aloittaa vuoden 2025 aikana.

Likaantuneet vedet kerätään ja puhdistetaan ennen niiden johtamista purkureitille. Vesienkäsittelyä parannetaan molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 etenkin sulfaatin poistamiseksi.

Rakentamisen aikana työvaiheet suunnitellaan ja ajoitetaan tehtäväksi siten, että vaikutukset pintavesiin jäävät mahdollisimman pieniksi sekä uomien siirron että purkuputken rakentamisen osalta.

Nuasjärven purkuputkivaihtoehdoissa vesistövaikutuksia lievennetään käyttämällä purkuputken päässä purkuveden ja järviveden sekoittumista tehostavaa rakennetta, ts. diffuusoria.

### Pohjavedet

Vaikutukset kallioperään ja pohjaveteen ovat toiminnan luonteen takia väistämättömiä (mineraalivarojen hyödyntäminen). Vaikutukset maaperään ja pohjaveteen kohdistuvat pääosin sivukivi- ja rikastushiekka-alueille. Vaikutusten arvioidaan olevan vaihtoehdossa VE2 hieman suuremmat kuin vaihtoehdossa VE1, koska kaivospiirin alue laajenee ja toimintoja sijoittuu enemmän uusille luonnontilaisille alueille. Vaikutukset pohjavesiin on arvioitu kokonaisuutena kohtalaisiksi. Vaikutuksia voidaan vähentää kaivannaisjätealueiden pohja- ja peittorakenteilla.

### Kasvillisuus ja luontotyypit

Vaihtoehto VE1 sijoittuu rauhoitetun valkolehdokkiesiintymien alueelle, mutta ei muiden arvokkaiden kasvillisuuskohteiden tai niiden valuma-alueiden alueille. Hankevaihtoehdon VE2 mukainen rakentaminen sijoittuu valkolehdokkiesiintymien lisäksi useiden muiden arvokkaiden kasvillisuus- ja pienvesikohteiden alueelle, kolmen huomionarvoisen jäkälälajin kasvupaikoille sekä serpentiiniluontotyypille. Vaihtoehdon VE1 vaikutukset on arvioitu kohtalaisen kielteisiksi ja vaihtoehdon VE2 erittäin suuriksi kielteisiksi.

Valkolehdokkiesiintymien luonnontilan muuttaminen edellyttää lupaa poiketa luonnonsuojelulain 74 §:n rauhoitettuja lajeja koskevista säädöksistä. Lisäksi vaihtoehdon VE2 mukainen rakentaminen edellyttää lupaa poiketa vesilain 2. luvun 11 §:n noroja koskevasta luonnontilan vaarantamiskiellosta sekä tiukasti suojellun serpentiiniluontotyypin hävittämis- ja heikentämisheikentämiskiellosta (lsl 66 §).

Vaikutuksia voidaan vähentää, mikäli uusia rakennettavia alueita voidaan rajata siten, että huomionarvoiset kohteet valuma-alueineen jäävät rakentamisen ulkopuolelle.

### Saukot

Saukko on Suomessa luonnonsuojeluasetuksella rauhoitettu. Kaivospiirin alueelle sijoittuvat ja sitä ympäröivät vesistöt kuuluvat saukon elinpiiriin. Saukon lisääntymisalue sijoittuu Unijoen luonnontilaiselle osuudelle kaivospiirin lounaispuolelle. Saukko käyttää monia kaivospiirin ojia kulkureitteinään ja saalistusalueina Lahnasjoen allasta, Papinlammen eteläpään allasta, sekä Jormasjokea.

Hankkeella arvioidaan olevan kokonaisuutena suuria kielteisiä vaikutuksia saukolle molemmissa hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Vaikutukset vaihtoehdossa VE2 ovat hieman suuremmat koska rakentamisalue on laajempi.

Copyright © AFRY Finland Oy

Vaikutuksia saukkoihin lievennetään kiinnittämällä huomiota Unijoen ja Papinlammenojan uudelleenlinjauksiin ja rakentamisaikaan. Unijoen ja Papinlammenojan uudelleenlinjauksia rakennettaessa on huolehdittava, että vesistöön päätyvän kiintoaineksen määrä olisi mahdollisimman vähäinen, penkereisiin ja ojiin sekä ympäröivään puustoon kohdistetaan mahdollisimman vähän toimenpiteitä ja virtaamaan ei aiheuteta muutoksia. Saukkoselvityksiä tehdään lisää kaivosalueen ympäristössä talvella 2026.

### Ihmisten elinolot, viihtyvyys ja virkistyskäyttö

Merkittävimmät toiminnan aikaiset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen kohdistuvat vaikutukset voivat aiheutua lisääntyvästä liikenteestä ja melusta. Kokonaisuudessaan hankkeen vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi.

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.

Haitallisten vaikutusten lieventäminen on pyritty monelta osin huomioimaan suunnittelussa mm. YVA-menettelyn aikana saadun palautteen avulla. Tästä esimerkkinä ovat Jormasjokeen johtavan purkuputkivaihtoehdon poistaminen sekä purkuputken linjauksen muuttaminen maa-alueella.

Hankkeesta aiheutuvia haitallisia vaikutuksia voidaan lieventää hankkeen huolellisella suunnittelulla ja aktiivisesti tiedottamalla alueen asukkaita hankkeen etenemisessä kaikissa sen vaiheissa. Asukkaita sekä muita aluetta käyttäviä tahoja, kuten alueen virkistyskäyttäjiä, on tärkeää kuulla, jotta tiedetään heitä hankkeessa askarruttavat asiat, joita voidaan ottaa käsiteltäviksi. Seurantaryhmän toisessa tapaamisessa sovittiin, että tapaamisia jatketaan vuosittain myös YVA-menettelyn päättymisen jälkeen.

### Hankkeen toteuttamiskelpoisuus

Suunnitellut toiminnot ovat teknisesti toteuttamiskelpoisia. Ympäristön kannalta kaikki hankevaihtoehdot on arvioitu toteuttamiskelpoisiksi lyhyellä aikavälillä, mutta pitkän ajan vaikutuksia tarkasteltaessa ja mikäli sulfaatin ympäristölaatunormi astuu esitetyssä muodossaan voimaan, VE0 ei ole todennäköisesti toteuttamiskelpoinen Lahnasjoen korkean sulfaattitason vuoksi. Vaikka nykytilassa sulfaattipitoisuus Lahnasjoessa on ollut korkea, kohonneet pitoisuudet eivät ole kuitenkaan merkittävästi heikentäneet tutkitun vesieliöstön tilaa.

YVA-menettelyn tultua päätökseen Elementis hakee ympäristölupaa vaihtoehdolle VE1 tai VE2 tai niiden yhdistelmälle. Vesistövaikutusten osalta hankevaihtoehto VE2 on suositeltavampi, sillä kuormitus on vähäisempää, etenkin arseenin osalta, kuin hankevaihtoehdossa VE1. Kasvillisuuteen, luontotyyppeihin ja saukkoihin sekä pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten osalta puolestaan hankevaihtoehto VE1 on suositeltavampi, sillä tällöin otetaan kaivostoiminnan käyttöön vähemmän uusia alueita.

### Yhteenvetotaulukko vaikutuksista

Seuraavaan taulukkoon 26-1 on koottu yhteenvetona edellä luvuissa 6–23 esitetyt hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 vaikutusten merkittävyydet vaikutusalueittain.

Copyright © AFRY Finland Oy

Taulukko 26-1. Hankevaihtoehtojen (VE 1–2) 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 | VE2 | Huomiot |
|---|---|---|---|---|
| Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö | | VE1 | VE2 | Hankealueen ja sen lähivaikutusalueen herkkyys muutoksille maankäytön ja yhdyskuntarakenteen osalta arvioidaan vaihtoehdossa VE1 vähäiseksi, sillä hankkeen toteuttaminen ei edellytä uusien kaavojen laatimista tai aiheuta olemassa olevien kaavojen muutostarpeita. Vaihtoehdon VE2 osalta maankäyttövaikutukset arvioidaan kokonaisuudessaan vähäisen negatiiviseksi, mutta herkkyydeltään kohtalaisen kielteiseksi, sillä kaivospiirin laajennus estää tai muuttaa nykyistä maankäyttöä paikallisesti merkittävästi. Toteutusvaihtoehdosta VE1 aiheutuvat vaikutukset maankäytölle ja yhdyskuntarakenteelle arvioidaan kokonaisuudessaan vähäisen kielteiseksi. Toteutusvaihtoehdosta VE2 aiheutuvat vaikutukset maankäytölle ja yhdyskuntarakenteelle arvioidaan kokonaisuudessaan vähäisen kielteiseksi.<br><br>Siirtymäsäännöksen mukaan kaivostoiminta alueella, jolla vähäisesti laajennetaan olemassa olevaa kaivosta, voi vanhan kaivoslain mukaisesti perustua asema- tai yleiskaavan sijaan myös maakuntakaavaan tai riittävään selvitykseen. |
| Liikenne | | VE1 | VE2 | Hankkeen herkkyys muutoksille liikennevaikutusten osalta arvioidaan vähäiseksi, koska alueella on jo kaivostoimintaa ja siitä aiheutuvaa liikennettä. Liikennemäärät ovat suhteellisen alhaisia tarkastelualueella. Muutosten suuruus arvioidaan molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 olevan kohtalainen, koska raskaan liikenteen määrän kasvu katsotaan kohtalaiseksi. Merkittävämmät vaikutukset liikennemäärän kasvulla on onnettomuusriskiin ja teiden kuntoon. Hankkeen liikennevaikutusten merkittävyys arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi kielteiseksi. |
| Melu | | VE1 | VE2 | Melumallinnuksen (2025) ja ympäristömelumittausten (2023) perusteella nykytila ei aiheuta ympäristöluvassa asetettujen raja-arvojen ylitystä.<br><br>Rakentamis- ja toimintavaiheen meluvaikutukset ovat samankaltaisia. VE1 ja VE2 melumallinnuksessa huomioitujen toimintojen ja liikenteen aiheuttamat meluvaikutukset tarkastelluille asuin- ja lomakiinteistöille eivät ylitä rakentamis- tai toimintavaiheessa päivä- ja yöaikaisia raja-arvoja lukuun ottamatta yhtä loma-asuntoa, jonka kohdalla ei mallinnuksen epävarmuus huomioiden voida sanoa ylittyykö yöajan ohjearvo. Suuremmat muutokset melussa kohdistuvat yksittäisiin asuinrakennuksiin, mutta melutasot pysyvät pääosin selkeästi asuinrakennusten ohjearvojen alapuolella. Meluvaikutusten arvioidaan olevan vähäisen kielteisiä kummassakin toteutusvaihtoehdossa. |
| Tärinä | | VE1 | VE2 | Hankevaihtoehdot VE1 ja VE2 eivät lisää toiminnasta johtuvia tärinävaikutuksia rakentamisen aikana eivätkä toiminnan aikana. |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Hankkeen ympäristö-vaikutukset | VE0 | VE1 | VE2 | Huomiot |
|---|---|---|---|---|
| Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet | | VE1 | VE2 | Hankealueen herkkyys muutoksille maa- ja kallioperän sekä pohjaveden osalta arvioidaan vähäiseksi, sillä hankealueelle ei sijoitu arvokkaita maa- tai kallioperämuodostumia eikä pohjavesialueita. Vaikutukset kallioperään ja pohjaveteen ovat toiminnan luonteen takia kuitenkin väistämättömiä (mineraalivarojen hyödyntäminen). Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 vaikutukset arvioidaan kohtalaisen kielteiseksi, sillä rikastushiekan ja sivukiven läjitykseen tarvitaan uusia alueita. Hankevaihtoehdon VE2 vaikutukset ovat toimintavaiheessa hieman VE1:tä suuremmat, koska uudet läjitysalueet vaativat enemmän tilaa uusilta alueilta. Kaikissa vaihtoehdoissa VE0, VE1 ja VE2 nykyinen sivukivialue suljetaan muutaman vuoden sisällä sulkemissuunnitelman mukaisella bentoniittipeittorakenteella, mikä vähentää suotovesivaikutuksia. |
| Vesistöt ja vedenlaatu | | VE1 | VE2 | Lahnasjoen herkkyys muutoksille on arvioitu vähäiseksi ja Nuasjärven kohtalaiseksi. Vesienkäsittelyn tehostuessa sulfaatinpoiston käyttöönoton myötä, sulfaattikuormitusta on saatu vähenemään vaihtoehdoissa VE1 ja VE2, mikä voidaan arvioida vähäiseksi myönteiseksi muutokseksi vesistövaikutusten osalta nykytilaan nähden. Lisäksi kuormituksen siirtyminen Lahnasjoesta purkuputken rakentamisen myötä Nuasjärveen ja sitä kautta sekoittumisolosuhteiden paraneminen voidaan arvioida vähäiseksi myönteiseksi muutokseksi. Kokonaisuutena voidaan kohteen herkkyyden ja muutoksen suuruuden perusteella arvioida hankkeen vaikutusten merkittävyys hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 nykytilaan nähden vähäiseksi myönteiseksi. Purkuvedet aiheuttavat jatkossakin vesistövaikutuksia purkuvesistössä, mutta tässä hankkeessa suunnitelluilla muutoksilla (VE1 ja VE2) arvioidaan saavutettavan myönteinen vaikutus. |
| Sedimentit | | VE1 | VE2 | Purkuvedet aiheuttavat jatkossakin vesistövaikutuksia purkuvesistössä, mutta tässä hankkeessa suunnitelluilla muutoksilla (VE1 ja VE2) arvioidaan saavutettavan vähäinen positiivinen vaikutus. |
| Vesieliöstö | | VE1 | VE2 | |
| Kalat ja kalastus | | VE1 | VE2 | |
| Kasvillisuus ja luontotyypit | | VE1 | VE2 | Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaan alle jää useita rauhoitetun valkolehdokin kasvupaikkoja. Vaihtoehdossa VE2 Koivukorven alueelle sijoittuvan rikastushiekka-altaan alle jää valkolehdokkien lisäksi uhanalaisen jäkälän ja silmälläpidettävän kasvilajin esiintymät, yksi luonnontilainen noro, kaksi luonnontilaisen kaltaista noroa, uhanalaisten luontotyyppien esiintymiä sekä yksi tiukasti suojeltu luontotyyppi. Kohteet ovat kuitenkin hyvin pienialaisia. Hankevaihtoehdoista VE2 vaikutukset on arvioitu erittäin suuriksi ja vaihtoehdossa VE1 kohtalaisiksi. |
| Linnusto | | VE1 | VE2 | Hankkeen merkittävimmät linnustoon kohdistuvat vaikutukset ajoittuvat rakentamisen aikaiseen vaiheeseen. Hankealueen herkkyys vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 arvioidaan nykyisten kaivostoimintojen aiheuttaman luonnontilaisuuden heikentymisen seurauksena nykyisellään linnuston kannalta vähäiseksi. VE2:n osalta laajennusalueen metsät eivät ole linnustollisesti erityisen merkittäviä ympäristöjä.<br><br>Merkittävimmät vaikutukset aiheutuvat suorista elinympäristöjen menetyksistä sekä välillisesti häiriövaikutuksesta. Vaikutukset arvioidaan molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kokonaisuudessaan vähäisen kielteiseksi. |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Hankkeen ympäristö-vaikutukset | VE0 | VE1 | VE2 | Huomiot |
|---|---|---|---|---|
| Saukko | | VE1 | VE2 | Merkittävimmät vaikutukset eläimistöön kohdistuvat saukkoon. Saukon osalta hankealueen herkkyys arvioidaan kohtalaiseksi, sillä hankealueen vesistöt kuuluvat saukon elinpiiriin. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 hankkeesta aiheutuvat vaikutukset saukon elinpiiriin arvioidaan merkittävyydeltään suuriksi kielteisiksi. |
| Muu eläimistö | | VE1 | VE2 | Muun eläimistön osalta hankealueen herkkyys on kohtalainen. Vaikutusten merkittävyys arvioidaan molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kokonaisuudessaan vähäisen kielteiseksi. |
| Suojelualueet | | VE1 | VE2 | Hankealueen lähialueella ei ole Natura- tai suojelualueita. Niihin ei siis arvioida kohdistuvan vaikutuksia. |
| Ilmanlaatu | | VE1 | VE2 | Kaivostoiminnasta ei mallinnusten perusteella aiheudu ilmanlaadun raja-arvojen ylityksiä eikä haitallisia terveysvaikutuksia missään toteutusvaihtoehdossa. Kaikissa vaihtoehdoissa VE0, VE1 ja VE2 vaikutuksen suuruus arvioidaan pieneksi ja kokonaisvaikutus on vähäisen kielteinen. |
| Maisema | | VE1 | VE2 | Hankevaihtoehdon VE1, eli vanhan sivukivialueen korotuksen, vaikutukset maisemaan kaivosalueen ulkopuolella ovat suuremmat kuin hankevaihtoehdon VE2, eli sivukivialueen korotus näkyy lähialueen teille ja mahdollisesti asutuksen suuntaan enemmän kuin uudet sivukivialueet. Muiden rakenteiden, kuten uuden rikastushiekka-altaan vaikutus maisemassa on vähäisempi. Heikentäviä vaikutuksia ei kohdistu valtakunnallisesti arvokkaille maisema-alueille tai kulttuuriympäristökohteille. Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön on arvioitu kummassakin vaihtoehdossa vähäiseksi kielteiseksi.<br><br>Hankevaihtoehdossa VE1 vaikutuksia ei kohdistu kaivosalueella arkeologiseen kulttuuriperintöön. Hankevaihtoehdossa VE2 suunniteltujen uusien sivukivialueiden ja uuden rikastushiekka-altaan alueelle sijoittuu yhteensä neljä kiinteää muinaisjäännöstä, joten vaikutukset ovat tässä vaihtoehdossa suuremmat. Purkuputken reitille sijoittuu yksi muinaisjäännös. |
| Luonnonvarojen hyödyntäminen | | VE1 | VE2 | Hankealueen herkkyys muutoksille luonnonvarojen hyödyntämisen osalta arvioidaan kohtalaiseksi. Myönteisiä vaikutuksia syntyy luonnonvarojen hyödyntämisestä, kun malmia louhitaan ja rikastetaan kaivoksella ja muodostuvia kaivannaisjätteitä hyödynnetään kaivoksen rakentamisessa.<br><br>Toteutusvaihtoehtojen VE1 ja VE2 vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen arvioidaan kokonaisuudessaan suuruudeltaan suuriksi ja myönteisiksi. |
| | | | VE2 kaivospiirin ulkopuoli | Hankevaihtoehdolla VE2 arvioidaan olevan vähäinen kielteinen vaikutus nykyisen kaivospiirin ulkopuolisten luonnonvarojen hyödyntämiseen, kun maa ja sen luonnonvarat varataan kaivoksen käyttöön. |
| Ihmisten elinolot, viihtyvyys, virkistyskäyttö ja terveys | | VE1 | VE2 | Kokonaisuudessaan hankkeen vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi. Vaikutukset kohdistuvat erityisesti meluvaikutusten kohdalla kaivospiirin länsi- ja kaakkoispuolelle ja liikenteen osalta haja- |

Copyright © AFRY Finland Oy

| Hankkeen ympäristö-vaikutukset | VE0 | VE1 | VE2 | Huomiot |
|---|---|---|---|---|
| | | | | asutukselle seututien 870 varrella. Muilta osin vaikutukset ovat vähäiset.<br><br>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. |
| Työllisyys ja elinkeinot | | VE1 | VE2 | Vaihtoehdot VE1 ja VE2 työllistävät paikallisia rakennus- ja kuljetusurakoitsijoita, kun uusia alueita rakennetaan ja tuotantomäärät kasvavat nykytilanteeseen verrattuna. Hanketoimijan oma henkilöstö ei lisäänny vaihtoehdoissa VE1 ja VE2, mutta kaivoksen toiminta-aika pitenee 20 vuodella. |

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

Kaivostoiminta sijoittuu kahden kaivospiirin alueelle (Lahnaslampi, kaivosrekisterinumero 1170 ja Punasuo, kaivosrekisterinumero 2607B). Kaivospiirien yhteenlaskettu pinta-ala on noin 593 ha.

### 27.1.2 Ympäristö- ja vesitalousluvat

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto on myöntänyt Sotkamon kaivokselle ja tehtaalle ympäristö- ja vesitalousluvan (Nro 9/08/2) vuonna 2008.

Toimintaa koskevat luvat ja niiden muutokset on koottu taulukkoon 27-1.

Taulukko 27-1. Toimintaa koskevat luvat ja niiden muutokset. Päätökset ovat lainvoimaisia lukuun ottamatta päätöstä 74/2025.

| Lupanumero | Diaarinumero | Asia ja antopäivä |
|---|---|---|
| 9/08/2 | Psy-2003-y-175 | Sotkamon kaivoksen ja tehtaan ympäristö- ja vesitalouslupa, 18.1.2008 |
| 09/0111/1 | 00804-00810/08/5399 | Vaasan hallinto-oikeuden päätös ympäristö- ja vesitalousluvan valituksiin, 27.3.2009 |
| 1847 | 1396/1/09, 1397/1/09 | Korkeimman hallinto-oikeuden päätös, 29.6.2011 |
| 41/10/1 | PSAVI/72/04.08/2010 | Lahnaslammen kaivoksen sulkemissuunnitelma vuosille 2009-2013, 1.6.2010 |
| 42/10/1 | PSAVI/109/04.08/2010 | Lahnaslammen kaivoksen ja tehtaalta vesistöön kohdistuvaa hajakuormitusta ja sen hallintaa koskeva selvitys, 1.6.2010 |
| 123/11/1 | PSAVI/88/04.08/2011 | Sotkamon kaivoksen ympäristö- ja vesitalousluvan lupamääräyksen nro 9 muuttaminen, 14.12.2011 |
| 128/2016/1 | PSAVI/7/04.08.2011 | Lahnaslammen kaivoksen vanhojen jätealueiden sulkemistoimien hyväksyminen, 22.9.2016 |
| 103/2023 | PSAVI/455/2021 | Lahnaslammen kaivoksen toiminnan olennainen muuttaminen koskien Papinlammen rikastushiekka-altaan korottamista, 28.6.2023 |
| 74/2025 | PSAVI/3658/2024 | Sotkamon kaivoksen ja tehtaan ympäristö- ja vesitalousluvan nro 9/08/2 lupamääräysten 4, 5 ja 7 muuttaminen |

Copyright © AFRY Finland Oy

## 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 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). Kainuun alueella ympäristönsuojelu- ja vesilain mukaisten hakemusten käsittelystä ja myöntämisestä vastaa Pohjois-Suomen aluehallintovirasto.

Hankevaihtoehdon VE2 mukainen rakentaminen edellyttää lisäksi lupaa poiketa vesilain 2. luvun 11 §:n pienvesien luonnontilaa koskevasta vaarantamiskiellosta. Vesilain 2 luvun 11 §:n mukaan lupaviranomainen voi yksittäistapauksessa hakemuksesta myöntää poikkeuksen 1 momentin kiellosta, jos momentissa mainittujen vesiluontotyyppien suojelutavoitteet eivät huomattavasti vaarannu. Jos 1 momentissa tarkoitettu seuraus aiheutuisi hankkeesta, johon on haettu vesilain mukaista lupaa, lupa-asian yhteydessä on viran puolesta tutkittava kysymys poikkeuksen myöntämisestä.

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. Hankevaihtoehdossa VE2 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.

Copyright © AFRY Finland Oy

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.

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. Ennen käyttöönottoa pato on luokiteltava ja sille on hyväksyttävä tarkkailuohjelma patoturvallisuusviranomaisella. Mikäli pato luokitellaan 1-luokkaan, on sille hyväksytettävä vahingonvaaraselvitys sekä laadittava turvallisuussuunnitelma.

## 27.6 Muut huomioitavat lait ja luvat

Hankealueella mahdollisesti esiintyvien luonnonsuojelulain (9/2023) 69 § tarkoittamien rauhoitettujen eläin- tai kasvilajien sekä 77 § mukaisten erityisesti suojeltavien eläinlajien osalta ELY-keskus voi hakemuksesta myöntää luvan poiketa em. rauhoitussäännöksistä, jos lajin suojelutaso säilyy suotuisana. ELY-keskus voi yksittäistapauksissa myöntää luvan poiketa myös luonnonsuojelulain 78 §:ssä mainittujen, EU:n luontodirektiivin liitteen IV eläimiä tai kasveja koskevista kielloista. Ensisijaisena toimenpiteenä hankkeessa on kuitenkin hankkeen suunnittelu siten, että poikkeuslupamenettelyt eivät ole tarpeen.

Hankealueella havaituista luontoarvoista rauhoitetun valkolehdokin esiintymien muuttaminen edellyttää luonnonsuojelulain 74 §:n mukaista poikkeuslupaa. Vaihtoehdon VE2 mukainen rakentaminen edellyttää lisäksi lupaa poiketa luonnonsuojelulain 66 §:n serpentiiniluontotyyppejä koskevasta hävittämis- ja heikentämiskiellosta.

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.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaapelin, putken, sähköjohdon tai muun vastaavan rakenteen sijoittaminen maantien tie-alueelle edellyttää ELY-keskuksen myöntämää sijoituslupaa. Sijoitusluvat käsitellään keskitetysti Pirkanmaan ELY-keskuksessa.

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.

Säteilylain (859/2018) 146 ja 151 §:n perusteella se, joka hyödyntää luonnossa olevia maa-, kivi- tai muita aineksia tai näiden ainesten käytöntuloksena syntyneitä materiaaleja, on velvollinen selvittämään toiminnasta aiheutuvan säteilyaltistuksen, jos luonnonsäteilystä aiheutuva altistus voi olla viitearvoa suurempi. Elementis on toimittanut 17.12.2024 Säteilyturvakeskukselle (STUK) selvityksen luonnonsäteilyn aiheuttamasta säteilyaltistuksesta Sotkamon tehtaalla ja kaivoksella ja täydentänyt selvitystä 14.1.2025 ja 27.3.2025. STUK on 3.4.2025 todennut että selvitys on riittävä säteilylain 146 §:n mukaiseksi selvitykseksi. Selvityksessä on osoitettu, että toiminnasta aiheutuva työntekijöiden ja väestön altistus luonnonsäteilylle on viitearvoja pienempää, eikä luonnonsäteilyaltistusta tarvitse rajoittaa enempää säteilylain 147 §:n tarkoittamalla tavalla.

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.

Copyright © AFRY Finland Oy

YVA-selostuksen liitteenä on toimitettu kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma (liite 1212121212). Jätehuoltosuunnitelman liitteessä 2 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

Sotkamon kaivoksella 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

Elementis tarkkailee päästöjä ja vaikutuksia uuden tarkkailuohjelman (28.3.2025) mukaisesti. Vaikutustarkkailuohjelma sisältää pintavesien, sedimenttien, pohjavesien, kasviplanktonin, pohjaeläinten, kekomuurahaisten, maaperän, kangasrouskujen, melun, tärinän ja ilman laadun tarkkailun sekä kalataloudellisen tarkkailun. Tarkkailua tullaan jatkamaan pääpiirteissään ko. tarkkailuohjelmien mukaisesti. Ohjelmaan on lisätty uutena tarkkailuna leijumamittaukset.

Valittavasta YVA-vaihtoehdosta riippuen tarkkailuun tullaan lisäämään tarvittavat käyttö- ja päästötarkkailut rakennettaville uusille kokonaisuuksille. Vaikutustarkkailua laajennetaan valittavan hankesuunnitelman mukaisille alueille. Esimerkiksi uusia pohjavesiputkia asennetaan uusien kaivannaisjätealueiden ympäristöön.

Vesistötarkkailua on laajennettu siten, että Haaposaaren luoteispuoleiselle syvännealueelle, purkupaikkavaihtoehdon D2 edustalle, on lisätty vedenlaadun havaintopaikka, jonka avulla kerätään tietoa syvännealueen nykytilasta. Ensimmäinen näytteenotto on tehty

Copyright © AFRY Finland Oy

maaliskuussa 2025. Lisäksi Elementis ja Terrafame ovat laatimassa yhteistarkkailuohjelmaa Nuasjärvi-Rehja alueelle.

Elementis laatii suunnitelman uusista melumittauspisteistä syksyllä 2025. Melumittauspisteissä huomioidaan alueen mahdollinen laajeneminen Papinmäen suuntaan, sekä mahdollinen nykyisen sivukivialueen korotus.

## 28.4 Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten seuranta

Ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia kaivoksen läheisyydessä ovat etenkin melu- ja ilmanlaatuvaikutukset. Tarkkailulla seurataan vesistön ja pohjavesien tilaa sekä ilmanlaatua ($PM_{10}$) ja ympäristömelua.

Yhteistyö sidosryhmien, kuten lähiasukkaiden, kanssa on tärkeä osa yrityksen toimintaa. YVA-menettelyn aikana järjestettiin kaksi seurantaryhmän tilaisuutta 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 |
|---|---|
| ELY-keskus | Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus. Ympäristövaikutusten arvioinnin yhteysviranomaisena toimii Kainuun ELY-keskus |
| Jauhatus | Rikastusprosessin osa, jossa murskattu kivi jauhetaan palakooltaan pieneksi, jauhemaiseksi materiaaliksi ennen arvomineraalien erottamista |
| 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 |
| SAC-alue | Luontodirektiivin perusteella Natura 2000-verkostoon valittu alue (Special Areas of Conservation). |
| 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 | ELY-keskuksen 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.<br>Käytetään melutarkastelun mittayksikkönä. |
| $m^3/a$ | kuutiometriä vuodessa |
| mg/l | milligrammaa litrassa, eli 0,001 grammaa litrassa |

Copyright © AFRY Finland Oy

# 30 LÄHDELUETTELO

*Suluissa oleva päivämäärä nettilähteiden perässä kertoo, milloin lähteeseen on viitattu.*

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. (18.3.2025).

AFRY Finland Oy 2020. Elementis Minerals B.V. Branch Finland. Sotkamon kaivoksen ja tehtaan tarkkailu 2019

AFRY Finland Oy 2022. Elementis Minerals B.V. Branch Finland. Sotkamon kaivoksen ja tehtaan tarkkailu 2021.

AFRY Finland Oy 2023. Elementis Minerals B.V. Branch Finland. Sotkamon kaivoksen ja tehtaan tarkkailu 2022.

AFRY Finland Oy 2024a. Elementis Minerals B.V. Branch Finland. Punasuon louhoksen numeerinen pohjavesimallinnus. 101025460-001, 17.12.2024.

AFRY Finland Oy 2024b. Sotkamon kaivoksen ja tehtaan tarkkailu 2023. Elementis Minerals B.V. Branch Finland. 13.5.2024.

AFRY Finland Oy 2024c. Elementis Minerals B.V. Branch Finland. Sotkamon kaivos- ja tehdasalueen ympäristötarkkailuohjelma.

AFRY Finland Oy 2025. Elementis Minerals B.V. Branch Finland. Luontoselvitykset 2024.

AFRY Finland Oy 2025b. Elementis Minerals B.V. Branch Finland. Sotkamon kaivos ja tehdas, Nuasjärven sedimenttitarkkailu, tarkkailuraportti 2024.

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 (21.3.2025).

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.

Assoumaya M. 2010. Projet TEAM: Analyse de cycle de vie du talc de Luzenac. Saatavilla: [https://minesparis-psl.hal.science/hal-00587104/document] (24.3.2025)

Bach, L., Nørregaard, R. D., Hansen, V. & Gustavson, K. 2016. Review on environmental risk assessment of mining chemicals used for mineral separation in the mineral resources industry and recommendations for Greenland. Scientific Report from DCE- Danish Centre for Environment and Energy No. 203. Aarhus University, Department of Bioscience.

Badino V., Baldo G. L., Fornaro M. & Salvaia E. 1995. Ecobalance of talc mineral production. Julkaisussa: *III International Congress "Energy Evironment and Technological Innovation", II* (s. 125-131).

BirdLife Suomi ry 2025a. Tärkeät lintualueet. https://www.birdlife.fi/suojelu/alueet/ (26.3.2025)

Birdlife Suomi ry 2025b. Suomessa uhanalaiset lintulajit. https://www.birdlife.fi/suojelu/lajit/uhanalaisuus/suomi/ (26.3.2025)

Copyright © AFRY Finland Oy

Bertillas, U., Björklund, I., Borg, H., Hörnström, E. 1985. Biologiska effekter av xantater. Naturvårdsverket rapport 3112.

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

Butcher, G. A. 1988. Water Quality Criteria for Aluminum. Technical Appendix. Ministry of Environment and Parks, Province of British Columbia.

Canadian Council of Ministers of the Environment 2016. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. http://st-ts.ccme.ca/en/index.html

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.

ECHA European Chemicals Agency 2020. https://echa.europa.eu/fi/home (marraskuu 2020)

Ecomonitor Oy 2022. Piilevämääritykset syksy 2021. https://www.terrafame.fi/media/naapureille/ymparistotarkkailuraportit/2021/06-2-terrafame-piilevat-2021.pdf

Eeva, T., Sorvari, J. & Koivunen, V. 2004. Effects of heavy metal pollution on red wood ant (Formica s. str.) populations. – Environmental pollution 132: 533–539.

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. 1998a. 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.

Eisler, R. 1998b. Nickel hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. Biological Science Report USGS/BRD/BSR-1998-0001, Contaminant Hazard Reviews Report No. 34. Patuxent Wildlife Research Center, U.S., Geological Survey, Laurel, Maryland, USA. 95 s.

Elementis Minerals B.V & AFRY Finland Oy 2024. Sotkamon kaivosalueen sulkemissuunnitelma. Elementis Minerals B.V. Suomen sivuliike & AFRY Finland Oy. 20.12.2024. 142 s..Ervasti, S., Winquist, E. & Rasi, S. 2018. Typen talteenotto lantaperäisestä nesteestä – tekninen toteutettavuus ja prosessin kannattavuusarvio. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 4/2018. Luonnonvarakeskus.

Copyright © AFRY Finland Oy

Estlander, S., Pippinsköld, E. & Horppila, J. 2021. Artificial ditching of catchments and brownification-connected water quality parameters of lakes. — Water Research 205: 117674.

Eurofins Ahma Oy 2022a. Terrafamen ympäristötarkkailun raportit vuodelta 2021.

Eurofins Ahma Oy 2022b. Terrafame Oy kalataloustarkkailu vuonna 2021.

Eurofins Ahma Oy 2021a. Terrafame Oy kalataloustarkkailu vuonna 2020.

Eurofins Ahma Oy 2021b. Terrafame Oy vesipäästöjen tarkkailu vuonna 2020.

Eurofins Ahma Oy 2022c. Terrafame Oy vesipäästöjen tarkkailu vuonna 2021.

Eurofins Ahma Oy 2023b. Terrafame Oy vesipäästöjen tarkkailu vuonna 2022.

Eurofins Ahma Oy 2024b. Terrafame Oy vesipäästöjen tarkkailu vuonna 2023.

Eurofins Ahma Oy 2024c. Terrafamen ja Elementiksen yhteisvaikutusalue Nuasjärvellä.

Euroopan unioni 2024. Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi ilmanlaadusta ja sen parantamisesta (uudelleenlaadittu). COM/2022/542 final/2, 2022/0347(COD). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0542&qid=1668771169224

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/ (4.3.2025).

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

Finder 2025. Sotkamo. https://www.finder.fi/kunta/Sotkamo (2.4.2025)

Finnrock 2011. Punasuon kaivoksen tärinämittausraportti. Kostiainen, A. 7.7.2011. Oy Finnrock Ab.

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://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/4ba59b96-039f-4245-9f06-01685c97bb47/content (4.3.2025).

GTK 2025a. Maankamara-palvelu. https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/ (25.3.2025)

GTK 2025b. Maaperän taustapitoisuudet. http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/ (25.3.2025)

GTK 2025c. Happamat sulfaattimaat. https://gtkdata.gtk.fi/Hasu/index.html (25.3.2025)

GTK 2005. Lahnaslammen kaivoksen ja uuden Punasuon kaivoksen sivukivien ympäristökelpoisuus, Dnro K43/41/02. 15.9.2005. Viittaus julkaisussa Ramboll Finland Oy 2015.

Copyright © AFRY Finland Oy

Mondo Minerals B.V. Branch Finland, Sotkamon kaivos ja tehdas. Kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma 5.10.2015.

Hiilikartta 2025. Kaavoittajan karttatyökalu – Hiilikartta. Suomen ympäristökeskus, Luonnonvarakeskus ja Avoin ry. https://hiilikartta.avoin.org/ (21.3.2025)

Hildén M., Mela H. & Saastamoinen U., 2021. Ilmastovaikutusten arviointi YVAssa ja SOVAssa-vaikutusten tunnistaminen ja johdonmukainen käsittely. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163178 (21.3.2025).

Husa, J., Kontula, T. ja Teeriaho, J. (SYKE) 2024. Valtakunnallisesti arvokkaat kalliot osa II Kainuu. Ympäristöministeriö Helsinki 2024.

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. ja Liukko, U.-M. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019, s. 25–27. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, 2019.

Ilmasto-opas 2024. Keskeiset sopeutumishaasteet Suomessa. https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/keskeiset-sopeutumishaasteet-suomessa (21.3.2025).

Ilmasto-opas 2022. Kainuu – tyypillistä mannerilmastoa. https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/kainuu-tyypillista-mannerilmastoa (4.3.2025).

Ilmasto-opas 2017. Ennustettu ilmastonmuutos Suomessa. https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/ennustettu-ilmastonmuutos-suomessa (24.3.2025).

Ilmatieteen laitos 2025a. Suomen ilmastovyöhykkeet. https://www.ilmatieteenlaitos.fi/suomen-ilmastovyohykkeet (4.3.2025).

Ilmatieteen laitos 2025b. Avoin data, kuukausihavainnot. https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/ (4.3.2025).

Ilmatieteen laitos 2025c. Ilmatieteen laitoksen avoin data, lämpötilatilastot. https://www.ilmatieteenlaitos.fi/1991-2020-lampotilatilastot (4.3.2025).

Ilmatieteen laitos 2025d. Ilmatieteen laitoksen avoin data, sadetilastot. https://www.ilmatieteenlaitos.fi/1991-2020-sadetilastot (21.3.2025).

Ilmatieteen laitos 2010. Mondo Minerals B.V. Branch Finland. Sotkamon tehdas. Hengitettävien hiukkasten ja niiden sisältämän arseenin ja nikkelin pitoisuusmittaukset kaivosalueen ympäristössä jaksolla 4.3.–9.10.2009.

IPCC 2007. Climate Change 2007. AR4 Synthesis Report. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf (21.3.2025).

Kainuun ELY 2017. Kainuun bioindikaattoriselvitys. Elinvoimaa alueelle 3/2017. Kainuun ELY-keskus. www.doria.fi/handle/10024/147661

Jormasjoen metsästysseura (2025). Metsästäjä, keskustelu. 5.5.2025.

Kainuun ELY-keskus 2022. Velvoitetarkkailuja sekä syvännepohjaeläinmenetelmiä vertaileva hanke (Vepove). Raportteja 28/2022.

Kainuun Liitto 2024a. Voimassa olevat kaavat, Kainuun liitto. https://kainuunliitto.fi/kaavoitus-ja-liikenne/voimassa-olevat-kaavat/ (29.02.2024, 17.10.2024)

Copyright © AFRY Finland Oy

Kainuun liitto 2024b. Kainuun voimassa olevien maakuntakaavamerkintöjen yhdistelmäkartta, 12.12.2023. Kainuun liitto. https://kainuunliitto.fi/assets/uploads/2023/12/Kainuun_voimassa_olevien_maakuntakaavamerkintojen_yhdistelmakartta.pdf

Kainuun liitto 2024c. Kainuun maakuntakaavojen maakuntakaavamerkinnät ja -määräykset, kaavamerkintöjen yhdistelmä. Kainuun liitto. https://kainuunliitto.fi/assets/uploads/2024/08/Kainuun_maakuntakaavamerkinnat_ja_maaraykset_kaavamerkintojen_yhdistelma.pdf

Kainuun liitto 2024d. Kainuun ilmastotavoitteiden edistyminen. https://kainuunliitto.fi/assets/uploads/2024/10/Ilmastotavoitteiden-edistyminen_Kainuu_27062024.pdf (4.2.2025).

Kainuun liitto 2021. Kainuu-ohjelma. Kainuun liitto, 2021 A:15. https://kainuunliitto.fi/assets/uploads/2022/11/Kainuu-ohjelma-web-final.pdf (4.2.2025).

Kainuun liitto ja Kainuun ELY-keskus 2018. Kainuun maakunnallisesti arvokkaat rakennushistorialliset kohteet. https://kainuunliitto.fi/assets/uploads/2020/09/B12-kainuun_maakunnallisesti_arvokkaat_rakennushistorialliset_kohteet_2018.pdf

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.

Kauppila, T. 2015. Hyviä käytäntöjä kaivoshankkeiden ympäristövaikutusten arvioinnissa. Tutkimusraportti 222. Geologian tutkimuskeskus.

Kiikkilä, O. 2003. Heavy-metal pollution and remediation of forest soil around the Harjavalta Cu-Ni Smelter, in SW Finland. – Silva Fennica 37 (3):399-415.

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 (21.3.2025).

Kuuloliitto 2024. Vapaa-ajan melu. www.kuuloliitto.fi/vapaa-ajan-melu (27.3.2025)

Lahermo, P., Väänänen, P., Tarvainen, T. & Salminen, R. 1996. Suomen geokemian atlas, osa 3: Ympäristökemia – purovedet ja sedimentit. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. 149 s.

Lehikoinen, A., Jukarainen, A., Mikkola-Roos, M., Below, A., Lehtiniemi, T., Pessa, J., Rajasärkkä, A., Rintala, J., Rusanen, P., Sirkiä, P., Tiainen, J. & Valkama, J. 2019. Suomen lintujen uhanalaisuus.

Lehtinen, M., Nurmi, P. & Rämö, T. (toim.) 1998. Suomen kallioperä: 3000 vuosimiljoonaa. Helsinki, Suomen Geologinen Seura ry., 375 s.

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.

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 (24.3.2025).

Copyright © AFRY Finland Oy

Leinonen, R. 2014. CLP-asetus: ympäristövaarat. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Luentomateriaali. http://kemikaalineuvottelukunta.fi/documents/1260877/1564156/CLP_ymparistovaarat_Riitta_Leinonen.pdf/2ae88aed-16a1-439b-b6f8-a83995c42384

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 (21.3.2025).

Luonnonvarakeskus 2021. Avoin data, Luke - aineistonlatauspalvelu. https://kartta.luke.fi/opendata/valinta.html (21.3.2025).

Luonnonvarakeskus 2025a. Luonnonvaratieto. Suurpedot. https://luonnonvaratieto.luke.fi/kartat?panel=suurpedot

Luonnonvarakeskus 2025. Luonnonvarakeskus - Tilastotietokanta. Kokeellinen tilasto: Metsien maakunnittainen hiilidioksidin nettonielu. https://www.luke.fi/fi/tilastot/hakkuukertyma-ja-puuston-poistuma/kokeellinen-tilasto-metsien-maakunnittainen-hiilidioksidin-nettonielu (24.3.2025).

Luoto, T.P., Leppänen, J.J. & Weckström, J. 2019. Waste water discharge from a large Ni-Zn open cast mine degrades benthic integrity of Lake Nuasjärvi (Finland). — Environmental Pollution 255: 113268.rMaa- ja metsätalousministeriö 2022. Valtioneuvoston selonteko maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmasta. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2022:15. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164301/MMM_2022_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y (14.2.2025).

Marttunen, M., Grönlund, S., Hokkanen, J., Jantunen, J., Karjalainen, T. P., Luodemäki, S., Mustajoki, J., Neste, J., Saarikoski, H., Vallius, E., Vartia, M., Vehmas, A. & Vienonen, S. 2015. Hyviä käytäntöjä ympäristövaikutusten arvioinnissa. Imperia-hankkeen yhteenveto. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 39/2015.

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.

Metsähallitus 2025. 5613 Sotkamo. https://www.eraluvat.fi/kohteet/5613-sotkamo-754 (5.5.2025)

Meyas, C. & Nordin, R. 2013. Ambient Water Quality Guidelines for Sulphate, Technical Appendix. Ministry of Environment, Province of British Columbia.

Mikroliitti Oy, 2024. Sotkamo Elementis kaivospiirin laajennuksen ja purkuputkilinjojen arkeologinen inventointi.

Mikroliitti Oy, 2025. Sotkamo Elementis kaivospiirin laajennuksen ja purkuputkilinjojen v. 2024 arkeologisen inventoinnin täydennys 2025.

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-

Copyright © AFRY Finland Oy

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 (21.3.2025).

Muhonen, M. ja Savolainen, M. 2013. Kainuun kulttuurimaisemat ja maisemanähtävyydet. Valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaiden maisema-alueiden päivitys- ja täydennysinventointi 2011–2013. https://pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2020/09/4851.pdf

Museovirasto 2025a. Muinaisjäännösrekisteri. https://www.kyppi.fi/palveluikkuna/mjreki/read/asp/r_default.aspx (21.8.2025)

Museovirasto 2025b. Rakennusperintörekisteri. https://www.kyppi.fi/palveluikkuna/rapea/read/asp/r_default.aspx (21.3.2025)

Museovirasto 2025c. Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY. https://www.rky.fi/read/asp/r_default.aspx (21.3.2025)

Mustafa, S. Hamid, A. & Naeem, A. 2004. Temperature effect on xanthate sorption by chalcopyrite. J Colloid Interface Sci 275: 368–375.

Mäkinen, J. ja Kauppila, T. 2006. Nuasjärven, Jormasjärven ja Kolmisopen geokemialliset ja paleolimnologiset tutkimukset. Geologian tutkimuskeskus.

Mäkinen, J., Kauppila, T., Loukola-Ruskeeniemi, K., Mattila, J. ja Miettinen, J. 2010. Impacts of point source and diffuse metal and nutrient loading on three northern boreal lakes. Journal of Geochemical Exploration 104, 47-60.

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 (21.3.2025).

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. http://fi.opasnet.org/fi/Ekologisten_vaikutusten_arviointi

OpasNet Suomi 2018. Pintavesiin liittyvä terveysriskinarvio. http://fi.opasnet.org/fi/Pintavesiin_liittyv%C3%A4_terveysriskinarvio

Oravainen, R. 1999. Vesistötulosten tulkinta -opasvihkonen. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry.

Phippen, B., Horvath, C., Nordin, R. & Nagpal, N. 2008. Ambient Water Quality Guidelines for Iron. Ministry of Environment, Province of British Columbia.

Pirinen ym. 2012. Tilastoja Suomen ilmastosta 1981-2010. https://helda.helsinki.fi/items/a6d2e07c-e25a-498e-81e0-b29968e3bc55 (4.3.2025).

Pohjois-Pohjanmaan-, Kainuun-, ja Lapin ELY-keskukset 2022. Oulujoen–Iijoen vesienhoitoalueen toimenpideohjelma vuosille 2022–2027. Raportteja 9/2022.

Pölönen, I. & Perho, J. 2018. YVA-oikeus. Uudistunut ympäristövaikutusten arviointimenettely. Edita Publishing Oy, Keuruu.

Copyright © AFRY Finland Oy

Pöyry Finland Oy 2012. Lahnaslammen louhoksen virtausmallinnus. 16WWE1852, 26.6.2012. Mondo Minerals B.V. Branch Finland. 67 s.

Pöyry Environment Oy 2008. Mondo Minerals Oy. Sotkamon kaivoksen ja tehtaan tarkkailuohjelma.

Ramboll Finland Oy 2015. Mondo Minerals B.V. Branch Finland, Sotkamon kaivos ja tehdas. Kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma. 5.10.2015

Ramboll Finland Oy 2016. Terrafame Oy. Osa IV: Pintavesien biologinen tarkkailu vuonna 2015, Piilevät. https://www.terrafame.fi/media/naapureille/ymparistotarkkailuraportit/2015/vuosiraportti2015_osavi_piilevat.pdf

Ramboll Finland Oy 2019. Terrafame Oy. Osa IV: Pintavesien biologinen tarkkailu vuonna 2018, Piilevät. https://www.terrafame.fi/media/naapureille/ymparistotarkkailuraportit/2018/osa-6-pintavesien-biologinen-tarkkailu-2018.pdf

RIL 2010. RIL 253-2010 Rakentamisen aiheuttamat tärinät. Suomen Rakennus-insinöörien Liitto RIL ry.

Ruddock, M. & Whitfield, D.P., 2007. A review of disturbance distances in selected bird species. A report from Natural Research (Projects) Ltd to Scottish Natural Heritage, 181.

Saarelainen, J. & Räisänen, M-L. 2001. Lahnaslammen kaivospiirialueen maaperä- ja hydrogeologinen nykytilaselvitys. Geologian tutkimuskeskus, Väli-Suomen aluetoimisto.

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.

Sosiaali- ja terveysministeriö 1999. Ympäristövaikutusten arviointi. Ihmisiin kohdistuvat terveydelliset ja sosiaaliset vaikutukset. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 1999:1.

Sotkamon kunta 2014. Nuasjärven rantaosayleiskaava: yleiskaavan muutos ja laajennus. 3.4.2014. Sotkamon kunta.

Sotkamon kunta 2025. Kaavoituskatsaus 2025, Sotkamon kunta. https://www.sotkamo.fi/wp-content/uploads/2025/01/kaavoituskatsaus-2025.pdf

Sotkamon kunnan karttapalvelu 2024. Karttapalvelu, Sotkamon kunta. https://sotkamo.karttatiimi.fi/ (7.3.2024)

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.

Suomen Lajitietokeskus 2025. Tietokantaotteet http://tun.fi/HR.48, http://tun.fi/HR.447, http://tun.fi/HR.1747, http://tun.fi/HR.3211, http://tun.fi/HR.3671, http://tun.fi/HR.3691, http://tun.fi/HR.3992, http://tun.fi/HR.4471, http://tun.fi/HR.4491 (haettu 10.3.2025).

SYKE (Suomen ympäristökeskus) 2020. Vesistöjen kemiallinen tila on edelleen huono. Tiedote 28.8.2020.

Copyright © AFRY Finland Oy

SYKE (Suomen ympäristökeskus) 2025. Ympäristöhallinnon avoimet ympäristötietojärjestelmät. [http://www.syke.fi/avointieto]

a) Pintavesien tilan tietojärjestelmä, vedenlaatu PIVET (12.3.2025)
b) Vesienhoidon 3. suunnittelukauden tietojärjestelmä (12.3.2025)
c) Kasviplanktontietojärjestelmä KPLANK
d) SYKE-WSFS-Vemala hydrologinen ja kuormitusmalli. https://vmalli.ympäristo.fi/vuok/html/main.shtml (12.3.2025)
e) Kuntien ja alueiden KHK-päästöt. https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/ (5.3.2025).

Suomen ympäristökeskus 2011. Soiden ojitustilanne (SOJT_09b1). Syken avoin paikkatietoaineisto. https://ckan.ymparisto.fi/dataset/soiden-ojitustilanne.

Suomen ympäristökeskus 2010. Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT) Ympäristöasioiden hallinta kiviainestuotannossa. SY25/2010

SYKE (Suomen ympäristökeskus) ja Ympäristöministeriö 2021. Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet. VAMA 2021. Kainuu. https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/VAMA%202021_17%20Kainuu.pdf

Talja, A. 2004. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta. Talja, A. VTT tiedotteita 2278. Espoo 2004.

Tarvainen, T. 2004. Arseeni maaperässä. – Teoksessa: Loukola-Ruskeeniemi, K. & Lahermo, P. (toim.): Arseeni Suomen luonnossa, ympäristövaikutukset ja riskit. Geologian tutkimuskeskus. 45–49.

Terrafame Oy 2024. Ympäristötarkkailuohjelma. 7.12.2023 [https://www.terrafame.fi/media/naapureille/muut-aineistot-ja-selvitykset/terrafamen-tarkkailuohjelma.pdf]

Tervo, K. 2017. Sotkamo – Kainuu etelä. Sotkamon kulttuuriympäristöohjelma. 4. painos. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/176233/Sotkamo_Kainuun_etel%c3%a4.pdf?sequence=1&isAllowed=y (24.3.2025)

Tilastokeskus 2023. Kuntien avainluvut. https://stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?active1=SSS&year=2023&active2=KU765 (26.3.2025)

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 (21.3.2025).

Tilastokeskus 2025. Kasvihuonekaasut. Avainluvut. https://stat.fi/tilasto/khki (21.3.2025).

Tulvakeskus 2025. Tulvakarttapalvelu. https://vesi.fi/karttapalvelu/?&theme=tulvakartat_pro (24.3.2025)

UK Environment Agency 2018. Fresh water specific pollutants and operational environmental quality standards (EQS). https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/601584/Estuaries_and_coastal_waters_specific_pollutants.csv Updated (Huhtikuu 2018)

US Environmental Protection Agency 2016. National Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Criteria Table. (Lokakuu 2016)

Copyright © AFRY Finland Oy

Valtonen, M., Heikkinen, S., Johansson, H., Härkälä, A., Helle, I., Mäntyniemi, S. & Kojola, I. 2024. Susikanta Suomessa maaliskuussa 2024. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 54/2024. 43 s.

Vestola & Mroueh 2008. Sulfaatinpelkistyksen hyödyntäminen happamien kaivosvesien käsittelyssä. Opas louhoskäsittelyn hallintaan. VTT tiedotteita 2422. ISBN 978-951-38-6984-7 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)

Vijver, M.G., Elliot, E.G., Peijnenburg, W.J. & de Snoo, G.R. 2011. Responde predictions for organisms water-exposed to metal mixtures: a meta-analysis. Environmental Toxicology and Chemistry 30(6): 1482-1487.

VnP 993/92. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/92. Ympäristöministeriö, 1992. Helsinki.

VTT, 2020. Suomen liikenteen päästöjen laskentajärjestelmä LIPASTO (Päivitetty 15.6.2020). Aineistot tulostettu VTT:n verkkosivuilta vuonna 2020.

Vuori, K.-M., Mitikka, S. & Vuoristo, H. (toim.) 2009. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Osa I: Vertailuolot ja luokan määrittäminen, Osa II: Ihmistoiminnan ympäristövaikutusten arviointi. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2009.

Väylävirasto 2025a. Tiestö, tiestön kuntoluokka, liikennemäärät, onnettomuudet. Suomen väylät -karttapalvelu. https://suomenvaylat.vayla.fi/

Väylävirasto 2025b. Teiden kuntoluokitus. https://vayla.fi/kunnossapito/tieverkon-kunnossapito/tien-kunnon-arviointi (haettu 20.03.2025)

Väylävirasto 2023. Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmä. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-43_vahahiilisyyden_arviointimenetelma_web.pdf 21.3.2025).

Wetzel, R. G. 2001. Limnology. Lake and River Ecosystems. 3. painos. Elsevier

Xu, Y., Lay, JP. & Korte, F. 1988. Fate and effects of xanthates in laboratory freshwater systems. Bull Environ Contam Toxicol 4:683–689.

ympäristö.fi 2025. Losonvaara. Natura 2000 tietolomake. https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/luonnon-monimuotoisuus/suojelu-ennallistaminen-ja-luonnonhoito/natura-2000-alueet/losonvaara (26.3.2025)

Ympäristöministeriö 2025a. Euroopan unionin ilmastopolitiikka. https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka (4.3.2025).

Ympäristöministeriö 2025b. Suomen kansallinen ilmastopolitiikka. https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka (4.3.2025).

Ympäristöministeriö 2023. Maa-ainesten ottaminen. Opas ainesten kestävään käyttöön. Ympäristöministeriön julkaisuja 2023:30.

Ympäristöministeriö 2022a. Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin – Opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022:3

Ympäristöministeriö 2022b. Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma. Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa 2035. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164186/YM_2022_12.pdf (14.2.2025).

Copyright © AFRY Finland Oy

Ympäristöministeriö 2021. Kiertotalouden strategisen ohjelman toimeenpano. https://ym.fi/hankesivu?tunnus=YM046:00/2021 (14.2.2025).

Ympäristöministeriö 2014. Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta. Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014.

Ympäristöministeriö 2007. Ympäristöministeriön raportteja 20/2007. Melutta-hankkeen loppuraportti. Ympäristöministeriö, Helsinki, 2007.

Ympäristöministeriö 1993. Maisema-aluetyöryhmän mietintö. Osa II, Maisemanhoito. Mietintö 66/1992

79/2017. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Annettu 26.1.2017.

Copyright © AFRY Finland Oy