

Mondo Mineralsin Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma

Mondo Minerals B.V. Branch Finland

Projektinumero: 101028115-002

30.1.2025

Sisällysluettelo

1 Johdanto 5

2 Suunnitelman laatimisperusteet 6

2.1 Lainsäädäntö 6

2.2 Jätehuoltosuunnitelman päivitys 6

2.3 Voimassa olevat keskeisimmät luvat ja päätökset 7

3 Toiminnan kuvaus 8

3.1 Toiminnan sijainti ja yhteystiedot 8

3.2 Yleiskuvaus nykyisestä toiminnasta 13

3.2.1 Malmiesiintymät 13

3.2.2 Murskaus 13

3.2.3 Jauhatus 13

3.2.4 Talkkirikastus 14

3.2.5 Nikkelirikastus 14

3.2.6 Talkkirikasteen jatkojalostus talkkitehtaalla 14

3.2.7 Nikkelilaitos 16

3.3 Vuonoksen toiminnan vesikierto ja -määrät 17

3.4 Rikastamon ja talkkitehtaan tuotantotiedot 20

3.5 Kemikaalit 21

3.6 Tehdasalueen pilaantuneisuustutkimukset 22

4 Toiminta-alueen ja sen lähialueen kuvaus 24

4.1 Geologia 24

4.1.1 Topografia 25

4.1.2 Kallioperä 25

4.1.3 Maaperä 26

4.2 Luonto ja suojelukohteet 29

4.2.1 Kasvillisuus 29

4.2.2 Linnusto ja eläimistö 31

4.2.3 Luonnonsuojelualueet 31

4.3 Vesistöt ja veden laatu 34

4.3.1 Vesistöalue 34

4.3.2 Virtaamat 35

4.3.3 Vedenlaatu 35

AFRY Finland Oy
Jaakonkatu 3
PL 4, 01621 Vantaa
01620 Vantaa
Finland

Phone 010 3311
Y-tunnus 0625905-6

afry.com

4.3.4 Hajakuormitusselvitys 42
4.3.5 Vesienhoito ja vesimuodostumien tila 43
4.3.6 Kalasto 45
4.3.7 Pohjaeläimistö 45
4.4 Pohjavesiolosuhteet 46
4.4.1 Pohjavesialueet ja lähteet 46
4.4.2 Pohjaveden pinnankorkeudet ja virtaussuunnat 48
4.4.3 Pohjavedenlaatu 54

5 Kaivannaisjätteiden määrä ja sijoittaminen 56
5.1 Yleistä 56
5.2 Maa-ainesten määrä ja sijoittaminen 56
5.3 Rikastushiekan määrä ja sijoittaminen 57
5.4 Muiden kaivannaisjätteiden määrä ja sijoittaminen 57

6 Kaivannaisjätteiden karakterisointi 58
6.1 Tutkimusmenetelmät 60
6.1.1 ABA-testi 60
6.1.2 Kuningasvesiuutto metallipitoisuuksien arvioinnissa 61
6.1.3 Peräkkäisuutto (BCR) 61
6.1.4 Ravistelutestit 61
6.1.5 Kosteuskammiokoe 62
6.1.6 Mineraloginen analyysi 63
6.2 Rikastushiekan ominaisuudet 64
6.2.1 Rikastushiekan fysikaaliset ominaisuudet 64
6.2.2 Rikastushiekan mineralogia 64
6.2.3 Rikastushiekan geokemialliset ominaisuudet 64
6.2.4 Rikastushiekan ja prosessiveden kemikaalijäämät 69
6.2.5 Liukoisuusominaisuudet 69
6.2.6 Rikastushiekan radiologiset ominaisuudet ja kuitumineraalit 70
6.2.7 Rikastushiekan vaaraominaisuuksien arviointi 72
6.2.8 Rikastushiekkanäytteiden edustavuus 73
6.2.9 Rikastushiekan jatkotutkimukset 73
6.3 Nikkelilaitoksen rikastusjäte (ferriarsenaattisakka) 80
6.3.1 Nikkelilaitoksen rikastusjätteen geokemialliset ominaisuudet 80
6.3.2 Liukoisuusominaisuudet sekä arvio pitkäaikaiskäyttäytymisestä 81
6.3.3 Nikkelilaitoksen rikastusjätteen radiologiset ominaisuudet 82
6.3.4 Nikkelilaitoksen rikastusjätteen vaaraominaisuuksien arviointi 82
6.4 Neutralointisakka 84

7 Kaivannaisjätteiden luokitus 84
7.1 Luokitus kaivannaisjäteasetuksen mukaan 84

7.2 Luokittelu jäteluettelon mukaan 85
7.3 Jätteen vaaraominaisuuksien arviointi 86
7.4 Rikastushiekan luokittelu 87
7.5 Nikkelilaitoksen rikastusjätteen luokittelu 88
7.6 Yhteenveto 88

8 Kaivannaisjätteiden jätealueet 89
8.1 Kaivannaisjätteen jätealueen määritelmä 89
8.2 Rikastushiekka-alue 90
8.2.1 Rikastushiekka-alueen käyttö 90
8.2.2 Rikastushiekka-alueen padot 91
8.2.3 Rikastushiekka-alueen alapuolisen turpeen laatu 92
8.2.4 Rikastushiekka-alueen länsipuolen maaperän vedenjohtavuus 93

9 Kaivannaisjätteen määrän ja haitallisuuden vähentäminen 95
9.1 Yleiset periaatteet kaivannaisjätteen määrän ja haitallisuuden vähentämiseksi 95
9.2 Kaivannaisjätteiden määrän minimointi 95
9.3 Kaivannaisjätteiden haitallisuuden minimointi 95
9.4 Kaivannaisjätteiden hyödyntäminen 95

10 Vesienhallinta kaivannaisjätealueella 96
10.1 Vesien johtaminen 96
10.2 Rikastushiekka-alueen suotovedet 96
10.3 Rikastushiekka-alueen vesijakeiden laatu 98

11 Kaivannaisjätealueiden ympäristöön kohdistuvat vaikutukset sekä menetelmät niiden vähentämiseksi 99
11.1 Maaperä sekä pohja- ja pintavedet 99
11.2 Vaikutukset ilmaan 100
11.3 Meluvaikutukset 101
11.4 Luontovaikutukset 101
11.5 Vaikutukset maankäyttöön ja maisemaan 101

12 Kaivannaisjätealueiden riskit ja niiden hallinta 102
12.1 Patomurtuman terveys- ja ympäristöriskit 102

13 Kaivannaisjätealueiden luokittelu 103
13.1 Rikastushiekka-altaan luokittelun lähtötilanne 103
13.2 Suuronnettomuuden vaaran arviointi ja haittojen torjuminen 104
13.2.1 Suuronnettomuuden vaaran arviointiperusteet 104
13.3 Rikastushiekka-altaan suuronnettomuuden vaaran arviointi 106

14 Parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT) huomioiminen 107

15 Tarkkailu ja tarkastukset toiminnan aikana ja sen jälkeen 107
15.1 Tarkkailuohjelma 108
15.2 Käyttötarkkailu 108
15.3 Jätejakeiden tarkkailu 108
15.4 Kaivannaisjätealueen vesijakeiden tarkkailu 108
15.5 Stabiliteetti ja patoturvallisuustarkkailu 109
16 Sulkemissuunnitelma ja vakuusesitys 109
17 Jätehuoltosuunnitelman päivittäminen 110
18 Viitteet 111

Liitteet

1 BAT-tarkastelu (AFRY Finland Oy 2026)
2 Sulkemissuunnitelma liitteineen (AFRY Finland Oy 2026)
3 Vuonoksen tehtaan ennaltavarautumissuunnitelma 2023 (ei julkinen, JulkL 24§ 1 mom. kohdat 7 ja 8)
4 Vuonoksen vahingonvaaraselvitys 2021 liitteineen (ei julkinen, JulkL 24§ 1 mom. kohdat 7 ja 8)
5 Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan tarkkailuohjelma 2024 (Mondo Minerals)
6 Rikastushiekan BCR-peräkkäisuuton tulokset
7 Rikastushiekka-alueen padot, tyyppipoikkileikkaukset (Ramboll Finland Oy 2005) ja korotus- ja täyttösuunnitelmaleikkaukset (Pöyry Finland Oy 2011)

Tiedoston historia

Pvm		
30.1.2026	Mondo Mineralsin Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma. Mondo Minerals B.V. Branch Finland (Projektinumero: 101028115-002)	AFRY Finland Oy
13.5.2019	Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma (Projektinumero: 10308-001)	Envineer Oy
29.3.2017	Mondo Minerals B.V. Branch Finland Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma (Viite 1510030843-005)	Ramboll Finland Oy

1 Johdanto

Tässä suunnitelmassa esitetään Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin (myöhemmin Mondo Minerals) kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) 4 §:n mukaisena. Alla olevassa vastaavuustaulukossa (Taulukko 1-1) kuvataan tiivistettynä, mistä osista dokumenttia kaivannaisjäteasetuksen edellyttämät tiedot löytyvät.

Kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmaa käsittelevä viranomainen voi kaivannaisjäteasetuksen 4 §:n 2 momentin mukaan 1 momentissa säädetyn lisäksi vaatia, että jätehuoltosuunnitelmassa on esitettävä myös muita tarpeellisia tietoja sen arvioimiseksi, että kaivannaisjätteen määrän ja haitallisuuden vähentäminen sekä jätteen hyödyntäminen ja loppukäsittely järjestetään ympäristönsuojelulain (527/2014), jätelain (646/2011) sekä kaivannaisjäteasetuksen mukaisesti.

Suunnitelman laatimisperusteet on esitetty tarkemmin luvussa 2.

Taulukko 1-1. Jätehuoltosuunnitelman sisältö kaivannaisjäteasetuksen 4§:n mukaisena.

VNA 190/2013, 4§:n mukainen sisältö		Esitetty tässä raportissa
1	Selvitys toiminnassa syntyvistä kaivannaisjätteistä ja niiden ominaisuuksista	Toiminnassa syntyvät kaivannaisjätteet luvussa 5 ja niiden ominaisuudet luvussa 6.
2	Arvio kaivannaisjätteen kokonaismäärästä, kuvaus jätteen hyödyntämisestä ja loppukäsittelystä sekä tiedot kaivannaisjätteen hyödyntämisestä tyhjässä kaivoksessa tai louhoksessa	Toiminnassa syntyvät kaivannaisjätemäärät luvussa 5. Hyödyntäminen ja loppukäsittely on esitetty luvussa 9.
3	Selvitys kaivannaisjätteen jätealueesta ja sen ympäristöstä sekä jätealueen luokituksesta suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi tai muuksi kaivannaisjätteen jätealueeksi	Kaivannaisjätteen jätealueet ja niiden ympäristö on esitetty luvussa 8. Kaivannaisjätealueiden luokitus on kuvattu luvussa 13.
4	Kaivannaisjätteen jätealueen luokituksen mukaan joko tiedot suuronnettomuuden torjumiseksi laadituista toiminta-periaatteista, turvallisuusjohtamis-järjestelmästä ja sisäisestä pelastus-suunnitelmasta tai muu selvitys onnettomuusvaaroista	Suuronnettomuusvaaran arviointi ja suunnitelma haittojen torjumiseksi on luvussa 13.2 ja onnettomuusriskien tunnistaminen luvussa 12.
5	Selvitys maaperän, vesistön ja pohjaveden tilasta kaivannaisjätteen jätealueella ja sellaisella lähialueella, johon jätteestä voi aiheutua kuormitusta	Hankealueen maaperä- ja pohjavesiolosuhteet, sekä vesistöt ja vedenlaatu on kuvattu luvuissa 4.3 ja 4.4.

VNA 190/2013, 4§:n mukainen sisältö		Esitetty tässä raportissa
6	Tiedot kaivannaisjätteen ja kaivannaisjätteen jätealueen aiheuttamista ympäristövaikutuksista	Ympäristövaikutukset ovat kuvattu luvussa ja niiden hallintaa luvussa 10.1.
7	Tiedot maaperän, vesistön, pohjaveden ja ilman pilaantumisen sekä muiden vaikutusten ehkäisemiseksi toteutettavista toimista toiminnan aikana ja sen päätyttyä	Vaikutusten ehkäisemistoimet ovat kuvattu luvussa 10.1.
8	Selvitys seurannasta ja tarkkailusta toiminnan aikana ja sen päätyttyä	Seuranta ja tarkkailu on kuvattu luvussa 15.
9	Tiedot toiminnan lopettamisesta, kaivannaisjätteen jätealueen käytöstä poistamisesta ja jälkihoidosta sekä niihin liittyvästä seurannasta ja tarkkailusta	Kaivoksen sulkemissuunnitelma liitteenä 2.

2 Suunnitelman laatimisperusteet

2.1 Lainsäädäntö

Kaivannaisteollisuuden jätehuoltoa säännellään Euroopan yhteisön kaivannaisjätedirektiiviin (2006/21/EY) perustuvin säädöksin, jotka on kansallisella tasolla pantu täytäntöön lähinnä ympäristönsuojelulakiin ja -asetukseen, maa-aineslakiin, pelastuslakiin, jätelakiin sekä erityisesti kaivannaisjäteasetukseen sisältyvillä säännöksillä. Ympäristönsuojelulain 112 §:ssä määritellään kaivannaisjäte, kaivannaisjätteen jätealue ja suuronnettomuuden vaaraa aiheuttava kaivannaisjätteen jätealue. Lain 114 §:n mukaan ympäristölupaa edellyttävästä kaivostoiminnasta, jossa syntyy kaivannaisjätettä, on laadittava kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma. Jätehuoltosuunnitelmaa ei kuitenkaan tarvita, jos kivenlouhinta tai kivenmurskaus liittyy maarakentamiseen. Kaivannaisjätteistä, kaivannaisjätealueista ja jätehuoltosuunnitelman sisällöstä ja tavoitteista säädetään valtioneuvoston antamassa kaivannaisjäteasetuksessa 190/2013.

Toiminnanharjoittajan on arvioitava ja tarvittaessa tarkistettava kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmaa vähintään viiden vuoden välein ja ilmoitettava tästä valvontaviranomaiselle. Kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmaa on muutettava, jos kaivannaisjätteen määrä tai laatu taikka jätteen loppukäsittelyn tai hyödyntämisen järjestelyt muuttuvat merkittävästi (YSL 114 §).

2.2 Jätehuoltosuunnitelman päivitys

Itä-Suomen aluehallintoviraston 3.3.2020 antaman Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan toiminnan olennaista muuttamista koskevan päätöksen (Dnro ISAVI/3914/2019) lupamääräyksen 13 mukaisesti luvan saajan on noudatettava kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmaa (päivätty 13.5.2019) ellei päätöksessä toisin määrätä ja jätehuoltosuunnitelmaa on arvioitava ja tarvittaessa tarkistettava viiden

vuoden kuluessa tämän päätöksen lainvoimaiseksi tulosta. Arvioinnista on ilmoitettava Pohjois-Karjalan ELY-keskukselle (vuoden 2026 alusta lupa- ja valvontavirasto LVV).

Valvontaviranomainen (Pohjois-Karjalan ELY-keskus) on 8.10.2024 tarkastuksellaan (viite: tarkastuskertomus 14.10.2024, POKELY/1071/2015) kehottanut Mondo Mineralsia päivittämään Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman ja lähettämään päivitetyn suunnitelman 31.1.2026 Lupa- ja valvontavirastoon lupakäsittelyyn. Viranomaiskeskustelussa on tullut esille kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman ja sulkemissuunnitelman muutostarpeet, etenkin vakuuden tarkastelun osalta.

Kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman tarkastuksessa ja päivittämisessä on huomioitu Vuonoksen toiminnan kaivannaisjätealueella ja sen ympäristössä tehdyt tutkimukset ja selvitykset, kaivoslainsäädäntö, valtioneuvoston kaivannaisjäteasetus (190/2013), kaivannaisjätteiden hallinnan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskeva MWEI BREF-vertailuasiakirja sekä soveltuvin osin kaivosten perustamiseen ja sulkemiseen liittyvät oppaat ja julkaisut.

Tämä kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman päivitys sisältää seuraavat lisäykset verrattuna aiempaan jätehuoltosuunnitelmaan:

- jätejakeiden uusimpien tarkkailutietojen lisääminen
- jätejakeiden luokittelun tarkastelu
- jätealueen luokittelun tarkastelu nykylainsäädännön mukaiseksi
- jätealueeseen liittyvien pohja- ja pintavesitietojen päivitys
- jätealueen suotovesien laatutietojen päivitys
- jätealueisiin liittyvien sulkemistoimien tarkastelu ja ehdotus mahdolliseksi uudeksi sulkemisrakenteeksi vakuuden päivittämiseen.
- kaivannaisjätevakuuden tarkastaminen

Kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman ja sulkemissuunnitelman päivittämisen yhteydessä haetaan samalla voimassa oleviin toiminnan lopettamista, sulkemista ja jälkihoitoa koskeviin lupamääräyksiin muutoksia. Muutokset on esitetty näiden suunnitelmien päivittämisen yhteyteen liitetyssä hakemusasiakirjassa. Nämä suunnitelmat ovat ko. hakemusasiakirjan liitteinä.

2.3 Voimassa olevat keskeisimmät luvat ja päätökset

Mondo Mineralsin (aiemmin Elementis Minerals) Vuonoksen tuotantoalueella on voimassa seuraavat luvat:

Kaivosoikeudet

Toiminta Vuonoksen kaivospiirissä perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön 10.5.1988 antamaan kaivoskirjaan sekä kauppa- ja teollisuusministeriön 27.12.1999 antamalla kaivoskirjalla Vuonoksen kaivospiirin tehtyihin laajennuksiin.

Ympäristöluvat

Toimintaa koskien on annettu useita lupapäätöksiä:

- Itä-Suomen aluehallintoviraston 3.3.2020 antama päätös (Dnro ISAVI/3914/2019) koskien Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan toiminnan olennaista muuttamista.
- Itä-Suomen aluehallintovirasto on 13.2.2017 antamallaan päätöksellä (Nro 6/2017/1, ISAVI/3856/2016) myöntänyt luvan toimia päätöstä noudattaen (Nro 54/2016/1, ISAVI/2511/2016) muutoksenhausta huolimatta.
- Itä-Suomen aluehallintoviraston 18.11.2016 antama päätös (Nro 54/2016/1, ISAVI/2511/2016) koskien Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan ympäristöluvan lupamääräyksen 1 mukaisen sulfaatin vuosipäästörajan 1 150 t/a korottamista vuosille 2016 ja 2017 tasolle 1 600 t/a. Päätöksestä on valitettu Vaasan hallinto-oikeuteen, joka muutti sulfaattikuormituksen selvitystä koskevaa lupamääräystä 5 (VHaO päätös 15.12.2017, Nro 17/0407/2, Dnro 01725/16/5105).
- Itä-Suomen aluehallintoviraston 27.2.2014 antama päätös (Nro 15/2014/1, Dnro ISAVI/43/04.08/2011) koskien Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan ympäristöluvan muuttamista.
- Itä-Suomen ympäristölupaviraston 30.8.2007 antama ympäristölupapäätös nro 96/07/2, jota Vaasan hallinto-oikeus on muuttanut 19.12.2008 antamallaan päätöksellä nro 08/0390/1.

Vesiluvat

- Vesiylioikeuden vesilupa 4.12.1998 (Dnro 1998/138)
- Itä-Suomen vesioikeuden antama päätös 2.5.1986 nro 26/Va l/86 veden ottamisesta Viinijärvestä

3 Toiminnan kuvaus

Tässä luvussa on esitetty kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) 4§ ja liitteen 3 kohdan A. 1. a) ja A. 1. c) mukaisia tietoja:

A. Jätteen ominaisuuksien määrittely
1. Jätteen ominaisuuksien määrittelyn on perustuttava seuraaviin tietoihin:
a) Taustatiedot:
- Suunnitellun kaivannaistoiminnan kuvaus ja sen tavoitteet
- Yleiset tiedot seuraavista seikoista:
    - malmin etsintä, louhinta ja rikastustoiminta
    - louhintamenetelmän ja rikastusprosessin tyyppi sekä kuvaus niistä
    - lopputuotteet

c) Jätteen laji ja sen suunniteltu hyödyntäminen tai loppukäsittely:
- kuvaus rikastuksessa käytettävistä kemikaaleista

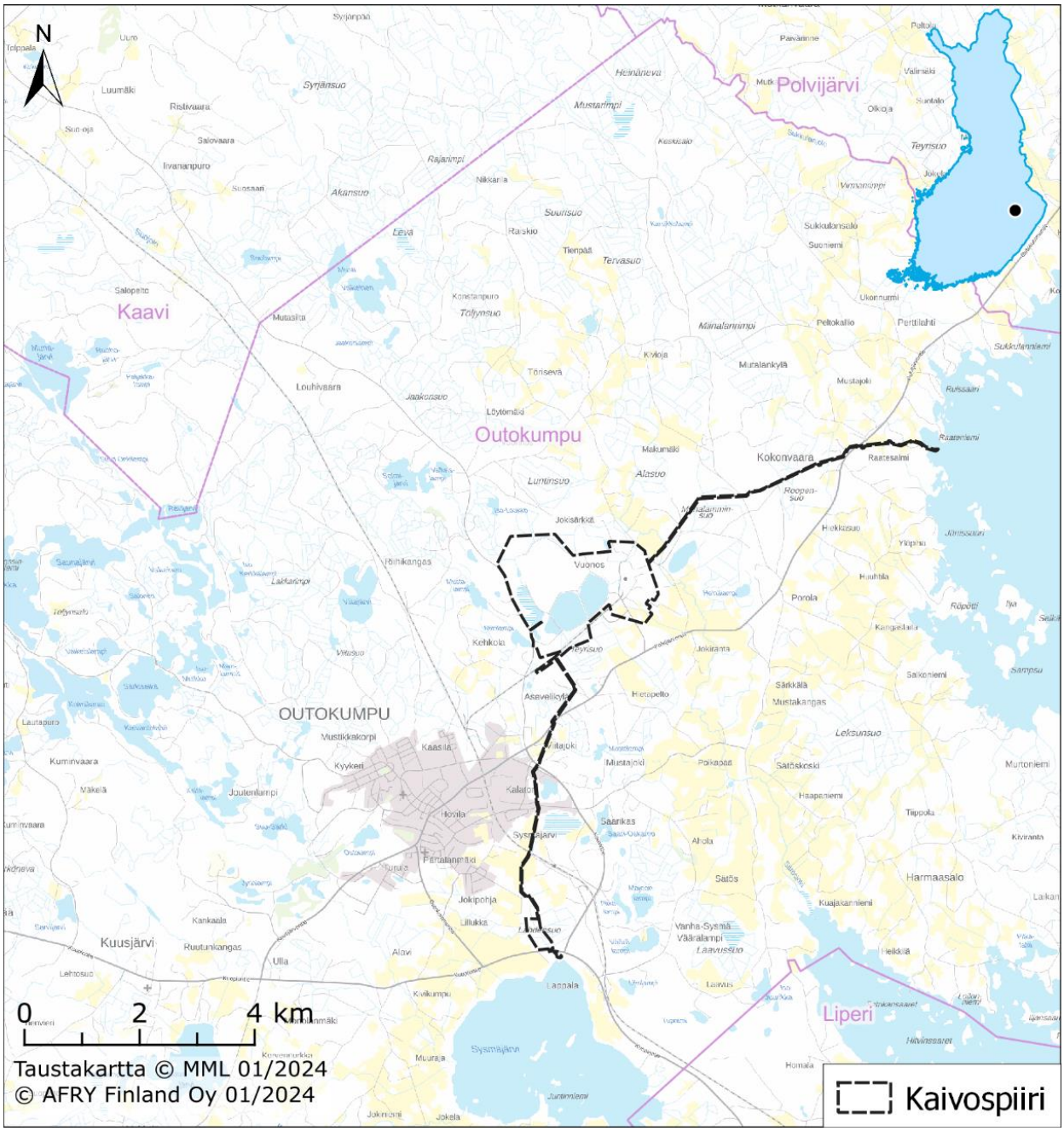
3.1 Toiminnan sijainti ja yhteystiedot

Mondo Mineralsin Vuonoksen tehdastoiminnot sijaitsevat Outokummun kaupungin Sysmän ja Taipaleen kylissä Vuonoksen teollisuusalueella noin kuusi kilometriä kaupungin

keskustasta koilliseen. Vuonoksen toiminnalla on kaivospiiri ja sen laajennusosat, jotka ovat yhteensä noin 418 ha. Vuonoksen tehdasalueen kaivospiirin sijoittuminen kartalla on esitetty kuvassa 3-1.

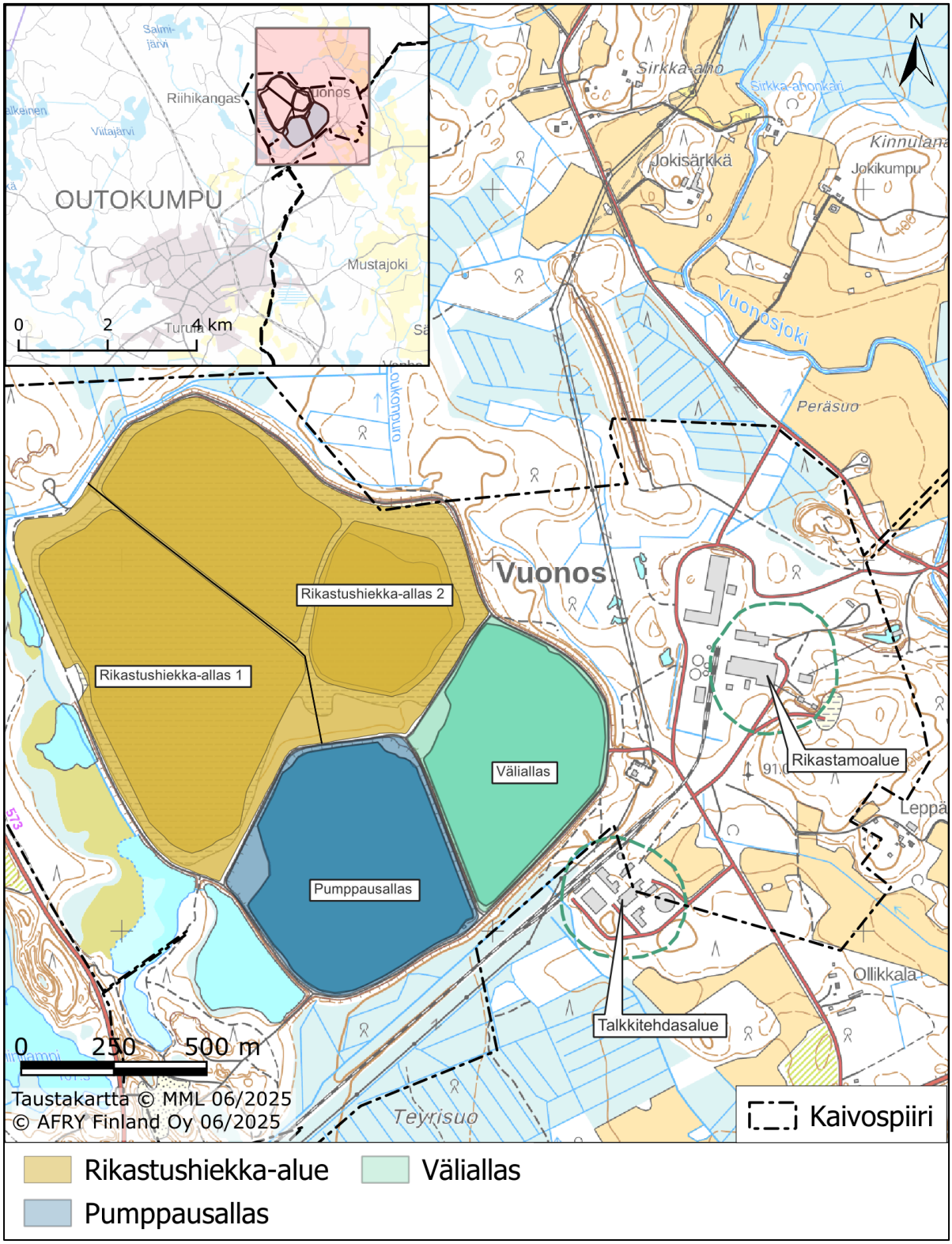
Tehdastoiminnot sijaitsevat toimintansa lopettaneen Outokumpu Oy:n Vuonoksen kaivoksen alueella, joka on nykyisin Mondo Mineralsin omistama alue. Yhteystiedot ovat esitetty alla taulukossa.

Yritys:	Mondo Minerals B.V. Branch Finland
Osoite:	Talkkitie 7, 83500 Outokumpu
Y-tunnus:	2137749-9
Kaivospiiri:	Kaivospiiri on perustettu 4.12.1970 (kaivosrekisterinumero 1852). Kaivospiirin laajennukset on hyväksytty 10.5.1988 ja 27.12.1999.

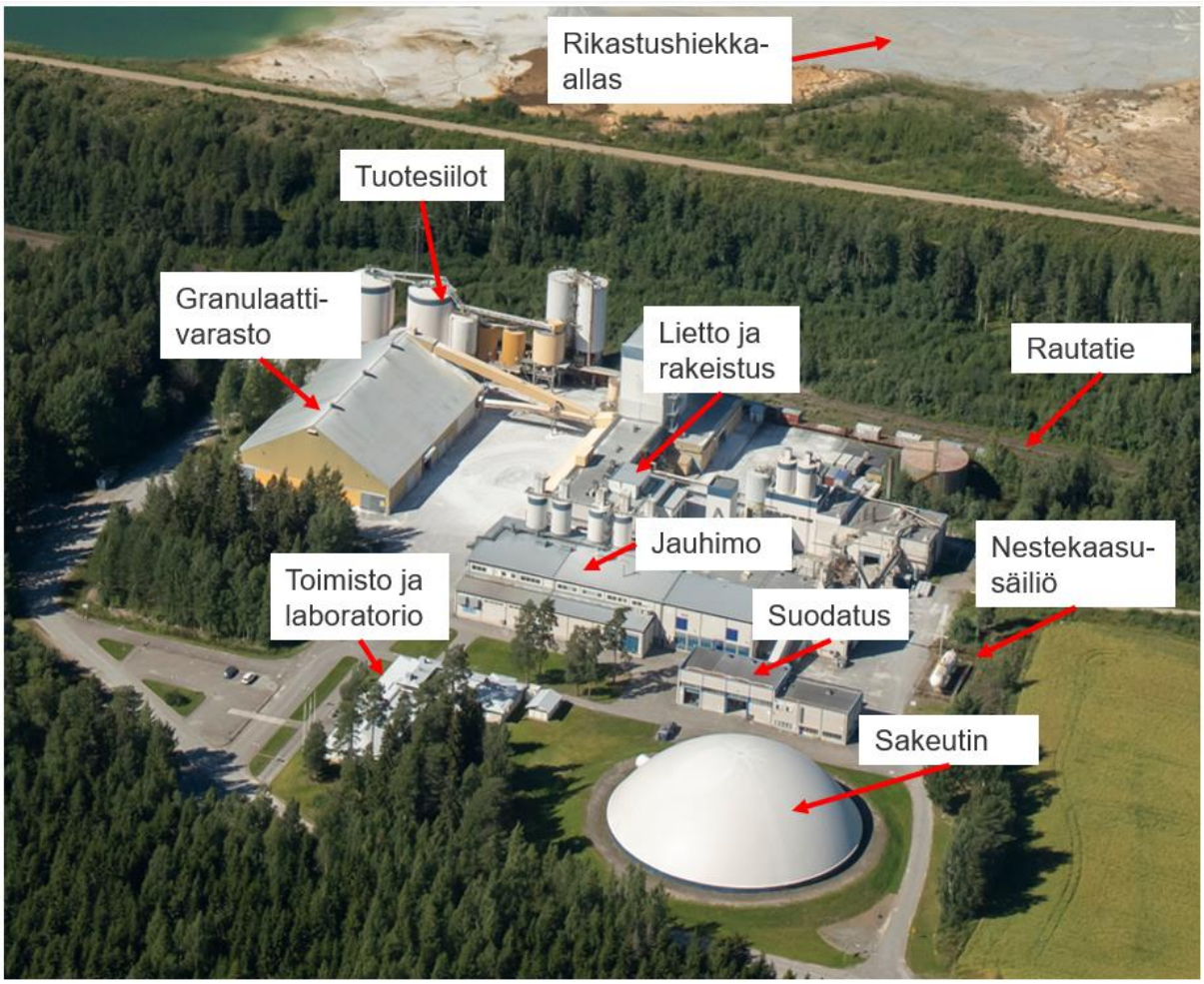


Kuva 3-1. Kaivosalueen sijainti.

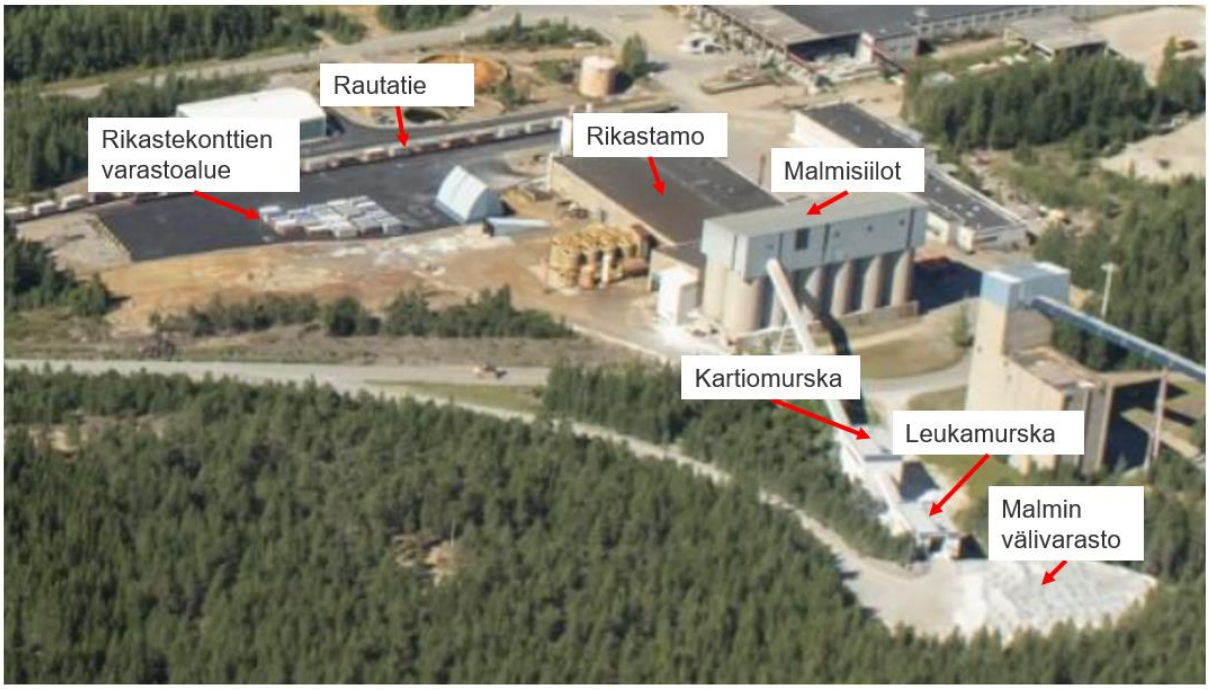
Vuonoksen tehdasalueen toiminta koostuu malmin rikastuksesta talkki- ja nikkelirikasteeksi sekä jatkojalostuksesta erilaisiksi talkkituotteiksi talkkitehtaalla. Toimintojen sijoittuminen alueella on esitetty kuvissa 3-2…3-4.



Kuva 3-2. Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan sekä rikastushiekka-alueen sijainnit. Kaivospiiri on esitetty kuvassa katkoviivalla.



Kuva 3-3. Toimintojen sijoittuminen Vuonoksen tehdasalueelle, talkkitehtaan alue.



Kuva 3-4. Toimintojen sijoittuminen Vuonoksen tehdasalueelle, rikastamon alue.

3.2 Yleiskuvaus nykyisestä toiminnasta

3.2.1 Malmiesiintymät

Vuonokseen tuodaan malmia yhtiön Polvijärvellä sijaitsevista Karnukan ja Pehmytkiven avolouhoksista.

Pehmytkiven ja Karnukan malmin pääamineraaleja ovat talkki (n. 55 %) ja magnesiitti (n. 40 %) ja sivumineraaleina kloriittia (< 5 %) sekä vähäisissä määrin nikkelisulfideja ja paikoin dolomiittia. Kyseisten esiintymien keskimääräinen sulfidipitoisuus on n. 2,4–2,5 %. Pääsulfidimineraalit ovat magneettikiisu ja pentlandiitti. Lisäksi tavataan pieniä määriä arsenideja. Vuosina 2020-2025 murskatun malmin arseenipitoisuus on vaihdellut välillä 0,003–0,017 % (ka 0,008 %) ja nikkelipitoisuus välillä 0,133–0,18 % (ka 0,155 %). Kromipitoisuus vaihtelee välillä 0,023–0,04 % (Cr_2O_3).

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

3.2.2 Murskaus

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

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

3.2.3 Jauhatus

Malmin jauhatus ja rikastus tapahtuu rikastamorakennuksessa. Jauhatuspiiri malmisiilojen jälkeen koostuu iskupalkkimurskasta, kuulamyllyistä, syklonien syöttökaivosta ja sykloneista. Malminsyöttölaitteiden pölyämistä hallitaan pölynpoistolaitteistolla.

Tarvittaessa ennen kuulamyllyä käytetään iskupalkkimurskainta malmin hienomurskaamiseen. 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 tarvittavasta prosessivedestä on kerrottu luvussa 3.2.7.

3.2.4 Talkkirikastus

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

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

Talkkipiirin rejekti syötetään sykloniluokituksen kautta nikkelivaahdotukseen.

3.2.5 Nikkelirikastus

Nikkelin vaahdotuksessa käytetään samanlaista prosessia kuin talkilla, mutta kemikaaleina käytetään tavanomaisia metallimalmin vaahdotuksessa käytettäviä kemikaaleja. Käytetyt kemikaalit on esitetty taulukossa 3-4.

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

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

3.2.6 Talkkirikasteen jatkojalostus talkkitehtaalla

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

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

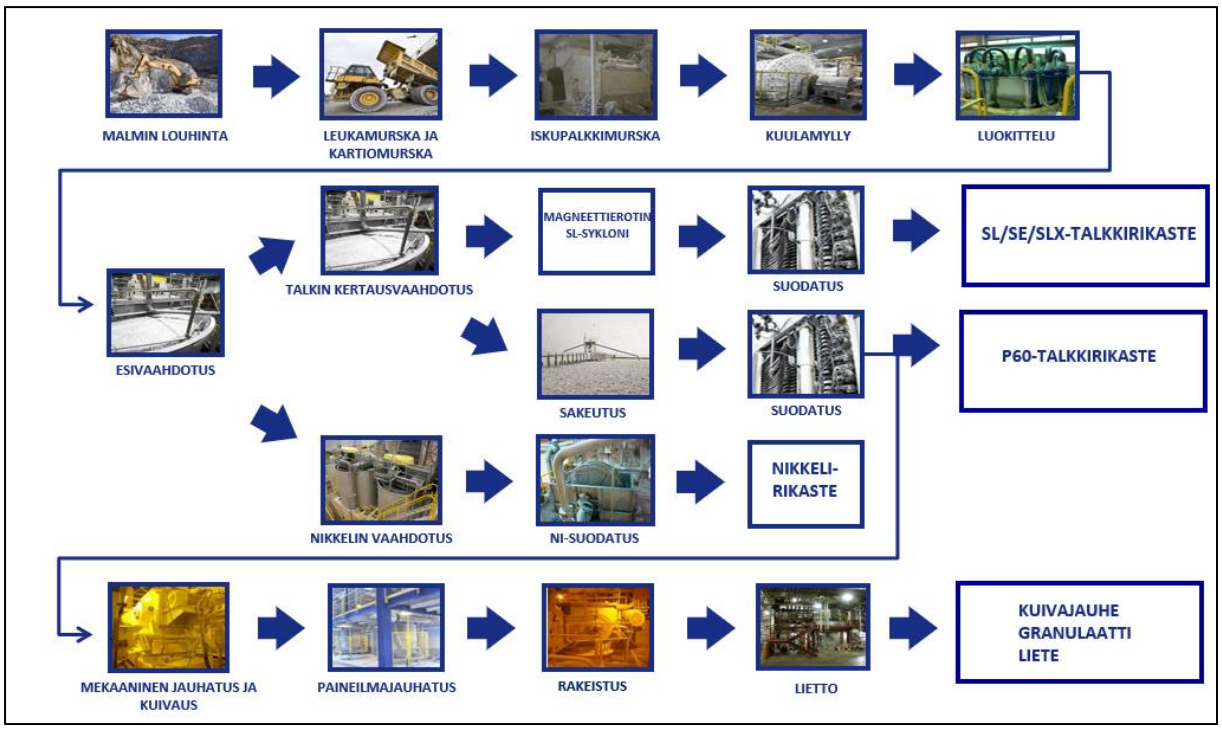
Suodatettu talkkirikaste johdetaan seuraavaksi hienojauhatukseen. Suodatettu talkkirikaste kuljetetaan koteloidulla hihnakuljettimella jauhimon siiloihin, joista se syötetään vasaramyllyihin. Myllyissä rikaste kuivataan ja hienonnetaan (kuivajauhatus) noin 40 mikrometrin hiukkaskokoon. Kuivauksessa käytettävä kuuma ilma tuotetaan käyttämällä paineilmajauhatuksen kuumakaasua tai polttamalla nestekaasua. Jauhettu talkki erotetaan letkusuotimilla ja siirretään pneumaattisesti siiloihin.

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

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

Talkkituotteet toimitetaan asiakkaille lietteenä, rikasteena, kuivajauheena ja granulaatteina.

Alla olevassa kuvassa 3-5 on esitetty Vuonoksen toiminnan yleinen prosessikaavio malmin louhinnasta tuotteistukseen.



Kuva 3-5. Prosessikaavio.

3.2.7 Nikkelilaitos

Nikkelilaitos oli toiminnassa vuosina 2016–2018. Neutraloimatonta nikkelilaitoksen rikastusjätettä (käytetty myös nimeä ferriarsenaattisakka) muodostui aiemmin nikkelilaitoksen prosessissa. Nikkelilaitoksen toiminta on päättynyt, eikä sakkoja enää muodostu lisää. Aikaisemmin muodostunutta neutraloimatonta jätettä (noin 5 000 tonnia) on välivarastoitu käytöstä poistettuihin sakeuttimiin. Tämä rikastejäte on suunniteltu sijoitettavaksi rikastushiekka-alueelle, rikastushiekka-altaaseen 2.



Kuva 3-6. Nikkelilaitoksen neutraloimattoman rikastusjätteen välivarastot. Nykyisin altaat on peitetty.

Itä-Suomen Aluehallintoviraston voimassa olevan lupapäätöksen nro 11/2020 (ISAVI/3914/2019) lupamääräyksissä 14 a-f annetaan määräykset neutraloimattoman nikkelilaitoksen rikastusjätteen sijoittamisesta rikastushiekka-alueelle ja siihen liittyvän rakennussuunnitelman toimittamisesta Pohjois-Karjalan ELY-keskukselle.

Lupapäätöksessä on määräykset rikastusjätteen läjittämisestä, pohja- ja peittorakenteista. Tällä hetkellä rikastejätteen määrä on vähäisempi kuin aiemmin on suunniteltu. Nikkelilaitoksen rikastusjätteen sijoittamiseen ja sulkemistoimiin liittyvää vakuutta tarkastellaan liitteenä olevassa sulkemissuunnitelmassa.

Lisäksi osaan nikkelilaitoksen jätehuoltoa koskeviin määräyksiin haetaan muutosta tämän kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman ja sulkemissuunnitelman (liite 2) päivityksen yhteydessä esitetyssä hakemusasiakirjassa (hakemustiivistelmä).

Nikkelilaitoksen rikastejätteen ominaisuuksista on kerrottu luvussa 6.3.

3.3 Vuonoksen toiminnan vesikierto ja -määrät

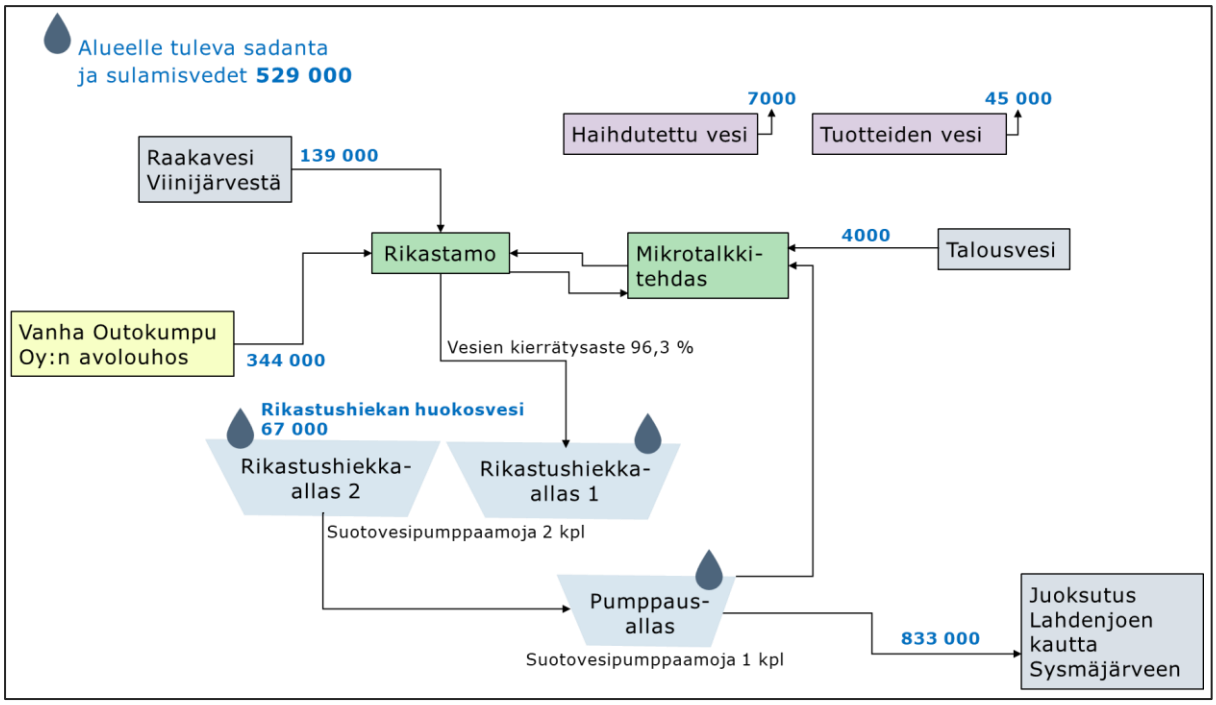
Vuonoksen tehtailla tarvittava prosessivesi otetaan ensisijaisesti tehtaan sisäisestä vesikierrosta (kierrätysvesi), jossa vettä kierrätetään prosesseissa sekä rikastushiekka-alueella. Tarvittavaa täydennysvettä prosesseihin otetaan Viinijärvestä, noin kolmasosa prosessiveden kokonaismäärästä. Tehtaan vesikiertoon tulee vesiä myös Outokumpu Oy:n entisestä avolouhoksesta, jonka vesiä johdetaan vesienkäsittelyn kautta prosessivedeksi.

Raakavedenotto Viinijärvestä on vähentynyt merkittävästi, kun vesien sisäistä kiertoa on tehostettu. Vuodesta 2006 raakaveden ottoa on vähennetty 2 Mm^3 tasolta alle 0,1 Mm^3 tasolle. Allasalueen vettä on kierrätetty prosessiin vuosina 2019–2023 keskimäärin 3,5–4 Mm^3/a. Lisäksi altaisiin tulevat sade- ja sulamisvedet ovat noin 500 000–800 000 m^3 vuosittain. (AFRY Finland Oy 2025)

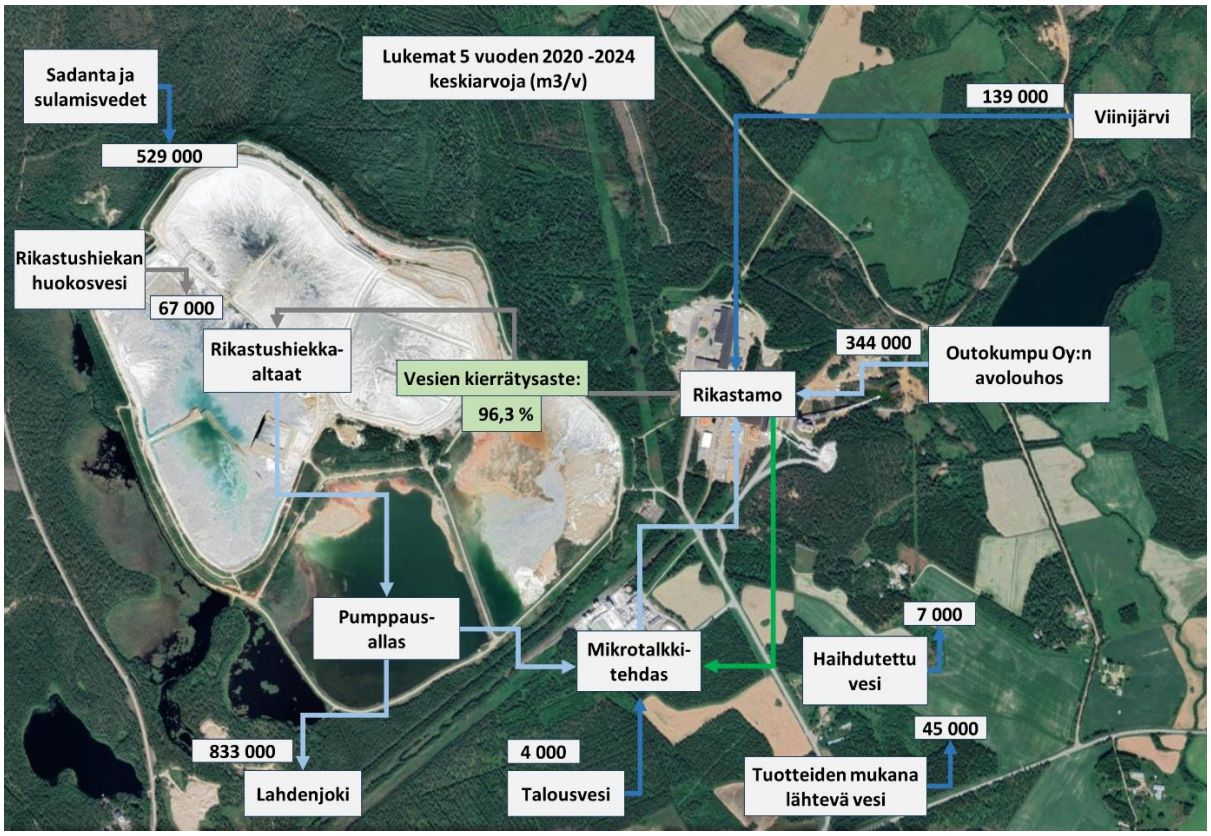
Vuosina 2001–2024 Viinijärvestä otetun veden määrä on vaihdellut 69 000–2 554 000 m^3 välillä. Vuosien 2006–2024 aikana avolouhoksesta otetun veden määrä on vaihdellut noin 210 000–508 000 m^3 välillä. Vuonna 2024 Viinijärvestä otettiin vettä 122 000 m^3 ja avolouhoksesta 499 000 m^3. (AFRY Finland Oy 2025) Vuonoksen toiminnan vesimääriä on esitetty taulukossa 3-1, yksinkertaistettu kaavio vesikierrosta on esitetty kuvassa 3-7 ja vesienhallinnan nykytila on esitetty kuvassa 3-8.

Taulukko 3-1. Vesimäärät 2001–2024.

Vuosi	Raakavesi Viinijärvestä	Vesi avolouhoksesta (louhosjärvi)	Allasveden kierrätys	Suodatus Palautusvesi	Juoksutus Lahdenjokeen
	m^3/a	m^3/a	m^3/a	m^3/a	m^3/a
2001	2 220 400				2 282 160
2002					
2003	2 553 910				2 739 527
2004	2 167 300				2 844 961
2005					2 290 678
2006	2 216 000	270 000			2 284 089
2007	1 812 000	508 000			2 288 000
2008	1 019 000	376 000			2 140 500
2009	1 165 000	332 000			2 139 500
2010	996 529	401 000			1 693 741
2011	983 632	309 689			1 663 442
2012	545 079	349 878			1 495 796
2013	438 640	390 867			1 214 494
2014	402 461	329 672			1 112 644
2015	564 016	315 668			1 347 653
2016	635 470	210 184			1 536 261
2017	444 107	281 487			1 415 422
2018	228 655	282 333			791 446
2019	169 205	317 635	3 803 685	1 294 682	1 041 950
2020	267 127	381 920	3 585 614	1 191 485	1 133 382
2021	153 342	222 568	3 718 326	1 188 659	638 087
2022	69 308	219 391	3 594 992	1 003 405	415 593
2023	82 008	392 012	3 753 748	847 588	1 057 854
2024	122 155	499 275	4 086 336	1 150 783	918 202



Kuva 3-7. Yleistasoinen vesitase (Lahdenjoen allas = Pumppausallas). Tarkastellut raakaveden ja juoksutuksen vesimäärät ovat vuosien 2020–2024 keskiarvoja, m³/a.



Kuva 3-8. Vuonoksen vesienhallinta nykytilanteessa (Lahdenjoen allas = pumppausallas). Tarkastellut raakaveden ja juoksutuksen vesimäärät ovat vuosien 2020–2024 keskiarvoja, m³/a.

Lahdenjokeen juoksutettavan veden laatu

Vuonoksen tehtaalta Lahdenjokeen juoksutettavan veden määrä on vuosina 2014–2024 vaihdellut noin välillä 400 000–1 600 000 m^3/a. Lahdenjoki, paineviemärin purkukohdan ja Sysmäjärven välisellä osalla, on määrätty viemäriksi. Lahdenjokeen pumpattavan veden purkureitti on esitetty kuvassa 3-9 ja vesien laatu taulukossa 3-2.

Taulukko 3-2. Lahdenjokeen juoksutettavat vedet.

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



Kuva 3-9. Vuonoksen tehtaiden vesien purkureitti tehdasalueelta Sysmäjärveen.

3.4 Rikastamon ja talkkitehtaan tuotantotiedot

Vuonoksen rikastamolla rikastettavan malmin määrä on ollut keskimäärin 450 000 t/a vuosina 2003–2024. Viime vuosina käytetty malmimäärä on ollut noin 350 000 t/a. Talkkituotteiden tuotantomäärät vuosina 2003–2024 ovat olleet keskimäärin 170 000 t/a, maksimin ollessa noin 210 000 t/a.

Rikastamolla tuotettavan nikkelirikasteen määrä on vuosina 2003–2024 ollut noin 5000 t/a. Tuotantotiedot vuosilta 2003–2024 on esitetty taulukossa 3-3.

Talkkia tuotetaan teollisuuden tarpeisiin. Pääasiallisia käyttäjiä ovat mm. paperi-, muovi- ja maaliteollisuus. Tuotteet toimitetaan asiakkaille kuivajauheena, rikasteena,

granuloituna ja lietteenä. Tuotteet kuljetetaan tilaajille junalla tai maantiekuljetuksena rekoilla.

Taulukko 3-3. Mondo Minerals Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan tuotantotiedot vuosilta 2003–2024.

Vuosi	Malmi	Talkkirikaste	Rikastushiekka	Nikkelirikaste
	t/a	t/a	t/a	t/a
2003	399 847	165 268	230 599	3 980
2004	445 418	175 254	264 884	5 280
2005	425 444	172 045	249 795	3 604
2006	471 166	196 995	268 651	5 520
2007	464 647	199 787	258 533	6 327
2008	443 218	207 636	229 769	5 813
2009	393 276	163 277	225 198	4 801
2010	453 519	189 678	257 816	6 025
2011	484 081	202 510	275 174	6 397
2012	496 471	201 373	288 402	6 696
2013	429 437	167 383	256 509	5 545
2014	470 057	172 608	291 066	6 383
2015	444 964	152 211	287 424	5 330
2016	434 177	141 641	289 286	3 250
2017	459 672	175 122	280 174	4 376
2018	508 604	184 500	321 084	3 020
2019	484 152	173 818	306 154	4 180
2020	399 509	141 212	254 834	3 463
2021	420 071	144 596	271 638	3 837
2022	358 228	115 862	239 154	3 212
2023	340 596	88 266	248 781	3 549
2024	297 055	104 594	189 778	2 683
Keskiarvo	**432 891**	**165 256**	**262 941**	**4 694**

3.5 Kemikaalit

Kaivannaisjäteasetuksen 3 §:n 1 mom. kohdan 5 mukaan kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman laatimisessa on otettava huomioon, että mineraalien rikastamisessa käytetään ympäristölle mahdollisimman vaarattomia kemikaaleja. Kemikaaleja käytetään talkkitehtaan ja rikastamon prosesseissa. Kemikaaleja ja niiden syöttöä optimoidaan jatkuvasti toiminnan aikana, joten käytössä olevat kemikaalit ja niiden määrät voivat vaihdella.

Rikastuskemikaaleja käytetään erottamaan haluttu erotettava fraktio jauhetusta kiviaineksesta. Talkin rikastuksessa ja jatkojalostuksessa käytetään alkoholijohdannaista vaahdotetta, kokooja-, aktivointi-, säännöstely- sekä liettokemikaaleja.

Prosessivedet ja magnesiittihiekka pumpataan rikastushiekka-alueelle. Rikastushiekka-alueelle pumpattavaan veteen lisätään rikastamolla kalkkia tai lipeää nikkelipitoisuuksien alentamiseksi ja tarvittaessa ferrisulfaattia arseenin poistoon. Vedet selkeytyvät rikastushiekka-alueella sekä edelleen välialtaassa ja pumppausaltaassa. Toiminnassa vuonna 2024 käytettyjen kemikaalien kulutus on esitetty taulukossa 3-4.

Taulukko 3-4. Rikastamolla, vesienkäsittelyssä ja talkkitehtaalla käytettävät kemikaalit, niiden käyttökohteet ja vuotuiset käyttömäärät vuonna 2024 (lähde: Elementis 2024a).

Kemikaalit	Kulutus (t/a)
Rikastamo ja talkkitehdas	
Rikastuskemikaalit	116
Liettokemikaalit	512
Vedenkäsittelykemikaali	365

3.6 Tehdasalueen pilaantuneisuustutkimukset

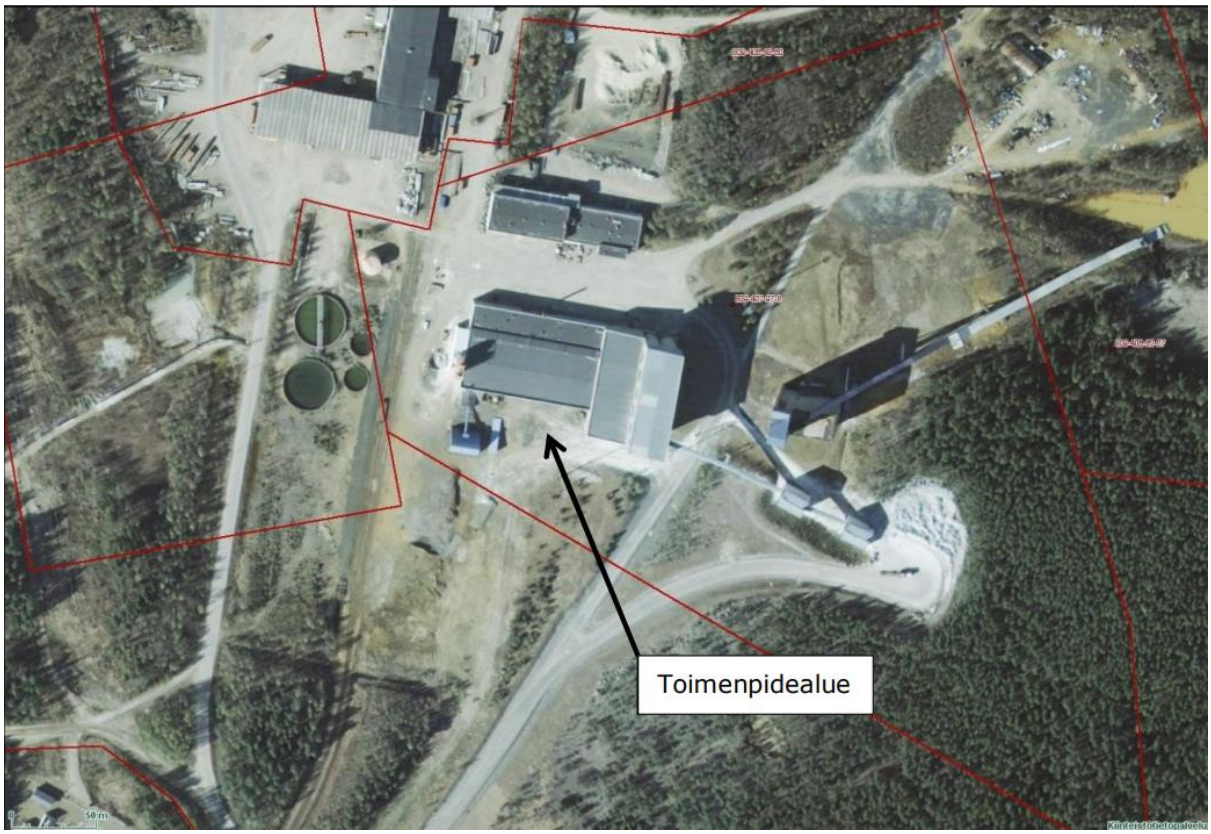
Vuonna 2014 Mondo Mineralsin Vuonoksen teollisuusalueelta otettiin maaperänäytteitä kolmesta tutkimuspisteestä raskaan porakonekairan putkiottimella. Tutkimuspisteistä otettiin 3–4 näytettä kerroksittain. Näytteitä otettiin yhteensä 11 kappaletta 0,5–4,5 m syvyyksiltä maanpinnasta. Näytteenoton yhteydessä kirjattiin ylös tiedot näytepisteessä esiintyvistä maalajeista sekä muut kenttähavainnot. Kaikki otetut näytteet tutkittiin aistinvaraisesti. Lisäksi tutkimuspisteistä otettuja pintanäytteitä tutkittiin InnovX-analysaattorilla ja Petroflag-kenttämittarilla. InnovX–analysaattori ilmaisee luotettavalla tasolla yleisesti teollisuusalueilla esiintyvät metallit, lyijyn (Pb), sinkin (Zn), kuparin (Cu) ja arseenin (As). PetroFlag-kenttämittari näyttää hiilivetyjen kokonaispitoisuuden. Kenttämittausten ja -havaintojen perusteella valittiin 4 näytettä laboratorioanalyyseihin. Laboratoriossa näytteistä tutkittiin raskasmetalleja (3 näytettä) ja öljyhiilivetyjä (4 näytettä). Näytteiden analysointi tehtiin SGS Inspection Services Oy:n laboratoriossa, joka on Mittatekniikan keskuksen akkreditoima laboratorio. (Pöyry Finland Oy 2014)

Toteutetuissa tutkimuksissa Vuonoksen teollisuusalueen (Kuva 3-10) maaperässä todettiin kohonneita (ylemmän ohjearvotason ylittäviä) pitoisuuksia sinkkiä (max. 1024 mg/kg), kuparia (max. 374 mg/kg), nikkeliä (max. 1476 mg/kg) ja yhdessä näytteessä kromia (max. 686 mg/kg). Muiden määritettyjen raskasmetallien pitoisuudet alittivat ylemmät ja myös alemmat ohjearvot. Tutkimuksessa ei todettu olennaisesti kohonneita öljyhiilivetyjen pitoisuuksia. Edellä mainitut kohonneet raskasmetallipitoisuudet todettiin syvyyskerroksia 0,5–2,5 m edustaneissa näytteissä, ja yli 2,5 metrin syvyydellä pitoisuudet olivat alhaisia. Pilaantuneisuuden vaakasuuntaista laajuutta ei tutkimuksilla ole rajattu. (Pöyry Finland Oy 2014; Ramboll Finland Oy 2014)

Tästä pilaantuneeksi luokitellun maa-aineksen käsittelystä tehtiin ilmoitus pilaantuneen maaperän kunnostamisesta (Ramboll Finland Oy 2014) alueelliselle ELY-keskukselle.

Ennen kunnostustyön aloittamista 17.7.2014 otettiin näytteitä kahdesta kaivinkoneella tehdystä koekuopasta. Näytteistä tehtiin kokoomanäyte, josta määritettiin raskasmetallien liukoisuudet kaksivaiheisella ravistelutestillä. Liukoisuudet täyttivät kaikkien muiden komponenttien paitsi nikkelin osalta tavanomaisen jätteen kaatopaikalle

asetetut vaatimukset. Liukoisuudet eivät merkittävästi eroa rikastushiekan tai rikastushiekan ja ferriarsenaattisakan seoksen liukoisuuksista. (Sweco Ympäristö Oy 2014, Pöyry Finland Oy 2014)



Kuva 3-10 Ilmakuva PIMA-kohteesta, josta poistettavat maat sijoitettiin rikastushiekka-altaalle 1. (kuva Ramboll Finland Oy 2014)

Pilaantunut maa-aines oli pääasiassa hiekkaa ja moreenia. Pilaantunutta maa-ainesta poistettiin 2,5 m syvyydeltä 1200 m^2:n kokoiselta alueelta (liite 1). Poistettava massamäärä oli 5880 tonnia (noin 3000 m^3 ktr, Ramboll Finland Oy 2014). Kaivumaat sijoitettiin Vuonoksen alueella olevalle rikastushiekka-altaalle 1 (Kuva 3-11) (Sweco Ympäristö Oy 2014)



Kuva 3-11 Vuonoksen rikastushiekka-alue. Kaivumaat sijoitetaan rikastushiekka-altaan 1 alueelle. Kaivumassojen loppusijoituspaikka rikastushiekka-alueella on merkitty kuvaan punaisella rajauksella. (Sweco Ympäristö Oy 2014)

Maaperän pilaantuneisuuden päähaitta-aineet (Zn, Ni, Cu) ovat vastaavia, kuin mitä alueella vuosina 1971–85 harjoitetun (Outokumpu Oy) kuparimalmin rikastuksessa peräisin olevassa ja nykyisen rikastushiekka-alueen pohjoisosaan läjitetyssä rikastushiekassa esiintyy. Lisäksi koska kohonneita pitoisuuksia ei esiinny aivan pintamaakerroksissa, voidaan todetun maaperän pilaantuneisuuden arvioida aiheutuneen kuparimalmin rikastuksen yhteydessä maaperään joutuneesta rikastushiekasta tai täytöissä aikanaan käytetyistä sivukiviperäisistä materiaaleista. (Ramboll Finland Oy 2014)

4 Toiminta-alueen ja sen lähialueen kuvaus

4.1 Geologia

Tässä luvussa on esitetty seuraavat kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) 4§ kohta 5) liittyvät tiedot maaperän osalta sekä asetuksen ja liitteen 3 kohdan a. 1. b) mukaiset tiedot siinä laajuudessa, kun tietoja on käytettävissä:

5) selvitys maaperän, vesistön ja pohjaveden tilasta kaivannaisjätteen jätealueella ja sellaisella lähialueella, johon jätteestä voi aiheutua kuormitusta
A. Jätteen ominaisuuksien määrittely
1. Jätteen ominaisuuksien määrittelyn on perustuttava seuraaviin tietoihin:
b) Hyödynnettävän esiintymän geologiset tiedot:
– Louhinnassa ja rikastuksessa syntyvien jätteiden tunnistaminen esittämällä asiaankuuluvat tiedot seuraavista seikoista:

- ympäröivän kallioperän luonne, sen kemialliset ja mineralogiset ominaisuudet, mukaan lukien mineralisoidun kiviaineksen ja arvomineraaleja sisältämättömän kiviaineksen hydroterminen muuttuminen
- esiintymän luonne, mukaan lukien mineralisoitunut kiviaines
- louhittujen mineraalien, juonimineraalien ja hydrotermisesti muodostuneiden mineraalien osalta mineralisaation typologia, niiden kemialliset ja mineralogiset tiedot, mukaan lukien fysikaaliset ominaisuudet, kuten tiheys, huokoisuus, raekokojakauma ja vesipitoisuus
- esiintymän koko ja muoto
- rapautuminen ja pintakerrosten muuttuminen kemiallisesta ja mineralogisesta näkökulmasta

4.1.1 Topografia

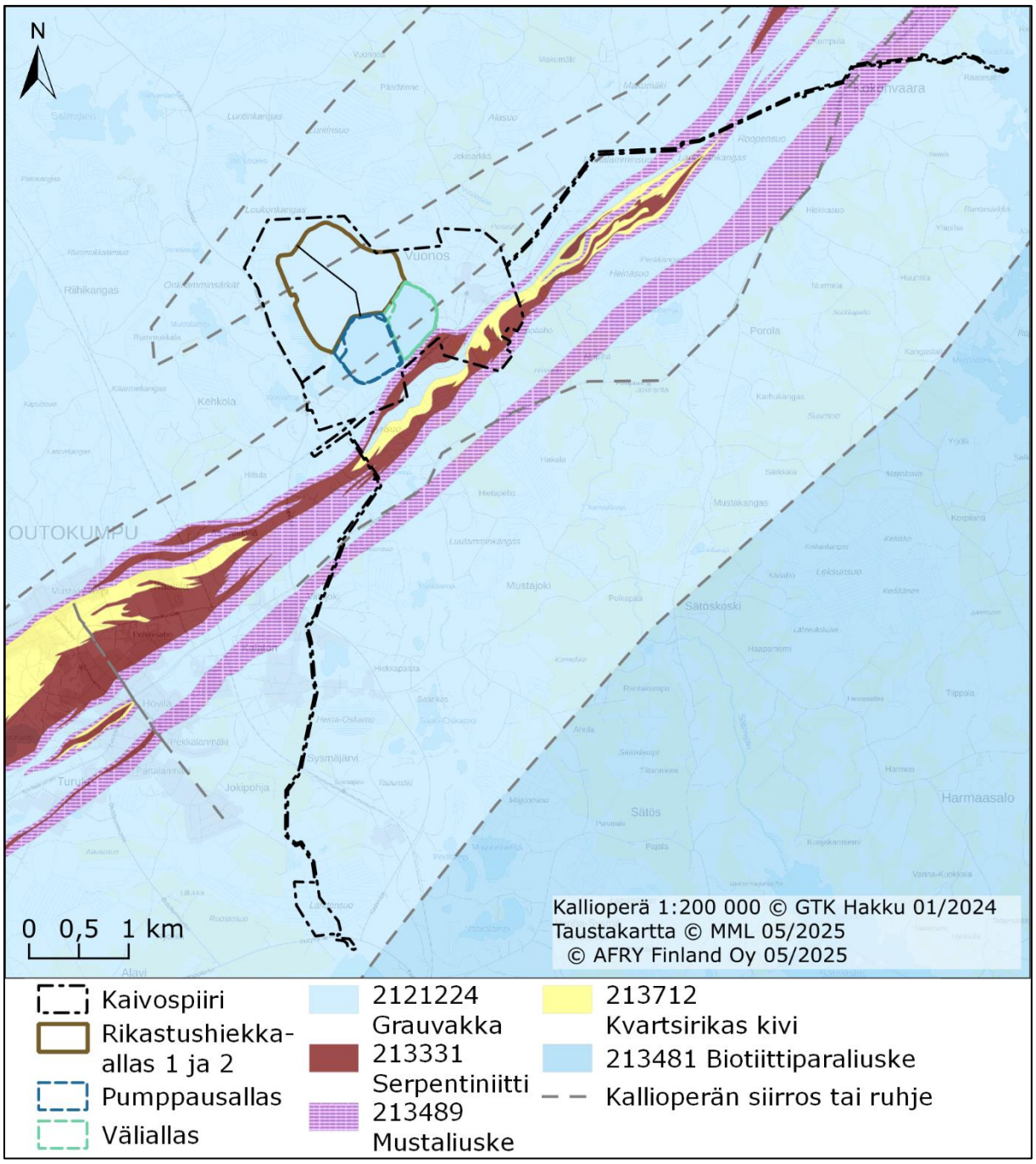
Rikastushiekka-alue sijoittuu kahden luode-kaakkosuuntaisen harjujakson väliin Vuonosjoki-laaksoon. Rikastushiekka-altaiden alueella maanpinta on noin 100 m mpy tasolla, josta se nousee pohjoisen ja lännen harjualueilla korkeimmillaan tasolle 120–130 m mpy. Rikastushiekka-altaan itäpuolella maanpinta laskee hitaasti kohti Vuonosjokea tasolle 87–90 m mpy. Viinijärven pinnankorkeus on 78,8 m mpy ja Sysmäjärven 85,6 m mpy.

4.1.2 Kallioperä

Vuonoksen malmiesiintymä sijaitsee Outokumpu-kivilajijaksossa. Jakson tunnusomaisia kiviä ovat serpentiniitti-ofioliitit (Mg-valtaisia kiviä), joihin liittyy läheisesti alkuaan merellisiä sedimenttikivikerroksia (kiilleliuske, mustaliuske, kvartsiitti, dolomiitti, karsikivi). Kivilajijakson ympäristö koostuu pääasiassa kiillegneissistä (Huhma 1975).

Yleispiirteisestä kallioperäkartasta havaitaan, että kaivospiirin alueella kallioperä koostuu grauvakasta ja kaakkoisosiltaan mustaliuskeesta, serpentiniitistä ja kvartsirikkaasta kivestä (Kuva 4-1). Grauvakka on matriksia 15–75 % sisältävä hiekkakivi, jonka mineraali- ja kivilajikappaleet eli -klastit ovat kulmikkaita, ja jonka aines on kerrostunut nopean rapautumisen ja kuljetuksen tuloksena. Matriksi eli välimassa on sedimentin tai sedimenttikivilajin klastien välitilan täyttävä klasteja pienirakeisempi aines. Serpentiniitti on metamorfinen kivi, joka koostuu serpentiiniryhmän mineraaleista, jotka ovat oliviinin ja pyrokseenien muuttumistuloksia (Lehtinen ym. 1998). Mustaliuske on grafiitti- ja kiisupitoinen kiilleliuske. Se aiheuttaa ongelmia yleensä metallipitoisuuksien ja happaman valuman riskin takia.

Kallioperäaineiston (GTK 2025a) mukaan rikastushiekka-altaan alueella on kaksi siirrosta (*thrust fault*).



Kuva 4-1. Kallioperän yleispiirteet sekä ruhjeet kaivospiirin alueella.

4.1.3 Maaperä

Rikastushiekka-alue (120 ha) sijoittuu Hyttisuolle ja on nykyisin talkkituotannon käytössä. Rikastushiekka-alueen pohjalla on aiemman metallikaivostoiminnan rikastushiekkaa (Räisänen & Korhonen 2015).

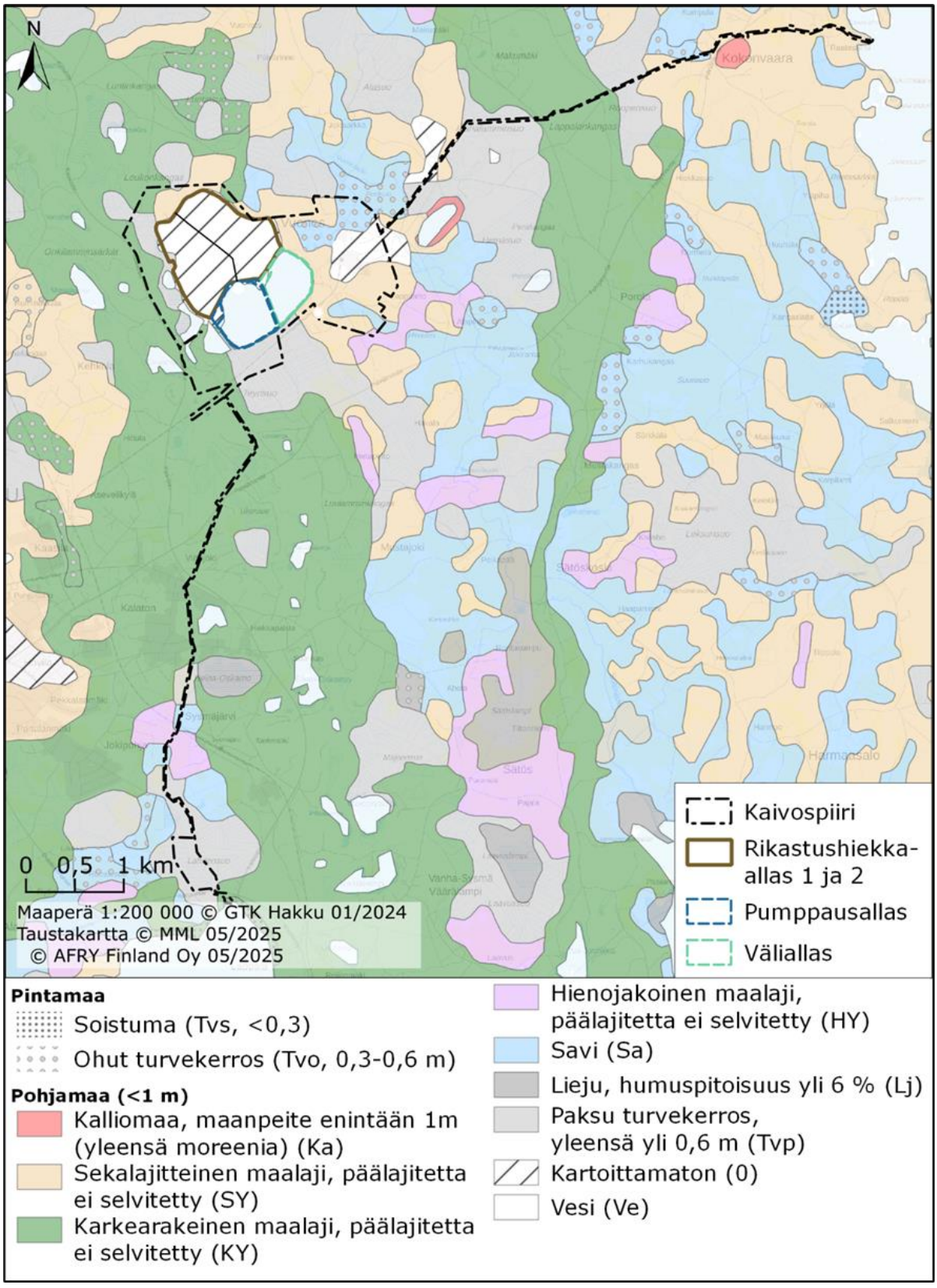
Rikastushiekka-alue on turve- ja hieta- tai hiesukerrosten päällä, joiden alla on kantava moreeni. Läjitysalue sijoittuu kahden luode-kaakkosuuntaisen harjujakson väliin Vuonosjokilaaksoon. Harjun karkearakeisen ydinosan lievealueen hienoja hiekka-, hieta- ja hiesumuodostumia esiintyy läjitysalueen pohjoispuolella. Läjitysalueen länsireunamalla harjun lievealueella maa-aines vaihtelee hienosta hiekasta hiesuun ja maakerrosten

peitteenä on turvetta yli 1 metrin paksuudelta. Harjun ulkonema työntyy kahdesta kohtaa läjitysalueen länsireunalla reunapadon tuntumaan. Pohjoisemmassa ulkonemassa harjun karkean aineksen epäillään työntyvän hiesukerrostuman alla padon tuntumaan. Padon kohdalla kumpare on moreenia, jossa voi esiintyä karkearakeisia kerroksia. Eteläisemmän ulokkeen maalaji on hiekkaa ja aivan ulokkeen kärjessä hienoa hiekkaa tai hiesua. Muualla rikastushiekan läjitysalueen ympäristössä maaperä muodostuu moreenikumpareista ja niiden välisiin painanteisiin sedimentoituneista ja huuhtoutuneista savi-, hienohiekka- ja hiesukerroksista. Teyrisuon alueella maakerrosten peitteenä on paksu turvekerros. Moreenikumpareiden maalajit vaihtelevat hiekkamoreenista silttiseen moreeniin. Karkearakeisia moreenimuodostumia esiintyy Teyrisuon kohdalla turpeen alla läjitysalueen välipadon kohdalla ja tehdasalueen luoteispuolella. Muuallakin alueella ainakin moreenin pintaosat voivat olla karkearakeisia. (Pöyry Finland Oy 2011)

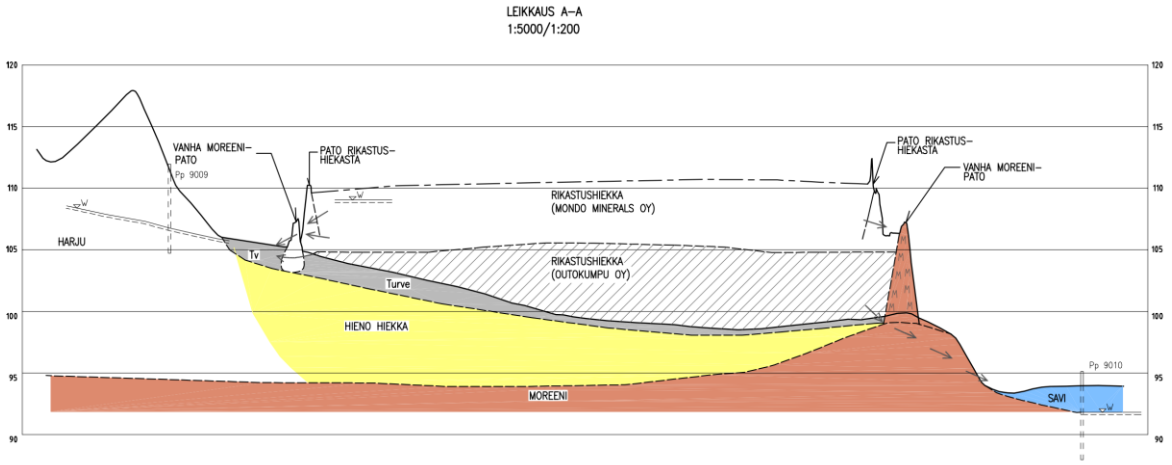
Yleispiirteinen maaperäkartta rikastushiekka-altaan lähiympäristöstä ja kaivospiirin alueelta on esitetty kuvassa 4-2. Ote poikkileikkauspiirroksesta putkien 9009–9010 kohdalta vuodelta 2003 on esitetty kuvassa 4-3 (Lassila ja Viitanen 2003). GTKn karttapalvelun perusteella (GTK 2025a) maakerroksen paksuus rikastushiekka-altaan kohdalla ja sen itäpuolella on noin 10 m, eteläpuolella 13–15 m ja länsi- sekä pohjoispuolella harjumuodostuman kohdalla noin 30 m.

Kaivospiirin alueella tai sen läheisyydessä ei sijaitse arvokkaita kallioalueita, arvokkaita kivikkoja tai arvokkaita moreeni-, tuuli- tai rantakerrostumia.

Kaivospiirin alueella tai sen läheisyydessä ei esiinny happamia sulfaattimaita eikä mustaliuskeita. Lähimmät kairasydämistä vahvistetut mustaliuskehavainnot ovat Teyrisuon läheisyydessä reilun kilometrin päässä rikastushiekka-alueiden eteläpuolella (GTK 2025b).



Kuva 4-2. Maaperän yleispiirteet kaivospiirin alueella.



Kuva 4-3. Poikkileikkaus (ote) rikastushiekka-altaan alueelta (Lassila ja Viitanen 2003).

Kaivospiiri sijaitsee metalliprovinssin alueella. Metalliprovinssit ovat alueita, joilla koboltin, kromin, kuparin, nikkelin, vanadiinin tai sinkin pitoisuudet ovat moreenissa usein suurempia kuin muualla Suomessa. Metalliprovinssit eivät noudata yksittäisen alkuaineen esiintymistä, vaan ne ovat yhteenveto kuuden alkuaineen esiintymisestä. Geologian tutkimuskeskuksen maaperän taustapitoisuudet (TAPIR) -karttapalvelun (http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/) perusteella hankealueen moreenin (Luonnonmaa: moreeni< 2 mm raekoko, laskennan säde 15 km, keskipiste 605793,6959468 Metalliprovinssi_3) alkuaineiden mediaanipitoisuudet olivat alle kynnysarvotasojen (PIMA-asetus VNA 214/2007), mutta maksimipitoisuudet ylittivät kynnysarvotasot koboltin, nikkelin ja kromin osalta. Kynnysarvotaso ilmaisee yleensä haitatonta pitoisuutta. Kynnysarvo on haitallisen aineen pitoisuusarvo, jonka ylittyessä maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on arvioitava (Ympäristöministeriö 2007). Alueilla, joilla taustapitoisuus on kynnysarvoa korkeampi, arviointikynnyksenä pidetään taustapitoisuutta (VNA 214/2007).

Kohteen alueella on ollut kaivostoimintaa vuosikymmenten ajan, joten alueella on toteutettu paljon rakentamisia, kaivuja ja läjityksiä. Rikastushiekka-alueelle sijoitetuista pilaantuneista maa-aineksista on kerrottu luvussa 3.6.

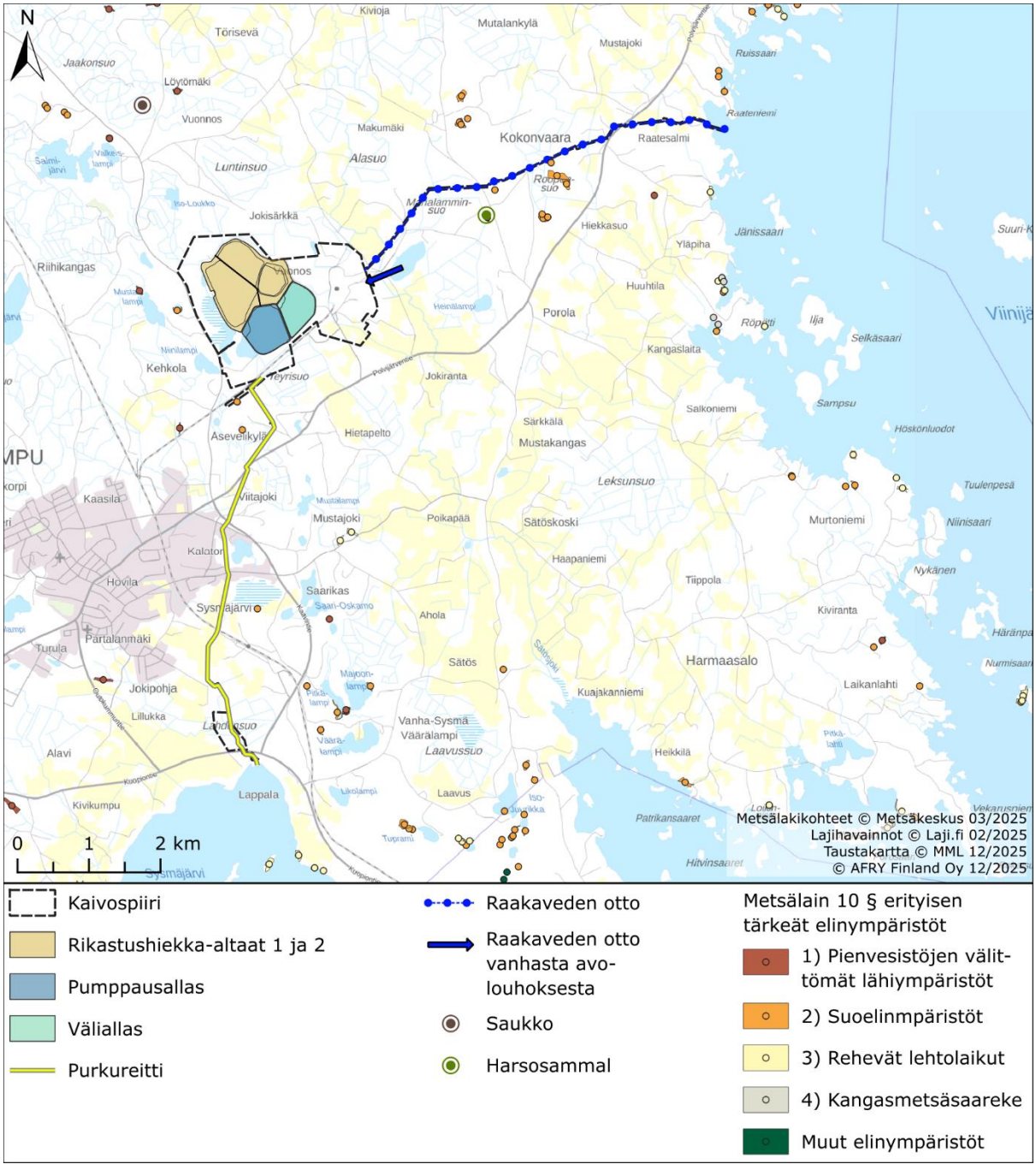
4.2 Luonto ja suojelukohteet

4.2.1 Kasvillisuus

Alueen kasvillisuus ja luontotyypit sekä arvokkaat luontokohteet ja lajisto on kuvattu saatavilla olevien lähtötietojen mukaan. Loukonpuron varressa noin 0,6 kilometrin etäisyydellä kaivannaisjätealueesta on maastokarttaan merkitty lähde. Metsät ovat mäntyvaltaisia kaivospiirin lähialueella. Vanhempaa puustoa alueella on vain pienialaisesti. Harjun alueella on kuivaa ja kuivahkoa kangasta.

Kaivospiirin länsi- ja lounaispuolella on Metsäkeskuksen kuviotiedoissa metsälain 10 § mukaisia erityisen tärkeäitä elinympäristöjä (Kuva 4-4). Kaivospiirin länsi- ja lounaispuolella sijaitsevat kohteet ovat suoelinympäristöjä ja pienvesien välitön lähiympäristö lampien rannoilla.

Suomen Lajitietokeskuksen laji.fi-tietokannan (tietopyyntö käyttörajoitettuun aineistoon 25.2.2025) mukaan hankealueelta tai sen lähiympäristöstä ei ole havaintoja luontodirektiivin liitteen IV lajeista eikä luonnonsuojelulain mukaan rauhoitetuista, erityisesti suojeltavista, silmälläpidettävistä (Hyvärinen ym. 2019) tai alueellisesti uhanalaisista lajeista.



Kuva 4-4 Metsälain 10 § mukaiset erityisen tärkeät elinympäristöt hankealueen ympäristössä Metsäkeskuksen kuviotietojen mukaan ja suojelullisesti huomioitavan lajiston havainnot Suomen Lajitietokeskuksen (2025) havaintotietokannan mukaan.

4.2.2 Linnusto ja eläimistö

Tässä yhteydessä esitetyt tiedot perustuvat kaivoksen rikastushiekka-altaan korottamisen YVA-ohjelmassa (AFRY Finland Oy 2025) esitettyihin tietoihin.

Kaivospiirin rikastushiekka-altaan laajennusalueiden linnustoarvoja tarkasteltiin kartta- ja ilmakuvatarkastelun perusteella. Kaivospiirin läheisyyteen sijoittuu useita IBA-, FINIBA-, ja MAALI-alueita. Alueelta on melko niukasti tietoja linnustosta (Suomen Lajitietokeskus 2025). Rikastushiekka-altaan laajennusalue on talousmetsää, jonka linnuston arvioidaan koostuvan pääosin alueelle tyypillisistä havu- ja sekametsien yleislajeista.

Rikastushiekka-alueelle sijoittuu maakunnallisesti (MAALI) arvokas lintualue Vuonos (570420), mikä voi johtua toiminnan luonteesta, joka on mahdollistanut lintualueen muodostumisen kyseiseen paikkaan.

Hankealueelle on tehty vuoden 2025 aikana erillisselvitykset luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeista koskien saukkoa, liito-oravaa ja viitasammakkoa. Lajiselvitykset on tehty Niemisen ja Aholan (2017) julkaisun ohjeistuksen mukaisesti. Saukosta ei selvityksessä tehty havaintoja, liito-oravasta ja viitasammakosta tehtiin yksittäisiä havaintoja tai niille sopivaa ympäristöä havaittiin YVA-menettelyssä esitettyjen mahdollisten purkuputkireittien läheisyydessä (AFRY Finland Oy 2025a).

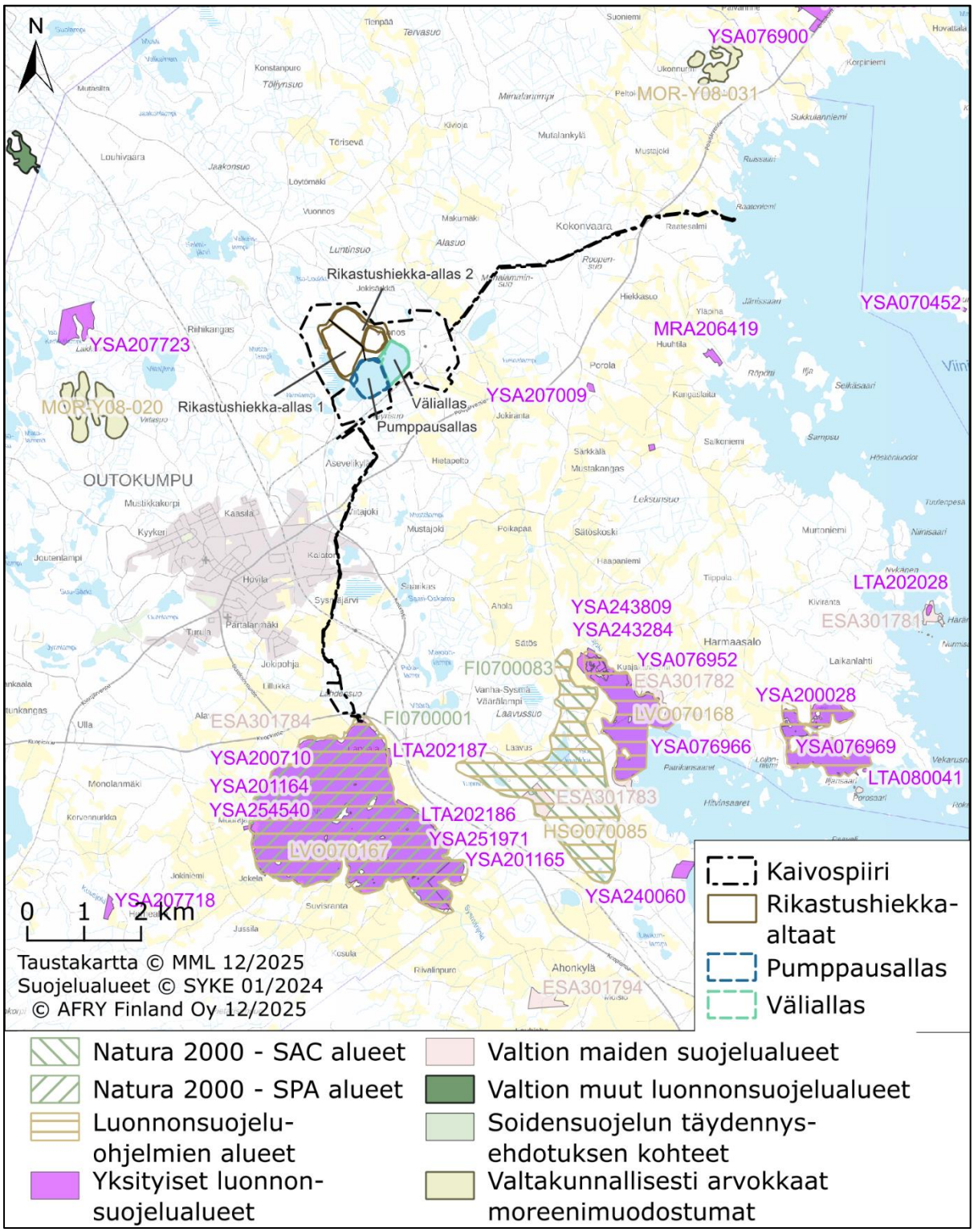
Suomen Lajitietokeskuksen laji.fi-tietokannassa (25.2.2025) hankealueen ympäristöstä havaintoja suojelullisesti huomioitavasta lajistosta on vain saukosta hankealueen pohjoispuolelta Jaakonsuolta, jossa on jälkihavainto talvelta 2023.

4.2.3 Luonnonsuojelualueet

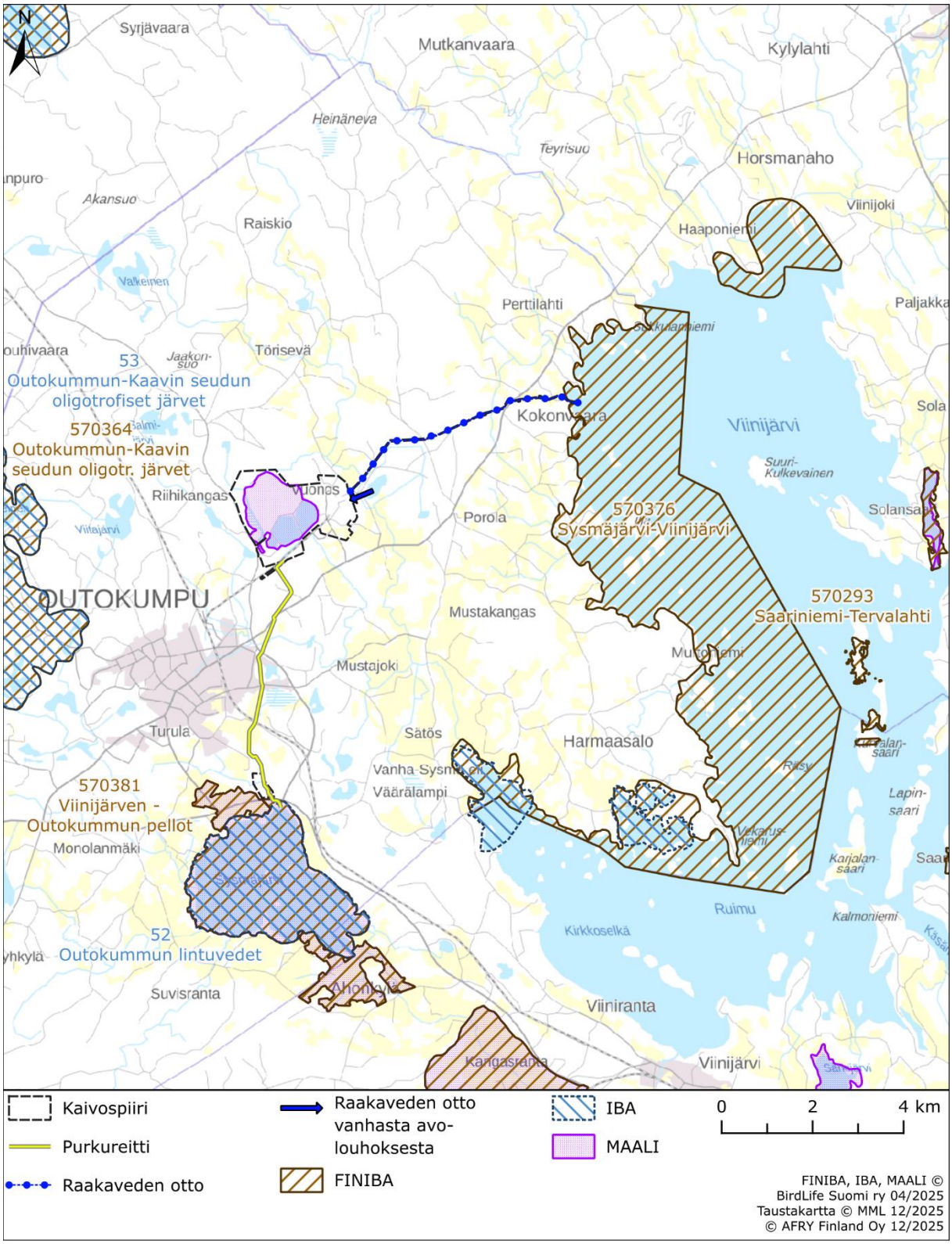
Hankealueella tai sen välittömässä lähiympäristössä (<2 km) ei ole Natura-alueita, luonnonsuojelualueita tai luonnonsuojeluohjelmiin kuuluvia kohteita eikä kansainvälisesti (IBA) tai valtakunnallisesti (FINIBA) arvokkaita lintualueita. Kaivospiirin rikastushiekka-alueelle sijoittuu maakunnallisesti (MAALI) arvokas lintualue Vuonos (570420). Vuonoksen tuotantoalueella käsitellyt purkuvedet johdetaan Sysmäjärveen, joka on Natura-alue. Hankealueen ympäristön Natura-alueet, luonnonsuojelualueet ja luonnonsuojeluohjelmien kohteet, on esitetty kuvassa 4-5 ja arvokkaat lintualueet kuvassa 4-6.

Natura-alueista lähinnä ovat noin 5,3 kilometriä hankealueen eteläpuolella sijaitsevat Sysmäjärvi (FI0700001, SPA) ja Iso-Juurikan – Leveävaaran alue (FI10700083, SAC). Sysmäjärvi kuuluu yksityismaan luonnonsuojelualueisiin Sysmäjärven luonnonsuojelualue (YSA 201165) ja Sysmäjärven luonnonsuojelualue 2 (YSA201164). Järven rannoilla on useita pienempiä yksityismaan luonnonsuojelualueita (YSA) ja luontotyypin (tervaleppäkorpi) suojelualueita (LTA). Ranta-alueita ja saaria kuuluu valtion maiden luonnonsuojelualueeseen Sysmäjärven luonnonsuojelualue (ESA301784). Sysmäjärvi on myös lintuvesiensuojeluohjelman kohde.

Viinijärven Kirkkoselän rannoilla on useita yksityismaan luonnonsuojelualueita, joista laajimmat ovat Sätöslahden luonnonsuojelualue (YSA076966) ja Pitkälahti-Laikanlahden luonnonsuojelualue (YSA076969) ja Pitkälahti-Laikanlahden luonnonsuojelualue 2 (YSA200028). Rannoilla on useita valtion maan luonnonsuojelualueita (ESA). Sätöslahti-Pitkälahti-Säikänlahti kuuluu lintuvesiensuojeluohjelmaan ja Iso-Juurikan – Leveävaaran alue harjujensuojeluohjelmaan.



Kuva 4-5. Natura– ja suojelualueet hankealueen ympäristössä.

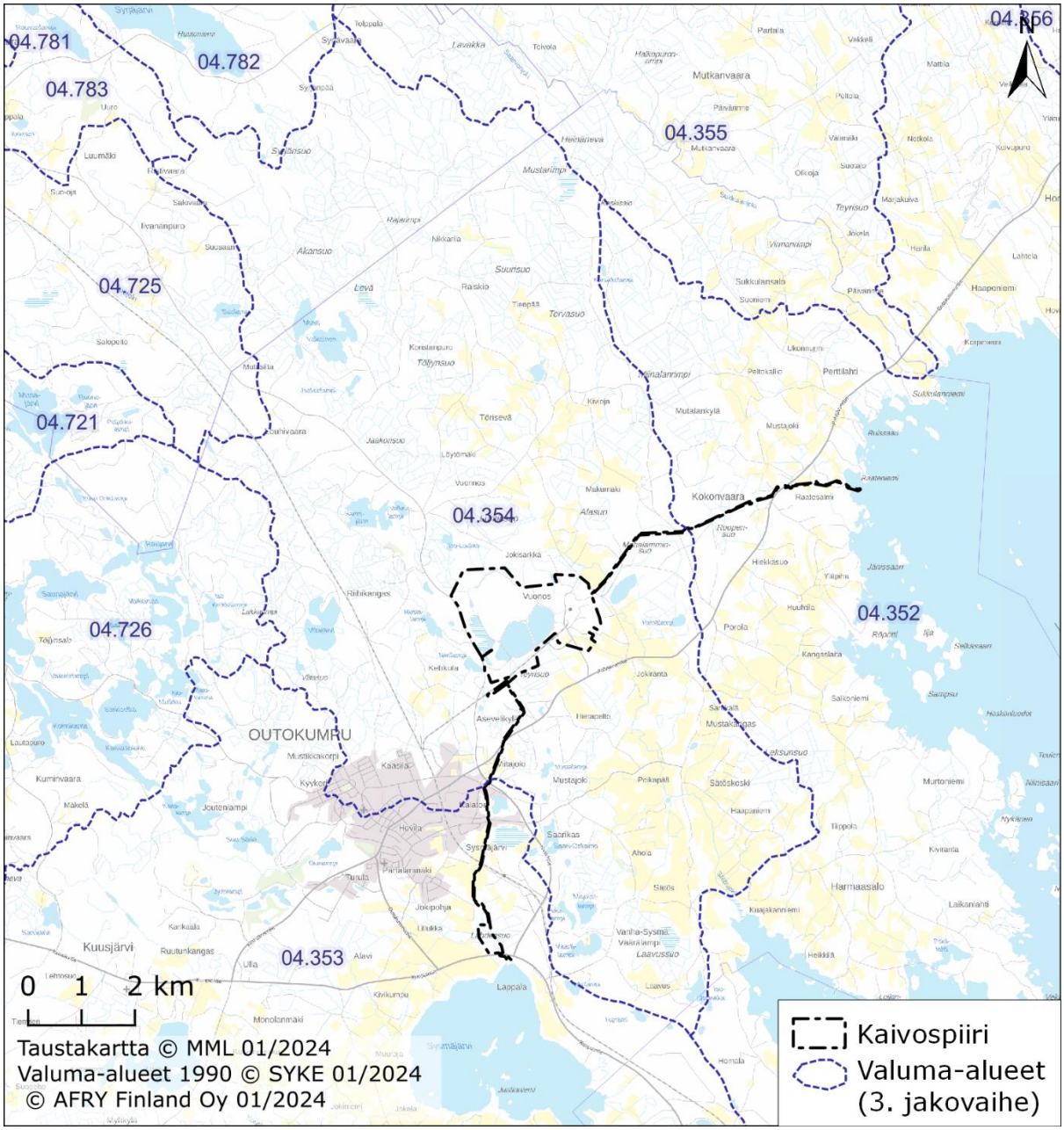


Kuva 4-6. Arvokkaat lintualueet hankealueen ympäristössä.

4.3 Vesistöt ja veden laatu

4.3.1 Vesistöalue

Vuonoksen tehdastoiminnot, nykyinen rikastushiekka-alue altaineen sekä niiden läheiset pintavesistöt kuuluvat Vuoksen vesistön Oriveden–Pyhäselän alueen Viinijärven 2. jakovaiheen valuma-alueeseen (1990 jako, 04.35, Kuva 4-7). Tehdastoimintojen alue sijaitsee Sätösjoen 3. jakovaiheen valuma-alueella (1990 jako, 04.354).



Kuva 4-7. Valuma-alueet (3. jakovaihe, 1990).

4.3.2 Virtaamat

Sysmäjärvi

Sysmäjärvi on matala (maksimisyvyys 6 m ja keskisyvyys 1 m), ja avovesiaikaan tuulet sekoittavat vesimassaa herkästi. Jääpeiteaikaan Sysmäjärven syvännealue kerrostuu voimakkaasti. Sysmäjärven säännöstelystä on luovuttu ja järjestelypato on muutettu kiinteäkynnyksiseksi pohjapadoksi maaliskuussa 2012 (Ramboll 2024).

Uomien virtauksia on arvioitu raportissa Ramboll (2024), ja arviossa on hyödynnetty satunnaisia havaintoja, Kesselin valuntahavaintoja, vesistömallijärjestelmän simuloitua dataa sekä vertailuvesistöjä ja pohjapadon suunnitelmia. Suurimmat tulouomat ja niiden keskivirtaamat sekä Sysmäjärvestä lähtevä keskivirtaama on valuma-aluetietoihin pohjautuen arviolta:

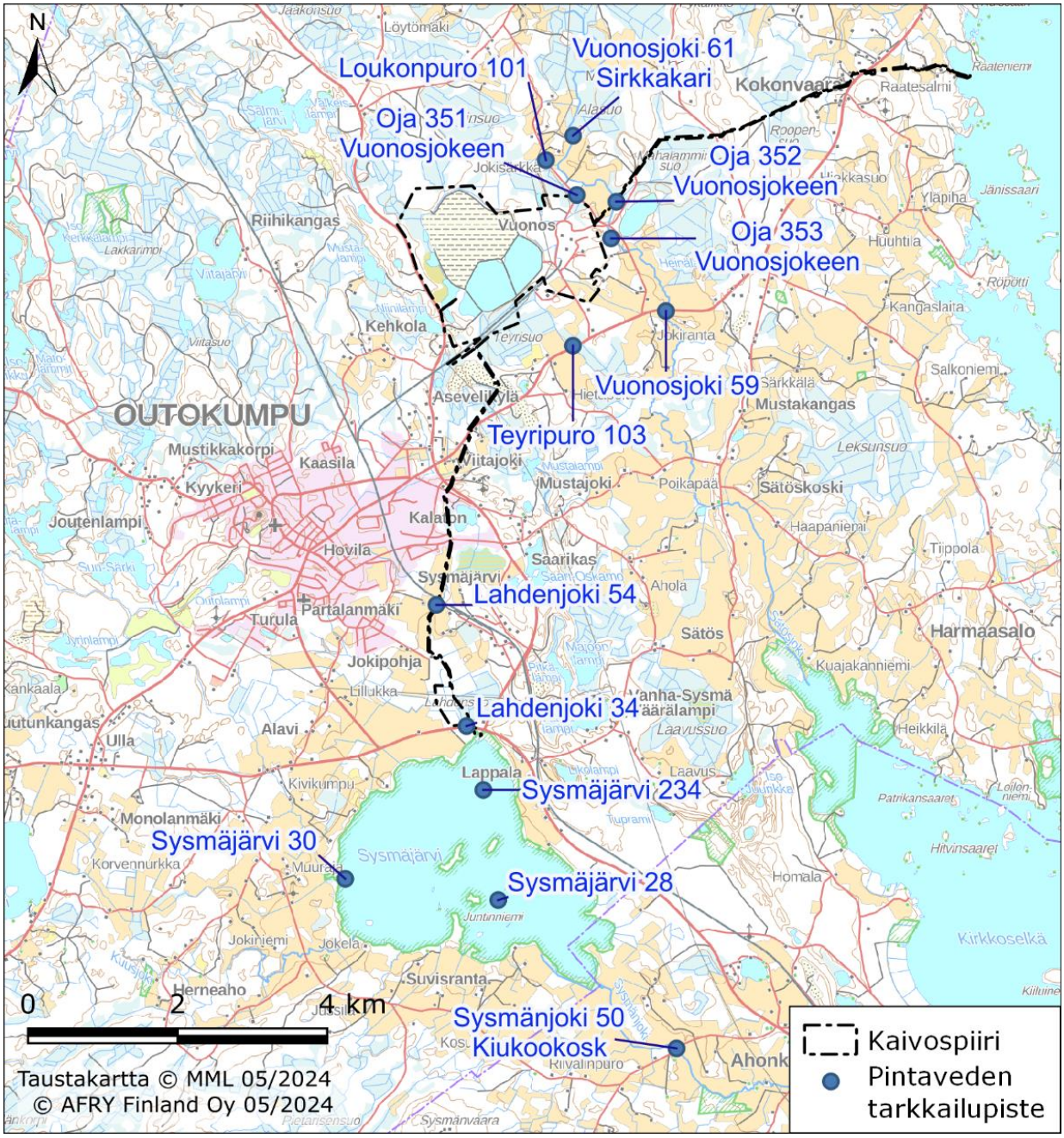
	Valuma-alueen pinta-ala	Keskivirtaama MQ
Kesselinjoki	20 km^2	0,2 m^3/s
Kuusjoki	46 km^2	0,4 m^3/s
Ruutunjoki	27 km^2	0,2 m^3/s
Lahdenjoki	11 km^2	0,1 m^3/s
Sysmänjärvi, luusua	125 km^2	1,2 m^3/s

4.3.3 Vedenlaatu

Nykytilassa Vuonoksen rikastushiekan läjitysalueelta selkeytyneet vedet johdetaan alkuun paineviemäriputkea ja myöhemmin viettoviemäriä pitkin Lahdenjokeen ja edelleen Sysmäjärveen. Vuonoksen alueelta tulee tämän lisäksi kuormitusta Viinijärven eteläosaan. Vuonoksen tehdas- ja rikastushiekka-alueen etelä- ja länsipuolisilta alueilta tulee vesiä Teyripuroon, joka laskee Vuonosjokeen ja muuttuu Sätösjoeksi ennen kuin laskee Viinijärveen. Myös rikastushiekka-alueen pohjois- ja luoteispuolen alueilta tulee vesiä Loukonpuroon, joka laskee Vuonosjokeen.

Mondo Minerals on selvittänyt Vuonoksen toiminnan hajakuormitusta pintavesiin hajakuormitusselvityksillä, josta on kerrottu luvussa 4.3.4.

Pintavedenlaadun tarkkailupisteet, joiden tuloksia on käsitelty alla tarkemmin, on esitetty kuvassa 4-8.



Kuva 4-8. Pintavedenlaadun tarkkailupisteet.

Vuonosjokeen laskevat ojat

Vuonosjokeen laskevien ojien (351, 352, 353) vedenlaatua tarkkaillaan kaksi kertaa vuodessa. Ojat 352 ja 353 sijaitsevat Outokummun vanhan avolouhoksen lähellä, sen länsipuolella. Vuonna 2023 rikastamoalueelta Vuonosjokeen virtaava vesi (351) oli suola- ja metallipitoista, ja pH oli välillä 6,3–7,3 (Taulukko 4-1). Sivukivikasalta lähtevän veden (352) pH vaihteli kevään lievästä happamuudesta syksyn selvästi happamaan (4,7–6,7), ja vesi oli suola- ja metallipitoista. Useiden metallien pitoisuuksissa havaittiin pitkänajan keskiarvoja korkeampia pitoisuuksia. Ajokuilun itäpuolelta virtaavan veden (353) pH oli toukokuussa lievästi hapan ja lokakuussa selvästi hapan (4,7–6,2). Vesi oli suola- ja metallipitoista. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2024a) Vuoden 2023 tulokset vastaavat jaksolla 2020–2024 ojista mitattua vedenlaatua.

Taulukko 4-1. Vuonosjokeen laskevien ojien vedenlaatu vuosina 2020–2024 (SYKE 2025d). ka=keskiarvo, min = pienin tulos, max = suurin tulos, n=näytemäärä.

Ojat											
	pH	Sähk. johta-vuus mS/m	SO_4 mg/l	COD_{Mn} mg/l	Al µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cu µg/l	Ni µg/l	Fe µg/l	Zn µg/l
Oja 351											
ka.	6,7	121	787	8,7	161	0,6	60	17	312	863	304
min.	6,3	67	270	5,2	33	0,4	17	6,2	160	350	79
maks.	7,3	160	1900	14	390	0,9	200	29	770	1600	1100
n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Oja 352											
ka.	5,6	92	473	40	196	0,4	46	8,4	841	1664	262
min.	4,7	41	180	16	40	0,2	17	0,88	350	840	130
maks.	7,1	140	740	87	460	0,9	89	19	1500	2600	510
n	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10
Oja 353											
ka.	5,4	51	229	3,3	650	0,9	230	293	3727	736	1108
min.	4,7	23	60	1,4	58	0,5	26	26	310	400	96
maks.	6,8	84	430	5,4	2400	1,6	660	820	13000	1400	2700
n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Loukonpuro ja Teyripuro

Loukonpuron (101) ja Teyripuron (103) vedenlaatua tarkkaillaan kaksi kertaa vuodessa. Loukonpuron pH-arvot ovat olleet keskimäärin selvästi happamia (5,5) ja matalimmat arvot ovat olleet 4,8 (2020–2024)(Taulukko 4-2). Sähkönjohtavuudet ovat olleet selvästi kohonneella tasolla purovesiin verrattuna ja sulfaattipitoisuudet kohonneita. Metalleissa on havaittavissa kohonneita tasoja nikkelin osalta, ja suodattamattomat eli nikkelin kokonaispitoisuudet ovat olleet keskimäärin (45 µg/l). Loukonpurolle ei ole saatavilla liukoisen nikkelin pitoisuuksia. Ympäristönlaatunormissa on annettu raja-arvot biosaatavan nikkelin pitoisuuden vuosikeskiarvolle (AA-EQS 5 µg/l) ja liukoisen nikkelin enimmäispitoisuudelle (MAC-EQS 34 µg/l). Loukonpurossa ei ole analysoitu liukoisia pitoisuuksia eikä määritetty biosaatavaa nikkeliä.

Taulukko 4-2. Loukonpuron ja Teyripuron vedenlaatu vuosina 2020–2024 (SYKE 2025d).

Purot											
	pH	Sähk. Johta-vuus mS/m	SO_4 mg/l	COD_{Mn} mg/l	Al µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cu µg/l	Ni µg/l	Fe µg/l	Zn µg/l
Loukonpuro											
ka.	5,5	108	582	14	314	0,6	20	8,4	45	12570	77
min.	4,8	47	230	6,9	120	0,3	11	3,3	25	6900	44

Purot											
	pH	Sähk. Johta-vuus mS/m	SO_4 mg/l	COD_{Mn} mg/l	Al µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cu µg/l	Ni µg/l	Fe µg/l	Zn µg/l
maks.	6,3	190	1200	39	680	1,7	33	19	74	23000	110
n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Teyripuro											
ka.	6,9	23	76	14	107	1,2	1,7	1,5	492	2344	22
min.	6,7	16	41	7,5	27	0,32	0,6	0,4	6	1400	6,2
maks.	7,3	46	170	22	250	3,9	2,3	2,4	4800	3300	42
n	9	9	10	9	9	9	9	9	10	9	9

Teyripuro (103) kulkee rikastushiekka-alueiden eteläpuolella ja laskee Vuonosjokeen. Teyripurossa ei ole havaittu matalia pH-arvoja kuten Loukonpurossa (2020–2024), ja myös sähkönjohtavuus on ollut Loukonpuroa matalampi. Sulfaattipitoisuudet ovat olleet hieman kohonneella tasolla. Suodattamattomat eli kokonaisnikkelipitoisuudet ovat olleet ajoittain huomattavan kohonneita (maksimiarvo 2020–2024 nikkeli 4800 µg/l 12.10.2023). Teyripurolle ei ole saatavilla liukoisen nikkelin pitoisuuksia. Ympäristönlaatunormissa on annettu raja-arvot biosaatavan nikkelin pitoisuuden vuosikeskiarvolle (AA-EQS 5 µg/l) ja liukoisen nikkelin enimmäispitoisuudelle (MAC-EQS 34 µg/l). Teyripurossa ei ole analysoitu liukoisia pitoisuuksia eikä määritetty biosaatavaa nikkeliä.

Vuonosjoki

Vuonosjoen vedenlaatua (59 ja 61 Sirkkakari) tarkkaillaan neljästi vuodessa. Mondo Minerals selvitti Vuonosjoen hajakuormitusta vuosina 2023–24. Selvityksen perusteella Vuonosjoen nikkelikuormitus vaikuttaa olevan peräisin Outokumpu Oy:n entisiltä sivukiven läjitysalueilta.

Vuonna 2023 Vuonosjoen pisteellä 61, joka sijaitsee Loukonpuron yläpuolella, vesi oli voimakkaan humusleimaista, rautapitoista ja fosforipitoisuuden perusteella luokiteltuna rehevää–erittäin rehevää. pH-arvot osoittivat vähintään lievää happamuutta. Raskasmetallien pitoisuudet olivat pieniä, myös nikkelin biosaatavat pitoisuudet olivat pieniä ja alle ympäristölaatunormin (AA-EQS 5 µg/l). Alumiinia todettiin kohonneita pitoisuuksia, kuten tälle pisteelle on tyypillistä. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2024d)

Vuonna 2023 Vuonosjoen vedessä (59) Loukonpuron ja rikastushiekka-alueelta tulevien ojien alajuoksun puolella havaittiin suotovesien vaikutus, joka nosti joen sähkönjohtavuutta sekä sulfaatti- ja metallipitoisuuksia. Nikkelin biosaatavan pitoisuuden vuosikeskiarvot olivat ympäristölaatunormia (AA-EQS 5 µg/l) pienempiä, mutta enimmäispitoisuus (MAC-EQS 34 µg/l) ylittyi toukokuussa. Alumiinia todettiin alueelle ominaisesti, mutta kohonneesti yksittäisessä mittauksessa. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2024d)

Loukonpuron yläpuolella Vuonosjoen vesi (Taulukko 4-3) on ollut pH-arvoiltaan keskimäärin samalla tasolla kuin alajuoksun puolella. Sähkönjohtavuus, sulfaattipitoisuus ja metalleista mm. koboltin, kuparin, nikkelin, sinkin ja raudan pitoisuudet ovat olleet

korkeampia Loukonpuron ja rikastushiekka-alueilta tulevien ojien alajuoksun puolella Vuonosjoessa. Vuonosjoen veden liukoinen nikkelipitoisuus Loukonpuron yläpuolella (piste 61) on ollut keskimäärin 2,6 µg/l. Ympäristölaatunormi on annettu biosaatavan nikkelin pitoisuuden vuosikeskiarvolle (AA-EQS 5 µg/l). Vuonosjoen (piste 61) liukoisen nikkelin keskimääräinen pitoisuus on ollut tätä tasoa pienempi ja siten myös keskimääräinen biosaatavan nikkelin pitoisuus (0,2 µg/l) alittaa laatunormin tason. Vuonoksen alajuoksun puolella (piste 59) liukoisen nikkelin keskimääräinen pitoisuus on ollut 35 µg/l, joka biosaatavana pitoisuutena (2,89 µg/l) on ollut kuitenkin alle ympäristölaatunormin (AA-EQS 5 µg/l) tai enimmäispitoisuuden (MAC-EQS 34 µg/l) tason. Alumiinipitoisuus on ollut molemmissa koholla.

Taulukko 4-3. Vuonosjoen vedenlaatu näytepisteillä 61 Sirkkakari (Loukonpuron yläpuolella) ja 59 (alajuoksun puolella) vuosina 2020–2024 (SYKE 2025d).

Vuonosjoki											
	pH	**Sähk. johtavuus mS/m**	**SO_4 mg/l**	**COD_{Mn} mg/l**	**Al µg/l**	**As µg/l**	**Co µg/l**	**Cu µg/l**	**Ni liuk. µg/l**	**Fe µg/l**	**Zn µg/l**
Vuonosjoki 61 Sirkkakari											
ka.	5,7	4,5	6,8	35	507	0,3	0,75	2,2	2,6	2140	4,1
min.	4,8	3,1	3,9	7,9	230	0,2	0,27	0,99	1,5	1400	2,1
maks.	6,8	6,1	11	61	990	0,6	1,3	3,8	4	3900	7,2
n	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Vuonosjoki 59											
ka.	5,8	13	43	32	521	0,3	4,2	4,2	35	2800	22
min.	5	7,2	15	7,1	220	0,2	2,5	1,8	18	1800	16
maks.	6,7	24	91	66	1000	0,6	6	9,8	69	5000	31
n	20	20	20	20	20	19	20	20	20	20	20

Lahdenjoki

Vuonoksen tehtaan ja rikastamon alueilta johdetaan vesiä purkuputkea pitkin Lahdenjokeen. Tarkkailun tulokset on esitetty erillisessä raportissa (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2024a). Tarkastelussa on lisäksi käytetty ympäristöhallinnon Vesla-tietokannasta saatuja tuloksia (SYKE 2025d).

Lahdenjoen vedenlaatu vuosina 2020–2024 purkuputken suun edustalla (piste 54) ja ennen kuin joki laskee Sysmäjärveen (piste 34) on esitetty taulukossa 4-4. Veden pH oli purkuputken suun edustalla emäksisen puolella ja selvästi hapan ennen Sysmäjärveä. Purkuputken suun edustalla happipitoisuus oli tyydyttävällä tasolla ja edempänä olevalla pisteellä happitilanne oli välttävä. Kokonaisravinteet viittasivat purkuputken edustalla lievästi rehevään (fosfori) tai rehevään (typpi) veteen. Ennen laskua Sysmäjärveen kokonaisravinteiden määrät olivat huomattavasti korkeampia ja viittasivat keskimäärin rehevään (fosfori) tai erittäin rehevään (typpi) veteen. Lahdenjokeen tulee kuormitusta Outokummun kaupungin jätevedenpuhdistamolta (keskeiset päästöt P ja N) (Ramboll 2024). Tämä todennäköisesti selittää kokonaisravinteiden määrän kasvua ennen kuin Lahdenjoki laskee Sysmäjärveen. Sähkönjohtavuus oli molemmissa pisteissä koholla. Sulfaattipitoisuus oli molemmissa kohonneella tasolla (54: 490 mg/l, 34: ka 389 mg/l) ollen hieman korkeampi purkuputken suun edustalla olevalla pisteellä.

Metallipitoisuuksia kuten rautapitoisuutta oli analysoitu vain Sysmäjärven lähellä olevalta pisteeltä (34, Taulukko 4-4), jossa rautapitoisuus oli korkea. Alumiinipitoisuus oli myös hieman kohonnut. Kadmiumin ja lyijyn pitoisuudet alittivat ympäristölaatunormien tason. Suodattamattoman nikkelin eli nikkelin kokonaispitoisuudet olivat sekä keskimäärin (109 µg/l) että vaihteluväliltään (73–140 µg/l) korkeammalla tasolla kuin biosaatavalle nikkelin määrälle asetetut ympäristölaatunormin (AA-EQS 5 µg/l) tai enimmäispitoisuuden (MAC-EQS 34 µg/l) rajat. Lahdenjoen pisteelle 34 ei ole saatavilla liukoisen nikkelin pitoisuuksia vuosilta 2020–2024.

Taulukko 4-4. Lahdenjoen vedenlaatu näytepisteillä 54 (purkuputken suun edustalla) ja 34 (ennen Sysmäjärveä) vuosina 2020–2024 (SYKE 2025d).

Lahdenjoki									
	Syv. m	Happi mg/l	Happi %	pH	Sähk. johta-vuus mS/m	COD_{Mn} mg/l	Kiinto-aine, kar-kea mg/l	Kok.P µg/l	Kok.N µg/l
Lahdenjoki 54									
30.10.2023	0,1	10,1	73	7,3	110	5,7	3,9	16	730
n	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lahdenjoki 34									
ka.	0,1	7,6	59	5,9	103	9,7	28	60	5971
min.	0,1	6,7	53	5,6	88	5,4	28	33	3400
maks.	0,3	8,5	66	7	120	15	28	88	8600
n	8	4	4	8	8	3	1	7	7
	Syv. m	**SO_4 mg/l**	**Fe µg/l**	**Al µg/l**	**Cd µg/l**	**Cu µg/l**	**Hg µg/l**	**Pb µg/l**	**Ni µg/l**
Lahdenjoki 54									
30.10.2023	0,1	490	-	-	-	-		-	-
n	1	1	-	-	-	-		-	-
Lahdenjoki 34									
ka.	0,1	389	10160	200	0,066	3,8	0,003	0,11	109
min.	0,1	240	8100	120	0,039	2,5	0,003	0,07	73
maks.	0,3	520	12000	290	0,098	5,9	0,003	0,14	140
n	8	7	5	6	6	6	4	6	8

Sysmäjärvi

Lahdenjoki laskee Sysmäjärveen ja Sysmäjärvi Sysmänjokeen. Sysmäjärven vedenlaatua on tarkkailtu useammassa pisteessä lähes kuukausittain (234-Lahdenjoen edustalla, 30–Ruutunjoen edustalla, 28–syvänne).

Vuosien 2020–2024 tuloksissa (Taulukko 4-5) Sysmäjärven vedessä on havaittavissa happikatoa kaikilla näytepisteillä. Hapen kyllästysaste on ollut keskimäärin tyydyttävällä tasolla pinnanläheisessä vedessä, ajoittain huono. Hapen kyllästysaste on ollut keskimäärin välttävällä tasolla pohjanläheisessä vedessä (piste 28), ja ajoittain vesi oli täysin hapeton. Veden pH on ollut kaikilla pisteillä selvästi hapan. Alkaliteetti, eli veden puskurikyky vastustaa pH:n muutosta, kun siihen lisätään happoa, on keskimäärin tyydyttävä tai välttävä. Sähkönjohtavuus on ollut keskimäärin 28–40 mS/m, joka ei ole luontainen taso sisävesille vaan kohonnut. Sysmäjärven vesi on keskimäärin erittäin

humuspitoista ja tummaa. Kiintoaineen määrässä on havaittu suuria vaihteluita (1,2–31 mg/l). Kokonaisravinteiden määrä viittasi keskimäärin lievästi rehevään tai rehevään veteen fosforin osalta, typen osalta keskimäärin rehevään, mutta ajoittain erittäin rehevään veteen. Sulfaattipitoisuudet (keskimäärin 105–148 mg/l) olivat luontaisesta kohonneella tasolla kaikilla pisteillä ja korkeimmat yksittäiset pitoisuudet (280 mg/l) on havaittu pohjanläheisessä vedessä (piste 28).

Sysmäjärven veden metallipitoisuudet (Taulukko 4-5) ovat olleet ajoittain selvästi koholla vuosina 2020–2024. Kadmiumin osalta ympäristönlaatunormit ylittyivät osassa tuloksia. Biosaatavan lyijyn ympäristölaatunormin taso ei ylittynyt. Nikkelin osalta liukoiset pitoisuudet olivat keskimäärin 22–28 µg/l pintavedessä ja 37 µg/l alusvedessä. Biosaatavina nikkelipitoisuuksina nämä olivat 2,99 µg/l pisteellä 234, 5,05 µg/l pisteellä 28 (pinta) ja 8,38 µg/l pisteellä 28 (pohja) sekä 3,42 µg/l pisteellä 30. Keskimääräinen biosaatava nikkelipitoisuus ylitti ympäristönlaatunormin tason pisteillä 28 pinta ja pohja. Yksittäiset korkeimmat liukoisen nikkelin maksimipitoisuudet olivat kaikilla pisteillä välillä 46–66 µg/l. Nikkelin kokonaispitoisuudet vaihtelivat välillä 9,2–71 µg/l. Myös yksittäiset liukoisen nikkelin maksimipitoisuudet (46–66 µg/l) olivat tasoltaan korkeampia kuin hetkellisen pitoisuuden laatunormi (MAC-EQS 34 µg/l). Sysmäjärveen on kuitenkin määritetty sekoittumisvyöhyke (Itä-Suomen aluehallintovirasto 27.2.2014; ISAVI, 2014, Nro 15/2014/1 Dnro ISAVI/43/04.08/2011), jonka alueelle pisteet 234 ja 28 kuuluvat (30 ei kuulu sekoittumisvyöhykkeelle). Sekoittumisvyöhykkeellä nikkelin pitoisuus saa ylittää luontaisen taustapitoisuuden (5 µg/l) ja ympäristönlaatunormin (AA-EQS) mukaisen enimmäispitoisuuden summan (25 µg/l).

Sysmäjärven nykytilaa on käsitelty tarkemmin raportissa Ramboll (2024), ja järveä kuormittaviksi toiminnoiksi tunnistettiin useat vanhat kaivokset, vanhat rikastushiekka-alueet tai -altaat, Jyrinmäen kaatopaikka, jätevedenpuhdistamo, Outokummun taajama sekä maa- ja metsätalous. Selvityksen mukaan järven tilassa on havaittu heikkenemistä vuodesta 2015 alkaen ja erityisen pH-arvot ovat laskeneet (piste 28, pH 3,8). Matalien pH-arvojen on arvioitu mahdollisesti liittyvän sulfaatin pelkistymis- ja sulfidin hapettumisreaktioihin. Ajanjaksolla 2008–2021 oli havaittu raportissa kuvattujen happamuuspiikkien esiintymistä säännöllisemmin kuin aiemmin. Raportti nostaa esiin moninaiset tekijät Sysmäjärvessä tapahtuvissa prosesseissa (moninainen kuormitus nyt ja historiassa, happiolot, hapetus, happamat pohjavedet, sedimentit, ravintoverkkokysymykset, järven umpeen kasvaminen).

Taulukko 4-5. Sysmäjärven vedenlaatu näytepisteellä 234 vuosina 2020–2024 (SYKE 2025d).

Sysmäjärvi									
	Syv.	Happi		pH	Alkali-niteetti	Sähk. johtavuus	Väri	COD_{Mn}	Kiinto-aine, karkea
	m	mg/l	%		mmol/l	mS/m	mg/l Pt	mg/l	mg/l
Sysmäjärvi 234									
ka.	0,5	7,9	70	5,3	0,1	30	117	12	6,1
min.	0,5	0,8	6	4,1	0,01	14	5	1,7	1,2
maks.	0,7	12	110	6,6	0,31	54	240	23	13
n	70	21	21	21	18	21	21	20	20

	Syv. m	Kok.P µg/l	PO_4-P µg/l	Kok.N µg/l	NH_4-N µg/l	NO_2+ NO_3-N µg/l		SO_4 mg/l	Rauta µg/l	Al liuk. µg/l
Sysmäjärvi 234										
ka.	0,5	25	1,8	933	90	220		110	2586	73
min.	0,5	9	1	330	2	39		32	780	73
maks.	0,7	57	4	1700	430	400		210	5300	73
n	70	20	5	20	25	6		19	20	1
	Syv. m	**As µg/l**	**Cd liuk. µg/l**	**Co µg/l**	**Cr liuk. µg/l**	**Cu µg/l**	**Pb liuk. µg/l**	**Ni liuk. µg/l**	**Ni µg/l**	**Zn µg/l**
Sysmäjärvi 234										
ka.	0,5	1,1	0,03	17	0,38	2,5	0,08	22	20	72
min.	0,5	0,24	0,005	4,4	0,38	0,87	0,03	4	14	19
maks.	0,7	4,1	0,072	35	0,38	4,4	0,23	46	24	160
n	70	20	56	20	1	20	20	56	3	20

4.3.4 Hajakuormitusselvitys

Mondo Minerals on selvittänyt Vuonoksen alueelta mahdollisesti aiheutuvaa hajakuormitusta ympäristön vesiin. Selvitystä on tehty 28.9.2023 ja 23.11.2023 ja hajakuormitustutkimukset on toteutettu yhtiön omana näytteenottona ja analysoitiin Vuonoksen omassa laboratoriossa. Näytepisteiden sijainnit valittiin siten, että tehdasalueelta Vuonosjokeen laskevien ojien vaikutus Vuonosjoen vedenlaatuun saataisiin paikallistettua. Näytepisteet sijoitettiin jokeen yhtyvien ojien alapuolelle.

Hajakuormitustutkimusten perusteella nikkelipitoisuudet Vuonosjoessa nousevat Vuonoksen tehtaan vaikutusalueelta tulevien vesien alapuolella. Tämä vaikuttaa siltä, että nikkelikuormitusta tulee mahdollisesti Outokumpu Oy:n entisiltä sivukiven läjitysalueilta. Muuallakin havaittiin nikkelipitoisuuden nousua, mitä voisi liittyä alueen historiaan. Alueelle on ilmeisesti läjitetty Outokumpu Oy:n aikana sivukiviä, tai sivukiviä on käytetty maanrakennuksessa. Vastaavanlaisia tuloksia on havaittu myös toiminnan velvoitetarkkailupisteiden vedenlaadun tuloksissa.

Mondo Minerals jatkoi vuonna 2023 aloitettuja hajakuormitusselvityksiä suorittamalla kaksi näytekierrosta vuonna 2024. Ensimmäisellä näytekierroksella 25.6.2024 tutkittiin allasalueen mahdollisia suotovesivaikutuksia allasalueen ympäristössä. Toisella näytekierroksella 16.10.2024 jatkettiin vuonna 2023 aloitettua hajakuormitustutkimusta, joka keskittyi Vuonosjoen vedenlaatuun. Näytteet analysoitiin Vuonoksen laboratoriossa.

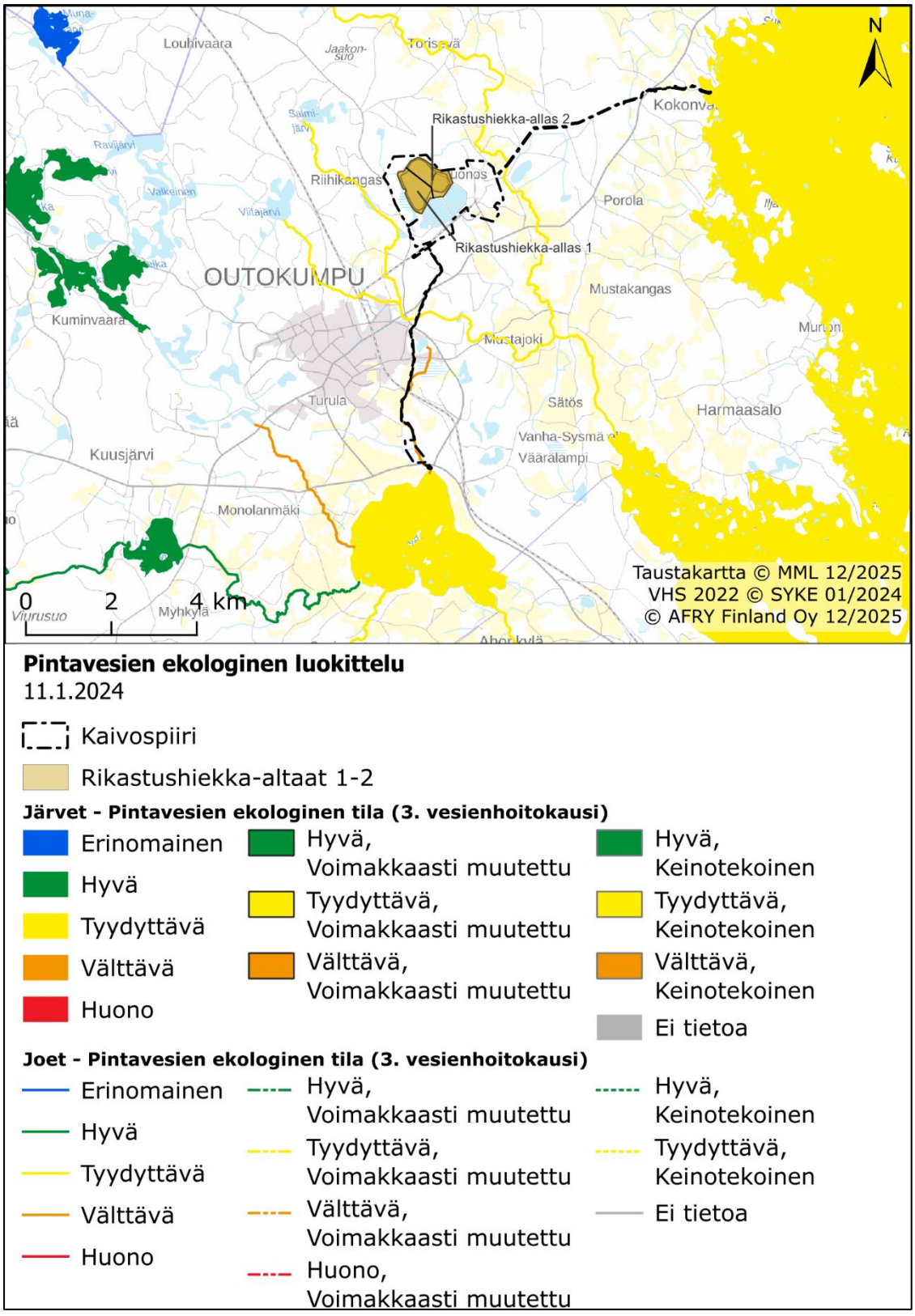
Vuonosjoen vuoden 2024 tulokset vastasivat vuoden 2023 tuloksia, eikä käsitys nikkelipitoisuuksien nousun syistä muuttunut lisänäytteenoton myötä. Selvitysalueella on havaittavissa Outokumpu Oy:n aikaisen toiminnan kuormittavaa vaikutusta. Sulfaatin pitoisuudet olivat vuoden 2023–2024 näytteenotossa suurimmillaan kahdella aivan rikastushiekka-altaan tuntumassa sijaitsevalla pisteellä, Loukonpurossa ja tehdasalueelta lähtevissä pienissä ojissa.

4.3.5 Vesienhoito ja vesimuodostumien tila

Vuonoksen alueen lähimmät luokitellut pintavesimuodostumat ovat itäpuolella sijaitseva Sätösjoki-Vuonosjoki, länsi- ja eteläpuolella sijaitseva Mustajoki-Viitajoki, Lahdenjoki ja Sysmäjärvi (Kuva 4-9). Etäämpänä sijaitsevat Ruutunjoki, Kuusjoki-Myllyjoki, Kesselinjoki, Sysmänjoki ja Taipaleenjoki.

Sätösjoki-Vuonosjoki on pintavesityypiltään keskisuuriin turvemaiden jokiin kuuluva, Mustajoki-Viitajoki pieniin turvemaiden jokiin kuuluva ja Lahdenjoki pieniin kangasmaiden jokiin kuuluva. Sysmäjärvi on pintavesityypiltään mataliin humusjärviin (Mh) kuuluva järvi. Viinijärven länsiosa on pintavesityypiltään suuriin vähähumuksisiin järviin (SVh) kuuluva (SYKE 2025e).

Sätösjoen-Vuonosjoen, Mustajoen-Viitajoen, Sysmäjärven ja Viinijärven länsiosan pintavesien 3. luokittelukauden mukainen ekologinen tila on tyydyttävä. Lahdenjoen ekologinen tila on välttävä. Kaikkien em. vesimuodostumien kemiallinen tila oli vesienhoidon kolmannella luokittelukierroksella määritelty hyvää huonommaksi. Aiemmin palonestoaineina käytettyjen bromattujen difenyylieetterien (PBDEt) pitoisuudet ylittävät ympäristönlaatunormin tason kaikkialla Suomessa ja Euroopassa, sillä yhdisteet ovat kaukokulkeutuvia ja erittäin hitaasti hajoavia (Suomen ympäristökeskus, tiedote 28.8.2020). Sätösjoki-Vuonosjoessa, Mustajoki-Viitajoessa ja Sysmäjärvessä elohopean ympäristönlaatunormi voi Suomen ympäristökeskuksen arvion mukaan ylittyä kaloissa laskeumasta ja huuhtoumasta johtuen. Sätösjoen-Vuonosjoen biosaatavan nikkelin (sisävesillä) pitoisuuden raja-arvo ylittyy kaivannaisteollisuuden kuormituksesta johtuen, Sysmäjärven osalta biosaatavan nikkelin ylittymisen osalta mainitaan sekä teollisuuspäästödirektiivin ulkopuoliset laitokset että kaivosvedet, ja Lahdenjoen sekä Sysmänjoen osalta syyksi mainitaan teollisuuspäästödirektiivin ulkopuoliset laitokset. (SYKE 2025e)



Kuva 4-9. Lähivesistöjen ekologinen tila pintavesien kolmannella luokittelukierroksella (Suomen ympäristökeskus ja ELY-keskukset 2022). Sininen = erinomainen ekologinen tila, vihreä = hyvä tila, keltainen = tyydyttävä tila, oranssi = välttävä tila, punainen = huono tila.

4.3.6 Kalasto

Sysmäjärven kalaston tilaa seurataan koekalastuksin. Kalasto oli vuoden 2021 koekalastuksen perusteella Sysmäjärvessä aiempien vuosien tavoin runsas niin yksikkösaaliin kappalemäärien kuin biomassankin osalta, ilmentäen reheviä olosuhteita. Yksikkösaaliit olivat tutkimusjaksolle keskimääräisellä tasolla ja laskivat hieman edelliseen koekalastukseen verrattuna. Kalaston rakenne on ahvenkalavaltainen, särkikalojen osuuden pysyessä järven rehevyyteen nähden pienenä. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus, 2022b). Kalaston ekologinen tila on arvioitu tyydyttäväksi (SYKE 2025e).

Sysmäjärven ja sen alapuolisen Heposelän haukien ja ahventen metallimäärityksiä on tehty 1980-luvulta alkaen. Vuoden 2021 määrityksissä molempien järvien molempien kalalajien kohdalla arseenin ja nikkelin pitoisuudet olivat alle määritysrajan. Sinkkipitoisuudet ovat sen sijaan nousseet etenkin haukien osalta. Haukien keskimääräinen sinkkipitoisuus olikin molemmilla järvillä tutkimusjakson korkein. Sysmäjärven pitoisuus oli hieman korkeampi kuin alapuolisella Heposelällä. Ahventen pitoisuus on Sysmäjärvellä ollut viime vuosina noususuunnassa, ollen vuonna 2021 tutkimusjakson korkein. Heposelällä pitoisuus oli sen sijaan Sysmäjärveä pienempi, tutkimusjaksolle keskimääräisellä tasolla. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus, 2022b)

Sysmäjärvestä lähtevän Sysmäjoen Salvukosken sähkökalastuksen tulos oli tavanomainen, saaliin koostuessa ahvenista ja särjistä. Taipaleenjoen saaliissa oli sen sijaan edellisen kalastuksen tavoin useita, vaateliaita virtavesilajeja, eli taimenia, kivisimppuja ja kivennuoliaisia. Taimenen osalta määrät laskivat edelliseen koekalastukseen verrattuna, kivisimppujen tiheys sen sijaan pysyi ennallaan, kivennuoliaisten tiheyden noustessa. On huomionarvoista, että kaikki koekalastuksissa saaliiksi saadut taimenyksilöt ovat olleet rasvaevällisiä. Koska mädin tai vastakuoriutuneiden poikasten istutuksia ei ole tehty istutusrekisterin mukaan, ovat kalat erittäin todennäköisesti peräisin luonnonkudusta (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus, 2022b)

Sysmänjoen kalaston ekologinen tila on välttävä, Taipaleenjoen tyydyttävä (SYKE 2025e).

4.3.7 Pohjaeläimistö

Vuonosjoki

Vuonosjoelta on olemassa pohjaeläinseurantatietoja yhdeltä vuodelta 2022 liittyen ELY-keskusten perusseurantaan (havaintopaikka Vuonosjoki, rautatiesilta). Pohjaeläinrekisterin tietojen perusteella lajisto vaikuttaa melko suppealta, mahdollisesti pehmeähkön pohjan lajistolta (SYKE 2025f). Vesimuodostuman (Sätösjoki-Vuonosjoki) pohjaeläimistön ekologista tilaa ei ole arvioitu.

Lahdenjoki ja Sysmäjärvi

Lahdenjoelta on olemassa pohjaeläinseurantatietoja yhdeltä vuodelta havaintopaikalta Lahdenjoki, rautatiesilta. Lahdenjoen näyteaseman pohjaeläimistö ilmensi vuonna 2023 välttävää tai huonoa tilaa. Ekologisen tilan luokittelumuuttujista tyyppiominaisten taksonien esiintyminen ja prosenttinen mallinkaltaisuus sijoittuivat välttävään tilaan, ja EPT-heimojen esiintyminen huonoon tilaluokkaan. Lahdenjoen pohjaeläimistöstä

puuttuivat päivänkorennot kokonaan, ja koskikorento- ja vesiperhoslajisto oli hyvin niukka (KVVY Tutkimus Oy 2024). Raportissa ei kuitenkaan oteta kantaa, oliko näytteenottopaikka edustava koskipohjaeläinnäytteenottoon, millä voi olla merkittävää vaikutusta tuloksiin. Lahdenjoella on toinenkin näyteasema, mutta sieltä ei ole haettu näytteitä. Pohjaeläimistön ekologista tilaa ei ole virallisesti luokiteltu kolmannella vesienhoitokaudella (SYKE 2025f).

Sysmäjärven pohjaeläimistöä tarkkaillaan Sysmäjärven-Heposelän yhteistarkkailun yhteydessä. Edellisen kerran näytteet on otettu syyskuussa 2021 Sysmäjärvi 28 -profundaalipisteeltä. Sysmäjärvi 28 -syvänteen pohjaeläinyhteisö koostui sulkasääsken, surviaissääskien ja polttiaisten toukista. Chironomidi-indeksin (CI) perusteella (1,00) syvänteen pohja luokiteltiin hyvin reheväksi. Taksoniluku (5) ja pohjaeläintiheys (538 yks/m²) olivat vuoden 2018 tasolla. Sysmäjärven pohjaeläintiheydet ovat olleet pääsääntöisesti tarkkailualueen alhaisimmat koko seurannan aikana. Pohjaeläinbiomassan perusteella (1,1 g/m²) Sysmäjärven syvänteen pohja luokiteltiin jokseenkin niukkaravinteiseksi, ja biomassa on laskenut seurannan alkuvuosista. Järven mataluuden vuoksi syvännepohjaeläinindeksit PICM ja PMA eivät sovellu järven tilan arviointiin. (KVVY Tutkimus Oy 2022a)

Sysmäjärven pohjaeläimistön tilaa ei ole luokiteltu vesienhoidon mukaisesti (SYKE 2025f).

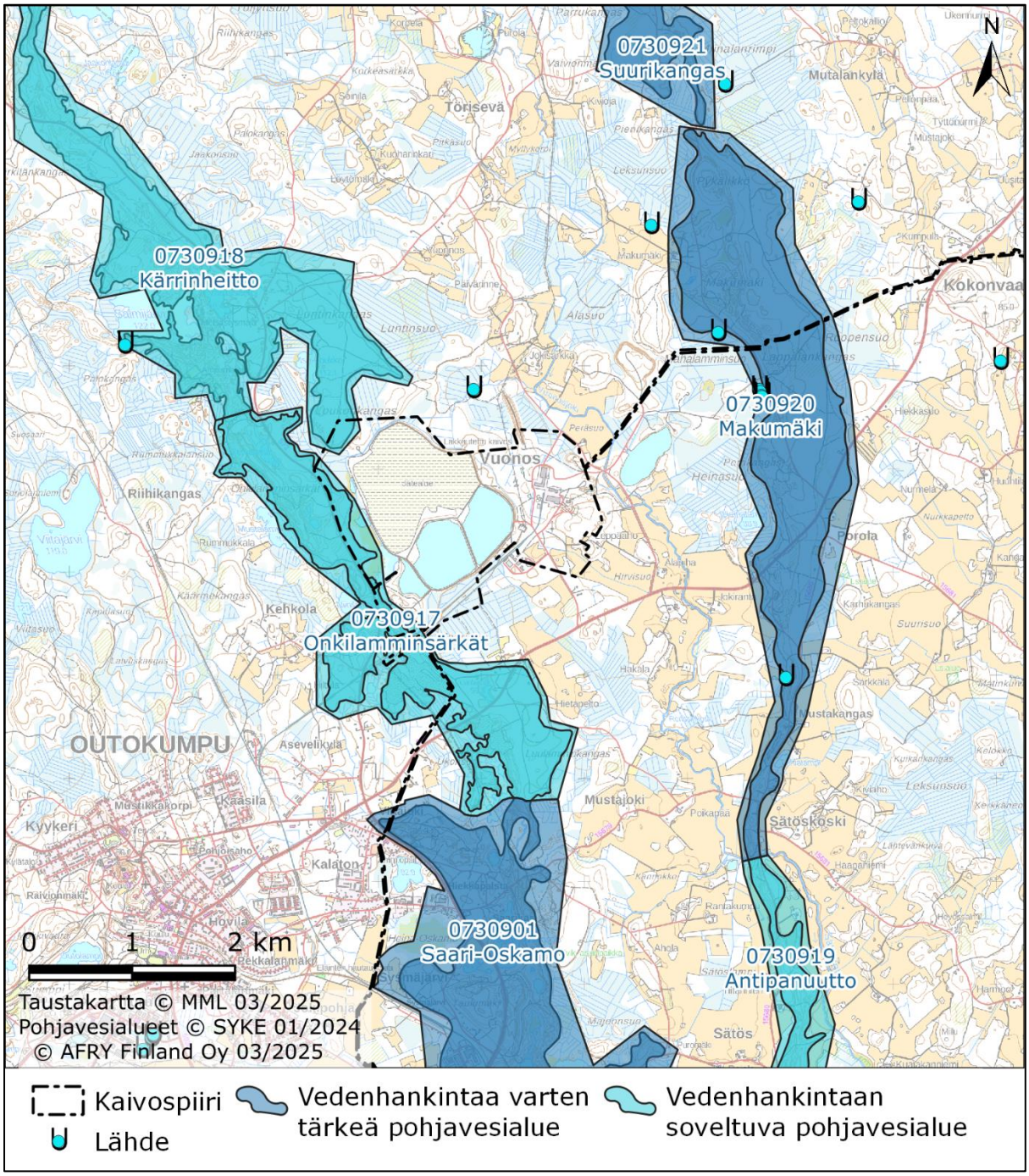
4.4 Pohjavesiolosuhteet

4.4.1 Pohjavesialueet ja lähteet

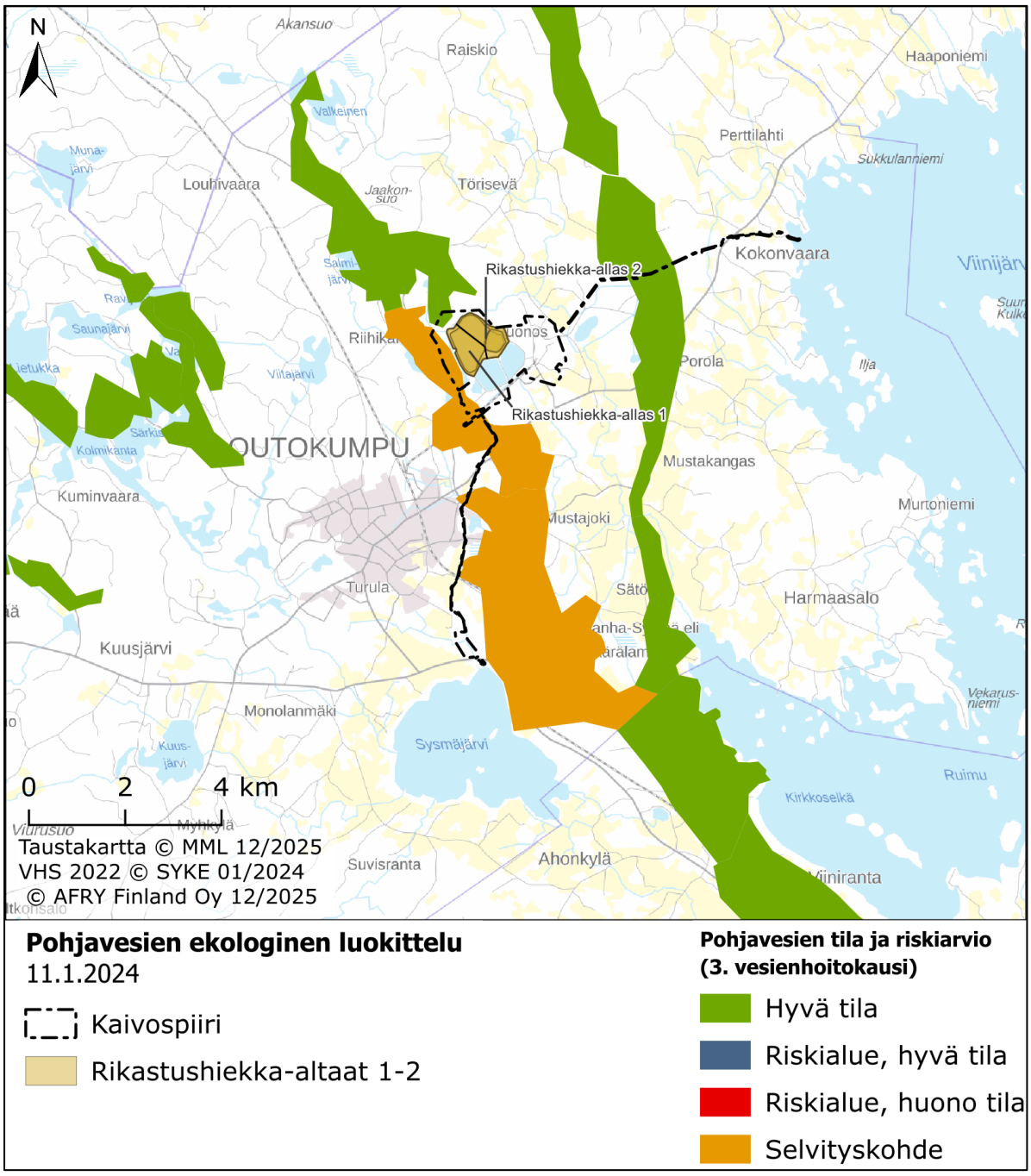
Rikastushiekka-alueen länsipuolella sijaitsee Onkilamminsärkkien vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue (0730917, luokka 2E). Ympäristöhallinon pohjavesialuekuvauksen (SYKE 2024a) Onkilammensärkät liittyy Outokummun keskustaajaman itäpuolelle erkanevaan läntisempään harjujaksoon. Särkillä on erotettavissa selkeä pääselänne ja siihen liittyviä harjulaajentumia etenkin eteläosalla. Onkilamminsärkät rajoittuu kauttaaltaan soihin, joille myös muodostuvat pohjavedet purkautuvat. Aluetta reunustavat useat lammet, ja myös muutama suppalampi on alueella. Pohjoisessa pääasiallinen pohjaveden virtaussuunta on pohjoisesta etelään. Maa-ainestenotto on pinta-alaan nähden vähäistä ja keskittynyt alueen eteläosiin. Pohjavesialueella ei ole vedenottamoa. Vuonna 1992 suoritetuissa kerrosantoisuuspumppauksissa antoisuus oli yhdessä tutkimuspisteessä suurimmillaan 430 m^3/d. Pohjaveden happipitoisuus oli kuitenkin alhainen sekä rauta- ja mangaanipitoisuudet olivat koholla. Alue luokitellaan E-luokkaan (”Pohjavesialue, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen”) Kehkolanpuron varren laajojen tihkupinta-alueiden vuoksi. Maa-ainesten oton, liikenteen aiheuttamien päästöjen, vaarallisten aineiden kuljetusten sekä kaivosten jätevesipäästöjen (rikastushiekan läjitysalue) riskit pohjavesialueella on arvioitu kohtalaisiksi. Koboltin pitoisuus on ylittänyt vuosina 2013–2018 pohjaveden ympäristönlaatunormin yhdessä havaintoputkessa pohjavesialueella. Vuonna 2019 koboltin pitoisuus ko. havaintoputkessa alitti ympäristönlaatunormin. Pohjavesialueella ei ole suojelusuunnitelmaa.

Onkilamminsärkkien ja rikastushiekka-alueen pohjoispuolella on Kärrinheiton vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue (0730918, luokka 2) ja Onkilamminsärkkien pohjavesialueen eteläpuolella Saari-Oskamon vedenhankintaa varten tärkeä

pohjavesialue (0730901, luokka 1). Saari-Oskamon pohjavesialueella on vedenottamo, josta otetaan vettä noin 270 m3/d. Ottamolla on lupa pumpata vettä 11000 m^3/d. Noin 2 km rikastushiekka-altaiden itäpuolella on Makumäen pohjavesialue (0730920, luokka 1E). Pohjavesialueet on esitetty kuvassa Kuva 4-10. Lähialueen pohjavesien tila ja riskiarvio (3. vesienhoitokausi) on esitetty kuvassa Kuva 4-11.



Kuva 4-10. Pohjavesialueet ja lähteet.



Kuva 4-11. Ekologinen tila pohjavesien kolmannella luokittelukierroksella (Suomen ympäristökeskus ja ELY-keskukset 2022). Sininen = erinomainen ekologinen tila, vihreä = hyvä tila, keltainen = tyydyttävä tila, oranssi = välttävä tila, punainen = huono tila.

4.4.2 Pohjaveden pinnankorkeudet ja virtaussuunnat

Pohjaveden virtaus riippuu maa- ja kallioperän vedenjohtavuudesta ja hydraulisesta gradientista. Maaperän vedenjohtavuus riippuu maalajista, raekokojakaumasta ja lajittuneisuudesta, ja kallioperässä vedenjohtavuuteen vaikuttaa rakoilun tiheys, avauma ja jatkuvuus. Maaperän maalaji, vedenjohtavuus ja korkeusasema vaikuttavat pohjaveden muodostumiseen ja pohjavesipinnan korkeuteen. Tyypilliset maaperän vedenjohtavuudet ovat moreenissa 10^{-8}…10^{-6} m/s ja merkittävästi korkeammat lajittuneissa hiekan ja soran

kerroksissa, esimerkiksi harjuissa ja reunamuodostumissa (yli 10^{-5} m/s). Savikerrokset ja maatuneet turvekerrokset voivat olla vettä pidättäviä, ja niiden vedenjohtavuus on 10^{-10}…10^{-9} m/s. (Airaksinen 1978). Kallioperän vedenjohtavuus on ehyessä kalliossa hyvin pieni, mutta kallion pintaosissa ja rikkonaisuusvyöhykkeissä vedenjohtavuus voi olla jopa korkeampaa kuin maaperässä (10^{-7}…10^{-4} m/s). Vuonoksen alueella ei ole tehty maa- tai kallioperän vedenjohtavuuden mittauksia.

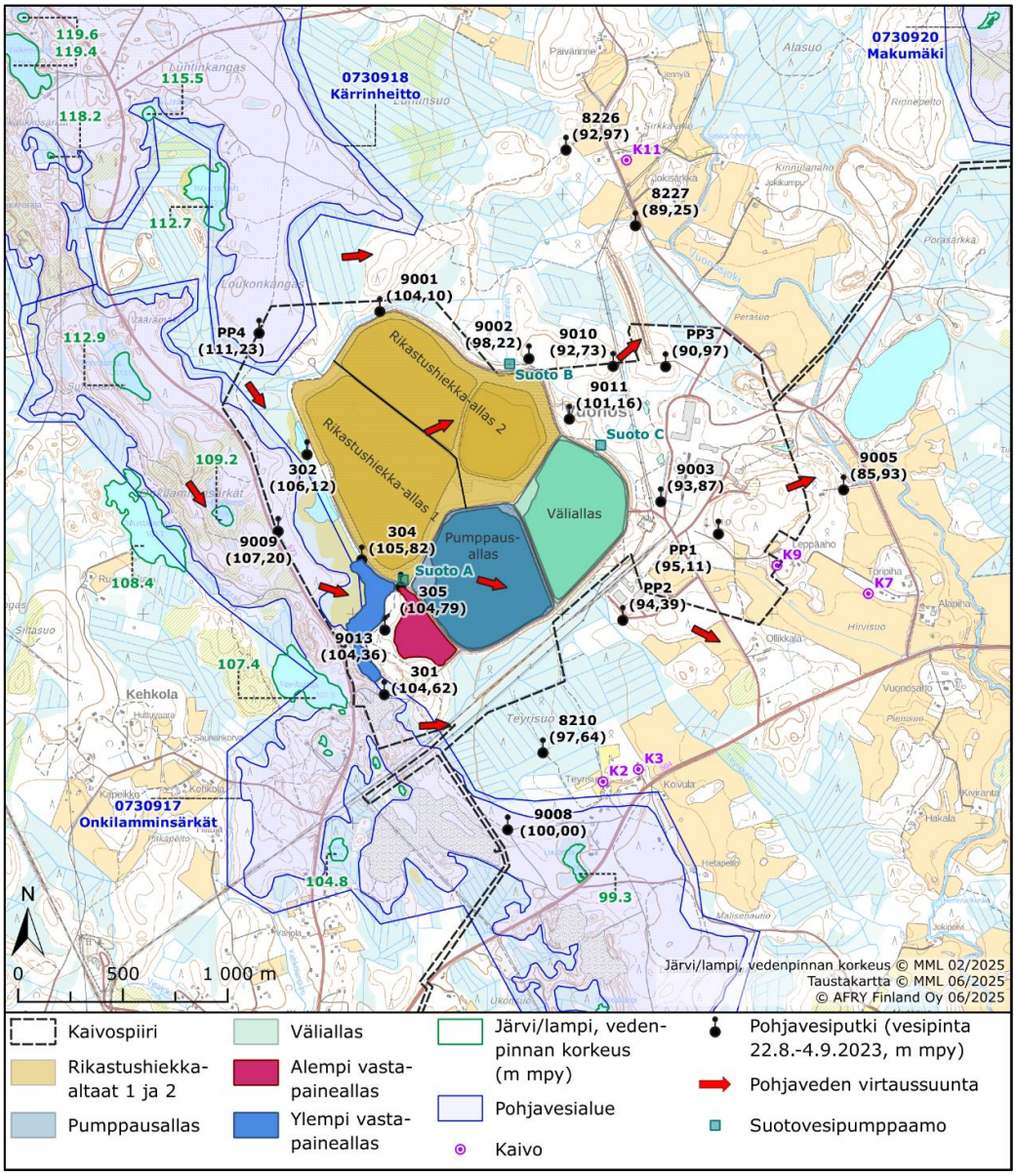
Pohjaveden korkeusasema seuraa karkeasti maaston topografiaa. Alavilla maastonkohdilla pohjavesi on lähellä maanpintaa ja korkeammilla maastonkohdilla syvemmällä. Pohjaveden tarkkailupisteet, mitatut pohjavesipinnan korkeustasot ja yleispiirteinen virtauskuva kohdealueella on esitetty kuvissa 4-12 ja 4-13. Pohjaveden pinnankorkeus on korkein rikastushiekka-altaan pohjois- ja länsipuolilla harjumuodostumassa. Pohjoispuolella pinnankorkeus on noin 112–113 m mpy ja laskee harjumuodostumassa etelään päin tasolle 109 m mpy ja allasalueen eteläpuolella edelleen tasolle 99–104 m mpy. Harjumuodostuman itäpuolella pohjavesipinta laskee tasolle 94 m mpy ja allasalueen itäpuolella tasolle 85–90 m mpy. Harjualueella olevissa putkissa 9009 ja PP4 pohjaveden pinnankorkeudet ovat selvästi korkeammalla kuin läjitysalueen reuna-alueilla (esim. putket 302, 304 ja 305). Mutta harjualueen putkessa 301 pohjavesipinta on kuitenkin vain vähän korkeammalla kuin ylemmässä vastapainealtaassa. Vastapainealtaissa alemmassa vesipinta on noin 104 m mpy ja pohjoisemmissa noin 105,8 m mpy.

Vuonoksessa rikastushiekka on läjitetty Hyttisuolle, ja pohjamaana on turve, joka on todennäköisesti tiivistynyt vettä huonosti läpäiseväksi. Allasalueen länsipuolinen harju (Onkilamminsärkät) on geologiselta luonteeltaan ympäristöön vettä purkava eli antikliininen. Luontaisesti harju on purkanut pohjavesiä allasalueen alle jääneelle Hyttisuolle ja sieltä edelleen itäkaakkoon kohti nykyistä Teyripuroa. Rikastushiekka-altaiden rakentamisen jälkeen harjusta purkautuvien vesien virtaussuunta on kääntynyt enemmän etelään reunapadon suuntaan, ja Outokumpu Oy:n aikoinaan tekemät padotustoimet ovat nostaneet pohjavesipintojen korkeutta läntisen reunapadon tuntumassa. Havaintojen perusteella näyttää siltä, että rikastushiekka-alueen länsireunalla tapahtuu suotautumista vanhojen patojen lävitse ja alitse, mutta virtaus pysähtyy patojen vierialueelle ja suuntautuu etelään pitkin altaan sivustaa. Suotautumisen merkit ovat selvästi nähtävissä länsireunan allaspadon viereen asennettujen havaintoputkien 302 ja 304 vesianalyysituloksissa (luku 4.4.3). Rikastushiekka-altaan lounaiskulmalta ei näyttäisi olevan hydraulista yhteyttä harjun ydinosaan (Lassila ja Viitanen 2003), ja pohjaveden virtaus todennäköisesti kääntyy altailta eteläsuuntaan. Harjun itäreunaan sijoitetussa putkessa 301 pohjavesipinta on kuitenkin vain hieman korkeammalla kuin alemmassa vastapainealtaassa.

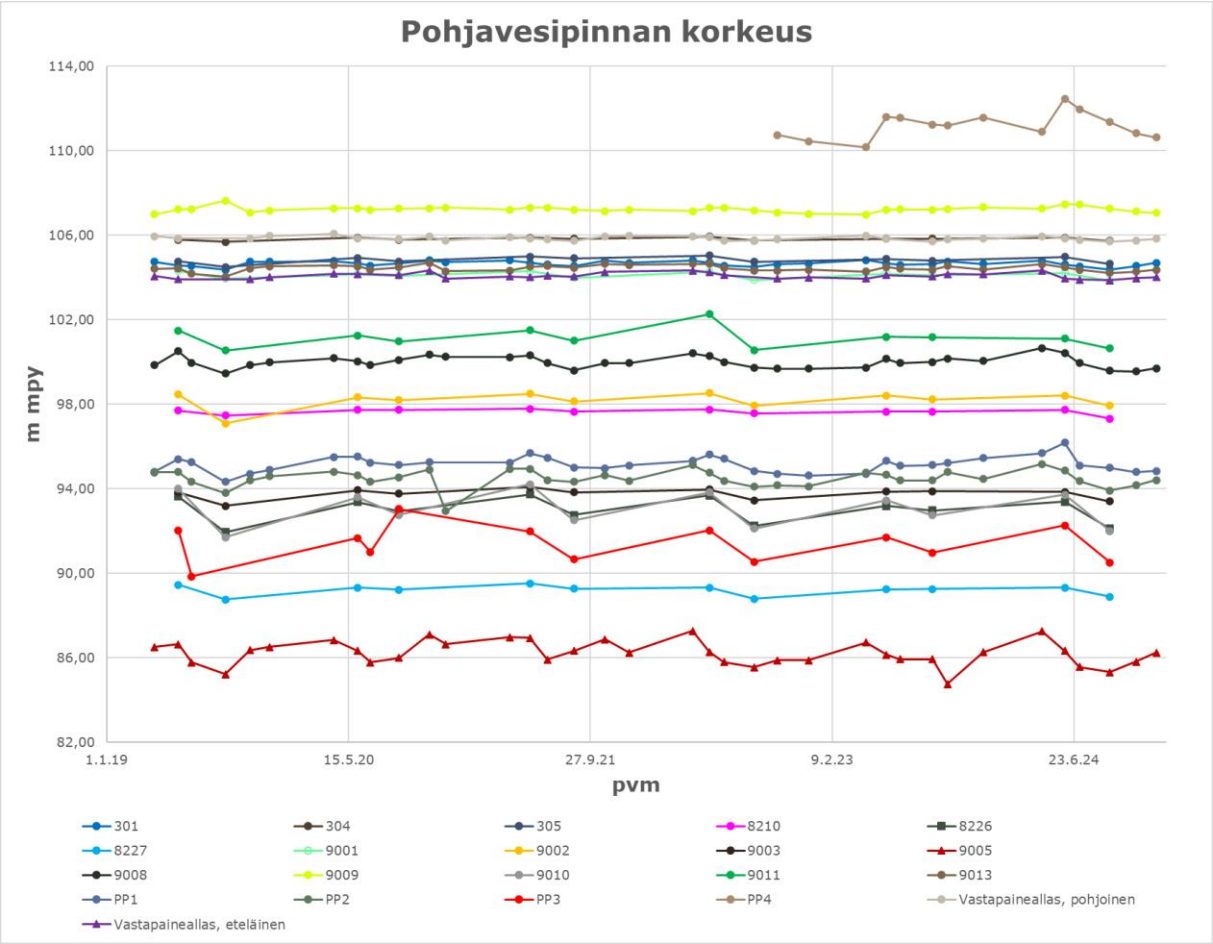
Harjumuodostumassa pohjaveden virtaussuunta on pohjoisesta etelään, ja pohjavettä purkautuu ympäröiville suoalueille. Rikastushiekka-altaan alueelta pohjavesi virtaa pääosin koillisen–idän suuntaan ja eteläosalla myös kaakkoon. Pohjaveden virtausta ei lähtökohtaisesti tapahdu länsipuolella sijaitsevan Onkilamminsärkät pohjavesialueen suuntaan, mutta allasalue sijaitsee aivan pohjavesialueen rajan tuntumassa. Allasalueen ympärillä on suotovesiojat, joissa on pumppaamot A–C (3 kpl) (kuva 4-12). Suoto-ojista vedet palautetaan takaisin altaisiin. Allasalueen länsipuolella Onkilamminsärkät-pohjavesialueen rajalla olevissa luontaisissa vastapainealtaissa vesipinta pidetään korkeammalla kuin väli- ja pumppausaltaissa siten, että alemman vastapainealtaan pinta (noin 104 m mpy) on ylempänä kuin pumppausaltaan pinta (noin 102,5 m mpy) ja ylemmän vastapainealtaan pinta (noin 105,8 m mpy) on ylempänä kuin rikastushiekka-

altaan 1 suotovesiojan pinta. Vastapainealtaissa veden virtaussuunta on pohjoisesta etelään. Rikastushiekka-altaiden vesipinta on korkeammalla kuin vastapainealtaiden, mutta ympärillä olevissa suotovesiojissa vesipinta on vastapainealtaiden vesipintaa matalammalla. Kohonneita sulfaatin pitoisuuksia ja sähkönjohtavuusarvoja on kuitenkin havaittu vastapainealtaissa (kuva 4-12, Kuva 4-15) viime vuosina, ja myös pohjavesiputkessa 301 sähkönjohtokyvyssä ja sulfaatissa on havaittu nousujohteinen trendi (Kuva 4-16).

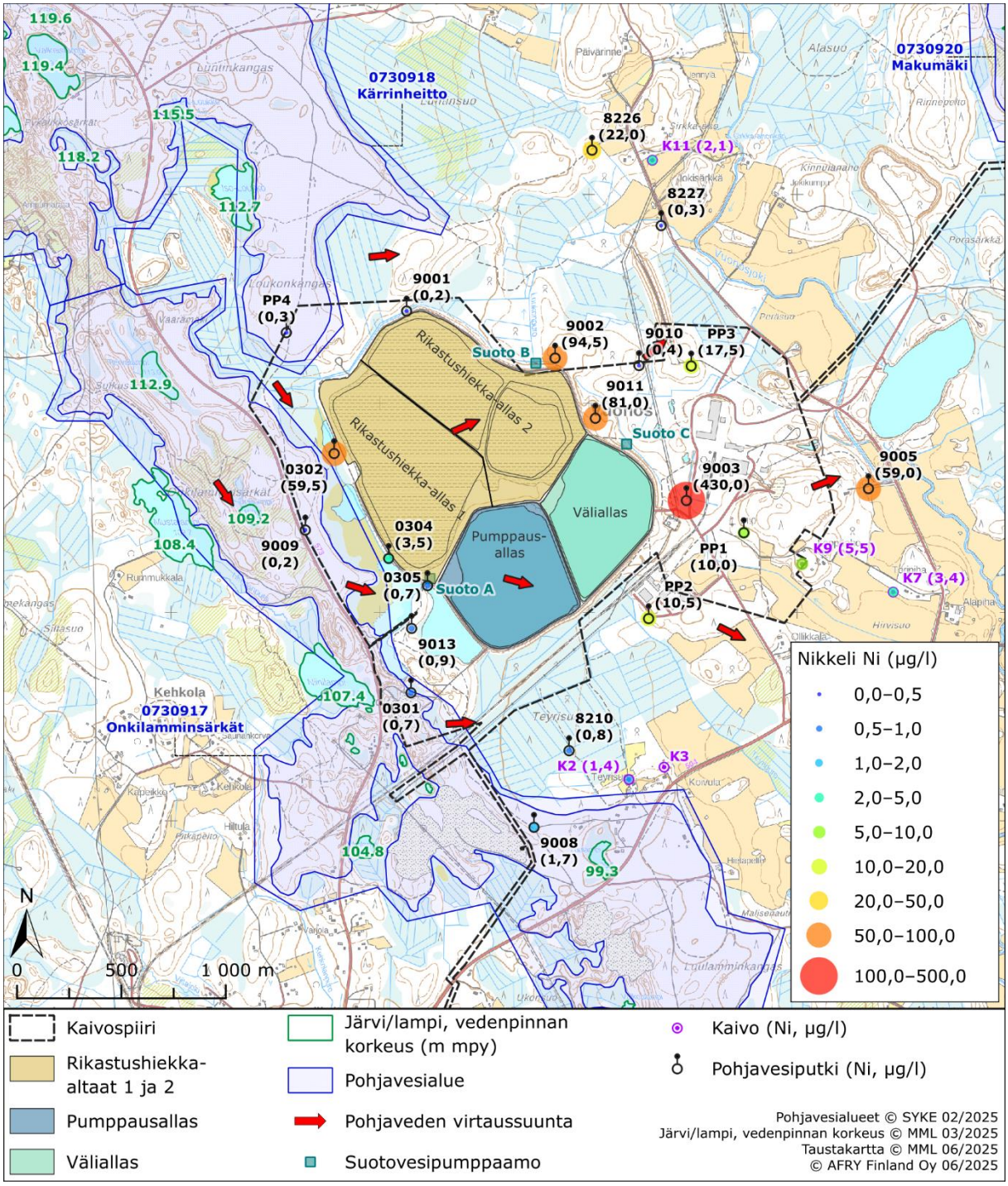
Korkeita nikkelin ja sulfaatin pitoisuuksia on myös rikastushiekka-altaiden itäpuolella (Kuva 4-14 ja Kuva 4-15), mutta ne ovat pysyneet stabiileina, eikä nousutrendiä ole havaittu.



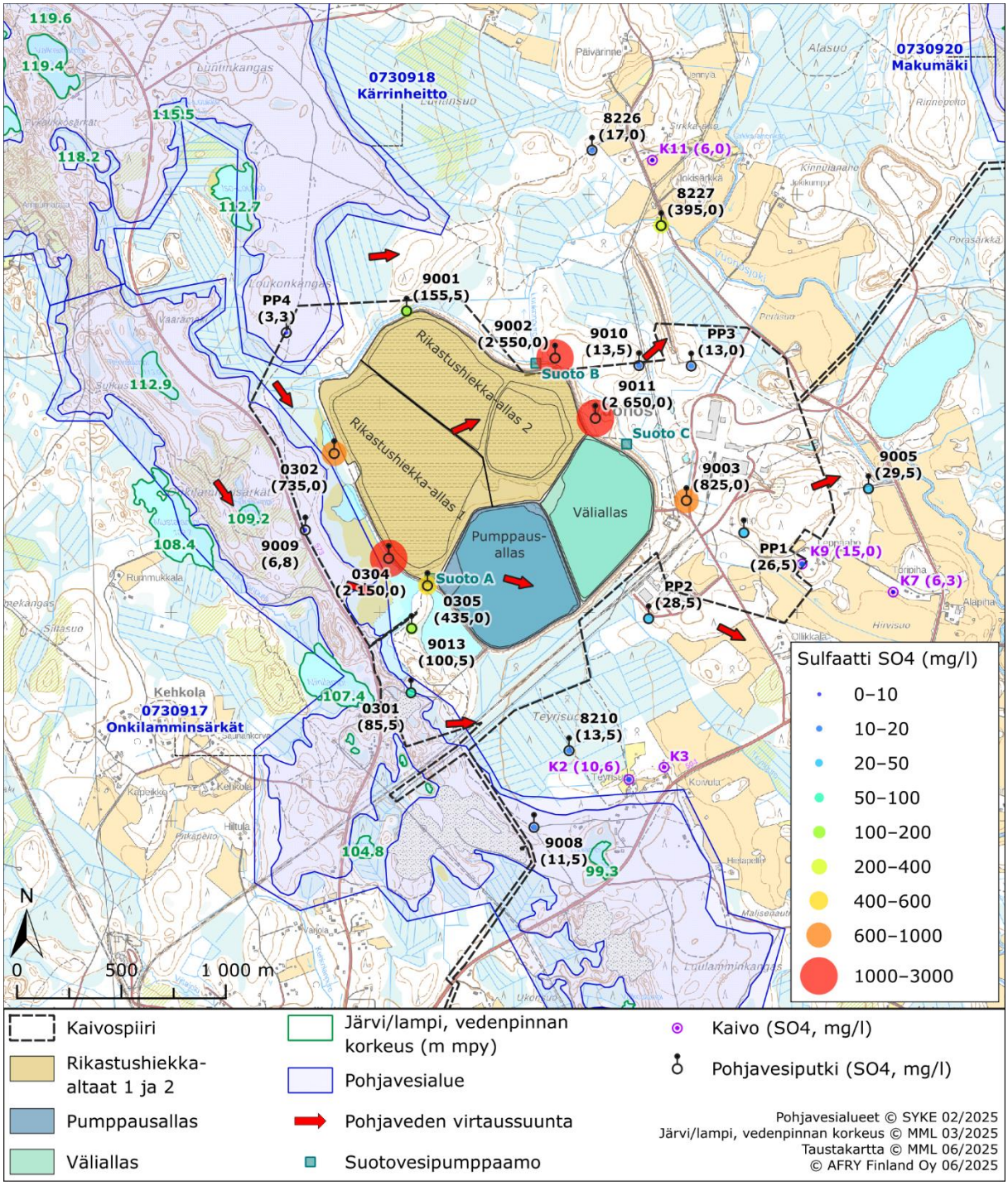
Kuva 4-12. ***Pohjaveden tarkkailupisteet, suotovesipumppaamot A-C, pohjavesipinnan korkeus (N60) ja yleispiirteinen virtauskuva kohdealueella. Pumppausaltaassa vesipinta on noin 102,5 m mpy ja välialtaassa noin 103,8 m mpy. Vastapainealtaissa vesipinnat ovat noin 104 m mpy (alempi) ja 105,8 m mpy (ylempi). Rikastushiekka-altaissa vesipinta oli 2/2025 113,98 m mpy (allas 1) ja 114,18 m mpy (allas 2).***



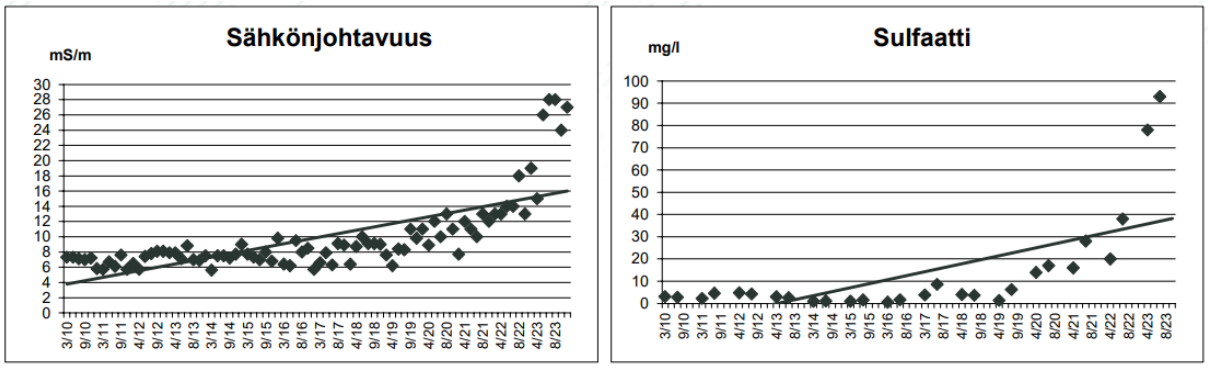
Kuva 4-13. Pohjavedenpinnan korkeuden seuranta havaintoputkista vuosina 2019–2024.



Kuva 4-14. Pohjavedentarkkailupisteissä mitatut nikkelipitoisuudet.



Kuva 4-15. Pohjaveden tarkkailupisteissä mitatut sulfaattipitoisuudet.



Kuva 4-16. ***Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus putkessa 0301 (Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy 2024a, liite 3).***

4.4.3 Pohjavedenlaatu

Vuonoksen alueella on tarkkailtu pohjaveden pinnankorkeutta ja laatua useiden vuosien ajan. Vuonoksen alueella on tällä hetkellä tarkkailussa yhteensä 20 putkea ja 5 kaivoa. Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy on ottanut pohjavesinäytteet seuraavasti:

- pohjaveden havaintoputkien laaja tarkkailu ja kaivojen tarkkailu kahdesti vuodessa
- kahdeksan putken suppea tarkkailu kuudesti vuodessa
- Kaivojen veden laatu kahdesti vuodessa

Seuraavassa on kuvaus tuloksista vuoden 2023 tarkkailuraportista (Savo-Karjalan ympäristötutkimus 2024). Tarkkailupisteet on esitetty kuvassa 4-12. Oheisessa taulukossa 4-6 on esitetty ote vuoden 2023 tuloksista.

Taulukko 4-6. Pohjavesiputkien heikoin veden laatu vuonna 2023. Metallit ovat liukoisia pitoisuuksia. (Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy 2024a)

Putki	Happi	pH	Sjk.	Sulfaatti	Rauta	Mangaani	Alumiini	Nikkeli	Koboltti	Sinkki	Arseeni
	mg/l		mS/m	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
8210	2,9	**6,4**	9,7	14	**2700**	90	0,62	1,4	0,11	9,7	<0,1
8226	2	**6,1**	6,7	17	**1000**	23	28	**23**	**3,9**	42	<0,1
8227	<0,2	6,5	100	**520**	**39000**	**1000**	0,75	0,33	0,074	1,7	<0,1
9001	<0,2	**6,4**	58	**220**	**33000**	**390**	1,3	0,16	<0,05	1,4	<0,1
9002	<0,2	**6,2**	**370**	**2600**	**12000**	**780**	5,9	**130**	**21**	45	0,6
9003	0,7	**5,7**	210	**1100**	**1900**	**2000**	130	**710**	**120**	**740**	0,6
9005	0,7	**6**	17	30	**780**	**120**	2,1	**61**	2,5	7,3	0,15
9008	1,2	**5,9**	7,2	12	**5600**	66	7,6	1,7	0,51	7,6	0,22
9009	11,3	**6,4**	11	6,9	2,9	<0,5	0,85	0,23	0,053	1,8	<0,1
9010	10	**5,9**	6,4	14	6,1	4,2	19	0,5	0,22	2	<0,1
9011	<0,2	**5,6**	**390**	**2800**	**68000**	**2400**	**250**	**120**	**55**	**270**	2,5
9013	<0,2	**6**	48	**120**	**35000**	**1900**	50	1,1	1,1	1,3	0,77
PP1	8,2	**6,3**	9,8	27	8,6	16	1,3	10	**4**	17	<0,1
PP2	7,3	**6**	10	31	11	2,6	7,7	**11**	1,1	16	<0,1
PP3	11,4	**6**	8,1	13	4,8	8,1	22	**20**	3,1	18	<0,1
PP4	11,6	6,6	2,8	3,5	4,8	2,1	3,2	0,32	0,088	2,1	<0,1

Putki	Happi	pH	Sjk.	Sulfaatti	Rauta	Mangaani	Alumiini	Nikkeli	Koboltti	Sinkki	Arseeni
	mg/l		mS/m	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
301	<0,2	**6**	28	93	**31000**	**310**	**260**	0,75	**2,5**	3,5	0,98
302	2,9	**5**	140	**760**	**3900**	**4000**	**730**	**65**	**67**	**210**	2,6
304	<0,2	**6,4**	**330**	**2200**	**73000**	**1500**	1,6	5,1	1,7	12	<0,1
305	<0,2	**6,3**	120	570	**5100**	**730**	120	0,68	0,068	0,77	0,21
Enimmäis-pitoisuus 1)		**6,5–9,5**	**250**	**250**	**400**	**100**	**200**	**20**			**10**
Enimmäis-pitoisuus 2)				**150**				**10**	**2**	**60**	**5**
1) STM:n asetus n:o 401, 17.5.2001 pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista. Poikkeamat lihavoitu											
2) Valtioneuvoston asetus 341, 20.5.2009. Pohjaveden ympäristölaatunormi. Poikkeamat on lihavoitu											

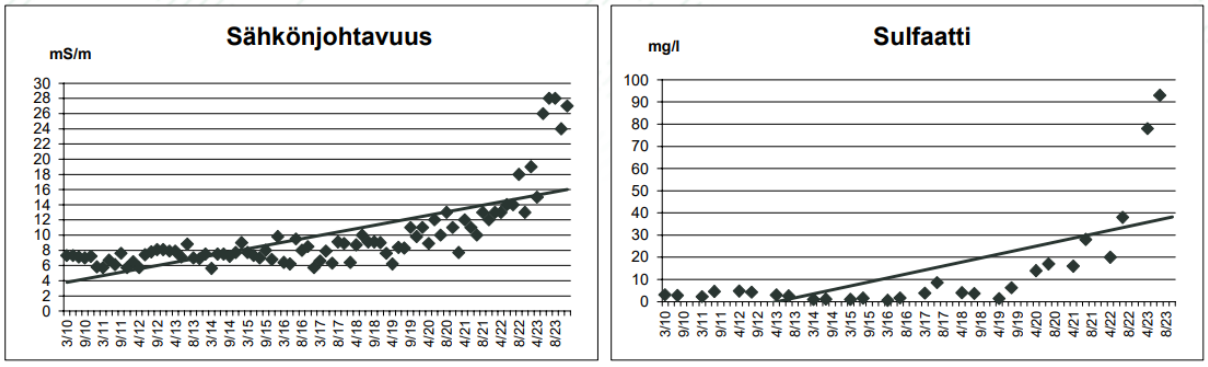
Pohjavesialueilla sijaitsevien putkien 9009 ja 301 (Onkilammensärkät) sekä PP4 (Kärrinheitto) veden laadussa ei ole muuten havaittavissa selviä merkkejä rikastushiekka-alueen suotovesien leviämisestä vastapainealtaiden yli pohjavesialueiden suuntaan, mutta putkessa 301 sulfaatin pitoisuus ja sähkönjohtavuus ovat olleet viime vuosina noususuuntaiset. Sulfaatin pitoisuustasot putkessa 301 ovat kuitenkin pienemmät kuin rikastushiekka-alueen lähivaikutusalueen putkissa (esim. 302, 304 ja 305). Lisäksi putkessa 301 elokuussa 2023 mitattu sulfaattipitoisuus oli vuosien 2010–2023 maksimipitoisuus. Putken 301 vedenlaatumuutokset ajoittuvat rikastushiekka-alueen 1 käyttöönottoon, kun käyttöä jatkettiin monen vuoden tauon jälkeen vuonna 2019. Samankaltainen kehitys on ollut havaittavissa myös saman suunnan putkessa 9013, joka rajautuu kuitenkin pohjavesialueen ulkopuolelle. Putken 301 veden laatua heikentää osaltaan myös hapettomuus, ja sen myötä liukoisen raudan ja mangaanin korkeat pitoisuudet, pitoisuudet ovat olleet myös noususuuntaisia. Liukoista alumiinia on todettu putkessa 301 myös ajoittain runsaasti, pitoisuudet ovat olleet kuitenkin laskusuuntaisia.

Selvimmät rikastushiekka-alueen vaikutukset ilmenevät läjitysalueen itäsivun putkissa 9011 ja 9002, välialtaan itäpuolella sijaitsevassa putkessa 9003 sekä läjitysalueen länsireunan putkissa 302 ja 304. Myös putkien 9001 ja 305 vedenlaatu heijastaa mm. sulfaatin osalta selvästi alueen teollista luonnetta.

Outokumpu-yhtiön vanhan sivukivikasan viereisessä putkessa 8227 rautapitoisuus on korkea. Putken 8227 vedessä esiintyi runsaasti sulfaattia ja suoloja.

Kaivoissa veden pH-arvot alittavat juomaveden suositusarvot vähintään kertaalleen, lukuun ottamatta kaivoa K2. Rautapitoisuus ylitti myös vähintään kertaalleen juomaveden suositustason kaivossa K2. Muutoin kaivojen vedenlaatu täytti tutkittujen suureiden osalta juomaveden laatuvaatimukset ja -suositukset sekä pohjaveden ympäristönlaatunormitason. Kaivon K3 tarkkailu on lopetettu elokuussa 2022, kun kaivo oli täytetty kiviaineksella kaivon omistajan toimesta. Kaivo ei ollut talousvesikäytössä ja

lopputilanteessa kaivon nikkelipitoisuus ylitti juomaveden laatuvaatimustason, pitoisuuden ylityksen on arveltu olevan luontaista.



Kuva 4-17. Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus putkessa 0301 (Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy 2024a).

5 Kaivannaisjätteiden määrä ja sijoittaminen

5.1 Yleistä

Ympäristönsuojelulain (527/2014) 112 §:n mukaan kaivannaisjäte on kallio- tai maaperässä luonnollisesti esiintyvän orgaanisen tai epäorgaanisen aineksen irrotuksessa taikka sen varastoinnissa tai rikastuksessa syntyvää jätettä. Kaivoksen toiminnassa syntyy erilaisia rikastusjäännöksiä.

Kaivannaisjäteasetuksen 190/2013 4 § mukaan jätehuoltosuunnitelmassa tulee esittää selvitys toiminnassa syntyvistä jätteistä ja niiden määristä. Asetuksen liitteen 3 kohdan A. 1. c) mukaan kaivannaisjätteen ominaisuuksien määrittelyn jätehuoltosuunnitelmassa tulee perustua tietoon jätteen lajista ja sen suunnitellusta hyödyntämisestä ja loppukäsittelystä. Tässä luvussa on esitetty asetuksen mukaisesti:

1) selvitys toiminnassa syntyvistä kaivannaisjätteistä ja …
2) arvio kaivannaisjätteen kokonaismäärästä, …
Liite 3
A. Jätteen ominaisuuksien määrittely
1. Jätteen ominaisuuksien määrittelyn on perustuttava seuraaviin tietoihin:
c) Jätteen laji ja sen suunniteltu hyödyntäminen tai loppukäsittely:
- Kuvaus rikastustoiminnoissa syntyvistä jätteistä, esittämällä tiedot seuraavista seikoista:
- jätteen alkuperä louhinta-alueella ja jätteen tuottava prosessi, kuten murskaaminen ja rikastus
- jätteen määrä
- kuvaus jätteen kuljetusjärjestelmästä

5.2 Maa-ainesten määrä ja sijoittaminen

Toiminnasta ei muodostu maa-ainesta. Kaivospiirin alueelta on poistettu pilaantuneita maa-aineksia (3000 m^3) ja ne on sijoitettu rikastushiekka-altaalle (ks. luku 3.6).

Alueella on tehty vuonna 2014 PIMA-tutkimuksia. Vuoden 2014 tutkimusalueelta kaivetut pilaantuneet maa-ainekset on sijoitettu rikastushiekka-alueelle (ks. luku 3.6)

5.3 Rikastushiekan määrä ja sijoittaminen

Rikastushiekan määrä vuosina 2003–2024 on kuvattu taulukossa 3-3. Rikastushiekkaa on keskimäärin syntynyt vuosien 2003–2024 aikana noin 263 000 tonnia vuodessa. Vuonna 2024 rikastushiekan määrä (189 778 t) oli selvästi keskiarvoa matalampi.

Prosessivedet ja magnesiittihiekka pumpataan rikastushiekka-alueelle. Rikastushiekka-alueelle pumpattavaan veteen lisätään rikastamolla kalkkia tai lipeää nikkelipitoisuuksien alentamiseksi ja tarvittaessa ferrisulfaattia arseenin poistoon. (AFRY Finland Oy 2024)

Rikastushiekka-altaille on aiemman toiminnanharjoittajan (Outokumpu Oy) toimesta läjitetty silloisessa toiminnassa muodostunutta rikastushiekkaa, josta tässä yhteydessä käytetään termiä sulfidirikastushiekka. Sulfidirikastushiekkakerroksen paksuus altailla on keskimäärin noin 6 metriä. Rikastushiekka-altaan päällimmäisenä kerroksena on Mondo Mineralsin nykyisestä toiminnasta muodostuvaa magnesiittihiekkaa. Magnesiittihiekkakerroksen paksuus on keskimäärin noin 9 metriä. Sulfidirikastushiekan ja magnesiittihiekan vaihettumiskerros on noin metrin paksuinen.

Rikastushiekka-alueen käytöstä on kerrottu tarkemmin luvussa 8.2.1 ja rikastushiekka-alueen vesien hallinta on esitetty luvussa 10.

5.4 Muiden kaivannaisjätteiden määrä ja sijoittaminen

Rikastushiekka-alueelle on magnesiittihiekan lisäksi läjitetty nikkelilaitoksen neutralointisakkaa. Nikkelilaitoksella kaivannaisjätteenä muodostunut neutraloitu neutralointisakka on sijoitettu elokuuhun 2016 saakka voimassa olevan ympäristöluvan (Nro 8/2018/1, ISAVI/536/2018) mukaisesti magnesiittihiekan kanssa märkänä rikastushiekka-alueelle (Rikastushiekka-allas 2). Vuonna 2017 aloitetun koetoiminnan aikana neutraloitu sakka on märkäläjitetty magnesiittihiekasta erillään rikastushiekka-alueelle rakennettuihin koetoiminta-altaisiin päätöksen (Nro 31/2017/1, ISAVI/968/2017) mukaisesti. Koetoimintailmoitusta koskevassa päätöksessä sallittiin sijoittaa neutralointisakkaa altaisiin yhteensä 30 000 tonnia. **Altaat luokitellaan muiksi kaivannaisjätealueiksi**.

Rikastushiekka-altaalle 1 rakennettiin kaksi läjitysallasta, jotka olivat kooltaan noin 70 x 80 metriä ja niiden syvyys on noin 1,3 metriä. Altaiden pohjan arvioitiin ulottuvan noin yhden metrin rikastushiekka-alueen suotovesipinnan alapuolelle. Altaiden ympärille rakennettiin kuivasta rikastushiekasta penger, jonka harja oli noin 2,2 metriä ympäröivän alueen pintaa ylempänä.

Altaille läjitettiin yhteensä 13 000 tonnia kuivaa sakkaa. Lietteen mukana jouduttiin pumppaamaan melko paljon ylimääräistä vettä, jotta sakka ei olisi tukkinut putkilinjaa. Koetoimintaa tarkkailtiin tarkkailusuunnitelman mukaisesti.



Kuva 5-1. Vuonoksen rikastushiekka-alueen rikastushiekka-altaalle 1 sijoitettujen neutralointisakkojen altaiden sijainti on merkitty kuvaan katkoviiva-ympyröillä.

Koetoiminta lopetettiin vuoden 2018 lopussa. Koetoiminta-altaiden sulkeminen tehtiin kahdessa vaiheessa vuosina 2020 ja 2021 ja sulkemisaikatauluista sovittiin Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen (nyk. LVV) kanssa. Koetoiminta on päättynyt ja alueet on suljettu lupapäätöksen (ISAVI/968/2017) mukaisesti. (AFRY Finland Oy 2024)

Koetoiminnasta saatiin tietoa läjitystekniikasta, sakan käyttäytymisestä ja ominaisuuksista. Koetoiminnan tuloksia hyödynnettiin Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan muutoslupahakemuksessa, josta on annettu päätös 30.3.2020.

Koetoiminta-altaiden sulkeminen tehtiin kahdessa vaiheessa vuosien 2020 ja 2021 aikana. Näin ollen neutralointisakka on peittynyt rikastushiekka-altaalle 1. ELY-keskus (nyk. LVV) on tarkastanut suljetut altaat 15.9.2021. (ISAVI/9747/2021)

6 Kaivannaisjätteiden karakterisointi

Tässä luvussa esitetään kaivannaisjäteasetukseen (VNA 190/2013) perustuvia tietoja kaivannaisjätteiden geoteknisestä käyttäytymisestä sekä geokemiallisista ominaisuuksista ja käyttäytymisestä. Asetuksen 4 §:ssä esitetään vaatimukset kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman sisällöstä, johon liittyy kaivannaisjätteen ominaisuuksien määrittely asetuksen liitteen 3 mukaisesti.

1) selvitys toiminnassa syntyvistä kaivannaisjätteistä ja niiden ominaisuuksista liitteen 3 mukaisesti

A. Jätteen ominaisuuksien määrittely

1. Jätteen ominaisuuksien määrittelyn on perustuttava seuraaviin tietoihin:

d) Jätteen geotekninen käyttäytyminen:

- Soveltuvien muuttujien tunnistaminen jätteen olennaisten fysikaalisten ominaisuuksien arvioimiseksi ottaen huomioon jätealueen tyyppi
- Soveltuvia muuttujia voivat olla: raekokojakauma, plastisuus, tiheys ja vesipitoisuus, tiivistymisaste, leikkauslujuus ja kitkakulma, läpäisevyys-huokoisuussuhde, kokoonpuristuvuus ja konsolidaatio

e) Jätteen geokemialliset ominaisuudet ja käyttäytyminen:

- Jätteen ja siinä mahdollisesti olevien kemikaalien ja kemikaalijäännösten kemiallisten ja mineralogisten ominaisuuksien erittely
- Arvio ajan mittaan muuttuvista suotoveden kemiallisista ominaisuuksista jätelajeittain ottaen huomioon jätteen suunnitellut käsittelytavat, erityisesti:
    - metallien, oksianionien ja suolojen ajan myötä tapahtuvan huuhtoutumisen selvittäminen liukoisuuden pH-vaikutustestillä, läpivirtaustestillä, aikariippuvaista liukoisuutta arvioivalla testillä ja/tai muulla soveltuvalla testillä
    - sulfidia sisältäville jätteille, staattiset ja kineettiset testit ajan myötä tapahtuvan happaman suotoveden muodostumisen ja metallien huuhtoutumisen määrittelemiseksi

Kaivannaisjätteiden ominaisuuksien kuvaamisen keskeinen tavoite on selvittää vaatimusmäärittelyt jätteen sijoitusta, läjitystekniikkaa, vesienhallintaa ja jälkihoitoa varten. Karakterisoinnissa selvitetään mineralogisia, kemiallisia, fysikaalisia ja geoteknisiä ominaisuuksia, joilla on merkitystä ympäristövaikutusten hallinnassa ja ennaltaehkäisyssä.

Ominaisuuksien määrittämistä ja menetelmien valintaa ohjaavat esiintymän geologiset tiedot, joiden mukaan voidaan tehdä ensiarvio malmin prosessoinnissa syntyvän mineraalisen rikastushiekkajätteen potentiaalisesta haponmuodostus- ja neutralointikyvystä sekä haitallisena pidettävien alkuaineiden esiintymisestä (Ympäristöministeriö, 2011).

Ensiarvion perusteella valitaan kullekin jätejakeelle soveltuvat mineralogian määritysmenetelmät ja kemian analyysimenetelmät. Kaivannaisjätteen ominaisuuksia määrittävä keskeinen ominaisuus on sulfidimineraalien hapettumispotentiaali, jonka avulla arvioidaan happamien metallipitoisten valumavesien muodostumista. Happamia vesiä voi muodostua vain, mikäli sulfidit ovat huomattavasti reaktiivisempia kuin neutraloivat mineraalit ja olosuhteet ovat sulfidien hapettumiselle suotuisat. Ominaisuuksien määrittelyn laajuutta ohjaavat malmiesiintymän sulfidimineralogia ja sulfidisen rikin ja/tai sulfaattisen rikin runsaus.

Sulfidisen rikin pitoisuuden perusteella jätejakeet voidaan jakaa kahteen ryhmään: ei-happoa tuottava jäte ja mahdollisesti happoa tuottava jäte (Ympäristöministeriö, 2011).

Ei-pysyväksi todettu jäte voidaan luokitella vaarallisten aineiden/yhdisteiden pitoisuuksien perusteella edelleen vaaralliseksi jätteeksi Komission asetuksen 1357/2014 ja Neuvoston asetuksen (EU) 2017/997 mukaisesti CLP-asetuksen kemikaaliluokituksen pohjalta. Lisätietoja luokittelusta vaaralliseksi jätteeksi löytyy Ympäristöministeriön (2019) oppaasta ja luvusta 7.3.

6.1 Tutkimusmenetelmät

Jätejakeiden ympäristökelpoisuus määräytyy mineralogisista ja kemiallisista ominaisuuksista, mahdollisten haitta-aineiden liukenemisesta ja ainesten haponmuodostuspotentiaalista.

Kaivannaisjätteiden karakterisointitietoja tulee verrata pysyvän kaivannaisjätteen määritelmään (VNA 190/2013, Liite 1).

- Kaivannaisjäte on pysyvää, mikäli sulfidisen rikin pitoisuus on enintään 0,1 prosenttia tai se on enintään 1 prosentti ja neutralointipotentiaalisuhde, määriteltynä neutralointipotentiaalin ja hapon-tuottopotentiaalin välisenä suhteena testimenetelmän EN 15875 staattisen testin perusteella, on suurempi kuin 3.
- Jätteen ja siitä erottuvan hienoaineksen sisältämien ympäristölle tai ihmisen terveydelle mahdollisesti haitallisten aineiden (erityisesti arseeni, kadmium, koboltti, kromi, kupari, elohopea, molybdeeni, nikkeli, lyijy, vanadiini ja sinkki) pitoisuudet jätteessä ovat riittävän alhaiset siten, että niistä aiheutuva vaara ympäristölle ja terveydelle on merkityksetön sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. Mainittujen aineiden pitoisuuksia pidetään riittävän alhaisina ja niistä ympäristölle tai terveydelle aiheutuvaa vaaraa merkityksettömänä, jos ne eivät ylitä maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista annetussa valtioneuvoston asetuksessa (214/2007) tarkoitettuja arviointia edellyttäviä kynnysarvoja tai alueen ympäristön maaperän taustapitoisuuksia.

Kuningasvesiuutto edellytetään tehtäväksi myös Valtioneuvoston asetuksen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007, ns. PIMA-asetus, liite 1).

Kaivannaisjätteiden ympäristökelpoisuutta on tutkittu alla olevin tutkimusmenetelmin:

- Aqua Regia-uutto ja metallipitoisuusmääritykset
- Hapontuotto- ja neutralointipotentiaalia mittaava ABA-testi (EN 15875)

Standardit, käsikirjat ja muut julkaisut ovat tekijänoikeuslain suojaamia teoksia. Tästä syystä menetelmien yksityiskohtaista toteutusta ei kuvata.

6.1.1 ABA-testi

ABA-testi (*acid base accounting*) tehdään kaivannaisjätteelle aina, sillä kyseessä on yksi kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) liitteen 1 mukaisista vaatimuksista, joiden perusteella kaivannaisjäte luokitellaan pysyväksi tai ei-pysyväksi (ks. luku 6.1). Toinen

osa pysyvän jätteen luokittelua liittyy alkuainepitoisuuksiin kuningasvesiuutolla tutkittuina (ks. luku 6.1.2).

ABA-testin tarkoituksena on selvittää, voiko kaivannaisjätteestä aiheutua hapanta valumaa. Määrityspaketti ja laskennat toteutetaan standardin EN 15875 mukaisesti. Testissä saadaan tuloksena kokonaisrikki- ja kokonaishiilipitoisuudet, karbonaatti- ja ei-karbonaattihiili sekä sulfaattirikki. Laskennallisena tuloksena saadaan sulfidinen rikki (S2-), josta lasketaan aineksen hapontuottokapasiteetti AP. Neutralointikapasiteetti NP määritetään titraamalla. Testin tuloksista lasketaan myös neutralointipotentiaalisuhde NPR (kaavalla NP/AP; neutralization potential ratio) sekä nettoneutraloimispotentiaali NNP (kaavalla NP-AP; net neutralization potential). Tulosten perusteella tutkittava materiaali voidaan määritellä happoa tuottavaksi (PAF; potentially acid forming) tai ei-happoa tuottavaksi (NAF; non acid forming). On kuitenkin huomioitava, että testi vertaa vain hapontuoton ja neutraloinnin kokonaiskapasiteetteja, mutta ei anna kuvaa näiden kulumisnopeudesta suhteessa toisiinsa.

6.1.2 Kuningasvesiuutto metallipitoisuuksien arvioinnissa

Epäorgaanisista haitallisista aineista kuningasvedellä pyritään uuttamaan muut kuin vaikeasti silikaattimineraaleihin sitoutuneet metallit (YM 2014). Kuningasvesiuutto toteutetaan standardin SFS ISO 11466 mukaisella tavalla väkevän suolahapon (HCl) ja typpihapon (HNO_3) seoksella. Kuningasvesiuutto tehdään kaivannaisjätteelle aina, sillä kyseessä on kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) mukainen vaatimus. Kaivannaisjäteasetuksen liitteessä 1 viitataan PIMA-asetuksen (214/2007) kuningasvesiuuttoon perustuviin kynnysarvoihin osana kaivannaisjätteen luokittelua pysyväksi tai ei-pysyväksi jätteeksi.

6.1.3 Peräkkäisuutto (BCR)

Pelkkä kokonaispitoisuus ei anna riittävää tietoa aineiden ympäristökäyttäytymisestä, sillä aineiden vapautuminen riippuu niiden esiintymismuodoista. Metallien sitoutumismuotoja ja potentiaalista vapautumista voidaan arvioida mm. peräkkäisuutolla. BCR-peräkkäisuutossa käytetään Euroopan komission kehittämää ja validoimaa BCR-referenssimenetelmää (Rauret et al. 1999).

BCR-peräkkäisuutossa näytteet uutetaan neljässä peräkkäisessä vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa vaihdettava ja heikosti happoliukoinen fraktio uutetaan etikkahapolla, jolla vapautetaan pääasiassa karbonaatteihin sitoutuneet metallit. Toisessa vaiheessa uutetaan hydroksyyliammoniumkloridilla pelkistyvä fraktio, joka edustaa rauta- ja mangaanioksideihin sitoutuneita metalleja. Kolmannessa vaiheessa uutetaan vetyperoksidilla hapettuva fraktio, joka sisältää orgaaniseen aineeseen ja sulfideihin sitoutuneet metallit. Neljännessä vaiheessa jäännösfraktio määritetään hajottamalla jäljelle jäänyt kiinteä jäännös kuningasvedellä (ks. luku 6.1.2), joka vapauttaa mineraalirakenteisiin sitoutuneet metallit.

6.1.4 Ravistelutestit

Ravistelutesti ei ole varsinaisesti kaivannaisjätteen tutkimusmenetelmä. Ravistelutesti on kuitenkin Suomessa melko vakiintunut osa kaivannaisjätteiden testausta eikä siitä ole

toistaiseksi vielä luovuttu, vaikka sen tuottama hyöty kaivannaisjätetutkimuksessa jääkin usein vähäiseksi.

Muiden jätteiden kuin kaivannaisjätteiden tarkastelussa ravistelutestejä käytetään kaatopaikalle sijoitettavan jätteen luokittelussa. Testin perusteella jäte luokitellaan loppusijoituskelpoiseksi joko pysyvän, vaarattoman tai vaarallisen jätteen kaatopaikalle (Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista, VNA 331/2013). Kaivannaisjätteen jätealueita ei kuitenkaan luokitella pysyvän, vaarattoman tai vaarallisen jätteen kaatopaikoksi vaan kaivannaisjätteiden jätealueet ovat joko suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavia jätealueita tai muita kaivannaisjätealueita. Ravistelutestin perusteella ei myöskään luokitella jätettä vaarattomaksi tai vaaralliseksi jätteeksi, sillä ravistelutesti on liukoisuustutkimus.

Kaksivaiheisessa ravistelutestissä (standardi EN 12457-3) käytetään uuttoliuoksena deionisoitua vettä. Testi koostuu kahdesta peräkkäisestä uutosta. Ensimmäinen ravistelu tehdään L/S 2-suhteessa ja toinen L/S 8-suhteessa. L/S-suhde kuvaa nesteen ja kiinteän aineksen suhdetta. Molemmista uutteista määritetään metallit ja tarvittaessa anionit (kloridi, fluoridi ja sulfaatti), pH, sähkönjohtokyky ja liuennut orgaaninen hiili (DOC). Tulokset ilmoitetaan kuiva-ainetta kohti sekä L/S 2- että kumulatiivisessa eli laskennallisessa L/S 10-suhteessa.

Materiaaleille voidaan myös tehdä yksivaiheinen ravistelutesti EN 12457-4. Tämä uutto tehdään suoraan uuttosuhteessa L/S 10 deionisoidulla vedellä. Molemmat em. ravistelutestimenetelmät ovat säädösmielessä hyväksyttäviä. Ravistelutestimenetelmän valinta riippuu mm. tutkittavan näytteen raekoosta ja uutoksen suodattuvuudesta. Ensisijaisesti käytetään kaksivaiheista ravistelutestiä (VNA 331/2013).

Ravistelutestillä saadaan selville, mitä aineita näytteestä voi vapautua ilman hapettumisreaktioiden vaikutusta. Testi voi siis antaa kuvan siitä, mitä aineita suotovesissä voi esiintyä jo lyhyellä aikavälillä, mutta kvantitatiivisessa kaivannaisjätteitä koskevan vedenlaadun arvioinnissa ravistelutestiä ei käytetä. Ravistelutestiä käytetään toisinaan myös eräänä osana peräkkäisuuttosarjaa, selvitettäessä eri aineiden esiintymismuotoja ja mobilisaatioriskejä vanhemmasta erilaisille olosuhteille altistuneesta kaivannaisjätteestä.

6.1.5 Kosteuskammiokoe

Kosteuskammiokoe on ensisijainen testimenetelmä silloin, kun tarvitaan tietoa sulfidimineraalien hapettumisesta ja hapettumistuotteista pitkällä aikavälillä. Kosteuskammiokoe on kuitenkin hyödyllinen myös ei-happoa tuottavien kaivannaisjätteiden tarkastelussa, kun tuotetaan syötetietoa suotovesien laadun arviointiin. Kaivannaisjäteasetuksen (190/2013) kaivannaisjätteen ominaisuuksien määrittelyä koskeva liite 3 edellyttää kineettistä testausta sulfidipitoiselle jätteelle.

Kosteuskammiokoe (ASTM D5744) on pitkäaikainen kineettinen koe (kesto vaihtelee tarpeen mukaan 20 viikosta useisiin vuosiin). Kosteuskammiokokeessa näytettä altistetaan viikoittain sekä hapettumiselle että vesihuuhtelulle. Ensimmäinen huuhtelu tehdään kokeen alkaessa. Läpivirrannut huuhteluvesi tutkitaan ja tuloksia tarkastellaan aikasarjana. Viikkoliuosten pitoisuuksia voidaan käyttää syötetietona suotoveden laadun arvioinnissa. Koko testin aikasarjasta valitaan tiedon käyttökohteen kannalta olennainen.

Esimerkiksi tuotannon ajalle lasketaan alkupäästä joidenkin kymmenien viikkojen keskiarvo, kun taas sulkemiselle myöhemmästä vaiheesta useiden kymmenien viikkojen keskiarvo. Myös näytteen reagointinopeus vaikuttaa aikasarjan valintaan. Näytteissä havaitaan usein samoja prosesseja samassa järjestyksessä, mutta nopeasti reagoivissa materiaaleissa prosessit tapahtuvat nopeutetusti.

On muistettava, että kosteuskammiokokeen tulos on suotoveden laatuarvioinnin syötetieto, mutta ei koskaan suoraan suotoveden laatu. Todellisella kaivannaisjätealueella vesi ja kiintoaine kohtaavat eri määräsuhteissa ja eri lämpötilassa kuin laboratoriossa. Kaivannaisjätealueen ja laboratoriokokeen välillä voi olla myös muita olosuhde-eroja.

Erityisen tärkeä kosteuskammiokokeesta saatava tulos on neutralointikapasiteetin ja hapontuottokapasiteetin ajallinen suhde. Neutralointikapasiteetti voi kulua loppuun hapontuottokapasiteettia nopeammin, vaikka neutralointikapasiteetti olisi moninkertainen hapontuottoon nähden, ja vaikka staattisen testauksen (NAG- ja ABA-tutkimukset) perusteella näyte ei olisi happoa tuottava.

Kosteuskammiokokeen tulokset kuvaavat jätemateriaalien rapautumista (ml. hapettumisreaktiot), tehostetuissa olosuhteissa. Kosteuskammiokokeen olosuhteet eivät kuitenkaan mahdollista niitä prosesseja, jotka tapahtuvat syvemmällä rikastushiekkakerroksessa todellisissa olosuhteissa, missä hapen määrä on rajallinen. Näissä olosuhteista tapahtuvia muutoksia kaivannaisjätealueilla voidaan saada lisätietoa mm. alasvirtaus-kolonnikokeella, modifioiduilla testeillä ja/tai geokemiallisella mallintamisella.

6.1.6 Mineraloginen analyysi

Mineralogiaa voidaan tarkastella sekä laadullisin että määrällisin menetelmin. Ensin mainitussa tunnistetaan mineraalit ja jälkimmäisessä mineraalien tunnistamisen lisäksi muodostetaan kuva mineraalien määräsuhteista. Lisäksi menetelmästä riippuen, joko tunnistetaan mineraaleja tai tunnistamisen lisäksi tuotetaan tietoa myös mineraalien alkuainekoostumuksesta.

6.2 Rikastushiekan ominaisuudet

Vuonoksen tehtailla muodostuu malmin rikastuksen sivutuotteena magnesiittihiekkaa (rikastushiekka). Aiemmin Mondo Mineralsin toiminnasta on syntynyt nikkelirikasteen jatkokäsittelyn yhteydessä neutralointisakkaa (luku 6.4) ja rikastusjätettä (luku 6.3). Lisäksi rikastushiekka-alueelle on läjitetty aiemman toimijan sulfidimalmin rikastuksesta syntynyttä sulfidirikastushiekkaa (luku 6.2.9). Magnesiittihiekan (rikastushiekan) vuosittainen muodostumismäärä on esitetty taulukossa (3-3).

Magnesiittirikastushiekan keskeisten metallien kuningasvesiliukoiset pitoisuus ja rikin pitoisuus sekä liukoisuudet analysoidaan kokoomanäytteistä neljä kertaa vuodessa. Lisäksi määritetään rikastushiekan hapontuottopotentiaali ja neutralointikapasiteetti.

Seuraavissa alaluvuissa on esitetty rikastushiekan ominaisuuksia. Vuonoksen toiminnasta muodostuneiden kaivannaisjätteiden luokittelun yhteenveto esitetään luvussa 7.6

6.2.1 Rikastushiekan fysikaaliset ominaisuudet

Rikastushiekka-alueen rikastushiekka-altaasta 2 on vuonna 2022 tutkittu AFRY Finland Oy:n toimesta magnesiittirikastushiekan rakeisuuksia ja vesipitoisuuksia. Näiden tutkimusten perusteella rikastushiekan maalajin rakeisuusluokittelu on vaihdellut silttisestä hiekasta saviseen silttiin. Näytteiden vesipitoisuudet ovat vaihdelleet 21,9 % ja 38,5 % välillä, keskimääräisen vesipitoisuuden ollessa noin 31 % (näytemäärä 9 kpl). Esimerkkinä näytepiste 32, josta on tulokset 3, 4 ja 6 metrin syvyyksiltä. Kolmen metrin syvyydeltä otetussa näytteessä aines vastasi maalajeista savista silttiä, ja vesipitoisuus oli 37,8 %. Neljästä ja kuudesta metristä otetut näytteet vastasivat ominaisuuksiltaan silttistä hiekkaa, vesipitoisuuden ollessa 33,4 % (4 m) ja 21,9 % (6 m).

Vuonna 2017 rikastushiekalle tehtiin vedenläpäisevyystestit. Keskimääräinen vedenläpäisevyys vaihteli 1,7–9,2 x 10^{-8} m/s (Ramboll, 2017).

6.2.2 Rikastushiekan mineralogia

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

6.2.3 Rikastushiekan geokemialliset ominaisuudet

Magnesiittihiekasta otetaan näytteet kuukausittain ja näytteistä koostetaan kolmen kuukauden koostenäytteet (neljännesvuosittain) geokemiallisten ominaisuuksien tarkkailua varten. Näytteistä tutkitaan kuningasvesiliukoiset kokonaispitoisuudet, hapontuotto-ominaisuudet (ABA-testi) ja liukoisuusominaisuudet (2-vaiheinen ravistelutesti). Vuosien 2015–2024 (vuoden toiseen kvartaaliin Q2 asti) tarkkailu on tehty SGS Finland Oy:n toimesta. Vuoden 2024 toisesta kvartaalista lähtien näytteet on analysoitu Eurofins Oy:n laboratoriossa.

Rikastushiekan kokonaispitoisuudet

Magnesiittihiekan tarkkailutulosten vuosien 2015–2024 vuosikeskiarvopitoisuudet esitetään taulukossa 6-1. Tuloksia verrataan valtioneuvoston maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista antaman asetuksen (214/2007, ns. PIMA-asetus) mukaisiin kynnys- ja ohjearvoihin. Alle määritysrajan oleville tulokset on keskiarvolaskennassa jaettu kahdella (puolet määritysrajan pitoisuudesta).

Arseenipitoisuuden keskiarvo ylittää PIMA-asetuksen (214/2007) ylemmän ohjearvon kolmena vuonna (2015, 2016 ja 2024), alemman ohjearvon kuutena vuonna (2017–2022) ja kynnysarvon yhtenä vuonna (2023). Kadmiumin keskiarvopitoisuudet ylittävät asetuksen kynnysarvon kolmena vuonna kymmenen vuoden tulosten tarkastelujakson (2015–2024) aikana. Koboltin keskiarvopitoisuus ylittää kynnysarvon jokaisena vuonna. Kromin ja nikkelin keskiarvopitoisuudet ylittävät ylemmän ohjearvon joka vuosi, poikkeuksena vuoden 2015 alemmalla ohjearvolla oleva kromipitoisuus. Vuosien 2015–2023 aikana antimonin määritysraja laboratoriomittauksissa on ollut pääosin suurempi kuin asetuksen kynnysarvo. Antimonin keskiarvopitoisuus ylittää PIMA-asetuksen kynnysarvon, niiden tulosten osalta kuin on olemassa selkeä mittaustulos, vuosina 2016, 2017 ja 2024. Elohopean osalta kynnysarvo ylittyi kerran, vuonna 2022. Kuparin, lyijyn, vanadiinin ja sinkin pitoisuudet jäävät alle kynnysarvon. Metalli- ja metalloidipitoisuuksien perusteella Vuonoksen rikastushiekka (magnesiittihiekka) ei täytä kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) liitteessä 1 esitettyjä pysyvän jätteen kriteerejä, joten tulosten perusteella rikastushiekka luokitellaan ei-pysyväksi.

Taulukko 6-1. Rikastushiekkanäytteiden kuningasvesiliukoiset metalli- ja metalloidipitoisuudet sekä PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) mukaiset kynnys- ja ohjearvot. Muuttujien pitoisuudet ovat keskiarvotuloksia vuosilta 2015–2024.

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
Kynnysarvo	5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Alempi ohjearvo	50	10	100	200	150	2	100	200	10	150	250
Ylempi ohjearvo	100	20	250	300	200	5	150	750	50	250	400
vuosi 2015	234	1,9	65	85	11	<0,2	1354	7	<10	10	42
vuosi 2016	400	7,7	91	327	12	0,3	1800	<10	11	<10	12
vuosi 2017	71	0,7	52	650	12	<0,2	1005	<10	6,5	11	22
vuosi 2018	81	0,6	55	500	8,3	<0,2	1115	<10	<10	<10	16
vuosi 2019	44	1,0	45	365	6,3	<0,2	890	<10	<10	<10	17
vuosi 2020	71	0,7	48	328	<10	<0,2	953	<5	<10	<10	14
vuosi 2021	65	1,1	39	403	<10	<0,2	675	<5	<10	<10	40
vuosi 2022	70	0,8	41	548	<10	0,7	788	<5	<10	<10	15
vuosi 2023	47	0,6	38	453	<10	<0,2	670	<5	<10	<10	14
vuosi 2024	101	0,5	66	432	12	0,04	1320	2,5	2,4	11	22

Tulosten käsittely

Vuosikeskiarvojen laskennassa alle määritysrajan olevat tulokset on laskennassa jaettu puoleen määritysrajasta, lukuun ottamatta niitä tuloksia, joissa kaikilla määrityskerroilla pitoisuus on jäänyt alle määritysrajan. Tällöin muuttujan vuosikeskiarvopitoisuus on esitetty alle määritysrajan merkinnällä, mikä on laboratorion testausselosteissa esitetty.

Mikäli samana vuonna on ollut kaksi eri alle määritysrajan pitoisuustasoa, niin näistä on valittu suurempi arvo.

Rikastushiekan neutralointi- ja hapontuottopotentiaali

Rikastushiekan ABA-testin tulokset vuosilta 2015–2024 on esitetty taulukossa 6-2. Hapontuottopotentiaalin (AP) ja neutralointipotentiaalin (NP) suhteesta on laskettu neutralointipotentiaalisuhde eli NPR (NPR=NP/AP). NPR-arvon perusteella arvioidaan materiaalin pysyvyyden luokittelua kaivannaisjäteasetuksen mukaisesti yhdessä sulfidisen rikin pitoisuuden kanssa sekä arvon perusteella voidaan arvioida materiaalin todennäköisyyttä aiheuttaa hapanta valumaa.

Vuosien 2015–2024 näytteiden rikin kokonaispitoisuuden keskiarvo on noin 1,4 %, ja se koostuu suurimmaksi osaksi sulfidisesta rikistä, jonka pitoisuus on vaihdellut välillä 0,7–1,7 % ja keskiarvopitoisuus on 1,3 % tarkasteltavien vuosien 2015–2024 aikana. Hiilen kokonaispitoisuus on vaihdellut keskimäärin välillä 6,9–9,0, ollen keskimäärin 7,9 % vuosien 2015–2024 aikana. Hiilen voidaan olettaa olevan pääosin karbonaattista mineralogisen tiedon perusteella. NPR-luku on vaihdellut välillä 0,6–3,5 ollen keskimäärin 2,5. Näiden tulosten perusteella Vuonoksen rikastushiekka (magnesiittihiekka) ei täytä kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) liitteessä 1 esitettyjä pysyvän jätteen kriteerejä (0,1 % < $S_{sulf.}$ tai $S_{sulf.}$ <1 % ja NPR>3), joten tulosten perusteella rikastushiekka luokitellaan ei-pysyväksi.

Vuosittaisten näytteiden välillä NPR-arvossa on hajontaa, mikä voi johtua mm. louhittavan materiaalin laadusta ja samalla myös rikastushiekan epähomogeenisuudesta, huolellisesta ja edustavasta näytteenotosta huolimatta.

Em. tietojen perusteella materiaalilla on kykyä neutraloida mahdollista hapon tuottoa. Arvioitaessa rikastushiekan todennäköisyyttä aiheuttaa hapanta valumaa, on kuitenkin tarkasteltava tarkemmin neutralointikyvyn ja haponmuodostuskyvyn reagointinopeutta. Happaman valuman synty on mahdollista, jos materiaalin hapontuotto on nopeampaa kuin sen neutralointikyky.

Mondo Minerals on selvittänyt magnesiittihiekan neutralointipotentiaalin määritystä vuonna 2024 (Elementis 2024). Magnesiittihiekan neutralointikapasiteetin arvioinnissa on huomioitava, että magnesiitti ($MgCO_3$) reagoi erittäin hitaasti, ja siten ei todennäköisesti ehdi täysin reagoida ABA-testiin kuuluvan titrauksen aikana. Standardin SFS EN 15875 mukaan tehtynä ABA-testin tulos siis aliarvioi rikastushiekan neutralointikapasiteettia kokonaisuutena, parempi käsitys rikastushiekan puskurikapasiteetista saadaan karbonaattisen hiilen avulla, koska rikastushiekassa oleva hiili on pääosin peräisin karbonaatista. Kun neutralointikykyä tarkastellaan laskennallisesti karbonaattisen hiilen määrän perusteella (Taulukko 6-2), niin hapontuottokyvyn ja neutralointikapasiteetin suhde vaihtelee välillä 4–53 vuosien 2015–2024 tarkkailutulosten perusteella. Laskennallinen karbonaattisen hiilen määrään perustuvat NPR-arvot ovat suurempia kuin ABA-testissä saadut NPR-arvot. Magnesiittihiekan neutralointikykyä on todennettu myös Lapakko-määrityksellä. Kuitenkaan edellä esitettyjen tulosten perusteella happaman valuman syntyä ei voida täysin poissulkea, mutta sitä voidaan pitää epätodennäköisenä.

Mondo Mineralsin selvityksessä (2024) todetaan, että Vuonoksen magnesiittirikastushiekkanäytteissä on havaittu hapontuottopotentiaalin NPR-arvojen osalta yksittäisiä negatiivisia ja pieniä lukuarvoja osalta sekä lukuarvoissa on ollut

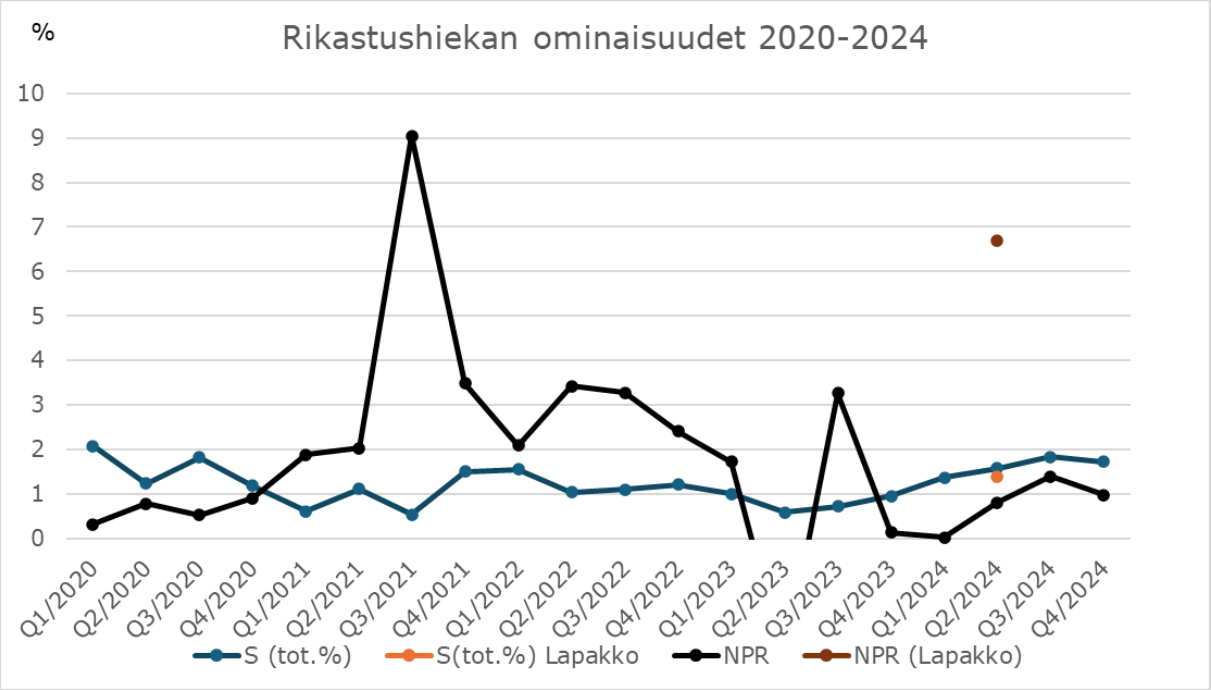
vaihtelua kymmenen vuoden tarkasteltavien tulosten ajanjaksolla. Talkkituotannon runsaasti karbonaattia sisältävän rikastushiekan ei kuitenkaan pitäisi olla happoa muodostavaa. Neutralointipotentiaalin ei tulisi myöskään olla negatiivinen vaan mitattuja tuloksia suurempi. Edellä mainitusta syystä vuoden 2024 toisen kvartaalin magnesiittihiekkanäytteille on tehty vertailevia testejä neutralointipotentiaalin määrittämiseksi sekä Eurofinsillä että SGS:llä (Elementis 2024). Selvityksessä havaittiin, että laboratorioiden yleisesti käytössä oleva menetelmä (SFS-EN-15875) neutralointipotentiaalin määrittämiseksi ei sovellu Vuonoksen rikastushiekkanäytteille. Menetelmän suolahappoliuoksessa ravistelu vuorokauden ajan on liian lyhyt kestoinen, koska rikastushiekkanäytteessä oleva magnesiitti reagoi hyvin heikosti suolahapon kanssa. Tämän takia suolahapon kulutus ei vastaa näytteen karbonaattipitoisuutta eikä testillä saatava NP–arvo kerro näytteen todellista neutralointipotentiaalia. Selvityksessä todetaan, että paras menetelmä Vuonoksen magnesiittirikastushiekoille on Lapakko-menetelmä, jossa näytteen neutraloiva vaikutus määritetään laimealla rikkihapolla. Lapakkomenetelmällä neutralointipotentiaalin arvo on suurempi kuin yleisesti käytettävällä menetelmällä määritettynä (Taulukko 6-2). Mondo Minerals on toimittanut selvityksen ELY-keskukselle (nyk. LVV) vuonna 2024 ja tulee käyttämään Lapakko-menetelmää jatkossa velvoitetarkkailussa magnesiittihiekan neutralointipotentiaalin määrittämisessä.

Taulukko 6-2. Rikastushiekan hapontuotto- ja neutralointipotentiaali testauksen tulokset vuosikeskiarvona vuosina 2015–2024. Näytemäärä oli n=4/vuosi, poikkeuksena vuodet 2017 (n=3) ja 2024 (n=5). Taulukossa esitetään rikin kokonaispitoisuus (S kok, %), sulfidisen rikin pitoisuus (S sulf., %) ja niiden suhde; hiilen kokonaispitoisuus (C kok %), hapontuottopotentiaali (AP), neutralointipotentiaali (NP) ja niiden suhde (NPR) sekä laskennallinen neutralointipotentiaali ja NPR-arvo. Vuosina 2015–2023 ja alkuvuonna 2024 (Q1–Q2) tulokset on analysoinut SGS: Vuonna 2024 (Q2-Q4) määritykset on tehnyt Eurofins ml. Lapakko-menetelmällä tutkittu näyte (Q2/2024).

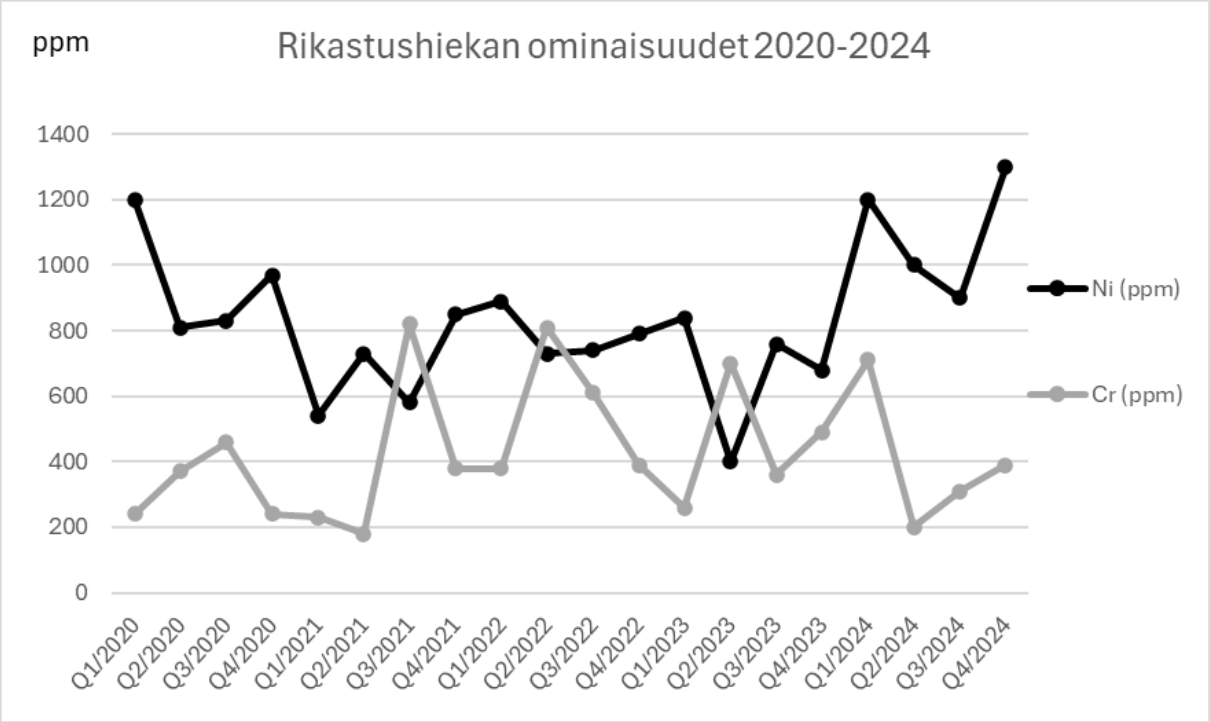
	$S_{kok.}$	$S_{sulf.}$	$S_{sulf.}/S_{kok.}$	$C_{kok.}$	AP	NP	NP (lask.)	NPR	NPR (lask.)
	%	%		%	$kgCaCO_3/t$				
vuosi 2015	1,3	1,3	1	7,4	40	112	228	2,9	6
vuosi 2016	1,7	1,7	1	8,1	52	84	309	1,7	6
vuosi 2017	1,5	1,3	0,8	8,1	40	137	162	3,5	4
vuosi 2018	1,6	1,2	0,8	7,1	37	74	490	6,4	28
vuosi 2019	1,5	1,4	1	8,3	44	36	402	1,1	12
vuosi 2020	1,6	1,6	1	9	50	29	688	0,6	14
vuosi 2021	0,9	0,8	0,8	8,4	25	89	291	4,1	12
vuosi 2022	1,2	1,2	0,9	7,7	36	100	361	2,8	9
vuosi 2023	0,8	0,7	0,9	8,2	23	17	305	0,6	14
vuosi 2024	1,7	1,5	0,9	6,9	42	53	180	0,8	53
ka. 2015–2024	1,4	1,3	0,9	7,9	39	73	342	2,5	16
Lapakko-menetelmä (2024), rikkihappotitraus									
2024 Q2	1,4				43	290		6,7	

Magnesiittirikastushiekan tärkeimpien tarkasteltavien muuttujien (rikki, NPR-arvo, nikkeli ja kromi) vaihtelu vuosina 2020–2024 esitetään kuvissa 6-1 ja 6-2. Vuosien 2020–2024 (Q1–Q2/2024) näytteet on analysoitu SGS Finland Oy:n laboratoriossa. Vuoden 2024 Q2

lähtien näytteet on analysoitu Eurofinsin toimesta. Vuoden 2024 Q2 tulos on laskettu SGS:n (1 näyte) ja Eurofinsin (2 näytettä) tulosten keskiarvona kokonaisrikin ja NPR-arvon osalta. Kuvaajassa on lisäksi esitetty kokonaisrikkipitoisuus sekä NPR-arvo yksittäiselle Q2-näytteelle, joka on analysoitu Lapakko-menetelmällä Eurofinsin laboratoriossa. Erityisen korkea NPR-arvo kvartaalilla 3 vuonna 2021 osuu samaan aikaan kromin pitoisuushuipun kanssa. Sen sijaan nikkelin ja rikin pitoisuudet olivat keskimääräistä matalampia. Vuoden 2023 kvartaalin 2 neutralointipotentiaalisuhde oli negatiivinen (-2,8).



Kuva 6-1. Vuonoksen rikastushiekan (magnesiittihiekan) kokonaisrikin ja neutralointipotentiaalisuhteen vaihtelu vuosien 2020–2024 tarkkailutuloksissa.



Kuva 6-2 Vuonoksen rikastushiekan (magnesiittihiekan) nikkelin ja kromin pitoisuuksien (ppm) vaihtelu vuosien 2020–2024 tarkkailutuloksissa.

6.2.4 Rikastushiekan ja prosessiveden kemikaalijäämät

Rikastusprosessissa käytettävät kemikaalit on esitetty luvussa 3.5. Magnesiittihiekka tai nikkelilaitoksen rikastusjäte sisältävät prosessissa käytettyjä kemikaaleja jossain määrin.

Rikastushiekka puretaan rikastushiekan rikastushiekka-altaille käsitellyn prosessiveden kanssa lietteenä. Rikastushiekka-altaalle johdetun magnesiittihiekan ominaisuuksia on käsitelty luvussa 6.2.1 – 6.2.3. Rikastushiekka-alueen suotoveden ja altaissa olevan veden laatutietoja on esitetty luvussa 10.

6.2.5 Liukoisuusominaisuudet

Rikastushiekkojen 2-vaiheisessa ravistelutestissä (neste/kiinteä suhteella 10; tulokset taulukossa 6-3) nikkelin ja arseenin keskimääräinen pitoisuus vuosina 2020–2022 ylitti pysyvän jätteen raja-arvon, sekä arseenin keskiarvopitoisuus vuosina 2023–2024 vaarattoman jätteen kaatopaikalle asetetun raja-arvon (VNA 331/2013). Lisäksi vuoden 2024 näytteistä elohopean ja seleenin keskimääräiset pitoisuudet ylittivät pysyvän jätteen raja-arvon. Muut testitulokset alittivat pysyvän jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot.

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

Taulukko 6-3. Rikastushiekan 2-vaiheisen ravistelutestin (L/S 10) keskimääräiset tulokset vuosina 2019–2024, sekä vertailu kaatopaikka-asetuksen (VNA 331/2013) raja-arvoihin. Vuosinäytemäärä n=4. Yksikkö on mg/kg. DOC=liuennut orgaaninen aines. Mikäli määritysrajoja on ollut määrityksissä useampia, niin taulukossa on käytetty suurempaa arvoa.

	Rikastushiekka						Raja-arvot (VNA 331/2013)*		
Alkuaine	2-vaiheinen ravistelutesti, liukoisuus mg/kg, vuosikeskiarvo						Pysyvä jäte	Vaara-ton jäte	Vaaral-linen jäte
	2019	2020	2021	2022	2023	2024			
Arseeni (As)	2,35	3,65	5,73	4,05	7,33	9,25	0,5	2	25
Barium (Ba)	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<2,5	20	100	300
Kadmium (Cd)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	1	5
Kromi (Cr)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	10	70
Kupari (Cu)	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	2	50	100
Elohopea (Hg)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	0,2	2
Molybdeeni (Mo)	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	<0,1	0,07	0,5	10	30
Nikkeli (Ni)	1,03	0,78	10,0	1,03	0,28	0,33	0,4	10	40
Lyijy (Pb)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	0,5	10	50
Antimoni (Sb)	0,12	0,06	0,07	0,06	0,07	0,14	0,06	0,7	5
Seleeni (Se)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,1	0,5	7
Sinkki (Zn)	<0,8	<0,8	0,95	<2,5	0,8	<0,8	4	50	200
DOC	<100	<100	<100	<100	<100	76	500	800	1000
kloridi (Cl)	<160	<160	<160	<160	<160	<160	800	15000	25000
Fluoridi (F)	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2	10	150	500
sulfaatti (SO_4)	446	436	535	842	579	318	1000	20000	50000

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

6.2.6 Rikastushiekan radiologiset ominaisuudet ja kuitumineraalit

Säteilyasetuksen (1512/1991) 29 §:n mukaan säteilyturvakeskukselle tulee ennen toiminnan aloittamista tehdä ilmoitus sellaisten luonnonvarojen laajamittaisesta hyödyntämisestä, joiden uraani- tai toriumpitoisuus on suurempi kuin 0,1 kilogrammaa tonnissa (100 mg/kg), lukuun ottamatta ydinenergialain (990/87) nojalla valvottavaa toimintaa. Vuonoksen rikastushiekkanäytteiden uraanipitoisuudet alittavat mainitun raja-arvon (Taulukko 6-4).

Taulukko 6-4. Magnesiittirikastushiekan kuningasvesiliukoisten uraanipitoisuuksien vuosikeskiarvot 2019–2024. Tulokseen laskettu neljän näytteen keskiarvot.

	Rikastushiekka			
	Uraanipitoisuus, mg/kg			
Vuosi	Q1	Q2	Q3	Q4
2019	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2020	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2021	0,7	<0,5	<0,5	<0,5
2022	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2023	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2024	<0,5	0,06	0,09	0,05

Vuonoksen rikastushiekkanäytteille on tehty U-aktiivisuuspitoisuuksien tarkastelu STUK:in ohjeistuksen (STUK 2021) mukaisesti. Aktiivisuuspitoisuudet määritettiin laskennallisesti nelihappouuttotuloksista. Kuningasvesiuuton uraanipitoisuudet on määritetty ICP-MS-tekniikalla. U-238 aktiivisuuspitoisuus laskettiin 12.4 x pitoisuus (mg/kg). Vapautusraja on 1000 Bq/kg kunkin radionuklidin osalta eli mikään aktiivisuuspitoisuus erikseen ei saa ylittää tuota raja-arvoa. Vuonoksen rikastushiekkaa oli testauksessa yhteensä 24 näytettä. Näytteiden U-238 aktiivisuuspitoisuus vaihteli välillä 0,62–8,7 Bq/kg. Minkään radionuklidin aktiivisuuspitoisuus ei siis ylittänyt vapautusrajaa 1000 Bq/kg.

Rikastushiekan muiden radionuklidien aktiivisuuspitoisuuksia on tutkittu vuoden 2025 lopussa. Tulokset on esitetty taulukossa 6-5. Minkään radionuklidin aktiivisuuspitoisuus ei ylittänyt vapautusrajaa 1000 Bq/kg.

Taulukko 6-5. Rikastushiekan radionuklidien aktiivisuuspitoisuudet (STUK 2025).

Nuklidi	Aktiivisuuspitoisuus	Yksikkö
K-40	7,5 ± 1,6	Bq/kg
Th-228	0,26 ± 0,11	Bq/kg
Ra-228	<0,7	Bq/kg
Ra-226	<0,3	Bq/kg
Pa-234m	<17,7	Bq/kg
Pb-210	<2,09	Bq/kg

Työntekijöiden altistumista ilman epäpuhtauksille selvitetään säännöllisesti rikastamolla. Viimeisin työhygieeninen selvitys tehtiin vuonna 2025. Asbestin osalta rikastamolla rikastamolla asbestipitoisuudet jäivät alle analyysimenetelmän määritysrajan ja talkkitehtaalla asbestipitoisuudet olivat vähäisiä, tulokset vastasivat näiltä osin vuonna 2023 tehtyjä mittaustuloksia (Työterveyslaitos 2025 ja 2023). Toimenpidesuosituksena nykyisissä työolosuhteissa työskentelyyn on moottoroidun hengityssuojaimen käyttö. Edelliset selvitykset ovat vuosilta 2020 ja 2018. Talkkitehtaalla on todettu vähäinen määrä asbestikuituja yhdessä mittauspisteessä vuoden 2018 mittauksissa, mutta vuonna 2020 niitä ei todettu.

6.2.7 Rikastushiekan vaaraominaisuuksien arviointi

Magnesiittirikastushiekan ympäristövaarallisuutta on arvioitu asetuksen (EU) 2017/997 mukaisesti (Taulukko 6-6). Rikastushiekan pitoisuuksissa on huomioitu kosteus 31 m–%, vuoden 2022 geoteknisten tutkimuksien tulosten perusteella. Jätteen luokittelu suoritetaan joko alun perin testattujen tai kuivapainoluvuista muunnettujen tuorepainojen perusteella (Komission tiedonanto 2018/C 124/01). Taulukon 6-6 tulokset on laskettu tuorepainoa kohti.

Rikastushiekan ominaisuuksia on tarkasteltu ympäristölle vaarallisen jätteen, vaaraominaisuus HP 14, kriteerien mukaan siten, kuin Ympäristöministeriön oppaassa ”Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi – päivitetty opas 02/2019” on esitetty. Oppaan liitteessä 9 on annettu eri metalleille pitoisuusrajat ja yhteenlaskussa alin huomioitava pitoisuus (Cut-off-arvo), ks. Taulukko 6-6. **Rikastushiekka ei luokitu ympäristölle vaaralliseksi jätteeksi** vaaraominaisuuksien H410 ja H400 osalta EU 2017/997 ja EU 1357/2014 pitoisuusrajojen perusteella. Luokituksen perusteena on käytetty vuosien 2015–2024 näytteiden (36 kpl) keskiarvoja. Nikkelin keskiarvo (944 mg/kg eli 651 mg/kg tuorepainoa kohti) ylittää cut-off arvon. Mikään muun aineen pitoisuus ei ylitä cut-off arvoa, joten yhteenlaskukaavoja ei tarvitse soveltaa.

Taulukko 6-6. Magnesiittirikastushiekan ympäristövaarallisuuden arviointi asetuksen (EU) 2017/997 mukaisesti. Metalli-ionille sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat on laskettu suhteessa metalli-ionin osuuteen koko kyseisen yhdisteen moolimassasta. Rikastushiekan haitta-aineiden pitoisuudet on laskettu tuorepainoa kohti.

HP14	Pitoisuusraja (mg/kg)				Rikastushiekka keskiarvo
Alkuaine	Aquatic Acute 1, H400	Cut-off	Aquatic Chronic, H410	Cut-off	mg/kg
Sb (H411)			25 000	10 000	6,2
As	250 000	1 000	2 500	1 000	58
Cd	250 000	1 000	2 500	1 000	0,6
Co (H413)			250 000	10 000	
Co (CoO)	200 000	790	2 000	790	
Co ($CoCl_2$)	110 000	450	1 100	450	
Co ($CoSO_4$)	95 000	380	9 500	380	34
Cr (VI)	250 000	1 000	2 500	1 000	
Hg	250 000	1 000	2 500	1 000	0,2
Cu ($CuSO_4$)	100 000	400	1 000	400	6,7
Cu ($CuCl_2$)	120 000	470	12 000	4 700	
Pb	250 000	1 000	25 000	1 000	4,8
Ni ($NiSO_4$)	95 000	380	950	380	651
Ni (NiS)	150 000	600	1 500	600	
Se (H413)			250 000	1 000	6,1
Zn ($ZnCl_2$)	120 000	470	1 200	470	
Zn ($ZnSO_4$)	100 000	4 000	1 000	400	15
V (V_2O_5)			14 000	5 600	6,6

Huom. Mikäli metalli-ionille on annettu CLP-asetuksen harmonisoidussa aineluettelossa ns. geneerinen eli yleinen luokitus perustuen vaaraominaisuuksiin H400 ja H410 ja jos ei muuta mainita, se on esitetty taulukossa 6-6. Metalli-ionin yleistä luokitusta voidaan käyttää jäteluokituksessa silloin, jos muualla CLP-asetuksen aineluettelossa ei ole annettu jätteen sisältämälle metalliyhdisteelle omaa erillistä luokitusta, tai ei tiedetä minä yhdisteenä metalli-ioni esiintyy jätteessä.

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

6.2.8 Rikastushiekkanäytteiden edustavuus

Rikastushiekkanäytteiden ominaisuuksia on tutkittu vuodesta 2013 lähtien. Näytteet on otettu neljä kertaa vuodessa tarkkailuohjelman mukaisesti. Näytteet on tutkittu akkreditoidussa laboratoriossa standardien mukaisesti. Vuoden 2013 tulokset poikkeavat huomattavasti muiden vuosien tuloksista, joten sen vuoden osalta tuloksissa on epäluotettavuutta. Muuten tulokset ovat edustavia. Näytteet on otettu tuorenäytteinä putken päästä kuukausittain, ja niistä on koostettu kolmen kuukauden kokoomanäyte. Näytteenotto toteutetaan samalla tavalla jokaisella näytteenottokerralla.

6.2.9 Rikastushiekan jatkotutkimukset

Vuoden 2025 maalis-huhtikuun vaihteessa rikastushiekka-alueen välialtaan sekä rikastushiekka-altailta 1 ja 2 otettiin AFRY Finland Oy:n toimesta rikastushiekkanäytteitä. Näytteitä otettiin yhteensä seitsemästä pisteestä kairaamalla pohjamaahan asti. Näytepisteet 1–3 sijoittuvat rikastushiekka-altaalle 1, näytepisteet 4–6 rikastushiekka-altaalle 2 ja näytepiste 7 välialtaalle. Näytteitä otettiin metrin välein. Näytepisteiden syvyydet vaihtelivat näytepisteissä 9–19 metrin välillä seuraavasti: näytepisteissä 1, 2 ja 4 (1–15 m), näytepisteissä 3 ja 5 (1–19 m) sekä näytepisteessä 7 (1–9 m). Näytteenoton tavoitteena oli selvittää rikastushiekka-altaalle eri aikoina läjitettyjen rikastushiekkojen ominaisuuksien nykytilaa.



Kuva 6-3. Vuonoksen rikastushiekka-altaan vuoden 2025 tutkimuspisteet.

Rikastushiekka-altailla päällimmäisenä on Mondo Mineralsin nykyisestä toiminnasta muodostuvaa magnesiittihiekkaa, ja sen alla on aiemman toimijan (Outokumpu Oy) aikana muodostunutta rikastushiekkaa, josta tässä yhteydessä käytetään termiä sulfidirikastushiekka.

Kaikkien seitsemän näytepisteen osalta valittiin laboratorioanalyyseihin yksi näyte magnesiittihiekan ja sulfidirikastushiekan vaihettumiskerroksesta sekä yksi kokoomanäyte hapettumattomaksi oletetusta sulfidirikastushiekasta. Taulukossa 6-7 on esitetty laboratorioanalyyseihin lähetettyjen näytteiden kuvaukset ja teetetyt analyysit. Kaikista näytepisteistä on valittu näytteet, jolle tehtiin peräkkäisuutto. Lisäksi näytepisteiden 1, 4 ja 6 tummille näytteille ja näytepisteiden 2 ja 6 magnesiittihiekkanäytteille tehtiin ABA-testi. Mineralogiseen määritykseen valittiin näytepisteen 4 vaihettumiskerroksen näyte sekä sulfidirikastushiekkanäyte 12 metrin syvyydeltä. Rikastushiekkanäytteiden lisäksi rikastushiekka-alueen alapuolisesta maakerroksesta otettiin näytteet. Näistä turvenäytteistä kolmesta tehtiin typpihappohajotuksella PIMA-metallimääritykset, näytepisteistä 2, 4 ja 5. Turvetulokset on esitetty taulukossa 8-1.

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

Taulukko 6-7. Vuonna 2025 otettujen rikastushiekkanäytteiden kuvaukset, laboratorioanalyyseihin lähetettyjen näytteiden osalta. Outokumpu-yhtiön rikastushiekka on sulfidimalmin rikastamisesta syntynyttä. Vaihettumiskerroksella tarkoitetaan Mondon Mineralsin magnesiittihiekan ja em. Outokumpu-yhtiön rikastushiekan rajapintaa.

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

Näytepiste / syvyys	Näytteen kuvaus	Analyysit
NP4/ 12 m	Selkeästi hapettumaton Outokumpu Oy:n sulfidirikastushiekka	
Magnesiittihiekkanäytteet		
NP2/ 4–9 m	Magnesiittihiekasta kokoomanäyte kosteista kerroksista	ABA-testi
NP6/ 1–4 m	Magnesiittihiekasta kokoomanäyte kosteista kerroksista	
Turvenäytteet		
NP2 / 14 m	Turvenäyte	PIMA-metallit
NP4/ 14,5 m	Turvenäyte	
NP5/ 17 m	Turvenäyte	

Outokumpu Oy:n aikaisten sulfidirikastushiekkanäytteiden mineralogia on esitetty taulukossa 6-8. Näyte NP4/ 9 m edustaa rikastushiekka-altaalla olevan sulfidirikastushiekan ja nykyisen magnesiittihiekan vaihettumiskerroksesta otettua näytettä. Näyte NP4/12 m edustaa hapettumatonta sulfidirikastushiekkaa.

Vaihettumiskerroksesta otetussa näytteessä (NP4/9 m) on odotetusti enemmän magnesiittia. Magnesiitin osuus ei kuitenkaan ole aivan yhtä suuri kuin itse magnesiittihiekan, todennäköisesti siksi että vaihettumiskerroksen näytteessä on jonkin verran sulfidirikastushiekkaa. Näytteen talkkipitoisuus on hyvin lähellä magnesiittihiekan tutkittua talkkimineraaliosuutta (ks. luku 6.2.2).

Sulfidirikastushiekassa on paljon kvartsia (49 m-%) verrattuna vaihettumiskerrokseen (1 m-%). Vastaavasti pyrrotiitin osuus on 15 m-%, kun vaihettumiskerroksessa on vain 0,7 %. Magnesiitti on myös yksi pääminerаaleista, joskin sen osuus (18 m-%) on pienempi kuin vaihettumiskerroksessa. Muina mineraaleina esiintyy mm. talkkia, kloriittia, lizardiittia, andesiittia, biotiittia ja aktinoliittia sekä vähäisemmässä määrin ankeriittia, muskoviittia ja kalsiittia.

Taulukko 6-8. Rikastushiekan mineralogia (XRD) (SGS 2025a). Näyte NP4/ 9 m edustaa rikastushiekka-altaalla olevan Outokumpu Oy:n aikaisen sulfidirikastushiekan ja nykyisen magnesiittihiekan vaihettumiskerroksesta otettua näytettä. Näyte NP4/12 m edustaa hapettumatonta Outokumpu Oy:n aikaista sulfidirikastushiekkaa.

Näyte	NP4/9 m	NP4/12 m
Näytteen tiedot	**Vaihettumiskerros**	**Sulfidirikastushiekka**
Mineraali	**m-%**	**m-%**
Magnesiitti	49	18
Kvartsi	1	41
Talkki	15	3,4
Pyrrotiitti	0,7	15
Kloriitti	9,1	4,9
Lizardiitti	9,4	3,2
Ankeriitti	9,4	1,6
Aktinoliitti	4,5	3,1

Näyte	NP4/9 m	NP4/12 m
Näytteen tiedot	Vaihettumiskerros	Sulfidirikastushiekka
Mineraali	m-%	m-%
Andesiitti	1,9	5,4
Biotiitti	-	3,2
Muskoviitti	-	1,7
Kalsiitti	-	0,8
Yhteensä	100	100

Outokumpu Oy:n aikaisten sulfidirikastushiekkanäytteiden ABA-testin tulokset on esitetty taulukossa 6-9. Tutkitut näytteet, lukuun ottamatta näytettä NP4/9 m, ovat ABA-testin tulosten perusteella happoa tuottavaa, sillä sulfidisen rikin pitoisuus on kaikissa tutkituissa näytteissä yli 1 %. Lisäksi NPR-arvo, eli neutralointipotentiaalin ja hapontuottopotentiaalin suhde (NP/AP), on kaikissa näytteissä pieni.

Näyte NP4/9 m on otettu sulfidirikastushiekan ja magnesiittihiekan vaihettumiskerroksesta. Näyte poikkeaa selvästi muista tutkituista näytteistä, mikä viittaisi siihen, että näytteessä on todennäköisesti enemmän magnesiittihiekkaa kuin sulfidirikastushiekkaa. Näyte on ABA-testin tulosten perusteella happoa muodostamatonta, sillä sulfidisen rikin pitoisuus on alle 1 % ja NPR-arvo on yli 3.

Kaikkien kuuden sulfidisen rikastushiekkanäytteen rikin kokonaispitoisuuden keskiarvo on noin 5 % ja NPR-arvo 1,4 (Taulukko 6-9).

Taulukko 6-9. Outokumpu Oy:n sulfidirikastushiekkanäytteiden ABA-testin tulokset (SGS 2025b). Taulukossa käytetyt lyhenteet ovat: S kok. = rikin kokonaispitoisuus, S sulf. = sulfidisen rikin pitoisuus, C kok. = hiilen kokonaispitoisuus, NP (ylärivillä) = neutralointipotentiaali, AP = hapontuottopotentiaali, NPR = neutralointipotentiaalisuhde (NP/AP) ja NP (vasemmassa kolumnissa) = näytepiste.

	$S_{kok.}$	$S_{sulf.}$	$S_{sulf.}$ / $S_{kok.}$	$C_{kok.}$	$C_{karb.}$	$C_{ei-karb.}$	AP	NP	NPR
Näyte	%	%		%	%	%	kg $CaCO_3$/t		
NP1/11 m	4,5	4,3	0,95	3,9	0,56	3,3	130	39	0,3
NP1/12–13 m	6,5	6,4	0,98	3,6	1,6	2	200	40	0,2
NP4/9 m	0,48	0,4	0,83	7,2	1,3	5,9	13	96	7,7
NP4/10–14 m	8,1	8	0,98	3	1,3	1,6	250	41	0,16
NP6/5 m	8,8	8,7	0,98	1,6	0,75	0,8	250	16	0,06
NP6/6–15 m	2,8	2,4	0,87	0,87	0,6	0,28	75	2,2	0,03

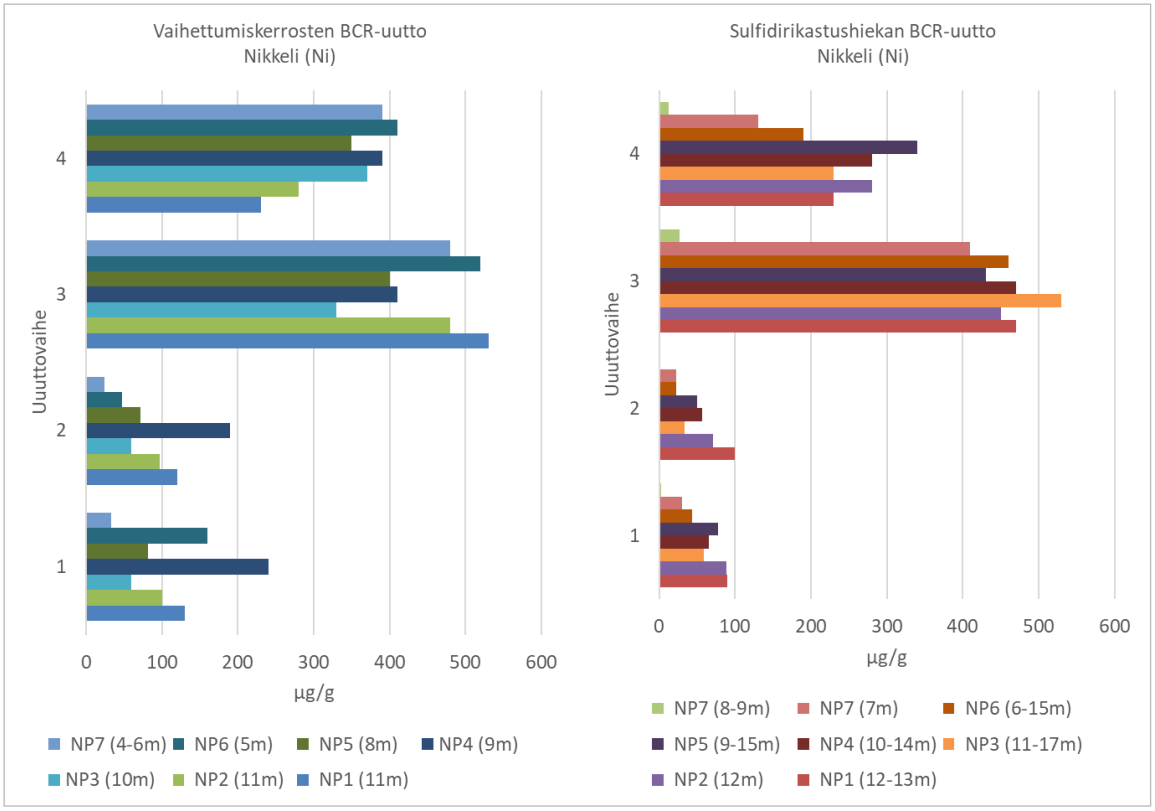
Rikastushiekkanäytteiden BCR-peräkkäisuuttokokeen tulokset nikkelin, sinkin, rikin ja kuparin osalta on esitetty kuvissa 6-4…6-7. Kuvissa vasemmalla (sinivihreällä) on esitetty rikastushiekka-altaan vaihettumiskerroksesta otettujen näytteiden tulokset ja oikealla (punertavalla) sulfidirikastushiekan tulokset. Kuvaajista nähdään, että liukenemisen jaottuminen eri uuttovaiheisiin on hyvin samanlainen niin vaihettumiskerroksen näytteissä kuin sulfidirikastushiekkanäytteissä. Liukeneminen on hyvin pientä kaikkien aineiden kohdalla uuton kahdessa ensimmäisessä vaiheessa, joissa liuotetaan karbonaatteihin ja oksideihin sitoutuneet aineet. Kaiken kaikkiaan tulosten perusteella voidaan todeta, että

nikkeli, sinkki, rikki ja kupari esiintyvät ainakin pääosin samassa muodossa vaihettumiskerroksessa ja sulfidirikastushiekassa.

Nikkeliä liukenee eniten uuton kolmannessa vaiheessa eli vetyperoksidiuutossa, jossa uutetaan sulfideihin sitoutuneet metallit. Liukeneminen on suurta myös 4. uuttovaiheessa eli kuningasvesiuutossa. Vetyperoksidi hapettaa kemiallisesti helposti hapettuvat sulfidit, kun taas kuningasvesi hajottaa myös rakenteellisesti stabiilit sulfidimineraalit.

Osa rikistä liukenee 3. uuttovaiheessa, mutta suurempi osa vasta kuningasvesiuutossa. Sinkkiä liukenee sulfidirikastushiekasta eniten 3. uuttovaiheessa. 4. uuttovaiheessa sinkkiä liukenee noin puolet verrattuna 3. uuttovaiheeseen. Vaihettumiskerroksessa sinkin liukeneminen tapahtuu toisinpäin eli 4. uuttovaiheessa liukeneminen on suurempaa kuin 3. uuttovaiheessa. Kuparin liukenemisessa ei sulfidirikastushiekassa ole merkittävää eroa 3. ja 4. uuttovaiheen välillä. Vaihettumiskerroksessa kuparin liukeneminen on suurinta 4. uuttovaiheessa.

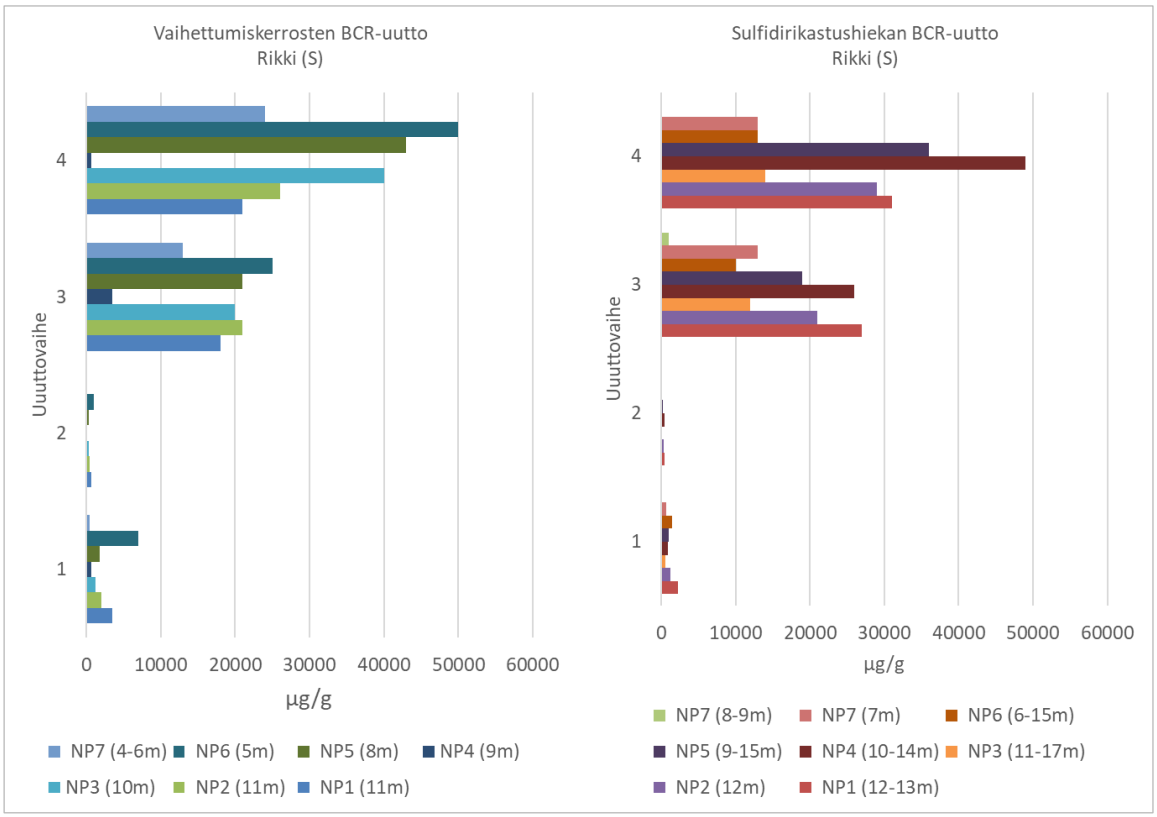
Rikastushiekan BCR-peräkkäisuuton tulokset on esitetty kokonaisuudessaan jätehuoltosuunnitelman liitteessä 6.



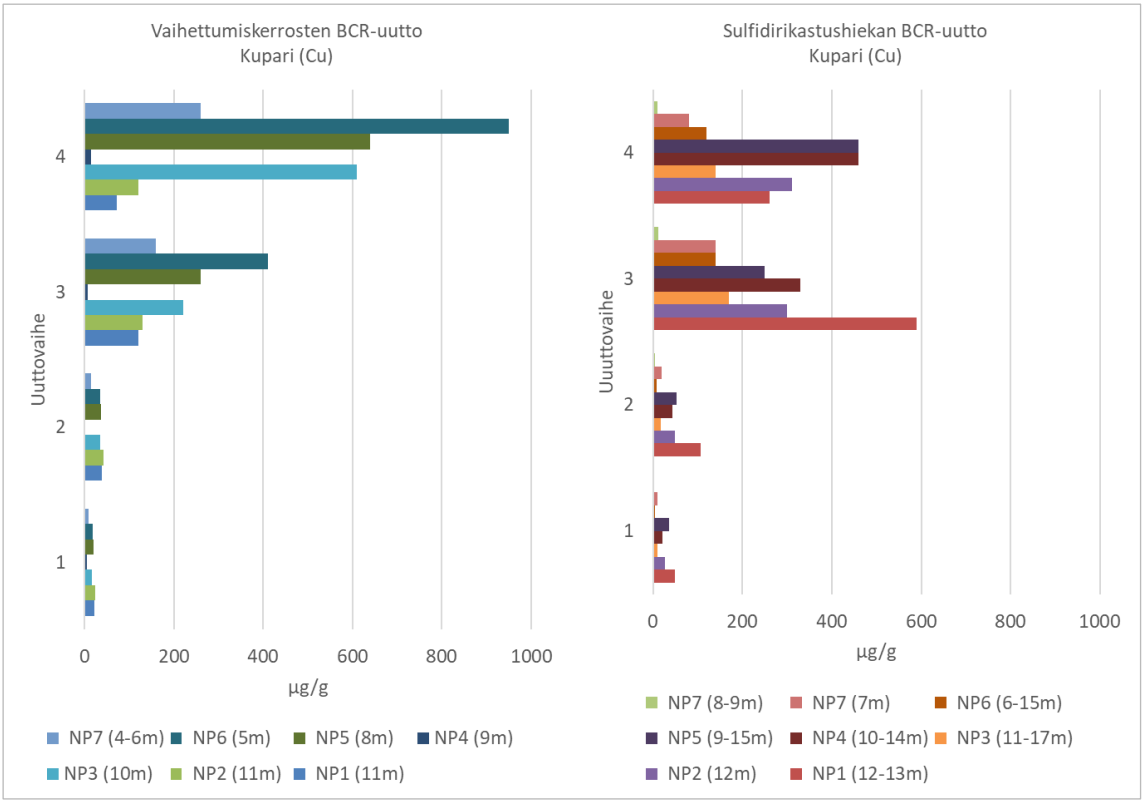
Kuva 6-4. Liuenneen nikkelin määrä BCR-peräkkäisuuton eri uuttovaiheissa vaihettumiskerroksesta otetuissa näytteissä (vas.) ja sulfidirikastushiekkanäytteissä (oik.) (SGS 2025c).



Kuva 6-5. Liuenneen sinkin määrä BCR-peräkkäisuuton eri uuttovaiheissa vaihettumiskerroksesta otetuissa näytteissä (vas.) ja sulfidirikastushiekkanäytteissä (oik.) (SGS 2025c).



Kuva 6-6. Liuenneen rikin määrä BCR-peräkkäisuuton eri uuttovaiheissa vaihettumiskerroksesta otetuissa näytteissä (vas.) ja sulfidirikastushiekkanäytteissä (oik.) (SGS 2025c).



Kuva 6-7. Liuenneen kuparin määrä BCR-peräkkäisuuton eri uuttovaiheissa vaihettumiskerroksesta otetuissa näytteissä (vas.) ja sulfidirikastushiekkanäytteissä (oik.) (SGS 2025c).

6.3 Nikkelilaitoksen rikastusjäte (ferriarsenaattisakka)

6.3.1 Nikkelilaitoksen rikastusjätteen geokemialliset ominaisuudet

Nikkelilaitoksen rikastusjätteen (ferriarsenaatti) metalli- ja metalloidipitoisuudet esitetään taulukossa 6-10, jossa niitä verrataan PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) kynnys- ja ohjearvoihin. Tuloksia käytetään kaivannaisjätteen pysyväksi luokittelussa VNA 190/2013 (liite 1) mukaisesti. Nikkelin, arseenin ja antimonin pitoisuudet ylittävät selkeästi ylemmän ohjearvon ja koboltin pitoisuus alemman ohjearvon eli näiden perusteella ferriarsenaattia ei voida luokitella pysyväksi kaivannaisjätteeksi. Lisäksi kuparin osalta ylittyy yhden näytteen osalta alempi ohjearvo.

Vuosina 2016–2018 kaivoksen omavalvonnassa tutkittiin taulukossa 6-11 esitetyt alkuaineet (As, Co, Ni, Mg, Ca, Fe, S ja C). Myös näissä tuloksissa arseenin, koboltin ja nikkelin tulokset ovat koholla. Lisäksi tuloksista havaitaan nikkelilaitoksen rikastusjätteen korkea rikkipitoisuus.

Taulukko 6-10. Nikkelilaitoksen rikastusjätteen (ferriarsenaatti) kuningasvesiliukoiset metalli- ja metalloidipitoisuudet sekä PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) mukaiset kynnys- ja ohjearvot (mg/kg). Lähdedokumentissa ei mainita määritysmenetelmää. (Elementis 2023)

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
Kynnysarvo	5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Alempi ohjearvo	50	10	100	200	150	2	100	200	10	150	250
Ylempi ohjearvo	100	20	250	300	200	5	150	750	50	250	400
2016	7 850	0,04	168	58	61	0,05	4 520	16	939	3,2	19
2018 (sakeutin)	7 800	<0,1	150	30	87	<0,1	4 000	26	760	<2,2	50
2018 (tuotanto)	3 800	0,03	510	16	190	<0,1	14 000	10	120	<2,2	110

Taulukko 6-11. Nikkelilaitoksen rikastusjätteen omavalvonnassa vuosina 2016–2018 tutkitut alkuaineiden kokonaispitoisuudet, sekä PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) mukaiset kynnys- ja ohjearvot (mg/kg). Lähdedokumentissa ei mainita määritysmenetelmää. (Elementis 2023)

Tunnus	Metallit							
	As	Co	Ni	Mg	Ca	Fe	S	C
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Kynnysarvo	5	20	50	-	-	-	-	-
Alempi ohjearvo	50	100	100	-	-	-	-	-
Ylempi ohjearvo	100	250	150	-	-	-	-	-
Keskiarvo	6 600	410	10 000	7 100	100 000	180 000	120 000	6 700
Minimi	3 800	70	5 500	2 500	73 000	140 000	99 000	4 500
Maksimi	13 000	900	23 000	24 000	150 000	240 000	140 000	19 000

6.3.2 Liukoisuusominaisuudet sekä arvio pitkäaikaiskäyttäytymisestä

Nikkelilaitoksen rikastusjätteen (ferriarsenaatti) liukoisuudet esitetään taulukossa 6-12. Lähdetiedoissa ei mainita analyysimenetelmää, mutta oletuksena on, että se on 2-vaiheinen ravistelutesti (L/S 10). Antimonin pitoisuus ylittää pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvon (VNA 331/2013), sulfaatin pitoisuus vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvon ja nikkelin pitoisuus vaarallisen jätteen raja-arvon.

Taulukko 6-12. Nikkelilaitoksen rikastusjätteen (ferriarsenaatti) liukoisuustestauksen tulokset (L/S 10, menetelmää ei mainita lähdetiedoissa), sekä vertailu kaatopaikka-asetuksen (VNA 331/2013) raja-arvoihin. (Elementis 2023)

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

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

6.3.3 Nikkelilaitoksen rikastusjätteen radiologiset ominaisuudet

Nikkelilaitoksen rikastusjätteen radionuklidien aktiivisuuspitoisuuksia on tutkittu vuoden 2025 lopussa. STUK:in ohjeistuksen (STUK 2021) mukaisesti vapautusraja on 1000 Bq/kg kunkin radionuklidin osalta eli mikään aktiivisuuspitoisuus erikseen ei saa ylittää tuota raja-arvoa. Tulokset on esitetty taulukossa 6-5. Minkään radionuklidin aktiivisuuspitoisuus ei ylittänyt vapautusrajaa 1000 Bq/kg.

Taulukko 6-13. Rikastushiekan radionuklidien aktiivisuuspitoisuudet (STUK 2025).

Nuklidi	Aktiivisuuspitoisuus	Yksikkö
K-40	67,6 ± 8,0	Bq/kg
Th-228	1,7 ± 0,2	Bq/kg
Ra-228	1,7 ± 0,4	Bq/kg
Ra-226	5,3 ± 0,6	Bq/kg
Pa-234m	<28,7	Bq/kg
Pb-210	2,4 ± 1,2	Bq/kg

6.3.4 Nikkelilaitoksen rikastusjätteen vaaraominaisuuksien arviointi

Nikkelilaitoksen rikastusjätteen ympäristövaarallisuutta on arvioitu asetuksen (EU) 2017/997 mukaisesti (Taulukko 6-14). Rikastusjätteen pitoisuuksissa on huomioitu

keskimääräinen kosteus 64 m-%, vuoden 2019 jätehuoltosuunnitelmassa ilmoitettujen vesipitoisuuksien perusteella. Jätteen luokittelu suoritetaan joko alun perin testattujen tai kuivapainoluvuista muunnettujen tuorepainojen perusteella (Komission tiedonanto 2018/C 124/01). Taulukon (Taulukko 6-14) tulokset on laskettu tuorepainoa kohti.

Nikkelilaitoksen rikastusjätteen ominaisuuksia on tarkasteltu ympäristövaarallisen jätteen, vaaraominaisuus HP 14, kriteerien mukaan siten, kuin Ympäristöministeriön oppaassa ”Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi – päivitetty opas 02/2019” on esitetty. Oppaan liitteessä 9 on annettu eri metalleille pitoisuusrajat ja yhteenlaskussa alin huomioitava pitoisuus (Cut-off-arvo), ks. Taulukko 6-14. Luokituksen perusteena on vuosien 2016 ja 2018 näytteiden (3 kpl) keskiarvo. Arseenin ja nikkelin pitoisuudet läjityskosteuteen muunnettuna ylittävät vaaraominaisuudelle H400 annetut cut-off -arvot. Yhteenlaskun tulos (As 2334 mg/kg +Ni 2702 mg/kg = 5036 mg/kg eli 0,5 %) alittaa selvästi vaaraominaisuudelle H400 asetetun rajan ≥25 %. Tarkasteltaessa vaaraominaisuutta H410 todetaan nikkelin pitoisuuden läjityskosteuteen muunnettuna ylittävän raja-arvon joten **nikkelilaitoksen rikastusjäte luokittuu ympäristölle vaaralliseksi jätteeksi, (HP14 H410)** EU 2017/997 ja EU 1357/2014 pitoisuusrajojen perusteella.

Taulukko 6-14. Nikkelilaitoksen rikastusjätteen ympäristövaarallisuuden arviointi asetuksen (EU) 2017/997 mukaisesti. Metalli-ionille sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat on laskettu suhteessa metalli-ionin osuuteen koko kyseisen yhdisteen moolimassasta. Nikkelilaitoksen rikastusjätteen haitta-aineiden pitoisuudet on laskettu tuorepainoa kohti.

HP14	Pitoisuusraja (mg/kg)				Rikastushiekka keskiarvo
Alkuaine	Aquatic Acute 1, H400	Cut-off	Aquatic Chronic, H410	Cut-off	mg/kg
Sb (H411)			25 000	10 000	218
As	250 000	1 000	2 500	1 000	2 334
Cd	250 000	1 000	2 500	1 000	0,02
Co (H413)			250 000	10 000	
Co (CoO)	200 000	790	2 000	790	
Co ($CoCl_2$)	110 000	450	1 100	450	
Co ($CoSO_4$)	95 000	380	9 500	380	99
Cr (VI)	250 000	1 000	2 500	1 000	
Hg	250 000	1 000	2 500	1 000	0,03
Cu ($CuSO_4$)	100 000	400	1 000	400	41
Cu ($CuCl_2$)	120 000	470	12 000	4 700	
Pb	250 000	1 000	25 000	1 000	6,2
Ni ($NiSO_4$)	95 000	380	950	380	2702
Ni (NiS)	150 000	600	1 500	600	
Se (H413)			250 000	1 000	
Zn ($ZnCl_2$)	120 000	470	1 200	470	
Zn ($ZnSO_4$)	100 000	4 000	1 000	400	21
V (V_2O_5)			14 000	5 600	0,9

Huom. Mikäli metalli-ionille on annettu CLP-asetuksen harmonisoidussa aineluettelossa ns. geneerinen eli yleinen luokitus perustuen vaaraominaisuuksiin H400 ja H410 ja jos ei

muuta mainita, se on esitetty taulukossa (Taulukko 6-6). Metalli-ionin yleistä luokitusta voidaan käyttää jäteluokituksessa silloin, jos muualla CLP-asetuksen aineluettelossa ei ole annettu jätteen sisältämälle metalliyhdisteelle omaa erillistä luokitusta, tai ei tiedetä minä yhdisteenä metalli-ioni esiintyy jätteessä.

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

6.4 Neutralointisakka

Rikastushiekan varastoalueelle sijoitetun neutralointisakan (ks. luku 5.4) tarkkailutulosten perusteella altaille johdettu liete koostui pääasiassa rauta- ja kipsiyhdisteistä sekä sisälsi muun muassa magnesiumia, rautaa, nikkeliä ja arseenia. Sakan laatu vaihteli vaihtelevien prosessiolosuhteiden vuoksi varsin voimakkaasti. Sakan mineralogisten analyysien mukaan sakka koostui pääosin kipsistä sekä raudan erilaisista happea, vettä, hydroksidia ja sulfaattia sisältävistä yhdisteistä. Arseeni oli sitoutunut raudan oksihydroksideihin ja oksihydroksisulfaatteihin.

Suotovesiin ei ole havaittu liukenevan suuria määriä arseenia. Valtaosa arseenista on hapettuneena viiden arvoiseksi.

Tarkkailutulosten perusteella on arvioitu, että koetoiminta-altaiden loppusijoittaminen nykyiselle sijainnilleen rikastushiekka-allas 1:n (rikastushiekan rikastushiekka-allas 1) yhteyteen ei vaikuta merkittävästi allasalueella muodostuvien suotovesien laatuun. (ISAVI/9747/2021)

7 Kaivannaisjätteiden luokitus

7.1 Luokitus kaivannaisjäteasetuksen mukaan

Kaivannaisjäteasetuksen (190/2013) liitteessä 1 määritellään, milloin kaivannaisjäte voidaan luokitella pysyväksi jätteeksi. Määrittelyssä tulee huomioida asetuksen liitteen 3 mukaisesti kerätty aineisto. Kaivannaisjäteasetuksen 190/2013 liitteessä 3 on eritelty perusteet jätteen ominaisuuksien määrittelylle sekä määrittelyä koskevien tietojen kokoamiselle. Sen mukaan jätteen ominaisuuksien määrittelyssä tulee huomioida kaivostoiminta (esitetty luvussa 3), hyödynnettävän esiintymän geologiset tiedot (esitetty luvussa 4.1), jätteen laji ja sen suunniteltu hyödyntäminen ja loppukäsittely (esitetty luvuissa 5 ja 8), jätteen geotekninen käyttäytyminen sekä jätteen geokemialliset ominaisuudet ja käyttäytyminen (esitetty luvussa 6).

Kaivannaisjäteasetuksen (190/2013) liitteessä 1 määritellään, milloin kaivannaisjäte voidaan luokitella pysyväksi jätteeksi. Näin on, jos seuraavat ehdot täyttyvät:

- Jäte ei hajoa eikä liukene tai muuten muutu merkittävästi siten, että siitä voi aiheutua vaaraa tai haittaa ympäristölle ja ihmisten terveydelle.

- Jätteen sulfidirikkipitoisuus on enintään 0,1 % tai sulfidirikkipitoisuus on enintään 1 % ja neutralointipotentiaalisuhde määriteltynä neutralointipotentiaalin ja hapontuottopotentiaalin välisenä suhteena testimenetelmän SFS-EN 15875 staattisen testin perusteella on suurempi kuin 3.
- Jätteestä ei aiheudu itsesyttymisen vaaraa eikä se pala.
- Jätteen ja siitä erottuvan hienoaineksen sisältämien ympäristölle tai ihmisen terveydelle mahdollisesti haitallisten aineiden (erityisesti arseeni, kadmium, koboltti, kromi, kupari, elohopea, molybdeeni, nikkeli, lyijy, vanadiini ja sinkki) pitoisuudet jätteessä ovat riittävän alhaiset siten, että niistä aiheutuva vaara ympäristölle ja terveydelle on merkityksetön sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä;

  mainittujen aineiden pitoisuuksia pidetään riittävän alhaisina ja niistä ympäristölle tai terveydelle aiheutuvaa vaaraa merkityksettömänä, jos ne eivät ylitä maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista annetussa valtioneuvoston asetuksessa (214/2007) tarkoitettuja arviointia edellyttäviä kynnysarvoja tai alueen ympäristön maaperän taustapitoisuuksia;
- Jäte ei käytännössä sisällä louhinnassa tai rikastuksessa käytettyjä haitallisia aineita, jotka voivat aiheuttaa haittaa ympäristölle tai ihmisen terveydelle.

Jos jäte ei sisällä sulfidista rikkiä tai sen sulfidisen rikin kokonaispitoisuus on alle 0,1 % eivätkä jätteen haitta-aineiden happoliukoiset pitoisuudet ylitä valtioneuvoston asetuksessa maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistamistarpeen arvioinnista (PIMA-asetus; 214/2007) määrättyjä tai alueen ympäristön maaperän taustapitoisuuksia, luokitellaan materiaali pysyväksi jätteeksi. Näistä jätejakeista ei tarvitse tehdä hapontuottomääritystä tai muita kemian lisäanalyysejä, elleivät ne sisällä geologisen alkuperän perusteella rapautumisherkkiä, haitallisia alkuaineita sisältäviä suolamineraaleja tai muita potentiaalisesti haitallisia aineita, joita on jäänyt jätejakeeseen malmin prosessoinnissa.

Jätteistä, joiden sulfidisen rikin kokonaispitoisuus ylittää 0,1 %, määritetään lisäksi hapontuottokyky ja neutralointiominaisuudet. Lisäksi tämän jäteryhmän kivi- ja mineraaliaineksista tunnistetaan neutraloivat mineraalit, karbonaattimineraalit ja Mg–Ca–valtaiset silikaatit, ja niiden määrät. Kaivannaisjäteasetuksen liitteen 1 mukaan pysyväksi jätteeksi voidaan luokitella myös sulfidipitoinen, haitta-aineita sisältämätön jäte, jossa sulfidisen rikin kokonaispitoisuus on alle 1 % ja jätteen neutralointi- (NP) ja hapontuottopotentiaalien (AP) suhde on yli kolme.

Jätettä voidaan pitää pysyvänä jätteenä ilman erityistä testausta, jos toimivaltaiselle viranomaiselle saatavilla olevien tietojen tai käytettävissä olevien menettelyjen tai järjestelmien perusteella luotettavasti osoitetaan, että edellä mainitut perusteet on otettu riittävästi huomioon ja että perusteet täyttyvät.

7.2 Luokittelu jäteluettelon mukaan

Kaivannaisjäteasetuksen 190/2013 liitteen 3 kohdan a. 1. c) mukaan kaivannaisjätteen ominaisuuksien määrittelyssä tulee huomioida:

A. Jätteen ominaisuuksien määrittely
1. Jätteen ominaisuuksien määrittelyn on perustuttava seuraaviin tietoihin:
c) Jätteen laji ja sen suunniteltu hyödyntäminen tai loppukäsittely:
- jätteen luokittelu jätteistä annetun valtioneuvoston asetuksen (978/2021) 4 §:ssä tarkoitetun jäteluettelon mukaisesti, mukaan lukien mainitun asetuksen 3 §:n mukaiset jätteen vaaraominaisuudet

Jätteiden luokitteluperusteet on esitetty jätelaissa (646/2011) ja -asetuksessa (978/2021; voimaan 1.12.2012) sekä valtioneuvoston asetuksessa kaivannaisjätteistä (190/2013). Jätelain laaja uudistus sekä lait ympäristönsuojelulain, kemikaalilain, rikoslain ja elintarvikelain muuttamiseksi tulivat voimaan 19.7.2021. Jäteasetus, pakkausjäteasetus ja muut jätelakia täydentävät asetusmuutokset, kuten Valtioneuvosten asetus kaatopaikoista (331/2013) tulivat voimaan 1.12.2021. Jätelain (646/2011) 6 §:n (714/2021) mukaan aiemmin käytetty termi tavanomainen jäte on tällä hetkellä voimassa olevien säädösten mukaisesti vaaratonta jätettä. Kaivosjätteelle kuitenkin käytetään tässä tarkoituksessa termiä ei-vaarallinen jäte, mikä vastaa jätelain (646/2011) mukaista vaaratonta jätettä (TEM 2021).

Huom. Valtioneuvoston asetus 179/2012 Jätteistä on kumottu 1.12.2021 voimaantulleella Valtioneuvoston asetuksella 978/2021 jätteistä. Em. taulukon viittaukset kohdistuvat tähän uuteen säädökseen.

7.3 Jätteen vaaraominaisuuksien arviointi

Jätteiden luokittelu vaaralliseksi tai ei-vaaralliseksi jätteeksi perustuu EU:n kemikaalilainsäädännön mukaisiin aineiden luokituksiin vaarallisiksi. Jätedirektiivin liitteessä III on lueteltu ominaisuudet, jotka tekevät jätteistä vaarallisia. Jäte on vaarallista, jos sillä on yksikin komission asetuksessa määritelty vaaraominaisuus.

Vaaraominaisuusluokkia ovat:

- HP 1 Räjähtävä
- HP 2 Hapettava
- HP 3 Syttyvä
- HP 4 Ärsyttävä
- HP 5 Elinkohtainen myrkyllisyys
- HP 6 Välitön myrkyllisyys
- HP 7 Syöpää aiheuttava
- HP 8 Syövyttävä Jätteet, jotka voivat aiheuttaa ihon syöpymistä
- HP 9 Tartuntavaarallinen
- HP 10 Lisääntymiselle vaarallinen
- HP 11 Perimää vaurioittava
- HP 12 Välittömästi myrkyllistä kaasua vapauttava,
- HP 13 Herkistävä
- HP 14 Ympäristölle vaarallinen
- HP 15 Jätteet, joilla voi olla jokin edellä luetelluista vaarallisista ominaisuuksista, jota alkuperäisellä jätteellä ei suoranaisesti ollut.

Jätteen luokittelemiseksi vaaralliseksi tai vaarattomaksi ei aina ole välttämätöntä arvioida kaikkia vaaraominaisuuksia, koska jo yksi vaaraominaisuus tekee jätteestä vaarallista jätettä. Jätteen turvallista kuljetusta ja käsittelyä varten on kuitenkin tarpeen olla tietoinen kaikista jätteen vaarallisista ominaisuuksista. Vaaraominaisuuksien laajempi arviointi voi olla tarpeen myös esimerkiksi silloin, kun jätteen luokitus on epäselvä, jätteen luokitus on selvillä, mutta on jokin erityinen syy olettaa, että luokitus on väärä, epäillään jätteen sisältävän aineita, jotka voivat aiheuttaa sille jätedirektiivin liitteessä III mainittuja ominaisuuksia, tai jätteen jäteluettelon (978/2021, liite 3) sekä valtioneuvoston asetuksessa kaivannaisjätteistä (190/2013) mukaisesta luokituksesta halutaan poiketa.

Vaaraominaisuuksien arvioinnissa keskeisellä sijalla on EU:n kemikaalilainsäädännön mukainen kemikaalien luokittelu vaarallisiksi aineiksi. Kemikaalien luokitteluperusteista on säännelty EU:n CLP-asetuksessa (Euroopan parlamentin ja neuvoston kemikaalien luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista koskeva asetus 1272/2008). CLP-asetuksen liitteessä VI annetaan tietyille vaarallisille aineille yhdenmukaistettu luokitus. Jos kemikaalille ei ole olemassa harmonisoitua luokitusta liitteessä VI, voi luokitustietoja saada EU:n kemikaaliviraston (ECHA) ylläpitämästä Classification- and Labelling–tietokannasta (C&L Inventory). Komission asetuksen 1357/2014 mukaisesti ei-pysyväksi todettu jäte voidaan luokitella edelleen vaaralliseksi jätteeksi CLP-asetuksen kemikaaliluokituksen pohjalta. Lisätietoja luokittelusta vaaralliseksi jätteeksi löytyy Ympäristöministeriön (2019) oppaasta.

7.4 Rikastushiekan luokittelu

Tässä käsitellään Mondo Mineralsin toiminnasta muodostunutta Vuonoksen rikastushiekan (magnesiittihiekka) ja aiemmasta toiminnasta muodostunutta sulfidirikastushiekan luokittelua.

Voimassa olevan luvan (nro 11/2020, ISAVI/3914/2019) mukaisesti toiminnassa muodostuvan rikastushiekan jäteluettelon nimikkeen numero on 01 04 12 ja ominaisuuksiltaan rikastushiekka on luokiteltavissa mineraalivarojen rikastuksessa syntyväksi tavanomaiseksi jätteeksi.

Tähän jätehuoltosuunnitelmaan tehdyn tarkastelun perusteella, jäteasetuksen 978/2021 liitteen 3 jäteluettelon mukaisesti, magnesiittirikastushiekka luokitellaan edelleen ylempään luokkaan 01 04 ”muiden kuin metallimineraalien fysikaalisessa ja kemiallisessa käsittelyssä syntyvät jätteet” sekä edelleen tarkemmin **luokkaan 01 04 12** ”muut kuin nimikkeissä 01 04 07* ja 01 04 11 mainitut mineraalien pesussa ja puhdistuksessa syntyvät rikastushiekat ja jätteet”. Lisäksi luvussa 6.2.7 esitetyn vaaraominaisuuksien tarkastelun perusteella **rikastushiekka ei luokitu ympäristölle vaaralliseksi jätteeksi.**

Sulfidisen rikastushiekan on todettu olevan happoa tuottavaa luvussa 6.2.9 kuvattujen ABA-testitulosten perusteella. Tätä osoittavat myös sulfidisen rikin kokonaispitoisuuden vaihtelu 2,4–8,7 % välillä (ka 5 näytettä 6 %). Sulfidinen rikastushiekka luokittuu happoa muodostavana rikastushiekkana jäteluettelon mukaiseen **luokkaan 010304*** ”sulfidimalmin käsittelyssä syntyvät happoa muodostavat rikastushiekat”, joka on vaarallisen jätteen luokka. Jäteluettelossa tähdellä (*) merkittyihin nimikkeisiin kuuluvat jätteet ovat vaarallisia jätteitä. Koska **sulfidinen rikastushiekka luokittuu vaaralliseksi jätteeksi**, ei jätteelle ole tarpeen tehdä vaaraominaisuuksien arviointia.

BCR-uutossa liuenneiden metallipitoisuuksien perusteella on kuitenkin nähtävissä, että sulfidisen rikastushiekan kuparin, sinkin ja nikkelin pitoisuudet ylittävät ylemmät PIMA-ohjearvot ja vaarallisen jätteen pitoisuusrajan (H14, H410).

Taulukko 7-1. Rikastushiekan jäteluokittelun yhteenveto.

Kaivannaisjäte	Haponmuodos-tuspotentiaali (ABA, NPR)	Kaivannaisjätteen luokittelu (VNA 190/2013, liite 1)	Vaara-ominaisuudet (EU 1357/2014, EU 2017/997)	Jäteluettelon nimike (VNA 978/2021, liite 3)
Rikastushiekka (magnesiittihiekka)	Ei-happoa tuottava	Ei pysyvä	ei vaaraominaisuutta	01 04 12 010304*
Rikastushiekka (sulfidihiekka)	Happoa tuottava	Ei pysyvä	ympäristölle vaarallinen (HP14 H410)	

7.5 Nikkelilaitoksen rikastusjätteen luokittelu

Voimassa olevan luvan (nro 11/2020, ISAVI/3914/2019) mukaisesti rikastusjätteen jäteluettelon nimikkeen numero on 01 04 07* ja ominaisuuksiltaan rikastusjäte on luokiteltavissa siten vaaralliseksi jätteeksi.

Tähän jätehuoltosuunnitelmaan tehdyn tarkastelun perusteella nikkelilaitoksen rikastusjäte luokitellaan edelleen valtioneuvoston jätteistä antaman asetuksen (jäteasetus, VNA 978/2021, liite 3) mukaisesti luokkaan 01 04 07* (muiden kuin metallimineraalien fysikaalisessa ja kemiallisessa käsittelyssä syntyvää jätettä, joka sisältää vaarallisia aineita). Lisäksi luvussa 6.3.3 esitetyn vaaraominaisuuksien tarkastelun perusteella **nikkelilaitoksen rikastusjäte luokittuu ympäristölle vaaralliseksi jätteeksi.**

Taulukko 7-2. Nikkelilaitoksen rikastusjätteen jäteluokittelun yhteenveto.

Kaivannaisjäte	Haponmuodos-tuspotentiaali (ABA, NPR)	Kaivannaisjätteen luokittelu (VNA 190/2013, liite 1)	Vaara-ominaisuudet (EU 1357/2014, EU 2017/997)	Jäteluettelon nimike (VNA 978/2021, liite 3)
Nikkelilaitoksen rikastusjäte (neutraloimaton jätejae)	Kok. S >1%, (sulfidisen rikin pitoisuutta tai NPR ei tutkittu)	Ei pysyvä	Ympäristölle vaarallinen (HP14 H410 mukaan)	01 04 07*

7.6 Yhteenveto

Vuonoksen rikastamon kaivannaisjätteiden luokittelu on koottu taulukkoon 7-3. Luokittelu perustuu kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013, liite 1) ja jäteasetuksen (VNA 978/2021, 3§ ja liite 3) mukaiseen tarkasteluun. Lisäksi taulukossa on esitetty jätelajien muut keskeiset luokitukseen vaikuttaneet ominaisuudet.

Taulukko 7-3. Kaivannaisjätteiden luokittelu jätejakeiden ominaisuuksien mukaisesti.

Kaivannaisjäte	Hapon-muodostus-potentiaali (ABA/NAG)	Rikki-pitoi-suus (ka. %)	NPR-luku	Alku-aineiden kok.pit. yli VNA 214/2007 kynnys-arvon	Kaivan-naisjät-teen luokittelu	Vaaraomi-naisuudet	Jäte-luettelon nimike
Rikastushiekka (magnesiitti-hiekka)	Ei happoa tuottava	0,8-1,6	0,6-4,1	As, Cd**, Co, Cr, Hg**, Ni, Pb*, Sb*	Ei pysyvä	Vaaraton	01 04 12
Rikastushiekka (sulfidirikastus-hiekka)	Happoa tuottava	2,8-8,8	0,03-7,7	Ni, Zn	Ei pysyvä	Ympäristölle vaarallinen (HP14 H410)	010304*
Nikkelilaitoksen rikastusjäte	Mahdollisesti happoa tuottava	9,9-14 ***	-	As, Co, Cu, Ni, Sb	Ei pysyvä	Ympäristölle vaarallinen (HP 14 H410)	01 04 07*

** Pb ja Sb pitoisuudet ylittivät kynnysarvon vain v. 2013*
*** Cd viimeisin ylitys v. 2021 ja Hg osalta v. 2022*
**** Rikkipitoisuudet omavalvontatuloksista*

8 Kaivannaisjätteiden jätealueet

Kaivannaisjäteasetuksen 4 § kohtien 2) ja 3) sekä liitteen 3 kohdan a. 1. c) mukaan kaivannaisjätealueiden kuvauksessa tulee huomioida seuraavaa:

2) kuvaus jätteen hyödyntämisestä ja loppukäsittelystä sekä tiedot kaivannaisjätteen hyödyntämisestä tyhjässä kaivoksessa tai louhoksessa
3) selvitys kaivannaisjätteen jätealueesta ja sen ympäristöstä sekä jätealueen luokituksesta suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi tai muuksi kaivannaisjätteen jätealueeksi
A. Jätteen ominaisuuksien määrittely
1. Jätteen ominaisuuksien määrittelyn on perustuttava seuraaviin tietoihin:
c) Jätteen laji ja sen suunniteltu hyödyntäminen ja loppukäsittely
   – suunnitellun jätealueen tyyppi, sijoitettavan jätteen lopullinen muoto ja menetelmä, jolla jäte sijoitetaan alueelle

8.1 Kaivannaisjätteen jätealueen määritelmä

Kaivannaisjäteasetuksen mukaan kaivannaisjätteen jätealueella tarkoitetaan tuotantopaikan yhteydessä olevaa aluetta, johon sijoitetaan siinä syntyvää kiinteää, lietemäistä tai nestemäistä kaivannaisjätettä. Suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavalla kaivannaisjätteen jätealueella tarkoitetaan jätealuetta, josta voi virheellisen toiminnan tai rakenteellisen vakauden tai siihen sijoitetun vaarallisen jätteen määrän tai ympäristölle tai terveydelle vaarallisten kemikaalien vuoksi aiheutua merkittävää vaaraa ihmisten terveydelle, omaisuudelle tai ympäristölle. Kaivannaisjätteen luokittelusta suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi jätealueeksi säädetään

kaivannaisjäteasetuksen 190/2013 liitteessä 2. Kaivannaisjätealueiden tarkastelu suuronnettomuuden vaaran kannalta on esitetty luvussa 13.2.

Kaivannaisjätteen jätealueena ei asetuksen mukaan kuitenkaan pidetä aluetta, joka ei ole suuronnettomuuden vaaraa aiheuttava ja johon sijoitetaan alle kolmeksi vuodeksi pilaantumatonta maa-ainesta, pysyvää jätettä tai etsinnässä tai turvetuotannon yhteydessä syntyvää kaivannaisjätettä, joka ei ole vaarallista jätettä, taikka alle vuodeksi muuta kuin edellä mainittua kaivannaisjätettä, joka ei ole vaarallista jätettä. Hyötykäyttöön louhittavan kiviaineksen varastoalue ei ole kaivannaisjätealue, kun kiviainesta varastoidaan väliaikaisesti ennen hyödyntämistä.

8.2 Rikastushiekka-alue

Vuonoksen tehtaiden nykyinen rikastushiekka-alue on Outokumpu Oy:n vuonna 1971 rakentama. Outokumpu Oy käytti rikastushiekka-aluetta vuoteen 1986 asti, minkä jälkeen Mondo Mineralsin talkintuotannosta syntyvä magnesiittihiekka on sijoitettu rikastushiekka-alueelle aiemmin läjitetyn rikastushiekan päälle. Rikastushiekka-alueelle on läjitetty vuosina 1986–2025 magnesiitti-rikastushiekkaa ja nikkelilaitoksen rikastusjätettä yhteensä noin 11,5 Mt. Rikastushiekka-alueelle läjitetty vuosittainen magnesiittihiekan määrä vuosina 2003–2024 on esitetty taulukossa 3-3.

Outokumpu Oy:n aikana rikastushiekka-alueelle on läjitetty metallimalmin rikastuksesta syntynyttä sulfidipitoista rikastushiekkaa, jonka määräksi on arvioitu noin 9,1 Mt (Cody 1998).

Rikastushiekka-alueelle on sijoitettu vähäisessä määrin pilaantuneita maita ja neutralointisakkaa (rikastushiekka-allas 1).

Rikastushiekka-alueella ei ole rakennettuja pohjarakenteita. Rikastushiekkaa on läjitetty turve- ja hieta- tai hiesukerrosten päälle. Läjityksen pohjalla oleva turve on todennäköisesti tiivistynyt vettä läpäisemättömäksi. Turvekerroksen alla on moreenin päällä oleva heikosti vettä läpäisevä hieta- tai hiesukerros. Rikastushiekka-altaiden alla olevasta pohjamaasta on kerrottu luvussa 3.6.

Altaita ympäröivät suotovesiojat ja suotovesiojissa olevien pumppaamoiden avulla suotovedet pumpataan takaisin allasvesikiertoon joko rikastushiekka-altaaseen tai välialtaaseen. Tarkemmin rikastushiekka-alueen vesienhallinnasta ja laadusta on kerrottu luvussa 10.

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

8.2.1 Rikastushiekka-alueen käyttö

Voimassa olevan lupapäätöksen nro 11/2020 (ISAVI/3914/2019) lupamääräyksen 14 mukaan rikastushiekkaa saadaan läjittää rikastushiekka-altaisiin 1 ja 2 enimmäistäyttökorkeuteen N_{60}+116 m.

Rikastusprosessissa muodostuva rikastushiekka eli magnesiittihiekka johdetaan rikastushiekan läjitysalueelle prosessiveteen sekoittuneena lietteenä. Ennen lietteen pumppausta läjitysalueelle veteen lisätään rikastamolla kalkkia tai lipeää nikkelipitoisuuksien alentamiseksi. Arseenin poistoon käytetään tarvittaessa ferrisulfaattia. Magnesiittihiekka läjitetään rikastushiekka-altaaseen käyttäen läjitysalueen reunoilla olevia jakoputkistoja, minkä jälkeen sakat ja prosessivesi valuvat läjitysalueen reunoilta kohti altaan keskiosia, ja samalla sakka erottuu vedestä ja vesi selkeytyy. Sakan karkeimmat ainekset kerrostuvat rikastushiekka-altaan reunoille.

Läjityksen purkupistettä vaihdellaan altaan tasaisen täyttymisen varmistamiseksi ja vapaan veden alue pyritään pitämään mahdollisimman keskellä allasta. Vapaa vesi johdetaan pois altaasta dekantointikaivojen kautta.

Rikastushiekka-alueen rikastushiekka-altaiden 1 ja 2 pinta-ala on noin 97 hehtaaria ja ne ovat käytössä vuorotellen. Allas 1 on ollut yhtäjaksoisesti käytössä vuodesta 2019 vuoden 2025 loppupuolelle asti. Rikastushiekka-allas 2 on otettu uudelleen käyttöön vuoden 2025 loppupuolella, jotta pohjavesivaikutuksia allasalueen länsipuolella saadaan vähennettyä.

Välialtaan pinta-ala on noin 26 hehtaaria ja se on aiemmin suurelta osin täytetty magnesiittihiekalla. Välialtaan vapaa vesipinta on karttatarkastelun perusteella noin 3 ha ja vesitilavuus noin 0,1 Mm^3. Pumppausaltaan pinta-ala on noin 30 ha, vesitilavuus noin 0,4 milj. m^3 sekä altaan keskisyvyys on 1,7 m ja maksisyvyys on 3,9 m (Savo-Karjalan ympäristötutkimus 2025) Pumppausaltaaseen ei ole läjitetty magnesiittihiekkaa, mutta sitä on käytetty mm. altaan pohjasedimenttien peittoon.

Rikastushiekka-alueen vesienhallinta on kuvattu luvuissa 10.1 ja 10.2.

8.2.2 Rikastushiekka-alueen padot

Voimassa olevan lupapäätöksen nro 11/2020 (ISAVI/3914/2019) lupamääräyksen 14 mukaan rikastushiekkaa voidaan lisäksi läjittää vähäisessä määrin väli- ja pumppausaltaaseen altaiden reunapatojen vahvistamiseksi ja vesienkäsittelyjärjestelmien rakentamisessa. Altaiden 1 ja 2 reunapatoja saadaan korottaa korkeuteen N60 +117 m. Korotuksen valmistumisesta on kuukauden kuluessa ilmoitettava valvontaviranomaiselle. Sitä mukaa kun rikastushiekka-alue saavuttaa lopullisen korkeutensa, on se muotoiltava ja esipeitettävä pölyämisen estämiseksi.

Tällä hetkellä padot ovat noin korossa +115 ja patojen korottamista suunnitellaan. Rikastushiekka-altaan korotuksen YVA-menettely on käynnistetty. Arvioidaan, että rikastushiekan varastoalueet 1 ja 2 saavuttavat nykyisen ympäristöluvan mukaisen maksimikorkeuden rikastushiekka-altaan 1 osalta vuonna 2026 ja rikastushiekka-altaan 2 osalta vuonna 2030.

Rikastushiekka-alueen padot ovat suotavia moreenirakenteisia patoja, joita on korotettu ylävirtaan eli sisäänpäin. Patokorotukset on tehty rikastushiekasta. Magnesiitti-rikastushiekan laatu on esitetty luvussa 6.2 ja rikastushiekka-altaiden vedenlaatua luvussa 10.

8.2.2.1 Moreenipadot

Rikastushiekka-alueen maapadot on rakennettu kahdessa päävaiheessa. Kaivostoimintaa varten rakennettiin jäte-, väli- ja pumppausaltaat Hyttisuon alueelle vuonna 1971 Oy Vesi-Hydro Ab:n vuonna 1969-1970 laatimien suunnitelmien mukaisesti. (Ramboll Finland Oy 2005)

Pääosa padoista on ns. homogeenisia patoja, joiden tiivistyssydän on rakennettu moreenista (n. 5230 m). Paaluväleillä 2150-2950 (800 m) tiivistyssydämen kuivaan liuskaan alle on rakennettu vaakasuodatin. Paaluvalleilla 1840-2150 (310 m) pato on rakennettu ns. vyöhykepatona, jonka tukipenger on louhetta ja tiivistyssydän moreenia sekä näiden välissä suodatinkerros. (Ramboll Finland Oy 2005)

Vyöhykepato ja vaakasuodattimella varustettu moreenipato on perustettu kantavalle moreenipohjalle sekä paikoin kalliolle. Homogeenista patotyyppiä on käytetty matalilla pengerosuuksilla sekä turvealueilla, joissa patopenger on upotettu kantavaan pohjaan ns. pohjaantäyttöön syrjäyttämällä turve penkereen omalla painolla. Paikoin pohjaantäyttöön on käytetty myös turpeen alla esiintyneen savisen kerroksen syrjäyttämiseen. Patotyypit ja pohjasuhteet on esitetty suunnitelmapiirustuksissa. Kaikkien moreenipatotyyppien maat luiskat ovat verhoiltu louheverhouksella. (Ramboll Finland Oy 2005)

8.2.2.2 Rikastushiekkapadot

Talkin rikastuksessa syntyvää magnesiittihiekkaa varten tarvittavan läjitystilavuuden loputtua moreenipadoilla muodostetuissa altaissa, on varastoaluetta korotettu rakentamalla moreenipadon rajaaman varastoalueen sisäpuolelle uusi reunapato rikastushiekasta. Rikastushiekkapadon läpi suotautuva vesi johdetaan moreenipadon ja rikastushiekkapadon väliin rakennetuilla suotovesiojilla joko välialtaaseen tai suotovesipumppaamolle. Suotovesipumppaamolta se pumpataan takaisin läjitysalueelle. Suotovesi pumpataan takaisin läjitysalueelle. (Ramboll Finland Oy 2005)

Rikastushiekkapatoja korotetaan portaittain läjityskorkeuden kasvaessa. Korotuksessa käytetään rikastushiekka-alueelta kaivettua rikastushiekkaa, joka nostetaan padon sisäluiskaan kuivumaan, minkä jälkeen materiaali muotoillaan ja tiivistetään suunnitelmien mukaiseen muotoon. (Ramboll Finland Oy 2005)

Rikastushiekan varastoalue on jaettu pääosin rikastushiekasta koostuvalla penkereellä kahteen likimain samansuuruiseen osaan. Nyt täyttö tapahtuu varastoalueen länsipuolen altaalla 1, ja läjityksen siirtämistä altaalle 2 (itäpuoli) valmistellaan vuonna 2025.

Rikastushiekkapadon länsireuna on osittain verhoiltu moreenilla ja eteläreuna on verhoiltu lervalla.

Rikastushiekka-alueen reunapatoja ja altaiden välipatoja on peitetty pölyämisen estämiseksi ja näissä kohdissa on nähtävissä kasvillisuuden kyseisille alueille.

8.2.3 Rikastushiekka-alueen alapuolisen turpeen laatu

Vuonna 2025 rikastushiekka-altaiden 1 ja 2 sekä välialtaaseen läjitetystä materiaalista otettiin kairaamalla näytteet seitsemästä kohdasta (Kuva 6-3. luku 6.2.9). Kairauksen yhteydessä rikastushiekka-alueen alapuolelta otettiin pohjan alapuolisesta turpeesta

näytteet kolmesta kairauksen näytepisteestä: 2, 4 ja 5. Näytteet on hajotettu mikroaaltohajotukselle (EPA 3051A:2007) ja typpihappouutolla menetelmästandardin SFS-EN ISO 17294-2:2023 mukaisesti. Uuttoliuoksesta on määritetty PIMA-metallipitoisuudet ICP-MS -menetelmällä Eurofins Ahma Oy:n laboratoriossa. Näytteiden tulokset on esitetty taulukossa 8-1. Vertailun vuoksi taulukkoon on otettu PIMA-asetuksen kynnysarvo, joka on yleinen luontainen taso mineraalimaalle. Lisäksi taulukkoon on lisätty vertailuarvoiksi jyrsinpolttoturpeen (VTT 2016) ja metsäojitettujen soiden turpeen (Lehtovaara et al. 2016) pitoisuusarvoja. Rikastushiekka-alueen alapuoliset näytteet eivät enää edusta luontaista pitoisuutta, vaan niissä on nähtävissä rikastushiekan vaikutus.

Turpeen päälle on läjitetty toiminnan alussa sulfidimalmin rikastushiekkaa ja myöhemmin Mondo Mineralsin (ent. Elementis Minerals) toimesta magnesiittirikastushiekkaa. Turvenäytteiden tuloksista havaitaan, että niissä on suuria pitoisuuksia kobolttia, kromia, kuparia, nikkeliä ja sinkkiä. Nämä alkuaineet esiintyvät tyypillisesti sulfidimineraaleissa. Elohopea- ja lyijypitoisuudet ovat alhaiset.

Taulukko 8-1. Vuonoksen rikastushiekka-altaan alapuolisen turpeen metalli- ja metalloiditoisuudet, jotka on määritetty typpihappouutolla (Eurofins Ahma Oy 2025). Taulukkoon on lisätty pitoisuustason vertailua varten VNA 214/2007 kynnysarvo mineraalimaa-ainekselle (AR-uutto) sekä turpeelle eri tutkimuksissa havaittuja metallipitoisuuksia.

Tunnus	Metallit										
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
	mg/kg										
Vuonos turvenäytteet											
NP2 / 14 m	45	4,9	330	430	520	0,13	610	5,4	<0,03	29	2300
NP4 / 14,5 m	33	3,4	190	320	450	0,12	390	7,3	<0,03	30	1700
NP5 / 17 m	24	3,5	190	480	430	0,15	720	7,9	<0,03	71	1500
Kynnysarvo (VNA 214/2007)	5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Jyrsinpolttoturve[a]											
Polttot Ka	3,3	0,13	1,3	6,1	7,7	0,06	4,4	3,7		8,7	7,5
Polttot Med.	3,1	0,12	1,1	5,5	6,9	0,05	4,0	3,4		8,3	7,2
Polttot keskihaj.	1,4	0,04	0,7	3,2	3,4	0,02	2,1	2,1		4,1	2,7
Polttot Min.	0,5	0,06	0,3	0,82	2,1	0,05	0,9	0,5		1,2	2,1
Polttot. Max.	6,9	0,2	8,8	15,0	18,0	0,20	13	11		20	16
Metsäojitetut suot n=18[b]											
keskiarvo	3,1	0,2	0,93		6,0	0,06	3,3	5,6			15
mediaani	2,3	0,1	0,69		3,6	0,05	2,4	2,6			8,8
keskihajonta	2,4	0,1	0,79		7,3	0,01	2,6	5,9			15
maks	7,9	0,6	3,9		33	0,1	12	19			51
min	0,5	0,04	0,5		1,6	0,05	1	0,5			2,3

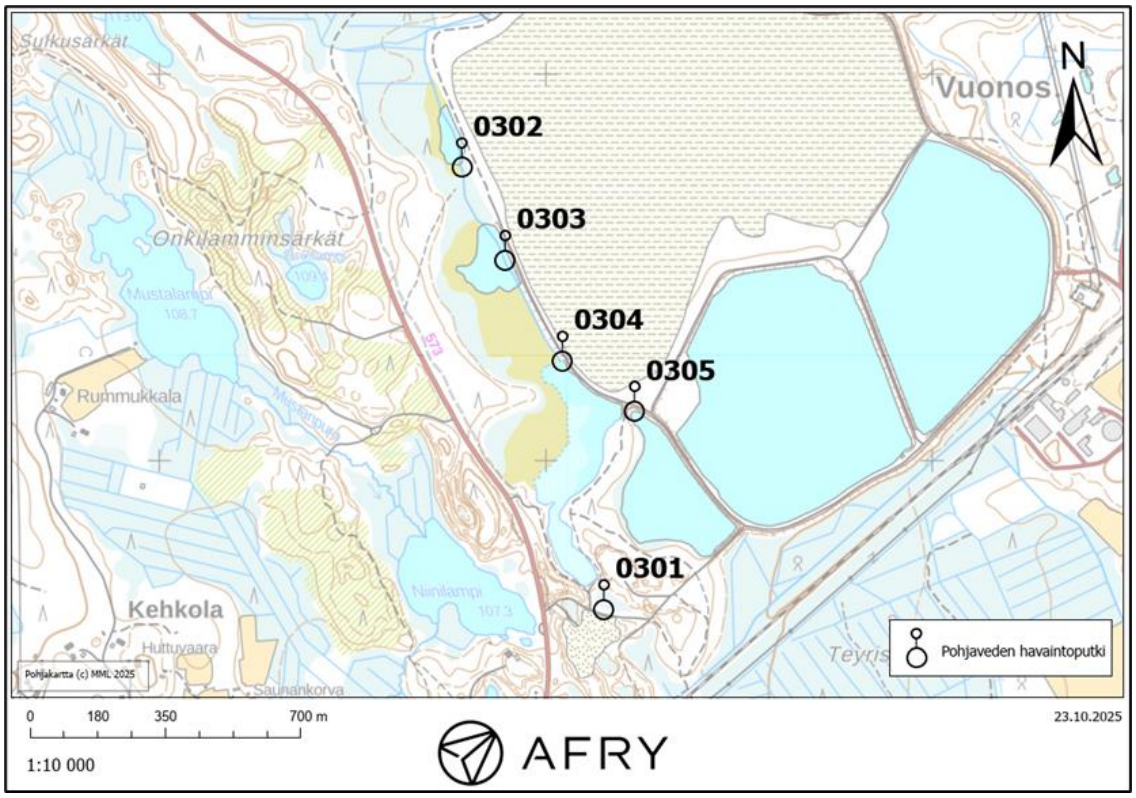
[a] VTT 2016

[b] Lehtovaara et al. 2016

8.2.4 Rikastushiekka-alueen länsipuolen maaperän vedenjohtavuus

Vuonna 2025 Vuonoksen rikastushiekka-alueen läheisyydessä selvitettiin slug-mittausten avulla maaperän vedenjohtavuusominaisuuksia Vuonoksen rikastushiekka-altaiden

läheisyydessä (AFRY Finland Oy 2025). SLUG-mittaukset tehtiin neljästä pohjavesiputkesta, joiden sijainnit on esitetty kuvassa 8-1. Taulukossa 8-2 on esitetty kohteiden mittausten ajankohta, käytetty mittausmenetelmä, putkien pohjavedenpinnat sekä mittaustulosten perusteella laskettu putkikohtainen vedenjohtavuus ja maalaji.



Kuva 8-1 Vuonoksen alueen havaintoputket. Slug-mittaukset tehtiin putkiin 0301, 0302, 0304 ja 0305.

Taulukko 8-2. Vuonoksen tehdasalueen havaintoputkien Slug-mittausten tulokset (edustavin K-arvo korostettu).

Putken tunnus	Pvm.	Mittaus	Pohjaveden pinta (m)	Maalaji	K-arvo (m/s)
0301	25.8.2025	Pohjavedenpinnan manuaalimittaus	2,51		
	25.8.2025	Slug-in		Keskikarkea hiekka	8,90E-05
	25.8.2025	Slug-out		Keskikarkea hiekka	**9,10E-05**
	25.8.2025	Kaatokoe			
0302	26.8.2025	Pohjavedenpinnan manuaalimittaus	0,68		
	26.8.2025	Slug-in		Hiekan ja soran sekoite	**7,00E-06**
	26.8.2025	Slug-out		Hieno hiekka	2,10E-06
0304	26.8.2025	Pohjavedenpinnan manuaalimittaus	1,54		
	26.8.2025	Slug-in		Hieno hiekka	1,80E-06
	26.8.2025	Slug-out		Hieno hiekka	**1,90E-06**
0305	25.8.2025	Pohjavedenpinnan manuaalimittaus	2,69		

Putken tunnus	Pvm.	Mittaus	Pohjaveden pinta (m)	Maalaji	K-arvo (m/s)
	25.8.2025	Slug-in		Keskikarkea hiekka	3,60E-05
	25.8.2025	Slug-out		Keskikarkea hiekka	**7,90E-05**
	25.8.2025	Kaatokoe			

9 Kaivannaisjätteen määrän ja haitallisuuden vähentäminen

9.1 Yleiset periaatteet kaivannaisjätteen määrän ja haitallisuuden vähentämiseksi

Toiminnassa noudatetaan yleistä hierarkiaperiaatetta kaivannaisjätteen muodostumisessa. Ensisijaisesti muodostuvan jätteen määrä pyritään minimoimaan. Muodostuvan jätteen osalta pyritään mahdollisimman vähäiseen haitallisuuteen ja ominaisuuksiltaan erilaisten jätejakeiden erilläpitoon. Lisäksi pyritään maksimoimaan jätteen hyödyntäminen.

9.2 Kaivannaisjätteiden määrän minimointi

Kaivannaisjätteen määrän minimointi perustuu toiminnan kokonaissuunnitteluun. Rikastusprosessien säädöillä erotellaan tuotteet jätejakeista.

9.3 Kaivannaisjätteiden haitallisuuden minimointi

Kaivannaisjätteen haitallisuuden minimoinnissa jätejakeen geokemiallisten ominaisuuksien tunnistaminen ja ymmärtäminen on keskeinen asia, myös kemikaalivalinnoilla ja prosessisäädöillä on merkitystä (esim. nikkelin saostaminen). Tarpeetonta kemikaalin kulutusta vältetään.

9.4 Kaivannaisjätteiden hyödyntäminen

Voimassa olevan lupapäätöksen (nro 11/2020, ISAVI/3914/2019) lupamääräyksen 14 f. mukaan luvan saajan tulee aktiivisesti selvittää eri jätejakeiden, erityisesti rikastushiekkajätteen (nikkelilaitoksen neutraloimattoman sakan) hyötykäyttömahdollisuuksia.

Vuonoksen rikastamolla ja tehtailla muodostuvien kaivannaisjätteiden määrää vähennetään mahdollisuuksien mukaan rikastamo- ja tehdastoimintojen kehittämisellä.

Muodostuvien kaivannaisjätteiden määrän merkittävä vähentäminen on kuitenkin haasteellista. Rikastamon toiminnassa huomioidaan alan kehittyminen sekä tiedon lisääntyminen mm. kaivannaisjätteiden muodostumisessa ja niiden hyödyntämisessä. Magnesiittihiekan hyödyntämismahdollisuuksia selvitetään ja sitä toimitetaan mahdollisuuksien mukaan hyväksyttyihin hyötykäyttökohteisiin hyödynnettäväksi.

Yhtiöllä on tavoitteena pystyä hyödyntämään magnesiittirikastushiekkaa rikastushiekka-alueen sulkemisrakenteissa. Asia on esitetty sulkemissuunnitelmassa (liite 2).

10 Vesienhallinta kaivannaisjätealueella

10.1 Vesien johtaminen

Vuonoksen tehtailla tarvittava prosessivesi otetaan ensisijaisesti tehtaan sisäisestä vesikierrosta. Tarvittaessa vettä otetaan Viinijärvestä ja Outokumpu Oy:n entisestä avolouhoksesta. Avolouhoksen vesi pumpataan rikastushiekka-altaalle rikastushiekan mukaan, ja sieltä se sekoittuu sisäiseen vesikiertoon. Rikastusprosessissa tarvittavasta prosessivedestä (määrä) ja vesikierrosta on kerrottu luvussa 3.2.7.

Rikastamon ja talkkitehtaan prosessivesi sekä magnesiittihiekka pumpataan rikastushiekka-vesi-lietteenä rikastushiekka-alueelle. Talkki- ja nikkelirikastuksen lopputuotteena muodostuva hienojakoinen rikastushiekka (magnesiittihiekka) pumpataan vesilietteenä varastoitavaksi Vuonoksen kahteen rikastushiekka-altaaseen. Rikastushiekka-altaan 1 vedet johdetaan altaan keskellä olevan settikaivon kautta pumppausaltaalle. Altaasta 2 vedet johdetaan settikaivon, avo-ojan ja rummun kautta välialtaaseen ja edelleen pumppausaltaaseen. Lopullinen vesien selkeytys tapahtuu välialtaassa ja pumppausaltaassa. Osa selkeytyneestä vedestä palautetaan rikastamolle ja talkkitehtaalle prosessi- ja jäähdytysvedeksi. Loppuosa vedestä pumpataan Lahdenjoen alajuoksulle ja edelleen Sysmäjärveen.

10.2 Rikastushiekka-alueen suotovedet

Rikastushiekka-alueelta suotautuvasta vedestä aiheutuvia mahdollisia haitallisia vaikutuksia ehkäistään suotovesien keruuojilla ja pumppauksella. Suotovesiojia tarkkaillaan ja vesi pumpataan takaisin altaaseen. Rikastushiekka-altaiden suotovesiojiin saadaan pääsääntöisesti otettua talteen patoalueilta ja niiden läheisyydestä suotautuvat vedet, kun taas rikastushiekka-altaan keskiosissa suotauma painuu osittain niin syvälle maa- ja kallioperään, ettei talteenotto suotovesiojien avulla ole mahdollista. Rikastushiekka-alueen reunapatojen läpi suotautuvat vedet kerätään suotovesiojiin ja pumpataan takaisin rikastushiekka-altaille 1 ja 2.

Suotovesipumppaamojen A, B ja C sijainnit rikastushiekka-altaaseen nähden on esitetty kuvassa 3-2. Suotovesivaikutuksia hallitaan pitämällä rikastushiekka-altaan länsipuolella olevien vastapainealtaiden pinnankorkeus korkeammalla kuin pumppausaltaan pinta, jolloin mahdollinen suotaminen tapahtuu pumppausaltaan suuntaan. Vastapainealtaissa vesipinta pidetään korkeammalla kuin väli- ja pumppausaltaissa siten, että alemman vastapainealtaan pinta (noin 104 m mpy) on ylempänä kuin pumppausaltaan pinta (noin 102,5 m mpy), ja ylemmän vastapainealtaan pinta (noin 105,8 m mpy) on ylempänä kuin rikastushiekka-altaan 1 suotovesiojan pinta.

Teoreettista suotovesimäärää on arvioitu RocScience Slide-ohjelmalla tehtävän padon suotovesilaskennan avulla. Nykyisen altaan korolla +117 m mpy padon läpi ja sen alta suotautuu teoreettisesti arvioiden 122 m^3/d (AFRY Finland Oy 2024b). Tämä olisi laskennallisesti noin 44 500 m^3 vuodessa.

Suotovesiä seurataan suotovesipumppaamoilta analysoimalla vedenlaatu Vuonoksen laboratoriossa kuukausittain. Näytteistä analysoidaan tarkkailuohjelman mukaisesti nikkeli (Ni), arseeni (As), rauta (Fe), pH, sulfaatti (SO_4), kalsium (Ca), sähkönjohtavuus ja redox (hapetus-pelkistyspotentiaali). Suotovesiojista pumpattujen vesien (suotopumppausvesien) laadussa (Taulukko 10-1) on nähtävissä rikastushiekka-altaan vaikutus korkeina nikkeli- ja sulfaattipitoisuuksina.

Taulukko 10-1. Suotovesien tarkkailutulokset 2020–2024 (lähde: Elementisin oma tarkkailu).

	Ni mg/l	As mg/l	Fe mg/l	pH	SO_4 mg/l	S.joht mS/m	Ca mg/l	Redox (mV)
Suotovesipumppaamo A								
2020 ka.	0,78	0,01	83,7	5,49	2137	344	301	138
min.	0,29	0,00	8,00	3,30	1235	229	191	47
maks.	2,12	0,04	212	6,30	3086	574	458	296
2021 ka.	0,86	0,003	77,8	5,1	2558	360	317	227
min.	0,09	0	2,2	3,1	1545	234	65	74
maks.	2,68	0,020	317	9,5	3674	561	610	388
2022 ka.	0,64	0	81,0	4,1	2649	513	398	204
min.	0,16	0	5,0	2,9	1045	260	176	98
maks.	1,26	0	213	5,5	3650	950	544	464
2023 ka.	0,34	0	28,6	5,4	2105	468	372	153
min.	0,16	0	6,9	3,4	1893	375	287	79
maks.	0,86	0	75,9	7,1	2381	541	517	250
2024 ka.	0,28	0	21,6	5,5	2328	772	364	139
min.	0,08	0	3,2	3,6	1356	255	185	61
maks.	0,49	0	62,3	6,6	2965	3320	469	420
Suotovesipumppaamo B								
2020 ka.	0,41	0,00	11,3	4,96	1469	269		190
min.	0,04	0,00	0,19	4,00	1012	190		60
maks.	1,03	0,01	40,4	6,00	2016	343		385
2021 ka.	0,43	0,000	19,0	5,0	1845	307		209
min.	0,29	0,000	6,8	3,7	1065	218		28
maks.	1,11	0,000	70,9	6,3	2366	360		306
2022 ka.	0,34	0,001	13,3	4,6	1777	406	291	232
min.	0,10	0	3,0	3,4	895	260	153	140
maks.	0,60	0,010	32,6	6,3	2363	484	385	372
2023 ka.	0,18	0	12,7	6,3	1084	270	156	146
min.	0,11	0	5,0	5,9	367	109	60	73
maks.	0,22	0	19,0	6,9	1551	378	237	208
2024 ka.	0,23	0	15,4	5,9	1866	362	226	104
min.	0,18	0	8,35	4,9	648	147	92	41
maks.	0,28	0	26,3	6,5	2489	471	306	184
Suotovesipumppaamo C								
2020 ka.	0,71	0,03	6,28	6,23	1551	268		147
min.	0,48	0,00	2,18	5,90	1169	234		63
maks.	0,92	0,11	8,86	6,50	2053	316		251

	Ni mg/l	As mg/l	Fe mg/l	pH	SO_4 mg/l	S.joht mS/m	Ca mg/l	Redox (mV)
2021 ka.	0,75	0,006	5,93	6,2	1680	284		185
min.	0,13	0	0,23	6,0	1255	235		66
maks.	1,30	0,020	12,2	6,8	1967	310		273
2022 ka.	0,74	0,020	16,7	6,2	1769	403	302	191
min.	0,48	0	0,4	6,0	1565	345	249	88
maks.	1,01	0,110	75,9	6,4	2222	475	439	338
2023 ka.	0,60	0,019	4,7	6,4	1494	345	218	173
min.	0,49	0	0,1	5,7	1151	262	149	100
maks.	0,80	0,070	8,4	6,7	1743	378	277	246
2024 ka.	0,75	0	4,4	6,5	1589	347	224	146
min.	0,61	0	0,06	6	1324	265	173	52
maks.	1,01	0	11,9	6,7	1920	402	275	259

10.3 Rikastushiekka-alueen vesijakeiden laatu

Rikastushiekka-alueella veden laatua tarkkaillaan kolmesta kohdasta. Rikastushiekka-altaan vesinäyte otetaan rikastushiekka-altaalta 1 pumppausaltaaseen tulevan putken päästä. Välialtaan vesinäyte otetaan välialtaalta pumppausaltaalle tulevasta putkesta. Lisäksi pumppausaltaan vedestä otetaan näyte ennen veden purkamista Lahdenjokeen.

Rikastushiekka-altaan vapaan veden määrän on arvioitu oleva noin 80 000 m^3 vuoden 2023 vesitaseen mukaan. Rikastushiekka-altaan vesi sisältää erityisesti nikkeliä, arseenia, sulfaattia ja rautaa (Taulukko 10-2). Vesikierto on esitetty luvussa 10.1.

Rikastushiekka-alueen altaiden vedenlaadussa havaitaan rikastushiekkalietteen käsittelyn kalkkimaidolla ja/tai lipeällä vaikutus, mikä nostaa veden pH:ta. Verrattuna rikastushiekka-alueen suotovesien laatuun, välialtaan ja rikastushiekka-altaan ylitevedessä on keskimäärin hieman vähemmän nikkeliä ja selvästi vähemmän sulfaatteja ja rautaa. Suotovesipumppaamoilla A ja B havaitaan vuosittain huomattavan hapanta vettä verrattuna nykyiseen toimintaan. Em. seikat tukevat käsitystä, että magnesiittihiekan alapuolisesta, Outokumpu Oy:n toiminnan aikana muodostuneesta rikastushiekasta vapautuu ja suotautuu suotovesiin edelleen nikkeliä, rautaa ja sulfaatteja.

Taulukko 10-2. Välialtaan ja rikastushiekka-altaan vedenlaatu.

	pH	Fe mg/l	Ni mg/l	As mg/l	SO_4 mg/l
Välialtaan vesi					
2021 ka.	8,5	0,40	0,28	0,09	810
min.	7,2	0,06	0,06	0,02	481
maks.	9,7	2,67	0,69	0,25	1154
2022 ka.	8,3	0,43	0,29	0,08	894
min.	7,0	0,08	0,11	0,01	609
maks.	9,0	2,64	0,90	0,35	1111
2023 ka.	8,2	0,92	0,35	0,07	820
min.	7,0	0,12	0,09	0,01	472
maks.	9,0	5,82	1,41	0,20	1066

	pH	Fe mg/l	Ni mg/l	As mg/l	SO_4 mg/l
2024 ka.	8,0	0,55	0,27	0,08	845
min.	6,5	0,18	0,08	0,01	736
maks.	9,2	3,16	0,6	0,21	1040
Keskiarvo 2021–2024	**8,1**	**1,4**	**0,4**	**0,1**	**836**
Rh-altaan vesi					
2021 ka.	9,2	0,49	0,12	0,15	742
min.	8,7	0,08	0,03	0,04	461
maks.	10,6	2,54	0,44	0,40	1074
2022 ka.	9,0	0,63	0,13	0,12	833
min.	8,0	0,08	0,02	0,03	581
maks.	9,7	3,37	0,40	0,88	946
2023 ka.	9,3	1,22	0,18	0,12	661
min.	7,8	0,07	0,01	0,03	478
maks.	10,1	5,47	1,55	0,51	812
2024 ka.	9,1	0,98	0,15	0,12	673
min.	7,9	0,11	0,03	0,02	484
maks.	10,0	6,64	0,72	0,47	776
Keskiarvo 2021-2024	**9,1**	**1,8**	**0,3**	**0,2**	**710**

11 Kaivannaisjätealueiden ympäristöön kohdistuvat vaikutukset sekä menetelmät niiden vähentämiseksi

11.1 Maaperä sekä pohja- ja pintavedet

Vuonoksen vanhan kaivoksen sulfidipitoinen rikastushiekka ja talkin rikastuksesta syntyvä magnesiittivaltainen rikastushiekka on läjitetty Hyttisuolle, turve- ja hieta-/hiesukerrosten päälle. Läjitysmassan alla turve on mitä todennäköisimmin tiivistynyt vettä huonosti läpäiseväksi kerrokseksi. Turpeen tiivistyminen voi vaikuttaa läjitysalueen suotovesien virtaussuuntaan, jolloin suotovedet ohjautuvat kohti alueen reunoja.

Kaivannaisjätteiden luokituksen mukaan (luku 7) rikastushiekka on ei-happoa tuottavaa, ei pysyvää, vaaratonta jätettä. Rikastusjätteen läjitysalueen ympärillä on reunapenger, joten valumavedet eivät pääse hallitsemattomasti ympäristöön. Suoto-, sulamis- ja sadevedet kerätään hallitusti läjitysalueen ulkopuolelle suotovesikaivoihin, joista ne pumpataan rikastushiekka-altaalle prosessivesikiertoon. Rikastushiekka läjitetään alueelle siten, ettei pintavesiä pääse lammikoitumaan läjityksen päälle, vaan vedet ohjautuvat hallitusti läjitysalueen matalimmalle osalle. Rikastushiekan läjitysalueelta selkeytyneet vedet johdetaan vesienkäsittelyn kautta paineviemäriputkea pitkin Lahdenjokeen ja edelleen Sysmäjärveen.

Olemassa olevan aineiston perusteella rikastushiekka-altaan alueelta on suotautunut sulfaattia ja osin myös metalleja sisältävää suotovettä ympäristöön etenkin rikastushiekka-alueen länsipuolelle. Nämä ovat todennäköisimmin peräisin Outokummun aikaisista rikastushiekoista. Nykyisestä toiminnasta ei arvioida aiheutuvan merkittäviä muutoksia suotoveden laatuun, koska nykyisestä toiminnasta rikastushiekka-altaalle kulkeutuu emäksistä vettä rikastushiekkalietteen mukana. Todennäköisesti suotautumista jatkuu niin kauan kuin läjitystä jatketaan. Suotoveden muodostuminen ja leviäminen ympäristöön vähenevät sen jälkeen, kun läjitys lopetetaan ja rikastushiekka-alue on

peitetty. Peittämisen jälkeen suotovettä muodostuu pintakerroksen läpi imeytyvästä sadannasta ja määrä tulee riippumaan peittokerroksen vedenläpäisevyydestä. (Lassila ja Viitanen 2003)

Outokumpu-yhtiön aikaisen rikastushiekan vaikutusta rikastushiekka-alueen suotoveden laatuun tukee myös tehty hajakuormitusselvitys (ks. luku 4.3.4). Hajakuormitusselvityksessä on havaittu Vuonoksen alueelta vaikutuksia pintaveden laatuun. Osa vaikutuksista johtunee alueen historiasta.

Suotoveden ja pohjaveden virtauksiin rikastushiekka-alueen ympäristössä vaikuttavat topografian lisäksi padotusjärjestelyt, suotoveden keräilyrakenteet ja maaperän erilaiset hydrogeologiset ominaisuudet eri suunnissa (vedenjohtavuus). Lisäksi haitta-aineet voivat levitä jossain määrin myös pintavesiyhteydellä.

Pintavesitarkkailussa on havaittu kohonneita metalli- ja sulfaattipitoisuuksia. Lahdenjoen vedenlaadussa on havaittu rikastushiekka-alueen veden vaikutusta, esim. veden pH on ollut purkuputken suun edustalla emäksisen puolella ja selvästi hapan ennen Sysmäjärveä. Lahdenjoen alajuoksulla havaitaan myös muun teollisen toiminnan vaikutuksia veden laatuun.

Vaikutuksia vähennetään muun muassa pumppaamalla suotovesiä takaisin rikastushiekka-alueelle. Toiminnan vaikutuksia seurataan velvoitetarkkailulla.

11.2 Vaikutukset ilmaan

Vuonoksen kaivospiirin alueella muodostuvia pölypäästöjä ja niiden ilmanlaatuvaikutuksia on mallinnettu vuonna 2015 tehdyllä pölymallinnuksella (Ramboll Finland Oy 2015a). Pölypäästöjen vaikutusalueen arvioitiin olevan suhteellisen pieni. Laskennalliset hengitettävien hiukkasten (PM10) vuorokausipitoisuudet olivat lähimmissä kohteissa suurimmillaan 10–15 prosenttia ilmanlaadusta annetun valtioneuvoston asetuksen (ilmanlaatuasetus, VNA 79/2017) mukaisesta raja-arvosta (50 µg/m^3).

Samana vuonna tehdyissä ilmanlaatumittauksissa (Ramboll Finland Oy 2015b) kokonaispölypitoisuudet olivat selvästi suuremmat tehdasalueella kuin tehtaan läheisillä asuinkiinteistöillä. Tehdasalueella kokonaispölypitoisuus ylitti vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipisteelle annetun raja-arvon 120 mikrogrammaa kuutiometrissä µg/m^3. Lisäksi ilmanlaatuasetuksen mukaisen PM10-pitoisuuden vuorokausikeskiarvon raja-arvo 50 µg/m^3 ylittyi tehdasalueella. Lähikiinteistöjen mittauspisteillä PM10-pitoisuus oli korkeimmillaan 21 µg/m^3, joten raja-arvo alittui kaikilla mittauspisteillä. Myös asuinkiinteistöillä todetut arseenin, nikkelin ja lyijyn pitoisuudet alittivat vuosikeskiarvoille annetut tavoitearvot.

Hankealueella vuonna 2015 tehdyn selvityksen perusteella suurin osa toiminnassa muodostuvasta pölystä koostuu halkaisijaltaan yli 10 mikrometrin hiukkasista, jotka laskeutuvat hankealueelle tai sen välittömään läheisyyteen (Ramboll Finland 2015a). Vuonoksen alueella kuivina jaksoina ja tuulisella säällä pölypäästöt voivat olla väliaikaisesti suurempia ja aiheuttaa viihtyvyyshaittaa esimerkiksi pinnoilla tai lumessa näkyvänä pölynä. Pölypäästöjen jaksottaisuuden ja pitkien välimatkojen vuoksi toiminnan vaikutukset lähimpien asutusalueiden vuosipitoisuuksiin arvioidaan kuitenkin vähäisiksi. Pölypäästöjen ei arvioida vaikuttavan merkittävästi ympäristön ilmanlaatuun eikä

aiheuttavan terveydellistä haittaa ihmisille tai vaaraa ympäristölle. (AFRY Finland Oy 2025)

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

Rikastushiekka on hienojakoista, joten kuivana se pölyää herkästi. Syntyvä pöly kertyy pääasiassa tehdasalueen välittömään läheisyyteen, koska ympäröivä metsä pidättää tehokkaasti etäämmälle leviävää pölyä ja vain pieni osa pölystä leviää kauemmas toiminta-alueen ulkopuolelle. Rikastushiekka-allas itsessään ei pölyä, koska rikastushiekka on märkää. Padon ulkoluiskat ja erityisesti harjat ovat kuitenkin kuivemmat ja ne voivat sopivissa olosuhteissa pölytä. Pölyämisen suhteen riskialttiimpia vuodenaikoja ovat loppukevät ja alkukesä, jolloin voi olla pidempiä jaksoja kuivaa ja tuulista. Ilmankosteustaso on silloin myös alhaisempi. (AFRY Finland Oy 2025)

Työkone- ja kuljetuskalustolle sovelletaan tavanomaisia kriteerejä päästöjen hallitsemiseksi. Pölyvaikutuksia lievennetään myös koteloidulla hihnakuljettimella talkkirikasteen jalostamisessa. Malmikuormat kuljetetaan rekoilla, joiden kuormat on peitettynä pölyämisen vähentämiseksi.

11.3 Meluvaikutukset

Melua aiheutuu mm. kiviautoista sekä malmin kippauksesta ja murskauksesta. Lisäksi meluvaikutuksia aiheutuu rikastamon ja talkkitehtaan kiinteistä melulähteistä (tuotantolaitteet), liikkuvista koneista sekä tie- ja junaliikenteestä.

11.4 Luontovaikutukset

Alueella on ollut kaivostoimintaa vuodesta 1971 alkaen. Eläimistö ja kasvillisuus ovat osin sopeutuneet toimintaan.

Vaikutuksia luontoon ehkäistään kiinnittämällä huomiota melu- ja pölyvaikutuksiin sekä ohjaamalla suotovedet takaisin rikastushiekka-altaalle.

11.5 Vaikutukset maankäyttöön ja maisemaan

Rikastushiekka-altaan korottamisen vaikutuksia maisemaan on arvioitu rikastushiekka-altaan korotuksen YVA-tarveharkintavaiheessa havainnekuvien avulla. Maisemavaikutukset kasvavat hieman nykytilanteeseen verrattuna, kun rikastushiekka-altaan patorakenteita korotetaan. Yleisesti korotuksesta ei aiheudu merkittävää näkymämuutosta, sillä puusto suojaa alueita hyvin. Parhaiten korotus näkyy kaivospiirin länsipuolelle, mutta sillä suunnalla ei ole asutusta.

Suunnitellulla rikastushiekka-altaalla ei ole vaikutuksia kulttuuriympäristöön eikä muinaisjäännöksiin.

12 Kaivannaisjätealueiden riskit ja niiden hallinta

Mondo Mineralsillä on Vuonoksen tehtaan ennaltavarautumissuunnitelma, joka sisältää häiriö- ja poikkeustilanteisiin varautumisen, riskien ja vaikutusten arvioinnin toimenpiteet riskien hallitsemiseksi sekä ympäristövaarojen arvioimisen. Ennaltavarautumissuunnitelma on päivitetty viimeksi 22.12.2023 ja se on liitteenä 3.

Allasalueisiin liittyviä ympäristöriskejä ovat esimerkiksi rikastushiekka-altaan patorakennelmien vauriot ja pahimmassa tapauksessa niiden murtuminen, jolloin altaisiin padottu vesi voi päästä hallitsemattomasti ympäristöön. Vesienjohtamiseen ja puhdistukseen liittyvän riskin muodostaa myös kriittisten laitteiden kuten pumppujen tai putkien rikkoutuminen tai altaiden ylitäyttö. Patojen rakenteita, altaiden ja pumppujen toimintaa tarkkaillaan jatkuvasti käyttötarkkailun yhteydessä, jolloin mahdolliset vauriot havaitaan nopeasti. Tarvittaviin korjaaviin toimenpiteisiin ryhdytään välittömästi. Vähäisemmät ympäristöriskit allasalueella liittyvät erilaisiin öljy- tai kemikaalivuototilanteisiin laitteiden tai ajoneuvojen rikkoutuessa.

Todennäköisin tilanne, jossa rikastushiekkaa voi päästä vuotamaan ympäristöön, on rikastushiekkalinjan vuotaminen, esimerkiksi auki revenneestä liitoksesta. Tämän ehkäisemiseksi putkistojen kuntoa tarkkaillaan visuaalisesti ja vaihdetaan heikkokuntoisia putkia tarvittaessa uusiin.

12.1 Patomurtuman terveys- ja ympäristöriskit

Mondo Minerals (ent. Elementis Minerals) on päivittänyt viimeksi Vuonoksen rikastushiekka-alueen vahingonvaaroja vuoden 2021 selvityksessä. Kyseisessä raportissa on esitetty todennäköisimmät rikastushiekka-allasalueen patojen murtumakohdat ja niistä aiheutuvat seuraukset (AFRY Finland Oy 2021). Vahingonvaaraselvitys on liitteenä 4.

Rikastushiekka-altaan mahdollisten sortumatapausten ympäristövaikutukset arvioidaan vähäisiksi. Rikastushiekka-altaassa olevassa vapaassa vedessä esiintyy kohonneina pitoisuuksina mm. rautaa, sulfaattia, arseenia ja nikkeliä. Rikastushiekka-altaan veden pH on neutraalia tai hieman emäksistä. Pitoisuudet ovat suhteellisen pieniä, vaikka ylittävätkin esim. talousvedelle asetetut vaatimukset selvästi. (AFRY Finland Oy 2021)

Vaikka rikastushiekka-altaissa oleva vapaa vesi purkautuisi kokonaan, on veden mukana purkautuvien haitta-aineiden määrä kuitenkin huomattavasti pienempi kuin ympäristöluvan sallima kokonaismäärä vuositasolla. Vuonna 2019 allasalueelta purettujen vesimäärien sisältämät pitoisuudet ja rikastushiekka-altaan vapaassa vedessä olevat pitoisuudet alittavat myös yhteenlaskettuna ympäristöluvan pitoisuusrajat selvästi. (AFRY Finland Oy 2021)

Purkautuvasta vapaasta vedestä aiheutuu hetkellinen korkeampi kuormitus, mutta missään tarkastelluista murtumatapauksista purkauma ei kohdistu suoraan vesistöön. Purkautuva vesi kulkeutuu länsi- ja koillisreunan tapauksissa ojastoja pitkin lopulta Vuonosjokeen. Kuitenkin matka on suhteellisen pitkä ja suo- sekä metsäalueet hidastavat virtausta pidättäen myös osan haitta-aineista. Eteläreunassa purkautunut vesi päätyy lopulta Sätösjokeen pumppausaltaan tulva-aaltomallinnuksen mukaisesti. (AFRY Finland Oy 2021)

Purkautuvasta rikastushiekasta veden mukana vesistöihin asti liukenevien haitta-aineiden määrä arvioidaan vähäiseksi. Altaiden ulkopuolelle purkautuva rikastushiekka aiheuttaa kuitenkin todennäköisesti länsi- ja koillisreunan tapauksessa PIMA-kunnostustarpeen. Rikastushiekan purkautumisen ei arvioida läjitystasojen perusteella ulottuvan sulfidipitoiseen vanhaan rikastushiekkatäyttöön asti, tai sulfidipitoisen rikastushiekan osuus purkautuvasta rikastushiekasta olisi vain vähäinen eikä aiheuttaisi vesistövaikutuksia. Rikastushiekka-altaan padon murtuminen pumppausaltaaseen aiheuttaen myös pumppausaltaan reunapadon murtumisen aiheuttaa vaaraa Polvijärventien käyttäjille vuoden 2014 tulva-aaltomallinnuksen mukaisesti. Mallinnuksen mukaan vesisyvyydet ja virtausnopeudet voivat olla vaaraksi yleisellä tiellä liikkuville. Tulva-aalto saavuttaa Polvijärventien tunnin kuluttua murtuman alkamisesta. Pumppausaltaan reunapadon mahdollinen murtuminen ei todennäköisesti tapahdu välittömästi rikastushiekka-altaan ja pumppausaltaan välipadon murtuessa, joten reagointiaika ensimmäisestä murtumasta alkaen on todennäköisesti hieman tätä pidempi.

Rikastushiekka-altaan 2 kaakkoisreunaan on suunniteltu rakennettavan nikkelirikastejätteen läjitysalue. Nikkelilaitoksesta on kerrottu luvussa 3.2.7 ja rikastusjätteen ominaisuuksista on kerrottu luvussa 6.3. Vahingonvaaraselvityksessä (AFRY Finland Oy 2021) on arvioitu, että alueelle padottava rikastusjäte on ennakkotutkimusten mukaan sellaisessa muodossa, ettei se muutu juoksevaksi häirittynä. Tämän perusteella läjitysalueen reunapenkereen mahdollisen sortuman seurauksena rikastusjäte ei purkaannu altaasta nestemäisesti käyttäytyvän materiaalin tavoin. Mahdollinen rikastusjätteen leviämisalue rajoittuu hyvin pienelle alueelle sortuma-aukon läheisyyteen eikä sitä pääse leviämään ulos magnesiittihiekan läjitysalueelta. Mahdollinen reunapenkereen sortuma ei aiheuta vaaraa magnesiittihiekan läjitysalueen reunapadoille.

13 Kaivannaisjätealueiden luokittelu

13.1 Rikastushiekka-altaan luokittelun lähtötilanne

Itä-Suomen Aluehallintoviraston lupapäätöksen nro 11/2020 (ISAVI/3914/2019) lupamääräyksen 14 mukaan rikastushiekka-alue (sisältäen suunnitteilla olevan nikkelilaitoksen rikastusjätteen läjitysalueen) luokitellaan kaivannaisjätteistä annetun valtioneuvoston asetuksen (VNA 190/2013) mukaan muuksi kaivannaisjätteen jätealueeksi. Rikastushiekka-alueelle on sijoitettu myös koetoiminnasta muodostunutta neutralointisakkaa omiin ja ko. altaat on luokiteltu muuksi kaivannaisjätealueeksi.

Vuonoksen rikastushiekka-altaan pato on luokiteltu 2-luokan padoksi.

Vuonoksen rikastushiekka-alueelle on sijoitettu magnesiittihiekkaa (rikastushiekkaa) noin 54 %, joka on luokiteltu ei-pysyväksi, vaarattomaksi kaivannaisjätteeksi. Tällöin **Vuonoksen rikastushiekka-alue voidaan luokitella magnesiittihiekan laadun perusteella muuksi kaivannaisjätteen jätealueeksi**.

Vuonoksen rikastushiekka-alueella on sijoitettu aiemmasta toiminnasta muodostunutta sulfidipitoista rikastushiekkaa arviolta noin 44 %. Tällä rikastushiekkajakeella on todettu olevan vaaraominaisuus ja se luokittuu siten vaaralliseksi jätteeksi. Tämä on huomioitava rikastushiekka-alueen luokittelussa ja arvioitava tuleeko jätealue luokitella suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi jätealueeksi.

Suuronnettomuuden vaaran arviointia, haittojen torjumista sekä arviointiperusteita käsitellään seuraavissa luvuissa.

13.2 Suuronnettomuuden vaaran arviointi ja haittojen torjuminen

13.2.1 Suuronnettomuuden vaaran arviointiperusteet

Kaivannaisjäteasetuksen 4§ mukaan jätehuoltosuunnitelmassa tulee esittää:

> 4) kaivannaisjätteen jätealueen luokituksen mukaan joko tiedot suuronnettomuuden torjumiseksi laadituista toimintaperiaatteista, turvallisuusjohtamisjärjestelmästä ja sisäisestä pelastussuunnitelmasta tai muu selvitys onnettomuusvaaroista

Kaivannaisjäteasetuksen liitteessä 2 määritellään menettelyt ja raja-arvot, joita on noudatettava jätealueen luokittelussa suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi kaivannaisjätteen jätealueeksi. Tarkasteltavia tekijöitä ovat:

A. jätealueen rakenteelliseen vakauteen tai virheelliseen toimintaan liittyvä ympäristölle tai ihmisten terveydelle aiheutuva vaara
B. jätealueelle sijoitettavan vaarallisen jätteen määrä, tai
C. jätealueelle sijoitettavien ympäristölle tai terveydelle vaarallisten kemikaalien määrä

Arviointiperusteiden kohtia B ja C ei kaivannaisjäteasetuksen mukaan sovelleta pysyvälle jätteelle tai pilaantumattomalle maa-ainekselle.

A Rakenteellinen vakaus tai virheellinen toiminta

Jätealue on asetuksen mukaan luokiteltava suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi jätealueeksi, jos rakenteellisen vakauden heikkenemisestä tai jätealueen virheellisestä toiminnasta johtuvasta vahingosta aiheutuvat ennustetut lyhyen tai pitkän aikavälin seuraukset, jätealueen koko elinkaari ja myös jälkihoitovaihe huomioon ottaen, voivat johtaa seuraaviin tilanteisiin:

- ihmishenkien menetykset ovat erittäin mahdollisia
- merkittävä vaara ihmisten terveydelle
- merkittävä vaara ympäristölle

Seurausten arvioinnissa on otettava huomioon mm. jätealueen koko ja ominaisuudet, jätteen määrä ja laatu, kasan fyysiset ominaisuudet, jätealueen topografia, mahdollisen tulva-aallon siirtymisaika alueille, joilla oleskelee ihmisiä, tulva-aallon etenemisnopeus ja aluekohtaiset tekijät (ilmasto, sadanta).

Rakenteellisella vakaudella tarkoitetaan alueen kykyä pitää jätteet rajojensa sisäpuolella suunnitellusti.

B Jätealueelle sijoitettavan vaarallisen jätteen määrä

Jätealue on luokiteltava suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi kaivannaisjätteen jätealueeksi siihen sijoitettavan vaarallisen jätteen määrän perusteella, jos jätealueelle

sen koko toiminnan aikana sijoitettavan vaarallisen jätteen ja jätteen kokonaismäärän suhde (määrä kuivapainona)

- ylittää 50 %
- on 5–50 %, ellei luokitusta todeta perusteettomaksi aluekohtaisella riskinarvioinnilla.

Riskiarviointi on tehtävä osana luokittelua, joka perustuu jätealueen rakenteellisen vakauden heikkenemisestä tai virheellisestä toiminnasta johtuvasta vahingosta aiheutuviin seurauksiin ja siinä on kiinnitettävä erityistä huomiota vaarallisten jätteiden vaikutuksiin.

Jos vaarallisen jätteen ja jätteen kokonaismäärän suhde on alle 5 %, ei jätealuetta luokitella suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi jätealueeksi siihen sijoitettavan vaarallisen jätteen määrän perusteella.

C Jätealueelle sijoitettavan ympäristölle tai terveydelle vaarallisen kemikaalin määrä

Rikastushiekka-alue on luokiteltava suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi kaivannaisjätteen jätealueeksi, jos rikastusjätteen vesifaasin katsotaan suurimman mahdollisen vuotuisen pitoisuuden perusteella olevan vaarallinen kemikaali. Vaarallisella kemikaalilla tarkoitetaan ainetta tai seosta, joka aineiden ja seosten luokituksesta, merkinnöistä ja pakkaamisesta annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1272/2008 mukaisesti luokitellaan vaaralliseksi aineeksi tai seokseksi. Laskennassa huomioidaan vaarallisten kemikaalien määrät vuositasolla ja rikastushiekka-alueella vuosittain päätyvän veden määrä, joiden perusteella lasketaan kemikaalin suurin mahdollinen vuotuinen pitoisuus rikastushiekan vesifaasissa.

13.3 Rikastushiekka-altaan suuronnettomuuden vaaran arviointi

Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan rikastushiekka-alueille on tehty vahingonvaaraselvitys vuonna 2005, pumppausaltaan murtumalle on tehty tulva-aaltomallinnus vuonna 2014 ja nykyiselle rikastushiekka-altaalle on tehty viimeisin vahingonvaara-arvio vuonna 2021 (Liite 4). Rikastushiekka-altaan reunapadonmurtuma on arvioitu ympäristöluvan mukaisessa maksimitilanteessa (+117), jossa rikastushiekan pinta on +116 HW-tasossa patokorotuksen reunalla ja vapaa vesi altaan keskiosassa. Reunapadon murtuminen on arvioitu rikastushiekka-altaan koillis- ja länsireunan patojen sekä eteläreunan pumppausaltaan välipadon kohdilla. Rikastushiekka-altaan mahdollisten sortumatapausten ympäristövaikutukset on arvioitu vähäisiksi. **Rikastushiekka-allas luokitellaan jätealueen rakenteellisen vakauden perusteella muuksi kaivannaisjätteen jätealueeksi.**

Rikastushiekka-altaan vahingonvaara-arvio tullaan laatimaan ja päivittämään seuraavan ympäristölupahakemuksen yhteydessä.

Rikastushiekka-altaalle on sijoitettu Mondo Mineralsin toiminnan aikana pääosin magnesiittihiekkaa, joka on luokiteltu vaarattomaksi jätteeksi. Rikastushiekka-altaalla vuosina 1986–2025 on läjitetty magnesiitti-rikastushiekkaa ja nikkelilaitoksen rikastusjätettä yhteensä noin 11,5 Mt. Outokumpu-yhtiön aikana rikastushiekka-alueelle sijoitetun rikastushiekan ominaisuuksien määrittäminen on aloitettu vuonna 2025. Aiemmasta toiminnasta muodostunutta rikastushiekkaa on noin 9,1 Mt (Cody 1998), mikä on noin 44 % rikastushiekka-altaalle kokonaisuudessaan läjitetyn jätteen kokonaismäärästä. Neutraloidusta nikkelilaitoksen sakan tarkasta määrästä ei ole tietoa. Sitä on läjitetty rikastushiekka-alueelle erillisiin altaisiin noin 13 000 tonnia. Vaikka neutraloitu nikkelilaitoksen sakka ja aiemman toiminnan aikana syntynyt rikastushiekka luokittuvat vaaralliseksi jätteeksi, on niiden yhteenlaskettu määrä alle puolet rikastushiekka-altaalle läjitetyn jätteen määrästä.

VNA 190/2013 liitteen 2 mukaisesti kaivannaisjätteen jätealue on luokiteltava suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi kaivannaisjätteen jätealueeksi siihen sijoitettavan vaarallisen jätteen määrän perusteella, jos vaarallisen jätteen osuus (kuivapainona) a) ylittää 50 prosenttia tai b) on 5–50 prosenttia, jolloin jätealuetta ei kuitenkaan luokitella suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi kaivannaisjätteen jätealueeksi sijoitettavan vaarallisen jätteen määrän perusteella, jos luokitus todetaan perusteettomaksi aluekohtaisessa riskinarvioinnissa.

Rikastushiekka-alueen riskinarviointia tarkastellaan osana jätealueen luokittelua perustuen jätealueen rakenteellisen vakauden heikkenemisestä tai virheellisestä toiminnasta johtuvasta vahingosta aiheutuviin seurauksiin ja vaarallisten jätteistä aiheutuviin lyhyt ja pitkäaikaisiin vaikutuksiin.

Rikastushiekka-altaan vahingonvaaraselvityksessä rikastushiekka-altaan mahdollisten sortumatapausten ympäristövaikutukset on arvioitu vähäisiksi. Tutkimusten perusteella sulfidinen rikastushiekka esiintyy hapettumattomassa tilassa magnesiittihiekan ja sulfidisen rikastushiekan vaihettumiskerroksen alapuolella (ks. luku 6.2.9). Rikastushiekka-altaan maaperä- ja pohjavesivaikutuksia vähentävät haitta-aineiden sitoutuminen rikastushiekka-altaan alapuoliseen turpeeseen (ks. luku 6.2.9). Rikastushiekka-altaan suotovesissä esiintyy korkeita nikkeli- ja sulfaattipitoisuuksia (ks. luku 11.2), mutta huomattava osa suotovesistä saadaan toiminnan aikana otettua talteen

ja palautettua vesikiertoon. Toiminnan päättymisen jälkeen peittorakenteen perustamisen myötä suotovesivaikutukset vähenevät asteittain (ks. sulkemissuunnitelma, liite 1). Näin ollen **rikastushiekka-alue voidaan riskit ja ympäristövaikutukset huomioon ottaen edelleen luokitella muuksi kaivannaisjätteen jätealueeksi.**

VNA 190/2013 liitteen 2 mukaan rikastushiekka-altaan luokitusta tulee tarkastella uudelleen, jos toiminta muuttuu olennaisesti sekä aina jätealueen toimintavaiheen päättyessä. Luokittelua tulee myös tarkastaa, mikäli rikastushiekka-altaalle sijoitettaisiin tulevaisuudessa vesienkäsittelysakkoja.

14 Parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT) huomioiminen

Vuonna 2018 on julkaistu kaivannaisjätteen hallinnasta päivitetty BREF-asiakirja, mikä korvasi edellisen vuonna 2009 hyväksytyn asiakirjan. Edellinen versio laadittiin jo vuonna 2004, ennen kaivannaisjätettä koskevan direktiivin (2006/21/EY) voimaantuloa ja vuoden 2018 päivityksessä huomioitiin voimassa oleva kaivannaisjätedirektiivi.

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 tapauskohtaisesti kaivannaisjätehuollosta aiheutuvien päästöjen ja vaikutusten ennaltaehkäisemisessä ja vähentämisessä kohteissa, joissa on tunnistettu ympäristö- tai terveysvaikutuksia riskinarvioinnin tai vaikutusarvioinnin avulla.

BAT-päätelmien soveltaminen Mondo Mineralsin Vuonoksen rikastamon ja rikastushiekka-alueen toiminnoissa on esitetty liitteessä 1.

15 Tarkkailu ja tarkastukset toiminnan aikana ja sen jälkeen

Kaivannaisjäteasetuksen 4§ mukaan jätehuoltosuunnitelmassa tulee esittää:

8) selvitys seurannasta ja tarkkailusta toiminnan aikana ja sen päätyttyä

Ympäristölainsäädäntö edellyttää ympäristöön vaikuttavista hankkeista ja toiminnoista vastaavilta ympäristövaikutusten seurantaa. Tarkkailuohjelmat laaditaan yhteistyössä valvontaviranomaisen kanssa ja niissä määritellään suoritettavan kuormitus- ja ympäristötarkkailun ja raportoinnin yksityiskohdat.

15.1 Tarkkailuohjelma

Mondo Mineralsin Vuonoksen rikastamolla ja talkkitehtaalla on 15.2.2024 päivitetty ympäristö-, käyttö- ja päästövaikutusten tarkkailuohjelma (Elementis 2024c). Tarkkailuohjelmassa esitetään Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailu lupaehdot ottaen huomioon. Kuormitustarkkailujen osalta ohjelmassa käsitellään Lahenjokeen johdettavan veden tarkkailu ja ilmapäästöjen tarkkailu. Vaikutustarkkailujen osalta ohjelmassa käsitellään tehdasalueen ympäristön pinta- ja pohjavesitarkkailut. Laajempi vesistövaikutusten tarkkailu sisältyy Sysmäjärvi-Heposelkä alueen yhteistarkkailuohjelmaan (Vuonosjoen-Heposelän alueen yhteistarkkailuohjelma 14.12.1999, Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry). (Elementis 2024c).

15.2 Käyttötarkkailu

Käyttötarkkailu on jatkuvaa ja siihen kuuluvat rikastamon ja talkkitehtaan toiminnan sekä puhdistuslaitteiden ja -rakenteiden tarkkailut. Se sisältää muun muassa kemikaalien ja polttoaineiden kulutuksen, raakaveden (Viinijärvi ja avolouhos) ja kierrätysveden määrien sekä läjitetyn rikastushiekan määrän ja sijoittamisen tarkkailut.

Käyttötarkkailun tarkkailutiedot ja havainnot kirjataan käyttöpäiväkirjaan tai vastaavaan tietojen tallennusjärjestelmään. Dokumentointi säilytetään tehtaalla ja esitetään tarvittaessa viranomaisille. Käyttötarkkailun tietoja hyödynnetään tarkkailujen raportoinnissa.

15.3 Jätejakeiden tarkkailu

Rikastushiekan koostumusta ja pysyvyyttä seurataan rikastushiekka-alueelta otettavista kolmen kuukauden kokoomanäytteistä neljä kertaa vuodessa. Näytteistä analysoidaan alkuainepitoisuudet ja liukoisuudet sekä määritetään neutralointipotentiaalisuhde kaivannaisjäteasetuksen (190/2013) liitteessä 1 esitettyjen kriteerien mukaisesti.

Mikäli jätteiden laadun vaihtelu osoittautuu seurantatulosten perusteella vähäiseksi, seurantatiheyttä voidaan tulosten perusteella harventaa valvontaviranomaisen kanssa sovittavalla tavalla asiantuntija-arvioon perustuen. (Elementis 2024c)

15.4 Kaivannaisjätealueen vesijakeiden tarkkailu

Rikastushiekka-altaiden 1 ja 2 vedenlaatua tarkkaillaan altaasta, jonne rikastushiekkalietteen pumppaus on kulloinkin käynnissä. Näytteet otetaan vähintään kerran viikossa ja näytteistä analysoidaan nikkeli (Ni), arseeni (As), rauta (Fe) ja pH. Kerran kuukaudessa analysoidaan sulfaatti (SO_4). Nikkelilaitoksen ollessa käynnissä sulfaatti analysoidaan vähintään kerran.

Suotovesien laatua seurataan suotovesipumppaamoilta (A, B ja C) analysoimalla näytteitä Vuonoksen laboratoriossa kuukausittain. Näytteistä analysoidaan tarkkailuohjelman mukaisesti nikkeli (Ni), arseeni (As), rauta (Fe), pH, sulfaatti (SO_4), kalsium (Ca), sähkönjohtavuus ja redox (hapetus-pelkistyspotentiaali).

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

Rikastushiekka-altaan ja suotoveden vedenlaatutuloksia on esitetty luvussa 10.1.

15.5 Stabiliteetti ja patoturvallisuustarkkailu

Patoja tarkkaillaan turvallisuustarkkailuohjelman, patoturvallisuuslain ja patoturvallisuusoppaan mukaisesti.

Rikastushiekka-altaan patojen kuntoa tarkkaillaan päivittäin tehtävillä tarkastuskierroksilla 27.11.2014 hyväksytyn patotarkkailuohjelman mukaisesti. Lisäksi tarkkailuun kuuluvat vuositarkastukset ja viiden vuoden välein tehtävä katselmus, johon valvontaviranomainen osallistuu. Allaspatoja varten on laadittu ns. patoturvallisuuskansio ja turvallisuustarkkailuohjelma. Vedenpinnan korkeutta rikastushiekka-alueella ja patovyöhykkeillä seurataan alueelle asennetuista tarkkailuputkista. Säännöllisesti hoidetulla tarkkailulla ja riittävän varakapasiteetin (HW-tason seuraaminen) ylläpitämisellä pienennetään merkittävästi häiriö- ja poikkeustilanteiden todennäköisyyksiä.

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

16 Sulkemissuunnitelma ja vakuusesitys

Kaivannaisjäteasetuksen 4§ mukaan jätehuoltosuunnitelmassa tulee esittää:

> 9) tiedot toiminnan lopettamisesta, kaivannaisjätteen jätealueen käytöstä poistamisesta ja jälkihoidosta sekä niihin liittyvästä seurannasta ja tarkkailusta.

Kaivoksen sulkemiseen sisältyy kaivostoiminnan pysyvä lopettaminen ja siihen liittyvät sekä sen jälkeen tehtävät toimenpiteet eli kaivostoiminnan alasajo hallitusti, kaivannaisjätealueiden sulkeminen ja maisemointi, vaikutusalueen kunnostaminen tarvittaessa, jälkihoidon suunnittelu, jälkihoito ja toiminnan jälkeinen seuranta. Kaivoksen sulkemisen voidaan katsoa päättyvän vasta silloin, kun sulkemiselle asetetut tavoitteet ja kriteerit on saavutettu. Kaivannaisjätteen jätealuetta pidetään käytöstä poistettuna, kun valvontaviranomainen on tarkastanut jätealueen ja hyväksynyt käytöstä poistamisen todettuaan, että jätealue ja sen vaikutusalueella oleva maa-alue on palautettu tyydyttävään tilaan ja että annettuja lupamääräyksiä on noudatettu (kaivannaisjäteasetus 190/2013).

Kaivannaisjäteasetuksessa (VNA 190/2013) edellytetään, että toiminnanharjoittaja vastaa jätealueen käytöstä poistamisen jälkeen tehtävistä toimista niin kauan kuin se on tarpeen sen varmistamiseksi, että alueesta ei aiheudu ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa, alue on vakaa ja pysyvästi maisemoitu, alueesta ei aiheudu onnettomuuden vaaraa ja siitä aiheutuvaa ympäristökuormitusta taikka vaikutusalueen pinta- tai pohjavesien tilaa ei ole enää tarpeen tarkkailla. Tarvittavista toimista määrätään ympäristönsuojelulain nojalla annettavissa määräyksissä.

Sulkemissuunnitelma on tämän kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman liitteenä 2. Sulkemissuunnitelma sisältää sulkemisen tavoiteasettelun, toimenpiteet, sulkemisen jälkeisen tilan konseptualisoinnin ja numeerisen arvioinnin, tarkkailun ml. jälkihoitovaihe kehyksen sekä vakuusarvion laskentaperusteineen.

17 Jätehuoltosuunnitelman päivittäminen

Tämä jätehuoltosuunnitelma on päivitetty vastaamaan kaivoksen nykyistä ja/tai suunniteltua toimintaa. Suunnitelma sisältää päivitetyt tiedot mm. rikastushiekkojen laadusta, kaivannaisjätealueiden suunnitelmista, vesien hallinnasta ja käsittelystä, kaivannaisjätteiden hallinnasta sekä arvion riskeistä ja BAT-päätelmien toteutumisesta ja soveltamisesta kohteessa.

Ympäristönsuojelulain 527/2014 114 § mukaisesti toiminnanharjoittajan on arvioitava ja tarvittaessa tarkistettava kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma vähintään viiden vuoden välein ja ilmoitettava tästä valvontaviranomaiselle.

Kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmaa on muutettava, jos kaivannaisjätteen määrä tai laatu taikka jätteen loppukäsittelyn tai hyödyntämisen järjestelyt muuttuvat merkittävästi. Tällöin ympäristölupaa on muutettava siten kuin ympäristönsuojelulain 89 §:ssä säädetään tai ilmoitusta koskevaa päätöstä on tarkistettava. Jos toiminta kuitenkin muuttuu olennaisesti, sovelletaan, mitä ympäristönsuojelulain 29 §:ssä säädetään.

18 Viitteet

AFRY Finland Oy 2021. Elementis minerals. Vuonoksen vahingonvaaraselvitys. 101015592 14.1.2021.

AFRY Finland Oy 2022a. PTO Elementis_tehdasalue.

AFRY Finland Oy 2022. Elementis Minerals Nickel Oy. Bioliuotuslaitoksen uudelleen käynnistys, Outokumpu. Perustamistapalausunto 30.6.2022. Projektiviite 162000030-058.

AFRY Finland Oy 2024. Elementis Minerals B.V. Branch Finland. Vuonoksen rikastushiekka-altaan korotuksen YVA-tarveharkinta

AFRY Finland Oy 2024b. Vuonoksen rikastushiekka-altaan korotus. Alustava korotussuunnitelma, suunnitelmaselostus, luonnos 05/2024.

AFRY Finland Oy 2025. Vuonoksen rikastushiekan läjityskapasiteetin lisääminen ja vesienhallinnan ympäristövaikutusten YVA-ohjelma. Elementis Minerals B.V. Branch Finland. 19.8.2025. Projektinumero: 101028111

AFRY Finland Oy 2025b. Elementis Minerals B.V. Branch Finland. Vuonoksen slug-mittaukset. 3.11.2025. Projektiviite 101028111-003.

Airaksinen, J. 1978. Maa- ja pohjavesihydrologia. Pohjoinen 1978. ISBN 951-9099-73-5. 248 s.

Envineer Oy 2019. Mondo Minerals B.V. Branch Finland. Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma

Elementis 2023. Vuonoksen rikastamon sakeuttimiin varastoidun Fe/As-jätteen hävitysratkaisuvaihtoehdot. PP-esitys, luotu 12.10.2023.

Elementis 2024a. Kirjallinen tiedonanto.

Elementis 2024b. Selvitys Vuonoksen tehtaan rikastushiekan ABA-testien luotettavuudesta. 20.12.2024.

Elementis 2024. Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Vuonoksen rikastamo ja talkkitehdas Ympäristö-, käyttö- ja päästövaikutusten tarkkailuohjelma. Päivitetty 15.2.2024.

Eurofins Ahma Oy 2025. Vuonos, turvenäytteiden PIMA-metallit. Tutkimustodistus AR-25-YB-024486-01. Raportointipäivämäärä 02.06.2025. Näyte-erä EUFI05-00039050.

Cody S. J. 1998. Hydrogeological and hydrochemical investigation of leachate from copper, nickel and magnesite sand tailings storage facility (TSF) at Vuonos plant, Outokumpu, Northern Karelia, Finland. Thesis, The University of College of London. September 1998.

GTK 2025a. Maankamara-karttapalvelu. [http://gtkdata.gtk.fi/maankamara]

GTK 2025b. Happamat sulfaattimaat. [https://gtkdata.gtk.fi/Hasu/index.html] (14.1.2025)

Huhma, A. 1975. Outokummun, Polvijärven ja Sivakkavaaran kartta-alueiden kallioperä. Summary: Precambrian rocks of the Outokumpu, Polvijärvi and Sivakkavaara mapsheet areas. Suonien geologinen kartta,1:100000. Kallioperäkartan selitykset, 4222 Outokumpu, 4224 Polvijärvi, 43/1 Sivakkavaara. 151 pages, 54 figures, 8 tables.

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kempppainen, E., Uddström, A. ja Liukko, A.-M. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus. Punainen kirja 2019.

Itä-Suomen Aluehallintovirasto 2020. Päätös nro 32/2022 (ISAVI/9747/2021). Neutralointisakan läjitystä Vuonoksen rikastushiekka-alueelle koskevan koetoiminnan vakuuden vapauttaminen, Outokumpu. Julkaisupäivä 13.5.2022

Itä-Suomen Aluehallintovirasto 2020. Päätös nro 11/2020 (ISAVI/3914/2019). Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan toiminnan olennainen muuttaminen ja toiminnanaloittamispyyntö, Outokumpu. Julkaisupäivä 3.3.2020

KVVY Tutkimus 2022a. Viinijärven-Heposelän alueen pohjaeläintarkkailu vuonna 2021.

KVVY Tutkimus Oy. 2024. Lahdenjoen ja Ruutunjoen pohjaeläimistö vuonna 2023.

Lehtovaara J., J. Ovaskainen ja A. Wichmann 2016. Turpeen ja valumavesien raskasmetallipitoisuudet eräillä maankäyttömuodoiltaan erilaisilla turvemailla. Suo 67(3-4):117-138 – tutkimusartikkelit. ISSN 0039-5471. Suoseura – Finnish Peatland Society.

Lassila ja Viitanen 2003. Mondo Minerals Oy Vuonoksen tehdas, Tehdasalueen

maaperä- ja pohjavesiolosuhteet. Jaakko Pöyry Infra PSV-Maa ja Vesi, raportti P01662.

Pohjois-Karjalan kalatalouskeskus 2022. Viinijärven kalatalousalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma.

Pöyry Finland Oy 2014. Mondo Minerals, Vuonoksen tehtaat, Nikkeliprojekti, Maaperän pilaantuneisuustutkimus, tutkimusraportti. 26.2.2014 Tutkimusraportti 16X191925.BAEE6.

Pöyry Finland Oy 2011. Mondo Minerals B.V. Branch Finland, Vuonoksen rikastamo ja talkkitehdas, Ympäristö- ja vesitalouslupahakemus, 67090059.BGE3, 26.04.2011.

Ramboll Finland Oy 2005. Mondo Minerals Oy Vuonoksen tehdas. Patoturvallisuuskansio 1-2.

Ramboll Finland Oy 2014. Ilmoitus pilaantuneen maaperän kunnostamisesta (YSL 78§). Vuonoksen tehdas, nikkelirikasteen käsittelylaitoksen alue. 26.5.2024. Viite 1510013175

Ramboll Finland Oy 2015a. Mondo Minerals, Vuonoksen rikastamo ja talkkitehdas, pölypäästöjen leviämislaskelma, 5.10.2015.

Ramboll Finland Oy 2015b. Mondo Minerals, Vuonoksen rikastamo ja talkkitehdas, ilmanlaatumittaukset, 28.9.2015

Ramboll Finland Oy 2017. Mondo Minerals B.V. Branch Finland. Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma. 29.3.2017. Viite: 1510030843-005.

Ramboll Finland Oy 2024. Sysmäjärvi, Outokumpu. Nykytilan selvitys. Luonnos 11.4.2024

Rauret G., López-Sánchez J. F., Sahuquillo A., Rubio R., Davidson C., Ure A. ja Quevauviller Ph. 1999. Improvement of the BCR three-step sequential extraction procedure prior to the certification of new sediment and soil reference materials. Journal of Environmental Monitoring, 1, 57–61.

Räisänen, M.L. ja Korhonen K. 2015. Vuonoksen talkkitehtaan rikastushiekka-altaan ja rikastamon ympäristön pohja- ja pintavesien kemiallinen nykytila vuonna 2004. ARKISTORAPORTTI 58/2015. Geologian tutkimuskeskus

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2021a. Sysmäjärvi-Heposelkä alueen kalataloudellinen yhteistarkkailu vuonna 2021.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2022b. Sysmäjärvi–Heposelän alueen yhteistarkkailun vuosiyhteenveto 2021. 30 s. + liitteet

Savo-Karjalan ympäristötutkimus 2024a. Elementis Minerals B.V.Branch Finland, Vuonoksen tehtaan ja rikastamon kuormitus-, pinta- ja pohjavesitarkkailut 2023. 4.10.2024, E3667. Elementis Minerals B.V.Branch Finland

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2024d. Sysmäjärvi-Heposelän alueen yhteistarkkailun vuosiyhteenveto 2023. 22s. + liitteet.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus 2025. Elementis Minerals Outokumpu, Vuonoksen altaiden luotaukset 10.6.2025, 29.8.2025

SGS 2025a. Quantitative X-Ray Diffraction by Rietveld Refinement. Custom XRD/CA19868-APR25/MI4513-MAY25. 30/05/2025

SGS 2025b. CERTIFICATE OF ANALYSIS Final Report. ABA - Method EN15875. KE25-02103 - PO#168353535. 30/04/2025

SGS Oy 2025c. CERTIFICATE OF ANALYSIS Final Report. BCR extraction. KE25-02103 - PO#168353535. 30/04/2025

Säteilyturvakeskus (STUK) 2025. Luonnon radioaktiivisuusmääritys prosessinäytteelle. Mondo Minerals B. V. Branch Finland. 23.12.2025

Suomen Lajitietokeskus 2025. Tietopyyntö käyttörajattuun aineistoon 10.3.2025 http://tun.fi/HR.48, http://tun.fi/HR.61, http://tun.fi/HR.95, 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

Suomen ympäristökeskus (SYKE) ja ELY-keskukset 2024–25. [https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat]

a) Pohjavesitietojärjestelmä POVET / 4/2024

b) Ympäristökarttapalvelu Karpalo / 3/2025

d) Pintavesien tilan tietojärjestelmä, vedenlaatu VESLA / 3/2025

e) Avoimet ympäristötietojärjestelmät, Hertta / 3/2025

f) Pohjaeläinrekisteri, POHJE

Sweco Ympäristö Oy 2014. Pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen loppuraportti. Mondo Minerals B.V, Vuonoksen rikastamoalue, Outokumpu. 15.12.2014

Työterveyslaitos 2023. Työhygieeninen selvitys Elementis Mineraliksen Vuonoksen rikastamolla ja talkkitehtaalla 23.2.2023.

Työterveyslaitos 2025. Työhygieeninen selvitys Vuonoksen rikastamolla ja talkkitehtaalla 15.-16.10.2025. LAUSUNTO TYHYG 2026 TTL25-03789 B, 15.1.2026. Tämä lausunto korvaa aikaisemmin lähetetyn lausunnon.

VTT 2016. Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J., Korhonen, J. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. 2016. VTT Technology 258. ISBN 978-951-38-8419-2.

Ympäristöministeriö 2007. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi.

Ympäristöministeriö 2011. Ympäristönsuojeluosasto. Kaivannaisjätteen luokittelu pysyväksi. Suomen ympäristö 21/2011.

Ympäristöministeriö 2019. Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi – päivitetty opas. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:2. Haettu osoitteesta http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-001-9