

Rikastushiekka-allasalueen laajentamisen YVA-selostus

Sotkamo Silver Oy

Projektinumero: 101022809-001

23.05.2024

Yhteystiedot

Hankkeesta vastaava
Sotkamo Silver Oy, Arttu Ohtonen arttu.ohtonen@silver.fi puh. 040 4156 857 www.silver.fi
Yhteysviranomainen
Kainuun ELY-keskus Elli Moilanen elli.moilanen@ely-keskus.fi puh. 029 5023 823
YVA-konsultti
AFRY Finland Oy Eveliina Tammisto eveliina.tammisto@afry.com puh. 050 527 0804 www.afry.com

AFRY Finland Oy:n projektinumero on 101020137.

Kannen kuva: Sotkamo Silver Oy

Kuvien pohjakartat ja -ilmakuvat: Maanmittauslaitoksen peruskartta-aineisto, avoin data 2023, ellei toisin mainita.

Sisällys

Yhteystiedot 1

Tiivistelmä 12

Termit ja lyhenteet 25

1 Hankkeen työryhmä 27
1.1 Hankkeesta vastaava 27
1.2 YVA-työryhmä 27
1.3 Yhteystiedot 28

2 Hankkeen kuvaus 29
2.1 Hankkeen tavoite 29
2.2 Hankkeen aikataulu 29

3 Toiminnan nykytila 30
3.1.1 Yleiskuvaus tähänastisesta toiminnasta 32
3.1.2 Mineraalivarannot ja malmivarat 34
3.1.3 Louhinta 35
3.1.4 Rikastus 36
3.1.5 Rikastushiekan ja vesien hallinta 39
3.1.6 Energian kulutus 46
3.1.7 Toiminnassa käytettävät kemikaalit, räjähdysaineet ja polttoaineet sekä niiden varastointi 47
3.1.8 Kaivannaisjätteet ja -jätealueet 48
3.1.9 Muut jätteet 69
3.1.10 Kuljetukset 70
3.1.11 Kaivoksen sulkeminen 70

4 Arvioitavat vaihtoehdot 79
4.1 YVA-menettelyssä tarkasteltavat vaihtoehdot 79

5 Hankevaihtoehtojen muutokset nykyisiin kaivostoimintoihin 81
5.1 Louhosten laajuus ja louhintamäärät (VE1, VE2, Kaivostäyttö 1, Kaivostäyttö 2) 81
5.2 Rikastushiekka-altaan laajennus (VE1, VE2) 84
5.3 Malminkäsittely ja rikastus 86
5.4 Kaivostäyttömenetelmät 86

5.5 Kaivannaisjätteet ja niiden hallinta 86
5.6 Vesienhallinta ja vesitase 92
5.7 Vesien johtaminen 94
5.8 Energian hallinta ja kulutus 96
5.9 Kemikaalit, polttoaineet ja räjähteet 96
5.10 Liikenne ja kuljetukset 96
5.11 Päästöt ympäristöön 96
5.12 Sulkeminen 97

6 Hankkeen liittyminen muihin hankkeisiin ja suunnitelmiin 98
6.1 Muut hankkeet 98
6.2 Valtakunnalliset alueidenkäytön tavoitteet 98
6.3 Maakunnantason tavoitteet 99
6.4 Suomen mineraalistrategia 99
6.5 Hankkeen liittyminen luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin 100

7 Hankkeen edellyttämät luvat, suunnitelmat ja päätökset 101
7.1 Ympäristö- ja vesitalouslupa 101
7.2 Patoturvallisuus 101
7.3 Luonnonsuojelulain mukaiset poikkeamisluvat 102
7.4 Muinaisjäännöksen kajoamiseen liittyvä lupamenettely 102
7.5 Kaavoitus ja maankäyttö- ja rakennuslain mukaiset lupamenettelyt 103
7.6 Käyttöoikeus kaivoksen apualueeseen 103

8 YVA-menettely 104
8.1 YVA-menettelyn tarve ja osapuolet 104
8.2 YVA-menettelyn tavoite ja sisältö 104
8.2.1 Ennakkoneuvottelu 104
8.2.2 YVA-ohjelma 105
8.2.3 YVA-selostus 106
8.2.4 Perusteltu päätelmä 106
8.3 YVA-menettelyn aikataulu 107
8.4 Osallistuminen, vuorovaikutus ja tiedotus 107
8.4.1 Arviointiohjelmasta ja -selostuksesta kuuluttaminen sekä nähtävillä olo 108
8.4.2 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet yleisölle 108

8.4.3 Muu vuorovaikutus ja osallistuminen 109
8.4.4 Muu viestintä 110
8.5 YVA-ohjelmasta saadut lausunnot ja mielipiteet 110

9 Ympäristövaikutusten arviointi ja siinä käytettävät menetelmät 131
9.1 Yleistä 131
9.2 Tarkastelu- ja vaikutusalueiden rajaukset 131
9.3 Alustavasti merkittävimpien ympäristövaikutusten tunnistaminen 132
9.4 Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu 132
9.5 Hankkeessa tehdyt selvitykset 135

10 Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö 137
10.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 137
10.2 Nykytila 138
10.2.1 Kaavoitus ja muut maankäytön suunnitelmat 138
10.2.2 Yhdyskuntarakenne, maankäyttö ja maanomistus 152
10.3 Vaikutusten arviointi 154
10.3.1 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT) 154
10.3.2 Vaikutukset kaavoitukseen 155
10.3.3 Vaikutukset maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen 157
10.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 157
10.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 157
10.5 Arvioinnin epävarmuudet 158
10.6 Vaikutusten lieventäminen 159

11 Maisema ja kulttuuriympäristö 160
11.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 160
11.1.1 Maisemarakenne ja maisemakuva 161
11.1.2 Maiseman arvoalueet, kulttuuriympäristö ja muinaisjäännökset 163
11.2 Vaikutusten arviointi 165
11.2.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 171
11.2.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 172
11.2.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 173
11.2.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 173
11.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 173
11.4 Arvioinnin epävarmuudet 174
11.5 Vaikutusten lieventäminen 174

12 Maa- ja kallioperä 175
12.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 175
12.2 Nykytila 176
12.2.1 Kallioperä 176
12.2.2 Maaperä 181
12.2.3 Happamat sulfaattimaat 185
12.3 Vaikutusten arviointi 185
12.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 185
12.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 185
12.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 186
12.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 186
12.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 187
12.5 Arvioinnin epävarmuudet 188
12.6 Vaikutusten lieventäminen 188

13 Pohjavedet 189
13.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 189
13.2 Nykytila 190
13.2.1 Pohjavesialueet, lähteet ja talousvesikaivot 190
13.2.2 Pohjavedenpinnan korkeus 192
13.2.3 Maa- ja kallioperän vedenjohtavuus 199
13.2.4 Pohjaveden laatu 201
13.3 Vaikutusten arviointi 204
13.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 204
13.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 204
13.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 208
13.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 213
13.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 213
13.5 Arvioinnin epävarmuudet 214
13.6 Vaikutusten lieventäminen 215

14 Vesistöt ja vedenlaatu 217
14.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 217
14.2 Veden laatua säätelevät asetukset ja ohjearvot 220
14.2.1 Vedenlaadulle asetettuja raja-arvoja 220
14.2.2 Haitta-aineiden vaikutusten määrittely 224

14.2.3 Haitta-aineiden ominaisuuksia 227
14.2.4 Ravinnekuormitus 233
14.3 Nykytila 234
14.3.1 Yleiskuvaus 234
14.3.2 Purkuvesistöön kohdistuva kuormitus 235
14.3.3 Virkistyskäyttö ja vesistöjen muu käyttö 237
14.3.4 Virtaamat 237
14.3.5 Vedenlaatu ja vesistöt 239
14.3.6 Sedimentit 258
14.3.7 Purkuvesien toksisuus ja perustuotantokyky 261
14.4 Vaikutusten arviointi 263
14.4.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 263
14.4.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 263
14.4.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 299
14.4.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 311
14.5 Vaihtoehtojen vertailu ja merkittävyys 311
14.6 Arvioinnin epävarmuudet 312
14.7 Vaikutusten lieventäminen 313

15 Vesieliöstö 315
15.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 315
15.2 Nykytila 315
15.2.1 Kasviplankton 316
15.2.2 Pohjaeläimet 318
15.2.3 Vesisammalet 321
15.3 Vaikutusten arviointi 322
15.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 322
15.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 323
15.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 325
15.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 326
15.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 326
15.5 Arvioinnin epävarmuudet 327
15.6 Vaikutusten lieventäminen 327

16 Kalat ja kalastus 329
16.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 329

16.2 Nykytila 329
16.3 Vaikutusten arviointi 333
16.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 333
16.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 333
16.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 335
16.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 335
16.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 335
16.5 Arvioinnin epävarmuudet 337
16.6 Vaikutusten lieventäminen 337

17 Vesienhoito ja vesimuodostumien tila 339
17.1 Vaikutukset vesimuodostumien tilaan ja vesienhoidon tavoitteisiin ... 342

18 Kasvillisuus, luontotyypit ja suojelualueet 345
18.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 345
18.2 Nykytila 346
18.2.1 Kasvillisuus ja luontotyypit 347
18.2.2 Luontoarvokohteet 349
18.2.3 Natura 2000 -alueet ja suojelualueet 350
18.3 Vaikutusten arviointi 355
18.3.1 Natura-arviointien tarpeesta 355
18.3.2 Suojelualueisiin kohdistuvat vaikutukset 356
18.3.3 Kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvat vaikutukset .. 359
18.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 361
18.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 362
18.5 Arvioinnin epävarmuudet 363
18.6 Vaikutusten lieventäminen 364

19 Linnusto ja muu eläimistö 365
19.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 365
19.2 Nykytila 365
19.2.1 Linnusto 365
19.2.2 Muu eläimistö 366
19.3 Vaikutusten arviointi 371
19.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 371
19.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 373
19.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 374

19.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 374
19.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 375
19.5 Arvioinnin epävarmuudet 375
19.6 Vaikutusten lieventäminen 376

20 Luonnonvarojen hyödyntäminen 377
20.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 377
20.2 Nykytila 377
20.3 Vaikutusten arviointi 377
20.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 377
20.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 378
20.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 378
20.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 378
20.4 Vaihtoehtojen vertailu 378
20.5 Arvioinnin epävarmuudet 379

21 Liikenne 380
21.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 380
21.2 Nykytila 381
21.3 Vaikutusten arviointi 385
21.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 385
21.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 386
21.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 391
21.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 391
21.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 391
21.5 Arvioinnin epävarmuudet 392
21.6 Vaikutusten lieventäminen 392

22 Ilmastovaikutukset 394
22.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 394
22.1.1 Hankkeen hiilijalanjäljen laskenta 394
22.1.2 Hiilinieluihin ja -varastoihin kohdistuvien vaikutusten arviointi 396
22.2 Nykytila 398
22.2.1 Ilmasto 398
22.2.2 Kansainväliset, kansalliset ja alueelliset tavoitteet 398
22.2.3 Yleiset ennusteet ilmastonmuutoksen vaikutuksista 400
22.3 Vaikutusten arviointi 405

22.3.1 Vaikutukset hiilinieluihin ja -varastoihin 405
22.3.2 Rakentamisvaiheen vaikutukset 407
22.3.3 Käyttövaiheen aikaiset vaikutukset 408
22.3.4 Sulkemisvaiheen vaikutukset 410
22.3.5 Elinkaaren aikaiset vaikutukset 411
22.3.6 Hankkeen positiiviset vaikutukset 412
22.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 414
22.5 Arvioinnin epävarmuudet 416
22.6 Vaikutusten lieventäminen 417

23 Ilmanlaatu 418
23.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 418
23.2 Nykytila 419
23.3 Vaikutusten arviointi 419
23.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 420
23.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 421
23.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 431
23.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 431
23.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 434
23.5 Arvioinnin epävarmuudet 434
23.6 Vaikutusten lieventäminen 435

24 Melu ja tärinä 436
24.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 436
24.1.1 Melu 436
24.1.2 Tärinä 437
24.2 Nykytila 437
24.2.1 Melu 437
24.2.2 Tärinä 439
24.3 Vaikutusten arviointi 439
24.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 439
24.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 440
24.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 446
24.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 446
24.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 446
24.5 Arvioinnin epävarmuudet 447

24.6 Vaikutusten lieventäminen 448

25 Ihmisten elinolot, virkistyskäyttö ja terveys sekä elinkeinoelämä 449
25.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät 449
25.2 Nykytila 450
25.2.1 Asutus 450
25.2.2 Elinkeinot 456
25.3 Vaikutusten arviointi 457
25.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ihmisten elinoloihin 457
25.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ihmisten elinoloihin 459
25.3.3 Terveysvaikutukset 463
25.3.4 Vaikutukset elinkeinoelämään ja talouteen 464
25.3.5 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset 466
25.3.6 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0 466
25.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutuksen merkittävyys 466
25.5 Arvioinnin epävarmuudet 468
25.6 Vaikutusten lieventäminen 468

26 Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa 469

27 Ympäristöriskit, onnettomuudet ja häiriötilanteet 470
27.1 Poikkeustilanteet 470
27.2 Ilmastonmuutoksesta aiheutuvat ennakoimattomat päästötilanteet 471

28 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi 472

29 Ympäristövaikutusten seuranta 480
29.1 Seurannan periaatteet 480
29.2 Käyttötarkkailu 480
29.3 Päästötarkkailu 481
29.4 Ympäristövaikutusten tarkkailu 481
29.4.1 Vesistötarkkailu, sedimenttitarkkailu ja vesistöjen biologinen tarkkailu 481
29.4.2 Pohjavesitarkkailu 482
29.4.3 Biologinen tarkkailu maa-alueilla 485
29.4.4 Ilmanlaadun tarkkailu 485
29.4.5 Melun ja tärinän tarkkailu 485
29.4.6 Sidosryhmiin kohdistuvien vaikutusten seuranta 485

30 Lähdeluettelo 487

Liitteet

1. Yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta
2. Kaivannaisjätteiden vesilaatumallinnusraportti ja louhosjärvimallinnus
3. Vesitase- ja kuormataseraportti
4. Vesistömallinnusraportti
5. Kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma
6. Sulkemissuunnitelma
7. Pohjavesimallinnusraportti
8. Melumallinnusraportti
9. Pölymallinnusraportti
10. Kosteuskammiokokeiden koonti ja näytteiden edustavuus
11. Havainne- ja maisemakuvat
12. Luontoselvitys vuonna 2023

Tiivistelmä

Hankekuvaus

Sotkamo Silver Oy (jatkossa Hankevastaava) on käynnistänyt ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain mukaisen arviointimenettelyn, jossa selvitetään Sotkamon hopeakaivoksen rikastushiekka-alueen laajentamisen sekä malmituotannon kasvattamisen vaikutuksia.

Rikastushiekka-alueen laajentaminen toteutetaan nykyisen rikastushiekka-altaan viereen. Hankkeessa tarkastellaan lisäksi nykyiseen toimintaan nähden vaihtoehtoisen vesien purkusuunnan sekä rikastushiekan ja sivukiven kaivostäyttöihin hyödyntämisen ympäristövaikutuksia.

Esirikastuksen käyttöönottoa, louhintamäärän kasvattamista ja maanalaisen kaivoksen syventämistä koskeva YVA-menettely on toteutettu vuosina 2017–2018. Kyseisessä YVA:ssa on edellä mainittujen asioiden lisäksi tarkasteltu myös kaivoksen ylijäämävesien johtamista osittain tai kokonaan uudelle purkureitille Tipasjärven Olkilahteen. Kyseisen arvioinnin jälkeen Hankevastaava on aloittanut kaivostoiminnan ja rikastetuotannon vuonna 2019 Hopeakaivoksella. Tieto kaivostoiminnan ympäristövaikutuksista on edeltävän YVA:n jälkeen lisääntynyt, ja samalla Hankevastaava on kehittänyt toimintaansa ja suunnitelmia. Myös ympäristölainsäädännössä ja sen tulkinnoissa on tapahtunut kehitystä edeltävän YVA-menettelyn jälkeen.

YVA-menettelyssä arvioitavat vaihtoehdot

Hankkeen tavoitteena on arvioida nykytilaan verrattuna korkeamman malmituotantomäärän ja vuoteen 2035 ulottuvan toiminta-ajan vaikutuksia. Hankevaihtoehdoissa tarkastellaan kahta vaihtoehtoista rikastushiekka-altaan laajennuksen sijaintia.

Vaihtoehdossa VE0 toiminnan laajentamista ei toteuteta. Vaihtoehdossa VE1 toteutetaan malmituotannon nosto nykyluvan mukaisesta tasosta 600 000 t/v tasoon 800 000 t/v, jatketaan tuotantoaikaa vuoteen 2035 asti sekä syvennetään maanalaista kaivosta n. 1 km maanpinnan tason alapuolelle. Rikastushiekka-altaan laajennus toteutetaan Hanhipetäikön alueen pohjoispuolelle. Vaihtoehdossa VE2 toteutus on muutoin sama kuin VE1:ssä, mutta rikastushiekka-altaan laajennus toteutetaan Hanhipetäikön eteläpuolelle.

Hankevaihtoehtojen lisäksi YVA-menettelyssä on tarkasteltu kahta eri kaivostäyttöä ja kahta eri purkusuuntaa.

- Purkureitti 1: Vedet johdetaan nykyisen luvan mukaisesti Koivupuroon.
- Purkureitti 2: Vedet johdetaan jaetusti Koivupuroon ja Tipasjärven Olkilahteen.
- Kaivostäyttö 1: Kaivostäyttömateriaalina käytetään peränajosta muodostuvaa sivukiveä sekä rikastushiekkaa.
- Kaivostäyttö 2: Kaivostäyttömateriaalina käytetään peränajosta muodostuvaa sivukiveä sekä avolouhoksesta louhittavaa täyttökiveä.

Myös sulkemisen jälkeisiä vaikutuksia on tutkittu. Kaivoksen sulkemisen jälkeen louhosjärven ylivuotovedet johdetaan Pieneen Tipasjärveen.

Hankkeen YVA-menettely

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

Hankkeen valmistelu ja suunnittelu on aloitettu vuonna 2022. Hankkeen suunnittelua on tehty samanaikaisesti YVA-ohjelman laadinnan kanssa sekä sen jälkeen. Hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyn ohjelmavaihe valmistui maaliskuussa 2023. YVA-ohjelma on suunnitelma (työohjelma) YVA-menettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä. YVA-menettelyn toisessa vaiheessa YVA-ohjelman ja siitä annettujen mielipiteiden ja lausuntojen sekä tehtyjen selvitysten perusteella on laadittu tämä ympäristövaikutusten arviointiselostus (YVA-selostus), jossa esitetään tekninen kuvaus ja tiedot hankkeesta ja sen vaihtoehdoista, suunnittelun aikataulusta, koko hankkeen elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista ja niiden merkittävyydestä sekä arvioitujen vaihtoehtojen vertailu ja haitallisten vaikutusten lieventämiskeinot sekä miten osallistuminen ja tiedottaminen on menettelyssä järjestetty. Arvioinnissa keskitytään hankkeen olennaisimpiin vaikutuksiin. Vaikutusten merkittävyyttä arvioidaan vaikutuksen keston, alueellisen laajuuden ja vaikutuksen ympäristössä aiheuttaman muutoksen voimakkuuden suhteen. Yhteysviranomainen (Kainuun ELY-keskus) tarkistaa YVA-selostuksen riittävyyden ja laadun sekä laatii tämän jälkeen perustellun päätelmänsä hankkeen merkittävistä ympäristövaikutuksista.

Tämän hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnin laatimisesta vastaa konsulttityönä AFRY Finland Oy. Yhteysviranomaisena YVA-menettelyssä toimii Kainuun ELY-keskus.

Osallistuminen ja tiedottaminen

YVA-menettely on avoin prosessi, johon asukkailla ja muilla intressiryhmillä on mahdollisuus osallistua. Asukkaat ja muut asianomaiset voivat osallistua hankkeeseen esittämällä näkemyksensä yhteysviranomaisena toimivalle Kainuun ELY-keskukselle, hankevastaavalle tai YVA-konsultille.

Ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta järjestettiin yleisölle avoin tiedotus- ja keskustelutilaisuus ohjelman nähtävillä olon aikana 29.3.2023. Ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta järjestetään yleisölle tiedotus- ja keskustelutilaisuus selostuksen nähtävilläolon aikana.

YVA-menettelyä seuraamaan on koottu seurantaryhmä, jonka tarkoitus on edistää tiedonkulkua ja -vaihtoa hankkeesta vastaavien, viranomaisten ja muiden sidosryhmien kanssa. Seurantaryhmän edustajat seuraavat ympäristövaikutusten arvioinnin kulkua ja esittävät mielipiteitään ympäristövaikutusten arvioinnin laadinnasta.

Hankkeen ja YVA-menettelyn aikataulu

Hankkeen YVA-menettely on käynnistetty YVA-lain 8 §:n mukaisella ennakkoneuvottelulla 15.9.2022. Valmistunut YVA-ohjelma jätettiin yhteysviranomaiselle eli Kainuun ELY-

keskukselle maaliskuussa 2023. YVA-selostus jätetään yhteysviranomaiselle huhtikuussa 2024. Laajennetun toiminnan on suunniteltu alkavan vuonna 2025.

Arvioitavat ympäristövaikutukset ja arviointimenetelmät

Ympäristövaikutuksilla tarkoitetaan hankkeen aiheuttamia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia ympäristöön. YVA-lain mukaisesti arvioinnissa tarkastellaan hankkeen aiheuttamia ympäristövaikutuksia:

- Väestöön sekä ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen
- Maahan, maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen sekä eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen
- Yhdyskuntarakenteeseen, aineelliseen omaisuuteen, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön
- Luonnonvarojen hyödyntämiseen
- Näiden tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin

Hankkeen ympäristövaikutuksia on arvioitu kahden vaihtoehtoisen rikastushiekka-altaan sijainnin osalta (VE1 ja VE2). Tämän lisäksi on arvioitu maanalaisen kaivoksen syventämisen vaikutuksia, kahta eri purkureittivaihtoehtoa sekä kahta eri kaivostäyttövaihtoehtoa, joista toiseen sisältyy myös avolouhoksen laajentaminen täyttökivien louhintaa varten. Myös hankkeen toteuttamatta jättämisen (ns. 0-vaihtoehdon) vaikutukset on arvioitu. Ympäristövaikutusten arvioinnissa on huomioitu toiminnan aikaisten vaikutusten lisäksi rakentamistöiden sekä toiminnan lopettamisen vaikutukset. Lisäksi hankkeen mahdollisia yhteisvaikutuksia alueella olevien tai suunniteltujen muiden hankkeiden kanssa on arvioitu. Arvioinnissa on tuotu esille myös arviointiin liittyvät epävarmuustekijät ja haitallisten vaikutusten lieventämistoimenpiteet. Kansalaisten ja eri sidosryhmien tärkeiksi kokemista asioista on saatu tietoa mm. tiedottamis- ja kuulemismenettelyjen yhteydessä. Vaikutusten arviointi on toteutettu asiantuntija-arvioina. Ympäristövaikutusten merkittävyyttä on arvioitu vertaamalla ympäristön sietokykyä kunkin ympäristörasituksen suhteen ottaen huomioon alueen nykyinen ympäristökuormitus. Vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu edellä vaikutuskohteen herkkyyden ja hankkeen aiheuttaman muutoksen suuruuden perusteella soveltaen IMPERIA-hankkeessa kehitettyä arviointikehikkoa. Arviointityön osana on tehty seuraavat erillisselvitykset tukemaan olemassa olevaa aineistoa:

- Numeerinen 3D pohjavesimallinnus
- Kaivannaisjätealueiden ja louhoksen toiminnan aikainen ja sulkemisen jälkeinen vesilaatumallinnus
- Vesi- ja kuormatasemallinnus
- Vesistömallinnus
- Louhosjärvimallinnus
- Pölymallinnus (Envineer Oy 2024a)
- Melumallinnus (Envineer Oy 2024b)
- Maisemahavainnekuvat

Yhteenveto hankkeen ympäristövaikutuksista

<u>Vaikutukset maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen</u>

Hankealueen maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen kohdistuvat muutokset ovat vähäisiä eikä hankealueen lähiympäristöön kohdistu erityisiä muutoksia. Hankkeen toteuttaminen tehostaa olemassa olevaa kaivostoimintaa kaivospiirin alueella, joka on osoitettu voimassa olevassa maakuntakaavassa kaivokseksi tai kaivostoimintaan tarkoitettuna alueena. Hanke ei ole ristiriidassa voimassa olevien maakunta-, yleis- tai asemakaavojen kanssa eikä estä niiden toteuttamista. Mikäli vuodesta 2011 asti vireillä ollut Tipasjärven ranta-asemakaavan laatiminen etenee, hankkeella voi olla kohtalaisia kielteisiä vaikutuksia ranta-asemakaavassa suunnitelluille lähimmille rakennuspaikoille. Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 toteuttaminen ei muuta kaivoksen lähialueen maankäyttöä. Hankkeen toteutusvaihtoehdoista VE1 ja VE2 aiheutuvat vaikutukset maankäytölle ja yhdyskuntarakenteelle arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi ja kielteiseksi.

Hankkeessa suunniteltu laajennettu maanalainen kaivos ulottuu syvällä kalliossa nykyisen kaivospiirin ulkopuolelle lyhyen matkaa hankealueen itäpuolella. Kaivospiirin ulkopuolelle yltävän osan voidaan katsoa olevan voimassa olevia kaivoslupia koskevan siirtymäsäännöksen määritelmän mukainen vähäinen apualue tai alue, jolla vähäisesti laajennetaan olemassa olevaa kaivosta. Näissä tapauksissa vanhan kaivoslain mukaisesti kaivostoiminta voi asema- tai yleiskaavan sijaan perustua myös maakuntakaavaan tai riittävään selvitykseen.

Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön

Hankealueen lähialueella ei ole valtakunnallisia tai maakunnallisia arvokkaita maisema-alueita tai rakennetun kulttuuriympäristön kohteita. Arkeologista kulttuuriperintöä edustavat kaksi kiinteää muinaisjäännöskohdetta hankealueen itälaidalla. Näihin ei kohdistu vaikutuksia hankkeesta. Rikastushiekka-altaiden vaikutuksia lähialueen maisemaan on tarkasteltu laadittujen kuvasovitteiden avulla. Hankkeen maisemalliset vaikutukset ovat vähäiset. Rikastushiekka-altaiden näkyvyyttä Pienen Tipasjärven suuntaan voidaan lieventää säilyttämällä suojaavaa puustoa. Kaivostoiminnan loppumisen jälkeen maaston muotoilussa on hyvä huomioida ympäristön pinnanmuodot, jotta entinen kaivosalue sulautuu ympäröivään luonnonmaisemaan. Hankkeen toteutusvaihtoehdoista VE1 ja VE2 aiheutuvat vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi ja kielteiseksi.

Vaikutukset maa- ja kallioperään

Hankealueen herkkyys muutoksille maa- ja kallioperän osalta arvioidaan vähäiseksi, sillä hankealueelle ei sijoitu arvokkaita maa- tai kallioperämuodostumia. Rakentamisvaiheen vaikutukset maa- ja kallioperään arvioidaan vähäiseksi ja kielteiseksi rikastushiekka-altaan laajennuksen maarakennustöiden aikana. Vaihtoehdossa VE1 vaikutukset maaperään kohdistuvat Hanhipetäikön pohjoispuolelle ja vaihtoehdossa VE2 Hanhipetäikön eteläpuolelle. Rakennusaikana ei tehdä kallioperään kohdistuvia toimenpiteitä. Toiminnan aikana vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaan alapuolinen turvekerros painuu tiiviimmäksi. Vaihtoehdossa VE2 moreenimaaperä ei juuri painu läjityksen alla. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 maanalaisen kaivoksen louhinnan vaikutukset kohdistuvat kallioperään ja ovat pysyviä. Toiminnan aikaiset vaikutukset arvioidaan vähäiseksi ja kielteiseksi, sillä louhinnan vaikutukset maa ja kallioperään ovat pysyviä, mutta paikallisia, ja louhinta- ja kaivuumäärä voidaan luokitella pieniksi.

Hankevaihtoehdoilla VE1 ja VE2 ei ole merkittäviä keskinäisiä eroja maa- ja kallioperään kohdistuvien vaikutusten kannalta. VE1 vaihtoehdossa tapahtuu turpeen painumista, koska rikastushiekka-allas sijaitsee luontaisen turvekerroksen päällä.

Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaasta läpi suotautuva vesimäärä on luontaisen turvepohjan takia todennäköisesti pienempi kuin vaihtoehdossa VE2. Vaihto-ehdossa VE2 läpisuotautuvan veden määrää voidaan pienentää juurisalaojilla ja veden pois pumppauksella.

Vaihtoehdossa VE2 rikastushiekka-allas tulee moreenimaaperän päälle, moreenia ei tällöin voi käyttää muuhun rakentamiseen alueella.

Vaihtoehdossa Kaivostäyttö 1 avolouhosta ei laajenneta ja vaihtoehdossa Kaivos-täyttö 2 avolouhosta laajennetaan täyttökiven louhinnan seurauksena, jolloin vaihtoehdon Kaivostäyttö 2 vaikutukset kallio- ja maaperään ovat jonkin verran suuremmat kuin vaihtoehdossa Kaivostäyttö 1.

Vaikutukset pohjavesiin

Pohjavesiolosuhteet kaivoksen lähiympäristössä arvioidaan herkkyydeltään vähäisiksi, sillä vaikutusalueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesi- tai Natura-alueita eikä lähteitä tai talousvesikaivoja. Vaikutusten merkittävyys kokonaisuudessaan arvioidaan vähäiseksi ja kielteiseksi kaikissa vaihtoehdoissa, sillä toiminnan loputtua pohjavesiolosuhteet palautuvat vähitellen lähelle toimintaa edeltävää tilaa.

Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaasta läpi suotautuva vesimäärä on luontaisen turvepohjan takia todennäköisesti pienempi kuin vaihtoehdossa VE2. Vaihtoehdossa VE2 läpisuotautuvan veden määrää voidaan pienentää juurisalaojilla ja veden pois pumppaamisella.

Vaikutukset vesistöihin ja vedenlaatuun

Rikastushiekka-alueen laajennuksen sijainnilla ei ole vaikutusta vesistökuormituksen suuruuteen, ja pintavesiin kohdistuvat vaikutukset ovat siten toiminnan aikana vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 samansuuruiset.

Vesistökuormitus ja vesistövaikutukset ovat eri parametrien osalta pääosin pienempiä kaivostäyttövaihtoehdolla, jossa käytetään sivukiveä ja rikastushiekkaa (Kaivostäyttö 1) kuin pelkällä sivukivellä (Kaivostäyttö 2).

Kuormituksen vaikutukset ovat Koivupuron purkureitillä voimakkaat Koivupurossa, mutta laimenevat merkittävästi jo Ollinjoessa.

Johdettaessa 100 % kuormituksesta Koivupuron reitille, Ollinjoessa voi esiintyä vuosikeskiarvona ympäristönlaatunormin (AA-EQS) ylitys kadmiumin osalta runsaan sadannan kuormitustasoilla sekä lyijyn osalta hetkellisen maksimipitoisuuden (MAC-EQS) ylitys pelkän sivukiven kaivostäyttövaihtoehdolla. Myös sinkille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS) voi ylittyä kaikilla kuormitusvaihtoehdoilla. Laskennallisen tarkastelun perustella ei voida typen osalta poissulkea kuormituksen heikentäviä vaikutuksia Hietasen - Pienen Hietasen ekologiseen tilaluokitukseen.

Johdettaessa 60 % kuormituksesta Koivupuron reitille ympäristönlaatunormin ylityksiä ei Ollinjoessa todeta. Ollinjoen vuosikeskiarvopitoisuudet voivat ylittää pelkän sivukiven

kaivostäyttövaihtoehdolla sinkille ehdotetun ympäristönlaatunormin (AA-EQS). Laskennallisen tarkastelun perusteella voidaan arvioida, että kuormituksella ei ole todennäköisesti heikentävää vaikutusta Hietasen - Pienen Hietasen ekologiseen tilaluokitukseen.

Pienen Tipasjärven Olkilahdessa ei todeta mallinnuksen perusteella ympäristönlaatunormien ylityksiä, kun reitille johdetaan 40 % kuormituksesta. Sinkille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS) voi kuitenkin ylittyä. Mallinnuksen perusteella voidaan arvioida, ettei kuormituksella ole todennäköisesti heikentävää vaikutusta Pienen ja Ison Tipasjärven vesimuodostuman ekologiseen tilaluokitukseen.

Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys pintavesiin arvioidaan nykytilaan nähden *kohtalaiseksi kielteiseksi*, kun kuormituksesta johdetaan 100 % Koivupuron purkureitille (Purkureitti 1) ja *vähäiseksi kielteiseksi*, kun kuormitus johdetaan jaetusti Koivupuron (60 %) ja Taivaljärven (40 %) purkureiteille (Purkureitti 2).

Vaikutukset vesieliöstöön

Johdettaessa 100 % kuormituksesta Koivupuron reitille, ei voida poissulkea kuormituksen heikentävää vaikutusta Hietasen - Pienen Hietasen kasviplanktonlajiston tilaan.

Johdettaessa 60 % kuormituksesta Koivupuron reitille ja 40 % Taivaljärven purkureitille laskennallisen tarkastelun perusteella kuormituksella ei ole heikentävää vaikutusta Hietasen - Pienen Hietasen kasviplanktonlajiston tilaan, eikä mallinnustulosten perusteella Pienen Tipasjärven kasviplanktonlajiston tilaan.

Johdettaessa 100 % kuormituksesta Koivupuron reitille, voi negatiivisia vaikutuksia etenkin reitin yläosan (Koivupuro-Ollinjoki) pohjaeläimistöön ja ekologiseen tilaan esiintyä. Johdettaessa 60 % kuormituksesta Koivupuron reitille ja 40 % Taivaljärven purkureitille jäävät vaikutukset Koivupuron suunnalla vähäisemmiksi. Taivaljärven purkureitille ei arvion mukaan kohdistu ekologista tilaa heikentävää vaikutusta.

Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys vesieliöstöön arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi, kun kuormituksesta johdetaan 100 % Koivupuron purkureitille (Purkureitti 1) ja vähäiseksi kielteiseksi, kun kuormitus johdetaan jaetusti Koivupuron (60 %) ja Taivaljärven (40 %) purkureiteille (Purkureitti 2).

Vaikutukset kaloihin ja kalastukseen

Rakentamisen aikaiset vaikutukset kalastoon ja kalastukseen arvioidaan jäävän hyvin pieniksi, ja vaikutusten kohdistuvan lähinnä Taivaljärven rantavyöhykkeeseen. Taivaljärvi on kunnostettu kosteikko, jossa ei ole kalastusta.

Johdettaessa 100 % kuormituksesta Koivupuron reitille, voi negatiivisia vaikutuksia reitin kalastoon esiintyä pääasiassa Pieni-Hietasen ja Hietasen yläpuolisissa virtavesissä mm. rehevöitymisen myötä. Johdettaessa 60 % kuormituksesta Koivupuron reitille ja 40 % Taivaljärven purkureitille jäävät vaikutukset Koivupuron suunnalla vähäisemmiksi. Taivaljärven purkureitille ei arvion mukaan kohdistu merkittävää kalaston ja ravuston tilaa tai kalastusta heikentävää vaikutusta.

Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys kalastolle arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi, kun kuormituksesta johdetaan 100 % Koivupuron purkureitille (Purkureitti 1) ja vähäiseksi kielteiseksi, kun kuormitus johdetaan jaetusti Koivupuron (60 %) ja Taivaljärven (40 %) purkureiteille (Purkureitti 2).

Vaikutukset vesienhoitoon ja vesimuodostumien tilaan

Vaikutukset on arvioitu vedenlaatuun, vesieliöstöön ja kalastoon liittyvien vaikutusarvioiden perusteella. Koivupuron purkureitillä ensimmäinen luokiteltu vesimuodostuma on vesienhoidon kolmannella kaudella erinomaiseen ekologiseen tilaan luokiteltu Hietasen - Pienen Hietasen vesimuodostuma ja Taivaljärven purkureitillä hyvään ekologiseen tilaan luokiteltu Ison ja Pienen Tipasjärven vesimuodostuma.

Laskennallisen tarkastelun perustella ei voida poissulkea kuormituksen heikentäviä vaikutuksia Hietasen - Pienen Hietasen ekologiseen tilaluokitukseen, jos 100 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron reitille. Laskennallisen tarkastelun perusteella voidaan arvioida, että johdettaessa 60 % kuormituksesta Koivupuroon, kuormituksella ei ole heikentävää vaikutusta Hietasen - Pienen Hietasen ekologiseen tilaluokitukseen. Mallinnuksen perusteella voidaan arvioida, ettei kuormituksella ole heikentävää vaikutusta Pienen ja Ison Tipasjärven vesimuodostuman ekologiseen tilaluokitukseen, jos kuormituksesta 40 % johdetaan Taivaljärven purkureitille.

Vaikutukset kasvillisuuteen, luontotyyppeihin ja suojelualueisiin

Suunniteltujen rikastushiekka-altaiden alueella kasvillisuus ja luontotyypit tulevat rakentamisen ja täytön edetessä lopulta häviämään. Tarkasteltavilla alueilla luonnontilaisuutta voidaan pitää pitkälti muuttuneena tai hävinneenä ihmistoiminnan vaikutuksesta. Suunnitellun rikastushiekka-allasvaihtoehdon VE1 alueella on muutamia luonnontilaisiksi tai luonnontilaisen kaltaiseksi arvioituja huomionarvoisia luontotyyppikuvioita.

Kasvillisuus- ja luontotyppivaikutukset kohdistuvat pääsääntöisesti rakentamisalueille ja niiden välittömään läheisyyteen. Mallinnusten perusteella laajimmalle ulottuvat vaikutukset ovat hankkeen purkuvesien aiheuttamien mahdollisten vedenlaatumuutosten kautta välittyvät vaikutukset, joita voi kohdistua valittavasta vaihtoehdosta riippuen joko Tipasjärven tai Sapsojoen purkuvesistön reitille. Vesistövaikutukset laimenevat mitä etäämmälle hankealueesta siirrytään. Käytännössä vaikutukset voivat ilmetä joko virtaamamuutosten kautta tai esimerkiksi ravinnetasapainon kautta alueiden rehevöitymisenä tai happamoitumisena purkuvesien ja vastaanottavan vesistön laadusta riippuen.

Hankealueelle tai hankkeen tunnistetuille vaikutusalueille ei sijoitu kummassakaan tarkasteltavassa vaihtoehdossa uhanalaisten tai suojelullisesti huomionarvoisten kasvilajien esiintymiä, eikä metsälain 10 §:n tai vesilain 2:11 §:n tarkoittamia kohteita.

Lähin Natura 2000 -verkostoon kuuluva alue on hankealueesta noin 800 metrin etäisyydellä sijaitseva Hiidenportti. Pohjoisessa noin kilometrin etäisyydellä Iso Tipasjärven ja Pieni Tipasjärven eteläpuolella sijaitsee Vuoriniemen Natura-alue. Hanke ei laadittujen mallinnusten tai arviointien perusteella aiheuta suojelualueille merkittäviä haitallisia vaikutuksia kummassakaan tarkasteltavassa hankevaihtoehdossa minkään tunnistetun suoran tai epäsuoran vaikutusmekanismin kautta.

Rikastushiekka-altaalle suunniteltujen alueiden vaikutus on arvioitu vaihtoehdossa VE1 kohtalaiseksi kielteiseksi ja vaihtoehdossa VE2 vähäiseksi kielteiseksi.

Vaikutukset linnustoon ja muuhun eläimistöön

Varsinaisen hankealueen merkitys linnuston näkökulmasta on todennäköisesti nykyisten kaivostoimintojen vuoksi vähäinen, sillä kaivoksen toimintaan liittyvä melu ja ihmistoiminnan häiriö sekä elinympäristöjen pirstaleisuus on oletettavasti saanut ainakin häiriölle herkemmän lajiston siirtymään etäämmälle.

Linnustollisesti merkittävimmät alueet kaivospiirin läheisyydessä ovat luoteispuoleinen Jäkäläsuo sekä kosteikoksi kunnostettu Taivaljärvi itä-koillispuolella. Hankkeen vaikutukset näille alueille jäävät pääosin vähäisiksi, tarkastellussa vaihtoehdossa kaivostäyttö 2 päiväaikainen melukuormitus tulee vähäisissä määrin lisääntymään Taivaljärven alueella.

Hankealueelta ei ole tehty viime aikoina pesimälajiston kartoituksia, joten tiedot perustuvat aiempien YVA- ja luvitusmenettelyiden yhteydessä toteutettuihin selvityksiin, mikä aiheuttaa epävarmuuksia linnuston näkökulmasta.

Hankealueelle tai sen välittömään läheisyyteen ei sijoitu luontodirektiivin liitteen IV(a) lajien lisääntymis- tai levähdyspaikkoja.

Hankkeesta voi aiheutua toiminnan aikana vähäisiä epäsuoria vaikutuksia saukoille, mikäli kaivoksen vedet ohjataan jatkossa kokonaisuudessaan nykyisen luvan mukaisesti Koivupuron kautta.

Vaikutukset arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi kielteiseksi.

Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen

Kaivostoiminnassa on kyse luonnonvarojen hyödyntämisestä, kun malmia louhitaan ja rikastetaan kaivoksella. Marjastaminen ja sienestäminen hankealueella ei rakentamisen aikana ole mahdollista, ja myös toiminnan aikana alueen käyttö muuhun tarkoitukseen estyy. Toiminnan päättymisen jälkeen kasvillisuus palautuu hiljalleen. Hankealueen herkkyys muutoksille luonnonvarojen hyödyntämisen osalta arvioidaan vähäiseksi. Rikastushiekka-altaan laajentamisen vaikutukset luonnonvaroihin arvioidaan kohtalaisiksi ja myönteisiksi. Myönteisiä vaikutuksia kohdistuu luonnonvarojen hyödyntämisestä, kun malmia louhitaan ja rikastetaan kaivoksella.

Vaikutukset liikenteeseen

Vaikutuksia liikenteeseen aiheutuu työmatkaliikenteen ja kuljetusten määrän kasvusta. Rakentamisen aikana liikennemäärät voivat kasvaa hetkittäin kuljetusten seurauksena, koska rakennustyömaalle kuljetetaan myös maamassoja, mutta liikennevaikutukset lähitiestölle aiheutuvat pääasiassa muusta kaivostoiminnasta. Rikastekuljetukset kasvavat toiminnan aikana 60 % vuoden 2023 kuljetuksista ja 30 % nykyisen maksimituotannon kuljetuksista. Henkilöliikenne kasvaa aliurakoitsijoiden osalta 30 %. Liikenteen kasvu on kokonaisuudessaan arviolta 20 ajoneuvoa vuorokaudessa, mikä vastaa noin 19 % nousua kaivoksen kokonaisliikennemäärään. Raskaan liikenteen kasvun osuus on kaksi ajoneuvoa. Vaikutukset liikenteeseen kohdistuvat yhdystielle 9005 ja vähäisissä määrin yhdystielle 5284. Suurin vaikutus aiheutuu kaivoksen

läheiselle Kissaniementielle (9005), jonka piirissä asutus on kuitenkin harvaa. Tiestön kunto on nykyisellään heikko, mutta parannushanke tielle 9005 on edistymässä. Toiminnan jälkeen kaivoksen liikennevaikutukset lakkaavat. Hankkeen liikennevaikutusten merkittävyys arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi ja kielteiseksi.

Ilmastovaikutukset

VE1 ja VE2 vaihtoehdot ovat ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta ratkaisuja, joita pitäisi välttää. Laskentojen perusteella ratkaisut eivät tue Kainuun maakuntastrategian toteuttamista eikä Suomen hiilineutraaliustavoitetta vuonna 2035.

Rakentamisen, käyttövaiheen ja sulkemisen päästöt muodostuvat pääosin kuljetuksista ja maanrakennustöistä. Lisäksi VE1 ja VE2 ratkaisut pienentävät Sotkamon kunnan alueella pysyvästi hiilivarastoja- ja nieluja.

VE1 ja VE2 ratkaisujen päästöjä pystytään merkittävästi vähentämään käyttämällä vähäpäästöisiä koneita, laitteita ja polttoaineita sekä uusiutuvia energialähteitä.

Vaihtoehtotarkastelun perustella molemmilla vaihtoehdoilla VE1 ja VE2 on samankaltaiset huomattavat ilmastovaikutukset. Muutoksen laatu on kaikissa vaihtoehdoissa kielteinen ja sen merkittävyys on arvioitu VE1 ja VE2 tapauksissa kohtalaiseksi ja VE0 tapauksessa pieneksi.

Vaikutukset ilmanlaatuun

Pölypäästöjen vaikutus on kaivospiirin ulkopuolella merkityksetön kaikissa hankevaihtoehdoissa VE0, VE1 ja VE2, ja molemmissa päätoteutusvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 se voi paikasta riippuen joko hieman kasvaa tai vähentyä verrattuna vaihtoehtoon VE0. Kaivostoiminnasta johtuva hiukkasten pitoisuuden lisäys on selvästi pienempi kuin muista lähteistä peräisin olevien hiukkasten pitoisuus.

Pölyämisen ilmanlaatua heikentävä vaikutus kaivospiirin alueella on paikallinen ja rajoittuu malmikentälle ja rikastushiekka-altaan patoalueilla työskentelevien koneiden läheisyyteen. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvon arvioidaan sielläkin pysyvän asetuksella säädettyä raja-arvoa alempana, mutta sallitun vuorokausikeskiarvon ylityksiä on odotettavissa.

Melu- ja tärinävaikutukset

Kaivosalueella aiheutuu nykytilassa melua louhinnasta, murskauksesta, porauksesta sekä kuljetuksiin liittyvistä toiminnoista. Tärinää aiheutuu nykytilassa maanalaisen kaivoksen louhintaräjäytyksistä. Räjäytyksistä aiheutuva tärinä on hetkellinen tapahtuma.

Rikastushiekka-altaan rakentamisen ajan melu tulee olemaan pääosin tasaista, työkoneista johtuvaa melua, joka on verrattavissa mittauksin todennetun toiminnan melupäästöihin. Melun nykytilasta on tehty arviointi vuonna 2021. Arvion perusteella nykytila ei aiheuta ympäristöluvassa asetettujen raja-arvojen ylitystä. Rakentamisen aikaiset meluvaikutukset arvioidaan vähäiseksi negatiiviseksi kummassakin hankevaihtoehdossa VE1 ja VE2. Rakentamisen aikaiset tärinävaikutukset rajautuvat maanmuokkaustöiden ja liikennereittien välittömään läheisyyteen. Rakennusaikana ei ole havaittavia tärinävaikutuksia lähimpien asuinrakennusten luona.

Kaivosalueen meluaviin toimintoihin toiminnan aikana kuuluvat rikastus-hiekka-allasalueella toimiva kaivinkone, rikastamoalueella olevat murskain, rikotin, seula ja pyöräkuormaaja sekä rikastamon ja maanalaisen kaivoksen maanpäälliset ilmanvaihtokoneet ja muut rikastamon melulähteet. Lisäksi kaivostäyttövaihtoehdossa 2, jossa täyttö toteutetaan maanalaisesta kaivoksesta louhittavalla sivukivellä ja avolouhoksesta louhittavalla täyttökivellä, muodostuu melua kallioporaamisesta, räjäytyksistä ja kiviaineksen kasaamisesta.

VE1 ja VE2 melumallinnuksessa huomioitujen toimintojen ja liikenteen aiheuttamat meluvaikutukset tarkastelluille asuin- ja lomakiinteistöille eivät ylitä ympäristöluvan mukaisia päivä- ja yöaikaisia raja-arvoja. Meluvaikutukset arvioidaan olevan vähäisen negatiiviset kummassakin hankevaihtoehdossa. Molemmissa hankevaihtoehdossa tärinävaikutukset arvioidaan samansuuruisiksi kuin nykytilanteessa.

Mikäli hanke ei toteudu (VE0) nykytilan melu- ja tärinävaikutukset pysyvät ennallaan.

Vaikutukset ihmisten elinoloihin, virkistyskäyttöön, terveyteen ja elinkeinoelämään

Hankkeen merkittävimmät ihmisten elinoloja ja viihtyvyyttä heikentävät vaikutukset aiheutuvat ympäristömelusta, liikenteestä ja vesistövaikutuksista.

Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 (täyttömenetelmillä 1 ja 2 sekä purkuvaihtoehdoilla 1 ja 2) vaikutus ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen arvioidaan kohtalaiseksi ja kielteiseksi.

Kaivostoimintojen laajentaminen tavoitteena on jatkaa kaivoksen elinkaarta 10-vuodella, mikä pidentää toiminnan vaikutuksien kestoa.

Melumallinuksen mukaan päivä- ja yöajan ohjearvot eivät ylity, mutta melumaisema muuttuu toiminnan laajentamisen nostaessa melutasoa 6–9 dB. Yli 3 dB muutos on havaittavissa ja se koetaan yleensä häiritsevänä. Kaivostoiminnan suurinta melua aiheuttavat työvaiheet pyritään ajoittamaan kello 7–22 aikavälille, joten vakinaisiin tai loma-asukkaisiin kohdistu melua tai tärinää yöaikaan.

Tuotannon noston seurauksena kaivoksen kokonaisliikennemäärään tulisi 20 ajoneuvon lisäys vuorokaudessa ja raskaan liikenteen määrään kahden ajoneuvon lisäys vuorokaudessa, eli kaivostoiminnasta aiheutuvat kokonaisliikennemäärät kasvaisivat noin 19 % nykyisestä. Teiden huonon kunnon vuoksi lisääntynyt liikenne kasvattaa onnettomuusriskiä millä on heikentävä vaikutus ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen.

Kaivoksen vesistökuormituksilla voi mahdollisesti olla kielteinen vaikutus Koivupuron purkureitin vesimuodostumien vedenlaatuun ja kalastoon vaikuttaen heikentävästi alueen virkistysmahdollisuuksiin. Negatiivisia vaikutuksia reitin kalastoon voi esiintyä pääasiassa Pieni-Hietasen ja Hietasen yläpuolisissa virtavesissä, joissa kalastus on vähäistä. Jaetulla vesistökuormituksella ei arvioida olevan Tipasjoen purkureitin vesimuodostumien vedenlaatuun tai kalastoon tai kalastusmatkailuun heikentävää vaikutusta.

Kaivoksen ympäristön marjoissa ja sienissä on todettu kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. Kaivoksen elinkaaren pitenemisellä arvioidaan olevan kumulatiivinen vaikutus haitta-ainepitoisuuksiin heikentäen alueen kotitarvekäyttömahdollisuuksia.

Kaivoksen toiminnan laajentamisesta muodostuu myönteisiä alueellisia ja maakunnallisia taloudellisia vaikutuksia, kun hanke kehittää aktiivisesti elinkeino- ja liike-elämän kilpailukykyä. Kaivostoiminnalla on välittömiä ja välillisiä työllistämisvaikutuksia ja kaivoksen elinkaaren piteneminen takaa jatkossakin alueellisen työllistämisen sekä kasvattaa työvoiman tarvetta.

Hankkeella ei arvioida oleva suoraa terveysvaikutusta minkään vaihtoehdon osalta. On kuitenkin huomioitava, että pienetkin muutokset tai häiriötekijät voivat aiheuttaa haittaa etenkin, jos alueelle kohdistuu useampia samanaikaisia häiriötekijöitä (liikenne, melu, tärinä sekä ilman- ja vedenlaatu). Lisäksi tulee huomioida alueella samanaikaisesti tapahtuvien muiden hankkeiden yhteisvaikutukset, mikäli niitä on.

Vesistö-, vesieliöstö- ja kalastovaikutusten lieventäminen vaihtoehdossa, jossa kuormituksesta 100 % johdetaan Koivupuroon

Kuormatase on laadittu laajimman tilanteen perusteella ja kuvastaa suurinta kuormitusta. Kuormitus kasvaa vaiheittain, kunnes se saavuttaa kuormataseen mukaisen tilanteen. Myös vesistövaikutukset lisääntyvät vaiheittain kuormituksen kasvaessa.

Vesistövaikutusarvio perustu malmituotantomäärän nostoon nykyisestä 600 000 t/v tasosta 800 000 t/v tasoon. Vaikutusarvio on tehty varovaisuusperiaatteen mukaisesti laajimman tilanteen perusteella, ja se kuvastaa suurimpia vaikutuksia. Kuormitus kasvaa vaiheittain, kunnes se saavuttaa mallinnuksen mukaisen tilanteen.

Mikäli lupavaiheessa valitaan vesien johtamisreitiksi Koivupuron purkureitti (100 % kuormituksesta, purkureitti 1), tuotantokapasiteetti ja toiminta suhteutetaan siten, ettei vesistökuormitus aiheuta ympäristönlaatunormien ylityksiä vesistössä, eikä vesistökuormitus estä vesienhoidon tavoitteiden saavuttamista luokitelluissa vesimuodostumissa. Arvioinnissa on esitetty alustavat ja konservatiiviset arviot vesistökuormituksen suuruudesta, ja suunnittelun edetessä kuormitusarviot sekä sen myötä vesistövaikutusarviot tarkentuvat. Esimerkiksi laskennallisen tarkastelun perusteella arvioituna noin 20 %:in vähenemä YVA-selostusvaiheen kuormitustasoon typen osalta estäisi kuormituksen heikentävän vaikutuksen luokitelluissa vesimuodostumissa Koivupuron reitillä (purkureitti 1: 100 % kuormituksesta Koivupuroon).

Kuormitusta voidaan vähentää ja vaikutuksia lieventää mm. seuraavilla toimenpiteillä:

- Malmituotantomäärää ei nosteta nykyisestä 600 000 t/v tasosta 800 000 t/v tasolle.
- Nykyistä avolouhosta ei laajenneta.
- Uusi rikastushiekka-allas toteutetaan vaiheittain, ja alussa sen laajuus on 20 ha.
- Typpikuormitusta voidaan edelleen pienentää typettömien räjähdysaineiden käyttöönotolla, kun ne tulevat kaupalliseen käyttöön.
- Vesienkäsittelyä tehostetaan metallien ja typenpoiston osalta.

Käsiteltyjen purkuvesien määrää ja laatua tarkkaillaan viranomaisten hyväksymällä tavalla.

Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa

Vesistövaikutusten osalta saman vesistöalueen kuormittajat on huomioitu. Toteutettavan tarkkailun vedenlaatunäytteissä ovat mukana ja näkyvät kaivoksen lisäksi myös muut yläpuolisen

valuma-alueen toiminnot kuten Tipasjärven (Kiisulan) hylätty rikkikiisukaivos, joten nykyinen vedenlaatu kuvaa yhteisvaikutusta.

Kaivoshankkeen merkittävinä myönteisinä vaikutuksina ovat vaikutukset työllisyyteen ja aluetalouteen.

Ympäristöriskit, onnettomuudet ja häiriötilanteet

Allasalueisiin liittyviä ympäristöriskejä ovat esimerkiksi rikastushiekka-altaan ja selkeytysaltaiden patorakennelmien vauriot ja pahimmassa tapauksessa niiden murtuminen, jolloin altaisiin padottu vesi voi päästä hallitsemattomasti ympäristöön. Vesienjohtamiseen ja puhdistukseen liittyvän riskin muodostaa myös avainlaitteiden 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. Vähäisempiä ympäristöriskejä allasalueella liittyy erilaisiin öljy- tai kemikaalivuototilanteisiin laitteiden tai ajoneuvojen rikkoutuessa.

Rikastushiekka-altaita valvotaan patoturvallisuuslain mukaisen ja viranomaisen hyväksymän tarkkailuohjelman mukaisesti. Säännöllisesti hoidetulla tarkkailulla ja pitämällä altaissa riittävä varastokapasiteetti (HW-tason seuraaminen) pienennetään merkittävästi häiriö- ja poikkeustilanteiden todennäköisyyttä.

Ilmastonmuutoksen myötä sademäärien arvioidaan kasvavan ja rankkasateiden voimistuvan. Sotkamo Silverin kaivoshankkeelle on jo nyt laadittu kaivoksen tuotantovaiheen kattava vesitasemalli. Sään ääri-ilmiöihin ja erityisen sateisiin vuosiin on vesitasemallinnuksessa varauduttu mallintamalla 1/100 vuoden toistuvuudelle määritettyjen rankkasateiden sekä vuosisadantojen vaikutus kaivoksen vesitaseeseen.

Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

Nollavaihtoehdon eli hankkeen toteuttamatta jättämisen osalta tarkastellaan tilannetta, jossa rikastushiekka-altaan laajennusta ja maanalaisen kaivoksen syventämistä ei toteuteta. 0-vaihtoehdossa hankealue ja sen lähivaikutusalue tulevat säilymään nykytilan mukaisina. 0-vaihtoehdossa hankkeen taloudellinen hyöty alueelle jää toteutumatta.

Hankevaihtoehtojen VE1, VE2, Purkureitti 1, Purkureitti 2, Kaivostäyttö 1 ja Kaivostäyttö 2 vaikutukset arvioidaan pääosin vähäisiksi ja kielteisiksi. Ilmastovaikutukset sekä vaihtoehdon Purkureitti 1 osalta vesistö-, vesieliöstö- ja kalastovaikutukset on arvioitu kohtalaisiksi ja kielteisiksi. Kohtalaisia ja myönteisiä vaikutuksia on tunnistettu luonnonvarojen hyödyntämisen sekä alueen elinkeinon ja elinvoimaisuuden osalta.

Ympäristövaikutusten seuranta

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

Tarkkailu voidaan jakaa yleisesti käyttötarkkailuun, päästötarkkailuun ja vaikutusten tarkkailuun. Tässä YVA-selostuksessa on esitetty yleisluontoinen ehdotus ympäristövaikutusten

seurantaohjelmaksi. Pääsääntöisesti tarkkailua jatketaan 30.9.2021 päivätyn tarkkailuohjelman (AFRY Finland Oy, 2021b) mukaisesti kuitenkin niin, että vesistötarkkailua, sedimenttitarkkailua ja vesistöjen biologista tarkkailuohjelmaa päivitetään tarvittavilta osin ympäristölupavaiheessa, kun suunnitelmat jätevesien johtamisesta tarkentuvat. Pohjavesitarkkailussa vedenlaadun seurantaa laajennetaan mahdollisuuksien mukaan olemassa oleviin kairareikiin ja tarkkailuohjelmassa esitetystä poiketen uusia pohjavesiputkia asennetaan avolouhoksen ja laajennetun rikastushiekka-altaan ympärille.

Tarkkailun tuloksista raportoidaan kuukausittain sekä vuosittain ja raportit toimitetaan ympäristöviranomaisille. Tarkkailuraportit ovat julkisia asiakirjoja.

Termit ja lyhenteet

TERMI	SELITE
ABA-testi	Kaivannaisjätteen karakterisoinnissa hyödynnettävä hapon ja emäksen tasapainon laskentamenetelmä, hapontuottopotentiaalin laskenta kokonais- ja sulfidirikistä ja neutraloimispotentiaalin laskenta karbonaattihiilen pitoisuudesta.
Cut-off -pitoisuus	Jätteen luokittelussa alin luokituksessa huomioitava haitta-ainepitoisuus
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
Hankealue	Hankealueella tarkoitetaan tässä YVA-selostuksessa Sotkamo Silverin hopeakaivoksen kaivosaluetta.
Hulevesi	Sade- ja sulamisvesi, joka kerätään ja johdetaan pois rakennetuilta alueilta (mm. kadut, pihat, tiet ja katot).
Kalibrointi	Kalibrointi tarkoittaa mallin sovittamista paikallisiin olosuhteisiin. Kalibroinnissa mallin vapaita parametreja säädetään siten, että mallin tuottamat tulokset vastaavat mahdollisimman hyvin tarkastelupaikalta mitattuja arvoja.
K-arvo	Vedenjohtavuus, hydraulinen johtavuus
Kineettinen testaus	Kaivannaisjätteen pitkäaikaiskäyttäytymistä tutkiva koe, jossa mineraalien luonnolliset reaktiot mahdollistuvat; voi kestää kuukausia tai vuosia. Hankkeessa käytetty kosteuskammiokokeita.
Konseptualisointi	Käsitteellistäminen, vuorovaikutusten, reaktioiden tai virtausten kuvaaminen -ei-numeerisesti.
Kosteuskammiokoe	Laboratoriokoe, jolla selvitetään kaivannaisjätteen (tai louhosseinämän) pitkäaikaiskäyttäytymistä; kokeessa syötetään näytteeseen useiden kuukausien ajan tehostetusti ilmaa ja huuhdotaan ilmasyöttöjen välissä.
Kuivatusvesi	Termi viittaa avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen kuivanapitoveteen, joka koostuu avolouhokseen tai maanalaiseen kaivokseen kertyvästä pohjavedestä, sadevedestä ja poravedestä. Vesi kerätään pumppaussyvennyksiin ja pumpataan maan pinnalle.
Kuningasvesi	Väkevän suolahapon (HCl) ja väkevän typpihapon (HNO_3) seos, joka hapettaa voimakkaasti ja liuottaa useita perusmetalleja, sulfidimineraaleja sekä kultaa ja platinaa.
Malli, mallinnus	Malli on matemaattinen kuvaus jostain tapahtuvasta prosessista tai usean osaprosessin kytkennöistä. Malli on työkalu, jonka avulla voidaan numeerisesti simuloida mm. eri toteutusvaihtoehtojen vaikutusta vesistöön. Mallinnus on prosessi, jossa valitaan tarkasteltavan tilanteen ratkaisemiseksi soveltuva malli, käytetään sitä ja raportoidaan tulokset ja tehdyt havainnot.
Mpy.	Merenpinnan yläpuolella.
Prosessivesi	Rikastusprosessissa kiertävä vesi.
Suotovesi	Kaivannaisjätealueelta pohjan kautta poistuva/tihkuva ylimääräinen vesi, joka on ollut kontaktissa jätteen kanssa.
Valumavesi	Sadevesi tai jään / lumen sulamisvesi, joka virtaa maanpinnalla

YVA-ohjelma	YVA-ohjelmassa esitetään hankealueen nykytila sekä suunnitelma siitä, mitä vaikutuksia YVA-selostusvaiheessa selvitetään ja miten selvitykset tehdään.
YVA-selostus	YVA-selostuksessa esitetään vaikutusarvioiden tulokset ja vertaillaan niitä hankevaihtoehdoittain. Selostuksessa esitetään myös ympäristövaikutusten lieventämiskeinot sekä kuvaus vaikutusten seurannasta.

1 Hankkeen työryhmä

1.1 Hankkeesta vastaava

Hankkeen valmistelusta ja toteutuksesta vastaa Sotkamo Silver Oy. Sotkamo Silver -konserni koostuu Sotkamo Silver AB -emoyhtiöstä ja sen täysin omistamasta tytäryhtiöstä, Sotkamo Silver Oy:stä. Sotkamo Silver hallinnoi ja kehittää suoraan tai tytäryhtiön kautta hopea- kulta-, sinkki- ja lyijyesiintymiä. Yhtiön päähanke on Sotkamossa sijaitseva hopeakaivos. Sotkamon kaivoksen ja malminetsintäalueiden lisäksi yhtiöllä on kehitettäviä esiintymiä Suomussalmella.

Sotkamo Silver on Euroopan ainoa päämetallina hopeaa louhiva kaivos. Sotkamo Silverin henkilökunta suunnittelee ja valvoo kaivostoimintaa noin 50 henkilön voimin, varsinainen kaivostyö suoritetaan alihankintana noin 70 henkilön avulla.

1.2 YVA-työryhmä

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen laatimisen on tehnyt Sotkamo Silver Oy:lle konsulttityönä AFRY Finland Oy. AFRY Finland Oy:n asiantuntijat on esitetty seuraavassa taulukossa.

Hankkeesta vastaava	
	Sotkamo Silver Oy
YVA-selostuksen osa-alue	Nimi, koulutus ja kokemusvuodet
AFRY Finland Oy	
Projektin johto, koordinointi ja laadunvarmistus	Anne Vaarasuo, FM maantiede, 16 v Eveliina Tammisto, FM geologia, 20 v Hanna Tirkkonen, DI ympäristötekniikka, >10 v Sofia Malmström, FM geologia, 3 v
Vesistö, vesiekologia, kalasto	Marika Paakkinen, MMM limnologia, >10 v
Vesistömallinnus, kalasto	Janne Raunio, FT hydrobiologia, >20 v
Maa- ja kallioperä, happamat sulfaattimaat	Eveliina Tammisto, FM geologia, 20 v Sofia Malmström, FM geologia, 3 v
Pohjavedet	Eveliina Tammisto, FM geologia, > 20 v
Luonto, kasvillisuus, suojelualueet	Hanna Valolahti, FT biologia, 6 v
Linnusto ja muu eläimistö	Hanna Valolahti, FT biologia, 6 v
Ilmasto ja ilmanlaatu	Elias Pentti, TkT fysiikka, 15 v Laura Sariola, DI, > 20 v Riikka Anttonen, MEng, > 15 v
Melu ja tärinä	Matti Mäkilä, ympäristötekniikka, 7 v Tanja Lambe, FK ympäristötieteet, > 20 v Carlo di Napoli, DI energiatekniikka, 20 v
Maankäyttö ja kaavoitus	Ismo Vendelin, FM suunnittelumaantiede, 15 v
Maisema ja kulttuuriympäristö	Maarit Suomenkorpi, mais.arkkit., 20 v

	Aija Degerman, FM biologia, hortonomi AMK, 20 v Johannes Kotila, Ins. AMK rakennustekniikka, 4 v
Liikenne	Eemeli Hurmerinta, Ins. AMK elektroniikka, > 10 v
Sosiaaliset vaikutukset	Tanja Lambe, FK ympäristötieteet, > 20 v
Vesitase, vesienhallinta ja vesienkäsittely	Pekka Partanen, DI kemiantekniikka, 6 v Heli Harju, DI ympäristötekniikka, 8 v
Kaivannaisjätteet ja geokemia	Anneli Wichmann, FM kemia, > 10 v Sofia Malmström, FM geologia, 3 v

1.3 Yhteystiedot

Hankkeesta vastaava	
Sotkamo Silver Oy, Arttu Ohtonen arttu.ohtonen@silver.fi puh. 040 4156 857 www.silver.fi	
Yhteysviranomainen	
Kainuun ELY-keskus Elli Moilanen elli.moilanen@ely-keskus.fi puh. 029 5023 823	
YVA-konsultti	
AFRY Finland Oy Eveliina Tammisto eveliina.tammisto@afry.com puh. 050 527 0804 www.afry.com	AFRY Finland Oy Sofia Malmström sofia.malmström@afry.com puh. 050 440 8572 www.afry.com

2 Hankkeen kuvaus

YVA-menettelyssä tarkastellaan suunnitellun hankkeen toteuttamisen tai sen toteuttamatta jättämisen vaikutuksia. Tämän hankkeen vaikutusten tarkastelu perustuu seuraaviin säännöksiin:

1) Lakiin ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVA-laki, 252/2017) 3, 11, 12, 13 ja 37 § sekä liitteet 1 ja 2.
2) Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVA-asetus, 277/2017) 1 ja 2§.

2.1 Hankkeen tavoite

Sotkamo Silverin kaivoksen toimintojen laajentamista koskevalla hankkeella tarkoitetaan nykyisen kaivosalueella olevan rikastushiekka-allasalueen laajentamista, malmituotantomäärien nostoa ja toiminta-ajan pidentämistä.

Rikastushiekka-alueen laajentuminen toteutetaan nykyisen rikastushiekka-altaan viereen. Hankkeessa tarkastellaan lisäksi nykyiseen nähden vaihtoehtoisen vesien purkusuunnan sekä rikastushiekan ja sivukiven kaivostäyttöihin hyödyntämisen ympäristövaikutuksia. Hankkeessa tarkasteltavat vaihtoehdot kuvataan luvussa 4.

2.2 Hankkeen aikataulu

Hankkeen valmistelu ja suunnittelu on aloitettu vuonna 2022. Hankkeen suunnittelua on tehty samanaikaisesti YVA-ohjelman laadinnan kanssa sekä sen jälkeen. Hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyn ohjelmavaihe valmistui maaliskuussa 2023.

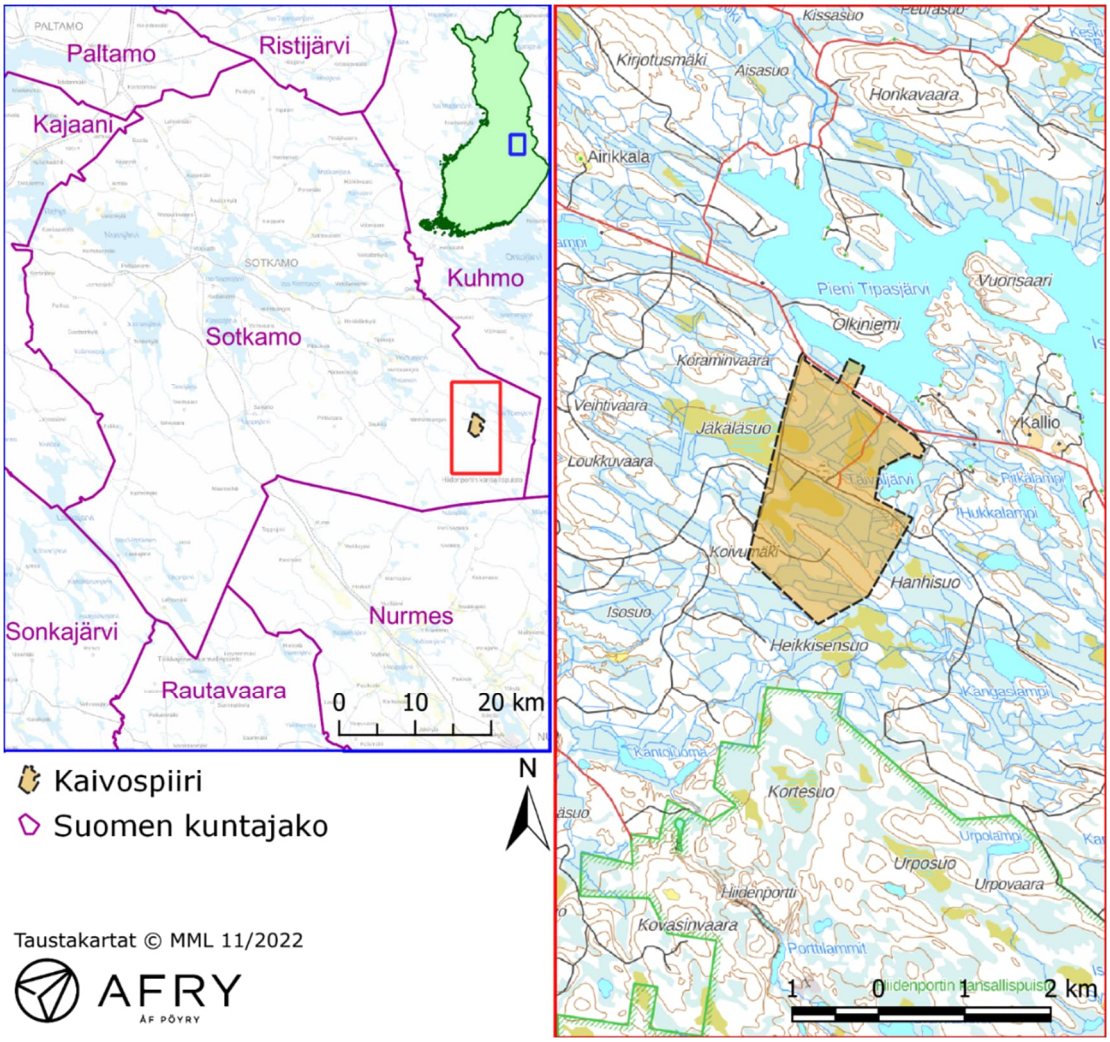
Hankkeen suunnitteluun kuuluu teknisiä ja ympäristövaikutusten lieventämiseksi tarkoitettuja toimenpiteitä (Taulukko 2-1). Nykyinen rikastushiekka-allas on korotettu tasoon +227,5 m mpy vuoden 2023 aikana. Viimeinen korotus tasoon +234 m mpy on suunniteltu tehtäväksi vuoden 2025 aikana. Typpikuormituksen pienentämiseksi kaivosalueella otetaan käyttöön kaksi bioreaktoria. Bioreaktori 1 otettiin käyttöön joulukuussa 2023. Bioreaktori 2 on rakennettu ja otetaan käyttöön keväällä 2024.

Taulukko 2-1 Hankkeeseen liittyvien toimenpiteiden toteutusaikataulu.

Toimenpide	Toteutusaika
Rikastushiekka-altaan laajennus entiseen vesialtaaseen	2022
Rikastushiekka-altaan padon korotus tasoon +227,5 m mpy	2023
Rikastushiekka-altaan padon korotus tasoon +234 m mpy	2024–2025
Bioreaktori 1 käyttöönotto	joulukuu 2023
Bioreaktori 2 käyttöönotto	kevät 2024

3 Toiminnan nykytila

Sotkamo Silver Oy:n kaivos sijaitsee Sotkamon Tipasojan kylässä n. 40 km Sotkamon kuntakeskuksesta kaakkoon. Toiminta sijoittuu Taivalhopea-nimiselle kaivospiirille, joka on Tukesin päätöksellä määrätty vuonna 2011. Kaivospiirin kokonaispinta-ala on yhteensä 371,44 ha. Lähin vesistö on hankealueen pohjoispuolelle, n. 1,2 km:n etäisyydelle sijoittuva Tipasjärvi. Kaivoksen pohjoispuolella on seututie nro 9005, joka yhdistää Sotkamo-Kuhmo-kantatien nro 76 ja Valtimo-Kuhmo-seututien nro 5284. Kaivospiirin sijoittuminen kartalla on esitetty kuvassa 3-1.



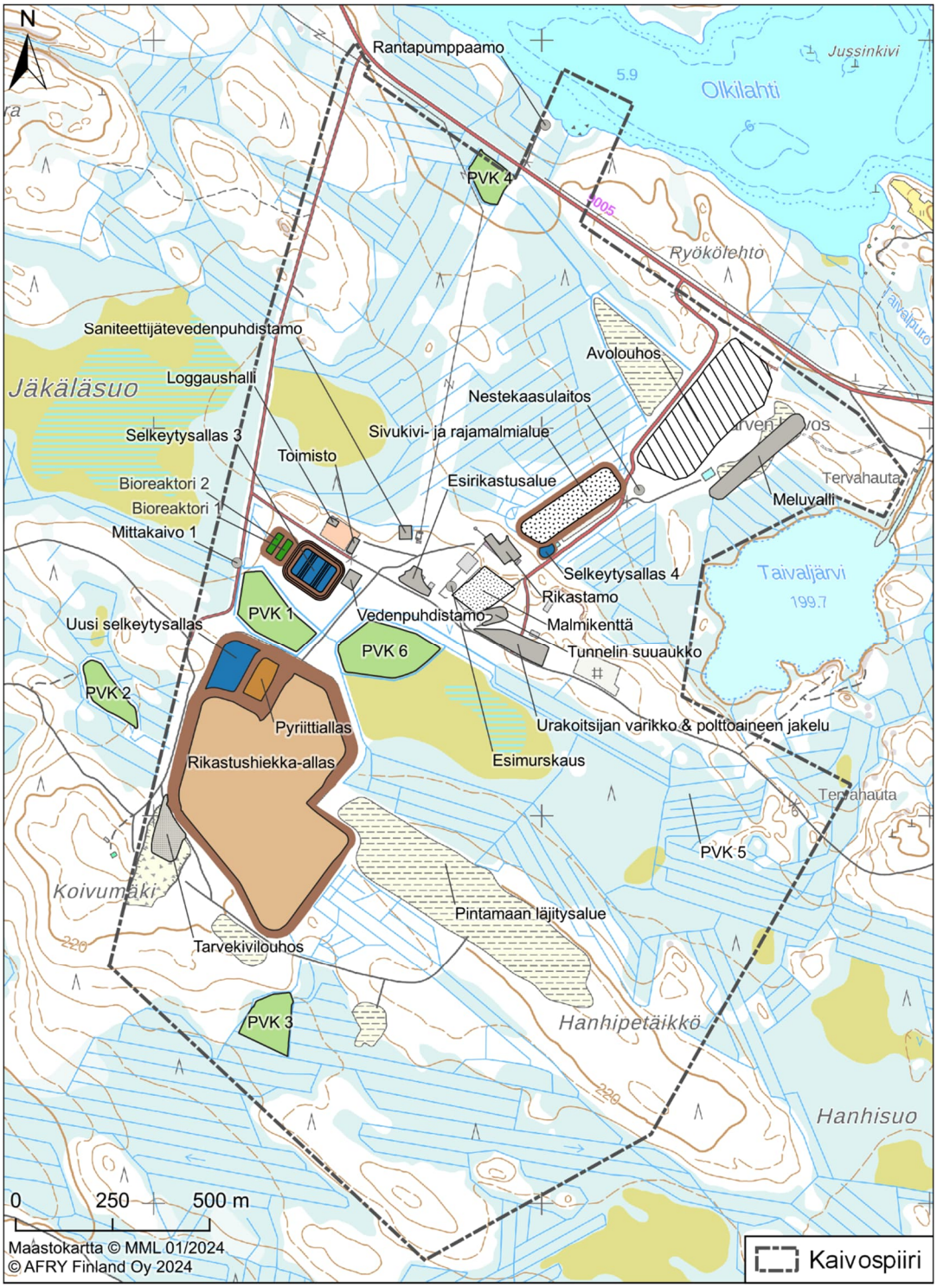
Kuva 3-1. Kaivospiirin sijainti kartalla.

Kaivos on ollut toiminnassa vuodesta 2019 lähtien. Malmia on louhittu toiminnan aikana yhteensä noin 2,6 miljoonaa tonnia. Louhinta on tapahtunut pääosin maanalaisesta kaivoksesta. Tällä hetkellä malmia louhitaan vain maanalaisesta kaivoksesta.

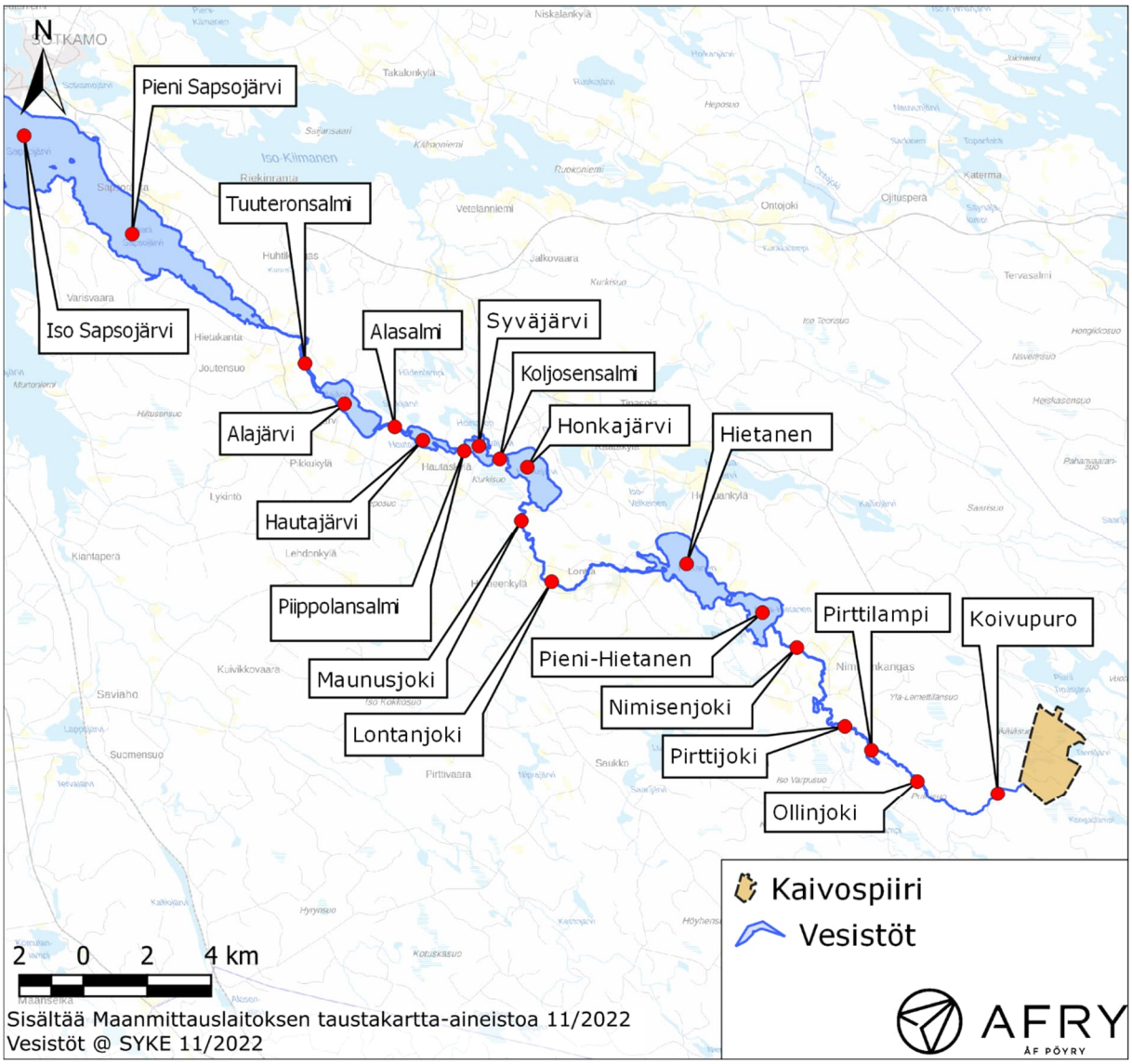
Kaivoksen päätuotteita ovat hopea-, kulta- ja lyijyrikaste (Ag-Au-Pb-rikaste) sekä hopeaa sisältävä sinkkirikaste (Zn-Ag-rikaste). Lisäksi tuotteena saadaan hieman

hopeaa sisältävää pyriittirikastetta (FeS_2). Tärkein mineraali on rikasteen sisältämä hopea.

Kuvassa 3-2 on esitetty nykyisten toimintojen sijoittuminen kartalla. Nykyinen vesienjohtamisreitti on esitetty kuvassa 3-3.



Kuva 3-2. Nykyisten kaivostoimintojen sijoittuminen alueella.



Kuva 3-3. Sapsojoen vesistöalueen vesistöreitti.

3.1.1 Yleiskuvaus tähänastisesta toiminnasta

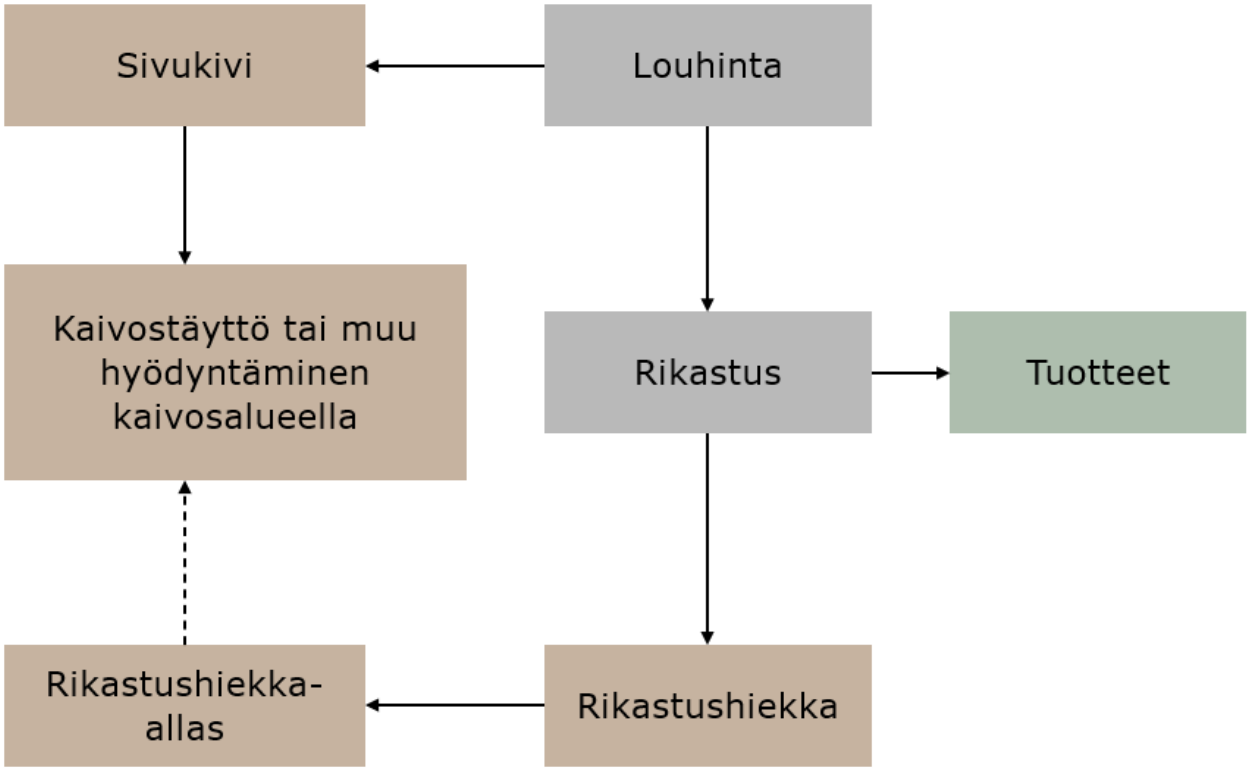
Vuonna 1980 Oulun yliopiston tutkimusryhmä löysi useita Ag-Zn-Au-Pb-anomaalisia jääkauden ajan lohkareita järven kuivalta rantaviivalta. Tutkimusryhmä jatkoi lohkarelöydösten jälkeen malminetsintää ja havaitsi mineralisaation reunaosia lohkarelöydön paikalta 500 metriä jään kulkusuuntaan.

Myöhemmin samana vuonna Kajaani Oy varmisti mineraalioikeudet esiintymään. Tammikuussa 1982 myönnettiin kaksi valtausta. Ne kattoivat nykyään tiedossa olevan esiintymän ja sen lähiympäristön. Menestyksellistä malminetsintää seurasi timanttikairauskampanja, jolla onnistuttiin rajaamaan 40–100 metriä leveä mineralisaatio. Mineralisaation pituus on 550 metriä, ja se jatkuu ainakin 650 metrin syvyyteen.

Toiminnan aloitti Kajaani Oy ja Outokumpu Oyj vuonna 1988. Tunnelia ehdittiin louhia 2,6 km vuosien 1988 ja 1990 välillä, mutta projekti lopetettiin vuonna 1991 metallin alhaisten hintojen takia.

Vuonna 2005 silloiset omistajat antoivat kaivospiirin raueta. Samana vuonna Sotkamo Silver Oy:n (aiemmin Silver Resources Oy) omistajat tekivät alueelle valtausvarauksen. Vuonna 2006 Sotkamo Silver haki aiemmin tehtyjä valtauksia Hopeakaivos esiintymälle ja sai ne toukokuussa 2007. Vuodesta 2006 Sotkamo Silver on panostanut Hopeakaivos esiintymän kehitykseen, aina onnistuneeseen rakennusvaiheeseen ja tuotannon aloittamiseen vuonna 2019.

Kaivosalueella työskentelee Sotkamo Silver Oy:n ja urakoitsijoiden palveluksessa yhteensä noin 150 henkilöä. Kaivoksen tuotantoprosessi koostuu seuraavista päävaiheista: louhinta ja kuljetus, murskaus, jauhatus, vaahdotusrikastus, kuivaus ja varastointi. Kuvassa 3-4 on esitetty tuotantoprosessin yksinkertaistettu lohkokaavio silloin kun esirikastus ei ole käytössä.



Kuva 3-4. Tuotantoprosessin yksinkertaistettu lohkokaavio.

Ympäristöluvan 155/2020 mukaisesti louhintamäärä on enimmillään 1,8 Mt/v. Vuotuinen kokonaislouhintamäärä on toistaiseksi jäänyt tätä alhaisemmaksi, koska avolouhoksen louhintamäärät ovat olleet lupavaiheessa arvioitua alhaisemmat eikä

esirikastusta ole otettu tuotantomittakaavassa käyttöön. Toteuma vuosilta 2019–2022 ja arvio vuosilta 2023–2025 kaivoksen yksityiskohtaisesta massataseesta on esitetty taulukossa 3-1. Esitetty massatase pohjautuu 600 000 t/v ja rikastuskapasiteettiin louhinnan painottuessa maanalaiseen louhintaan.

Taulukko 3-1. Kaivoksen massatase (kt/v) nykytilan mukaisen toiminnan aikana.

Louhittava jae (kt)	Toimintavuosi							
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Koko toiminta-aika yht.
Kokonaislouhintamäärä	574	760	835	1012	681	1000	1000	5862
Malmi	343	543	500	590	484	600	600	3660
Rajamalmi	108	89	71	54	32			354
Esirikastuksen hylkykivi	0	0	5	0	0	0	0	5
Louhittava sivukivi	123	128	263	368	197	375	375	1829
Hyötykäytettävä sivukivi	123	128	263	294	197	375	375	1755
Läjitettävä sivukivi	0	0	12	24	0	0	0	36
Rikastamon syöte	343	543	626	636	478	600	600	3826
Pyriitti	2	7	15	15	12	16	16	83
Rikastushiekka	332	524	602	612	459	577	577	3683

Toteutuneet louhintamäärät ovat tuotantovuosina 2019–2023 vaihdelleet 570 000–1 000 000 t/v ja yli 80 % louhinnasta on tapahtunut maanalaisessa kaivoksessa. Vuoden 2023 aikana avolouhoksessa ei louhittu. Tämänhetkisen suunnitelman mukaan louhintamäärän arvioidaan pysyvän tuotantovuosina 2024–2025 noin miljoonan tonnin vuositasolla ja tapahtuvan kokonaisuudessaan maanalaisessa louhoksessa. Rikastamon kapasiteetin arvioidaan pysyvän nykyisellä tasolla uuden rikastushiekka-altaan käyttöönottoon saakka. Uusi rikastushiekka-allas on suunniteltu otettavan käyttöön vuonna 2025.

Nykytilan mukaisen toiminnan jatkuessa rikastushiekkaa muodostuu noin 3,7 Mt vuoden 2025 loppuun mennessä, joka on läjitettävissä nykyiseen rikastushiekka-altaaseen +234 m mpy tasoon toteutettavilla patokorotuksilla.

3.1.2 Mineraalivarannot ja malmivarat

Hopeakaivoksen kesäkuussa 2022 päivitetty mineraalivarantoarvio on 9,2 miljoonaa tonnia ja malmivara-arvio 1,9 miljoonaa tonnia. Mineraalivarantoarviossa on huomioitu mineralisoituma 550–700 metrin syvyyteen. Tutkimustulokset indikoivat esiintymän jatkumista tätäkin syvemmälle, minkä vuoksi YVA-menettelyssä arvioidaan esiintymän hyödyntäminen noin yhden kilometrin syvyyteen.

3.1.3 Louhinta

3.1.3.1 Avolouhos

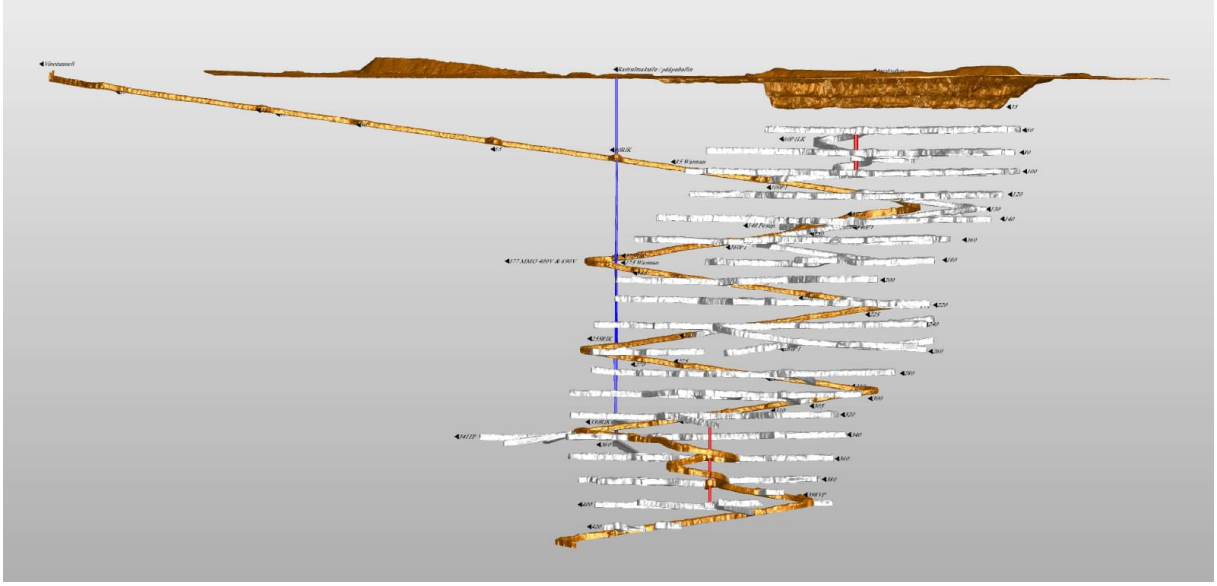
Avolouhinta on aloitettu malmin pintapuhkeamasta vuonna 2019 ja vuotuinen kokonaislouhintamäärä avolouhoksessa on ollut noin 100 000–200 000 t/v. Avolouhoksessa räjäytyksiä on ollut vuosittain 5–10 kpl. Louhinta avolouhoksesta on lopetettu kesäkuussa vuonna 2022. Louhos on nykytilassa kooltaan noin 400 × 150 metriä ja syvyydeltään noin 30 metriä. Nykytilan avolouhos on esitetty kuvassa 3-5. Avolouhoksesta on louhittu malmia noin 210 000 t ja sivukiviä noin 190 000 t.

3.1.3.2 Maanalainen kaivos

Maanalainen kaivos ulottuu tällä hetkellä noin 440 metrin syvyyteen tasolle −240 m mpy (Kuva 3-5). Maan alta malmia louhitaan louhoksista, lisäksi malmia saadaan tunnelilouhinnasta eli niin sanotusta peränajosta. Maanalaisten louhosten koko ja muoto määräytyvät esiintymän muodon perusteella. Maanalaisten louhosten syvyys on noin 10–30 metriä ja yksittäisestä louhoksesta louhittava malmimäärä vaihtelee tuhansista tonneista kymmeniin tuhansiin tonneihin. Louhintamenetelmä on pitkittäinen tai poikittainen avoin pengerlouhinta. Louhosten stabiliteetin turvaamiseksi tyhjät louhokset täytetään sivukivellä, tai sivukiven ja rikastushiekan yhdistelmällä.

Maanalainen kaivos koostuu peristä ja louhoksista sekä noin 5 x 5 metriä suuruisesta vinotunnelista, joka ulottuu nykytilan mukaisen toiminnan aikana noin 500 metrin syvyyteen. Vinotunnelin pituus nykytilan mukaisen toiminnan loppuvaiheessa on noin 4 km ja lisäksi louhittavia tuotanto-, yhdys- ja tuuletusperiä on noin 20 km. Maanalaisen kaivoksen tuuletusnousu on halkaisijaltaan noin 2,2 metriä ja ulottuu tällä hetkellä maanpinnalta noin 380 metrin syvyyteen. Tuuletusnousua syvennetään louhinnan edetessä ja nykytilan mukaisen toiminnan päättyessä se ulottuu noin 500 metrin syvyyteen.

Kokonaislouhintamäärä maanalaisessa kaivoksessa on ollut noin 0,6–1,0 Mt vuodessa (Taulukko 3-1). Räjäytyksiä tehdään maanalaisessa kaivoksessa päivittäin. Sekä malmi että sivukivi lastataan kuorma-autoihin, jotka kuljettavat malmin murskaamon yhteydessä olevalle malmilouheen välivarastointialueelle ja sivukiven läjitysalueelle maan päälle, välivarastoon maan alle tai suoraan maan alle täytettävään louhokseen. Malmilouhe murskataan ennen sen syöttämistä rikastusprosessiin.

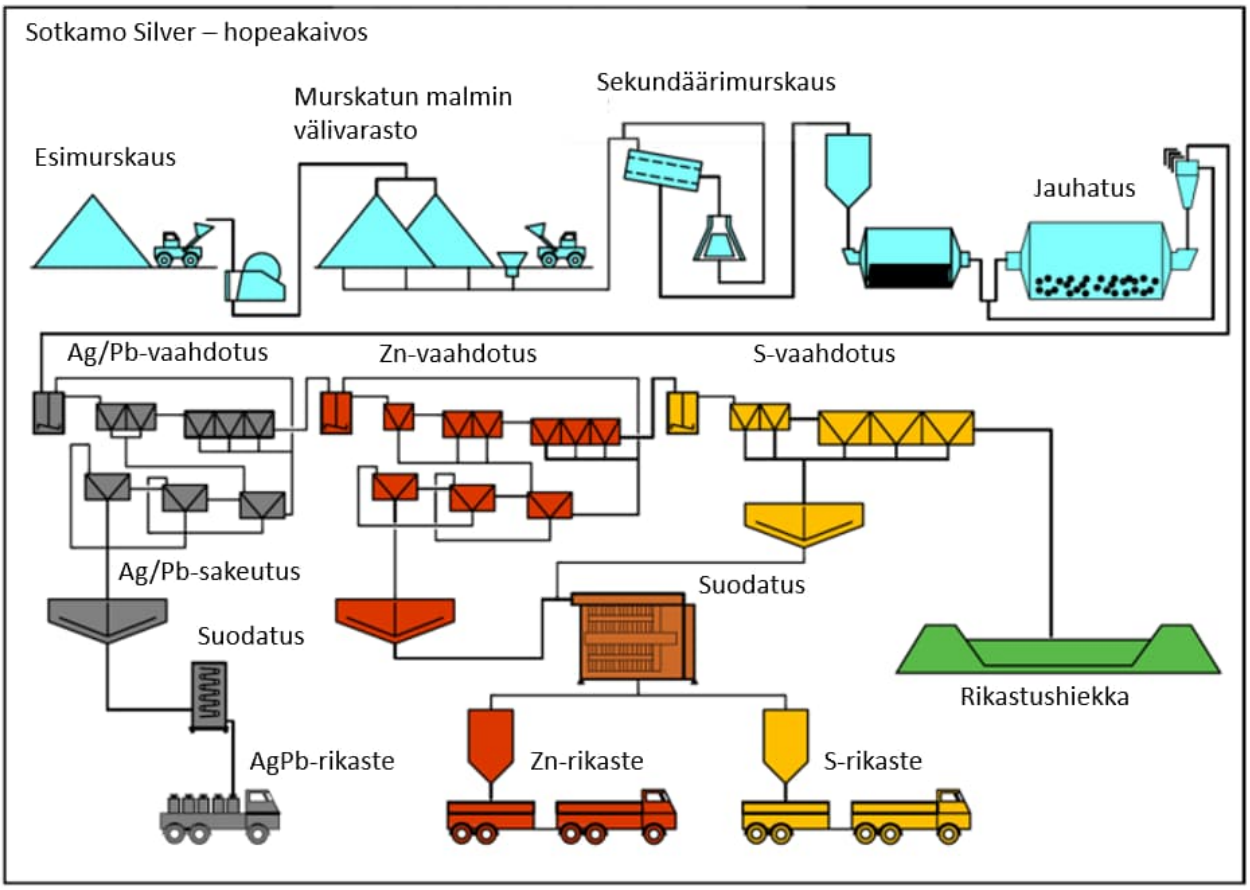


Kuva 3-5. Maanalainen kaivos nykytilassa.

3.1.4 Rikastus

3.1.4.1 Murskaus

Rikastusprosessi alkaa kaksivaiheisella murskauksella, jossa malmilouhe murskataan jauhatusmyllyyn syötettäväksi sopivaan raekokoon. Malmilouheen esimurskaus tapahtuu malmikentän yhteydessä olevalla murskaimella. Murskattu malmi siirretään kuljetinhihnalla välivarastohalliin, josta se siirretään kuljetinta pitkin rikastamon sisällä sijaitsevaan hienomurskaimeen. Hienomurskaus käsittää myös luokituksen täryseulalla lopullisen raekoon kontrolloimiseksi. Prosessikaavio on esitetty kuvassa 3-6.



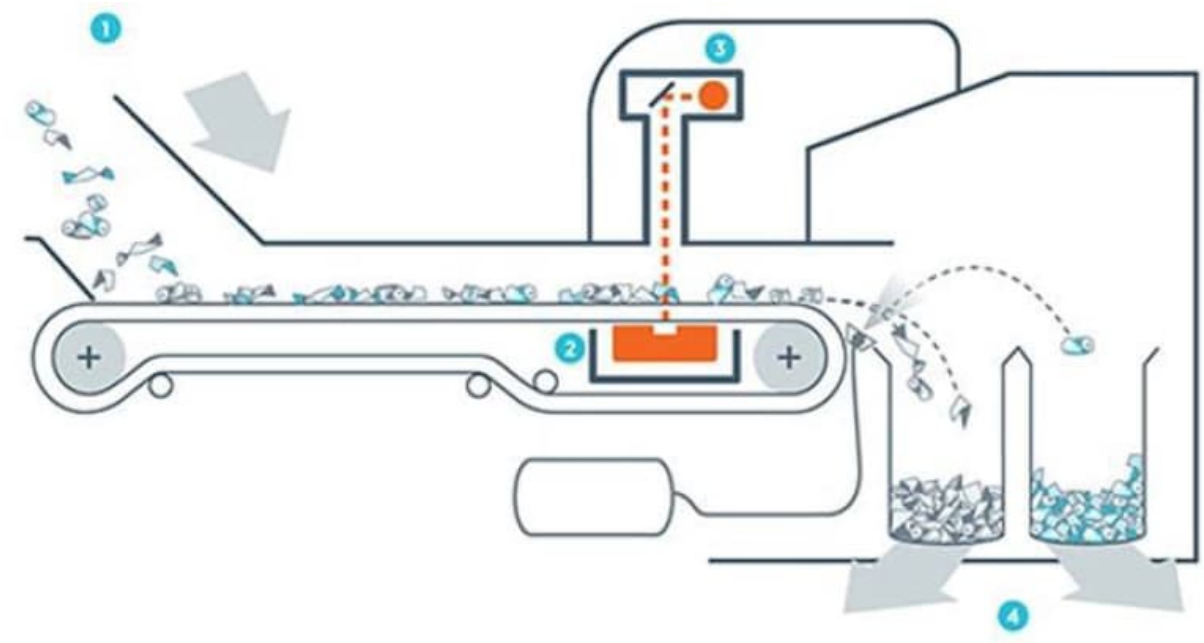
Kuva 3-6. Prosessikaavio.

3.1.4.2 Esirikastus

Hopeakaivoksella on pilotoitu sensoritekniikkaan perustuvaa esirikastuslaitteistoa, joka erottelee rikastamon syötteestä alhaisemman metallipitoisuuden omaavan kiven. Ennen esirikastusta louhittu kivi murskataan halkaisijaltaan enintään noin 70 mm palakokoon. Röntgentekniikkaan (XRT, X-Ray Transmission) perustuva esirikastus tunnistaa laitteiston läpi kulkevasta kivestä korkeamman metallipitoisuuden omaavan jakeen ja erottelee sen alhaisemman metallipitoisuuden jakeesta.

Esirikastusta ei ole otettu vielä tuotantomittakaavassa käyttöön. Mikäli esirikastusta tehdään tuotantomittakaavassa, siinä muodostuva matalan metallipitoisuuden kivi eli ns. hylkykivi kerätään kasalle ja kuljetetaan maanalaisen kaivoksen täyttöihin tai sijoitetaan sivukivialueelle.

Esirikastuksen toimintaperiaate on esitetty kuvassa 3-7.



Kuva 3-7. Esirikastus. Kuvassa 1 = tuleva malmimurske, 2 = röntgenkamera, 3 = röntgenlähde, 4 = erottelukammio. Tomra 2016.

3.1.4.3 Rikastusprosessi

Esirikastuksen jälkeen malmi menee jauhatukseen. Mikäli esirikastusta ei ole malmi jauhetaan myllyissä suoraan sekundäärimurskauksen jälkeen. Jauhatuksessa malmi jauhetaan riittävän hienoksi, jotta sen sisältämät mineraalit saadaan vaahdotettua omiksi tuotteiksi. Jauhatuksesta malmi siirretään kolmivaiheiseen vaahdotukseen (Kuva 3-6).

Sulfidimineraalien vaahdotus perustuu mineraalien erilaisiin pintaominaisuuksiin, joiden vuoksi ne tarttuvat vaahdotuksessa muodostettaviin ilmakupliin. Vaahdotuksen ensimmäisessä vaiheessa eli ensimmäisessä vaahdotuspiirissä malmista vaahdotetaan omaksi tuotteeksi lyijyhohde ja siinä esiintyvä hopea ja kulta. Toisessa vaahdotuspiirissä tuotteeksi vaahdotetaan sinkkivälke ja siinä oleva hopea. Kolmannessa vaahdotuspiirissä malmista erotetaan jäännösrikki eli pyriitti- ja pyrrotiittimineraalit rikkirikasteeksi. Viimeisen vaahdotuspiirin tuotteena saatava pyriitti ja muut rikkipitoiset jakeet erotetaan rikastushiekasta myös rikastushiekan rikkipitoisuuden alentamiseksi.

Pyriittipiirin jälkeen malmista on erotettu arvometallit ja sulfidit. Jäljelle jäänyt rikastushiekka pumpataan rikastushiekka-altaalle.

Hopeapitoinen lyijy- ja sinkkirikaste suodatetaan alle kymmenen prosentin vesipitoisuuteen eli kuivaksi sakaksi. Hopeapitoinen lyijyrikaste varastoidaan suodatuksen jälkeen rikasteen kuljetuskonteissa betonipohjaisessa hallissa. Sinkki- ja pyriittirikaste varastoidaan suodatuksen jälkeen rikastesiiloissa, joista se lastataan kuljetettavaksi.

Rikastamo toimii katkeamattomassa vuorotyössä ja rikasteita tuotetaan vuosittain noin 20 000–30 000 tonnia. Kolmivaiheisessa vaahdotusprosessissa tuotetaan kolmea rikastetta:

1. hopea-kulta-lyijy 3 000–5 000 t/v
2. sinkki-hopea 6 000–8 000 t/v
3. hopea-pyriitti 15 000–20 000 t/v

Mikäli pyriittirikastetta ei saada myytyä asiakkaille, se läjitetään pyriittialtaaseen varastoitavaksi.

3.1.5 Rikastushiekan ja vesien hallinta

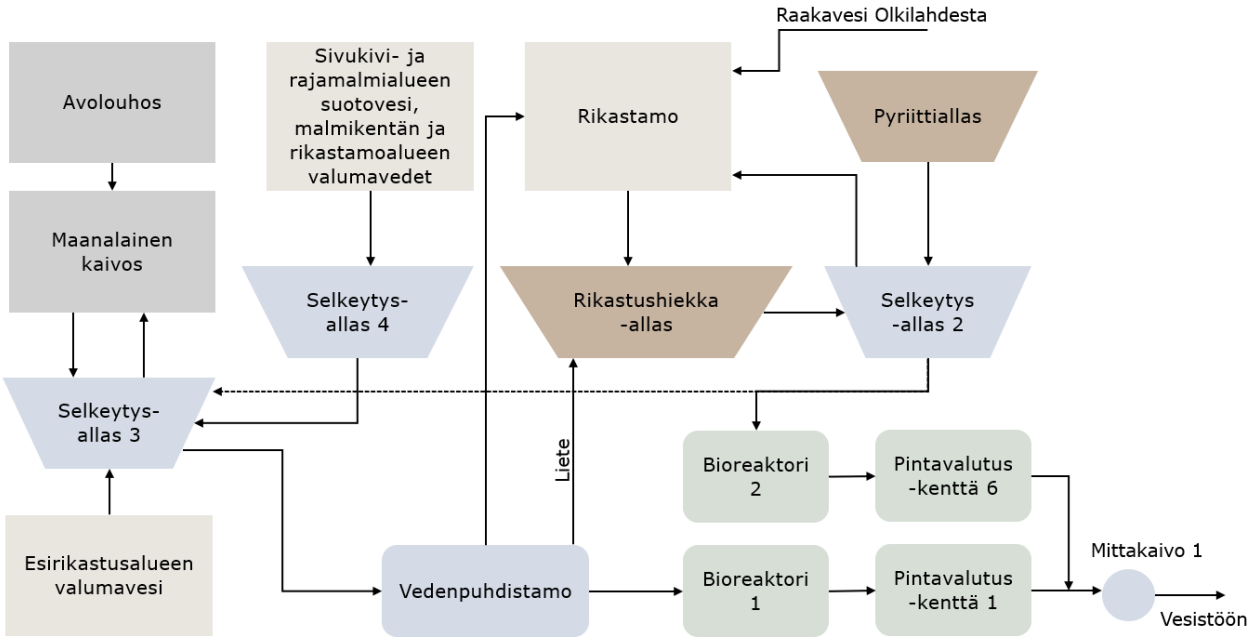
3.1.5.1 Rikastushiekan läjitys ja rikastushiekka-alueen vesien johtaminen

Rikastushiekka-altaan täyttö tehdään siten, että rikastushiekka leviää kerroksittain koko pohjan alueelle, eikä rikastushiekan johtamisella vaurioiteta pohjan tai patojen rakenteita. Rikastushiekan johtaminen toteutetaan spigotoimalla siten, että altaaseen muodostuva vapaa vesipinta jää altaan keskelle. Rikastushiekka-altaasta poistetaan vettä pumppaamalla selkeytysaltaaseen 2, josta vesi kierrätetään takaisin prosessiin. Patoturvallisuussyistä selkeytysaltaan veden pintaa voi alentaa pumppaamalla vettä pintavalutuskentälle 6 ja sieltä edelleen ulos kaivosalueelta. Tarvittaessa vesi voidaan ohjata myös selkeytysaltaan 3 kautta vedenpuhdistamolle, mikäli sen ominaisuudet eivät ole ympäristöluparajojen mukaisia.

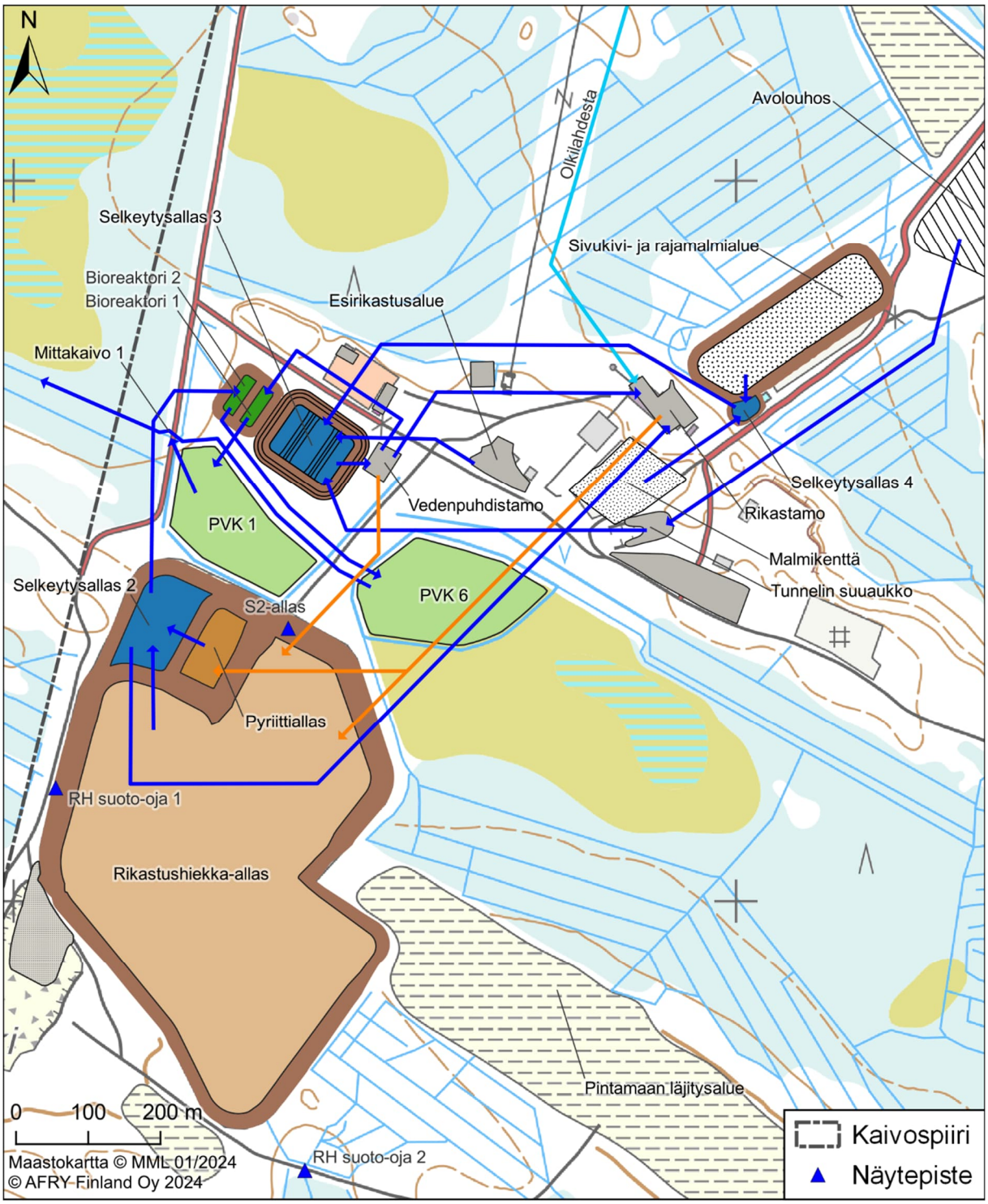
Kesällä 2022 rikastushiekka-altaan laajennusosan patokorotukseen (vanha selkeytysallas 2) on siirretty rikastushiekkaa alkuperäisestä rikastushiekka-altaasta myös koneellisesti.

3.1.5.2 Vesikierto

Kaivoksen vesikiertoon tulevia jakeita ovat maanalaisesta kaivoksesta pumpattava kuivatusvesi, Tipasjärven Olkilahdesta otettava raakavesi ja alueen sade- ja valumavedet. Kaivoksen nykytilan mukainen vesikierto on esitetty kuvissa 3-8 ja 3-9.



Kuva 3-8. Kaivoksen vesikierto.



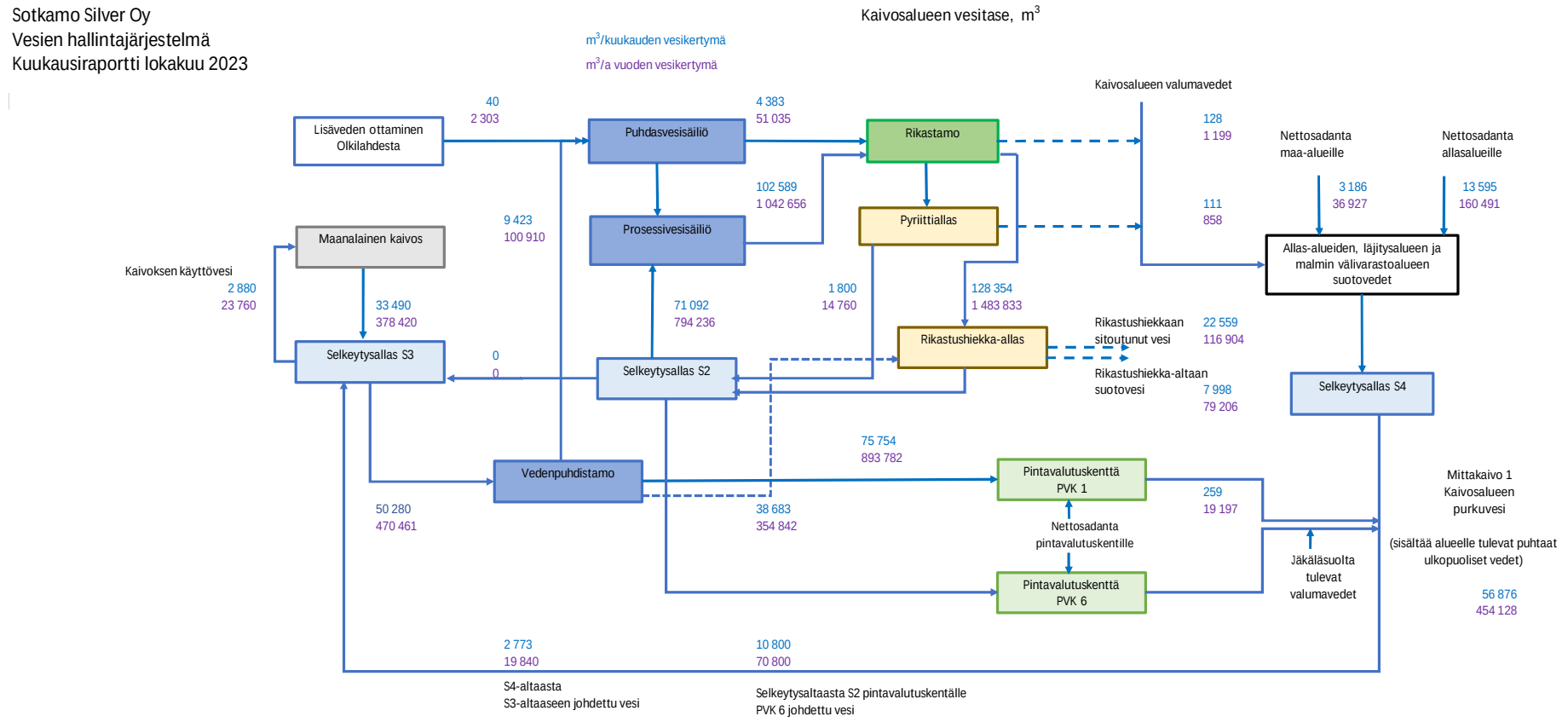
Kuva 3-9. Vesikierto kartalla. Vesien johtaminen on kuvattu sinisillä nuolilla ja lietteiden johtaminen sekä pyriitin läjittäminen oranssilla nuolella.

3.1.5.3 Vesitase

Rikastamon vuotuinen vedentarve on noin 1,2–1,4 miljoonaa kuutiota vuodessa riippuen tuotantomäärästä. Noin 95 % tästä on kierrätysvettä selkeytysaltaasta 2. Loppuosa rikastamon käyttämästä vedestä otetaan vedenpuhdistamolta ja Tipasjärven Olkilahdesta. Vedenpuhdistamolta rikastamon vesikiertoon otetaan vuosittain noin 100 000–150 000 m^3 vettä ja Olkilahdesta otettava vesimäärä on noin 20 000–50 000 m^3.

Vesikierrosta poistettavia jakeita ovat vedenpuhdistamolla puhdistetut vedet ja prosessivesikierrosta pintavalutuskentän 6 kautta poistettava vesi. Vedenpuhdistamolta poistettava vesimäärä on vuosittain noin 350 000–400 000 m^3 ja rikastamon vesikierrosta noin 50 000–100 000 m^3.

Virtaamia seurataan virtaamamittarien antaman tiedon ja mitatuista virtaamista laskettujen virtaamien avulla. Sadanta perustuu läheisimmän Ilmatieteenlaitoksen sääaseman mittaustietoon. Mitatut tiedot syötetään vesitaseraporttiin ja raportti toimitetaan kuukausittain yhtiön johdolle ja ympäristönsuojeluviranomaiselle. Kuvassa 3-10 on esimerkki vesienhallinnan kuukausiraportista.



Kuva 3-10. Esimerkki vesienhallinnan kuukausiraportista (lokakuu 2023).

3.1.5.4 Vedenpuhdistamo

Kaivoksen vedenpuhdistamo on otettu käyttöön vuonna 2019. Vedenpuhdistamolla käsiteltävästä vedestä poistetaan kiintoainesta ja liuenneita metalleja. Vedenpuhdistamolta osa puhdistetusta vedestä johdetaan rikastamolle raakavedeksi ja loput pintavalutuskentän 1 kautta kaivosalueen ulkopuolelle. Puhdistusprosessissa muodostuva liete pumpataan rikastushiekka-altaaseen.

Vedenpuhdistamolla käsiteltävä vesi pumpataan vedenpuhdistamon saostussäiliöön. Ennen veden johtamista saostussäiliöön sen pH säädetään puhdistusprosessille optimaaliseksi lisäämällä siihen lipeän vesiliuosta (NaOH-liuosta). Saostuskemikaalina käytettävän FeCl3:n avulla muodostuu kiintoainepartikkeleita, jotka kootaan suuremmiksi kokoojapolymeerin (flokkulantin) avulla, jolloin saadaan muodostumaan tehokkaasti laskeutuva flokki. Kemikaaleja annostellaan annostelupumppujen avulla suhteessa jätevesivirtaamaan (g/m^3 jätevettä). Saostussäiliön alaosassa kemikaalit sekoitetaan tehokkaalla sekoittajalla ja sen yläosassa hiljalleen pyörivä sekoitin tehostaa flokin muodostumista rikkomatta sitä.

Tehokas saostus ja flokin muodostus on pH-riippuvainen. Saostussäiliössä on pH-mittaus, jonka perusteella prosessiin lisätään annostelupumpulla tarvittava määrä NaOH-liuosta. Lipeän annostus määräytyy puhdistamolle tulevan veden happamuuden mukaan ja se säädetään siten, että kadmium- ja sinkki saostuvat.

Saostussäiliöstä vesi johdetaan lamelliselkeyttimeen. Vesi virtaa selkeyttimellä lamelleja pitkin, flokin tarttuessa lamelleihin ja laskeutuessa selkeyttimen pohjalla sijaitsevalle lietepumpulle. Lietesäiliössä on kaavari, joka pitää lietteen liikkeessä. Selkeytynyt vesi valuu ylivuotona selkeyttimestä ja se johdetaan edelleen hiekkasuotimille (2 kpl). Hiekkasuotimilla vesi nousee hiekkapatjan läpi hiekan liikkuessa hiljalleen alaspäin. Epäpuhtaudet tarttuvat hiekkaan ja suodatettu vesi poistuu suodattimesta ylivuotoreunan ja poistoyhteen kautta kanaaliin. Veden laatua hiekkasuodattimen jälkeen seurataan jatkuvatoimisesti pH-, lämpötila- ja kiintoainemittauksin. Hiekkasuodattimien hiekka pestään hiekkasuodattimissa olevassa pesurissa ja pesusta irtoava liete pumpataan takaisin saostussäiliöön. Kiintoainetta sisältävä liete pumpataan rikastushiekka-altaaseen.

Kemikaalien kulutus määräytyy puhdistamolle pumpattavan vedenlaadun mukaan. Lipeän annostus määräytyy puhdistamolle tulevan veden pH arvon mukaisesti, pH säädetään siten, että sinkki- ja kadmiumsaostuvat. Vedenpuhdistamon kemikaalienkulutus on esitetty taulukossa 3-5.

3.1.5.5 Saniteettivedenpuhdistamo

Kaivoksen saniteettijätevedenpuhdistamo on biokemiallinen puhdistamo. Puhdistamossa käsitellään kaivosalueen viemäriverkoston vedet. Saniteettivedenpuhdistamolla käytetään saostuskemikaalina rautasulfaattia. Puhdistettu saniteettijätevesi johdetaan rikastushiekka-altaan ja selkeytysaltaiden ohi suoraan pintavalutuskentälle ja ulos kaivosalueelta.

3.1.5.6 Päästövedenlaatu ja kokonaiskuormitukset

Keskeisille päästövedenparametreille nykytilan mukaisessa toiminnassa asetetut raja-arvot on määrätty kaivoksen ympäristöluvassa. Vertailu luparajoihin ja toteumaan vuoden 2022 ja 2023 osalta on esitetty taulukossa 3-2. Yksittäiset poikkeamat sinkkipitoisuuksissa on merkitty taulukkoon tähdellä. Vuoden 2023 osalta päästövedenlaatu on pysynyt samankaltaisena vuoden 2022 tulosten kanssa.

Taulukko 3-2. Päästöveden luparaja-arvot pintavalutuskentille pumpattavalle vedelle ja toteuma vuonna 2023. MK1 = Mittakaivo 1, VP lähtevä = vedenpuhdistamolta lähtevä vesi, S2 = Selkeytysallas 2.

Aine	**Raja-arvo**	**Yksikkö**	**Raja-arvon tyyppi**	**Toteuma 2022**		**Toteuma 2023**	
				MK1		**MK1**	
pH	6–9,5	-	Jatkuva/yksittäinen näyte	6,1–8,8		6,2–7	
Aine	**Raja-arvo**	**Yksikkö**	**Raja-arvon tyyppi**	**Toteuma 2022**		**Toteuma 2023**	
				VP lähtevä	**S2**	**VP lähtevä**	**S2**
Arseeni	0,1	mg/l	Keskiarvo	0,002	0,03	0,003	0,03
	0,3	mg/l	Korkein yksittäinen näyte	0,008	0,04	0,004	0,03
Lyijy	0,05	mg/l	Keskiarvo	0,0005	0,02	0,001	0,008
	0,3	mg/l	Korkein yksittäinen näyte	0,001	0,04	0,0018	0,019
Sinkki	0,2	mg/l	Keskiarvo	0,06	0,04	0,15	0,068
	0,5	mg/l	Korkein yksittäinen näyte	0,1	0,08	0,26	0,14
Antimoni	0,2	mg/l	Keskiarvo	0,08	0,16	0,11	0,2
	0,5	mg/l	Korkein yksittäinen näyte	0,19	0,28	0,18	0,43
Alumiini	0,5	mg/l	Keskiarvo	0,03	0,41	0,005	0,2
Sulfaatti	1 000	mg/l	Keskiarvo	290	850	329	880
Elohopea, liukoinen	0,5	µg/l	Keskiarvo	0,1	0,1	0,22	0,1
Kadmium, liukoinen	10	µg/l	Keskiarvo	1,0	2,0	7,0	0,13
Kiintoaineen hehkutus-jäännös	10	mg/l	Virtaamapainotteinen neljännesvuosikeskiarvo	7,3	4,1	1,0	4,2

Vuoden 2022 haitta-aineiden kokonaispäästöt pintavalutuskentälle ja Koivupuroon on esitetty taulukoissa 3-3 ja 3-4. Taulukossa 3-3 kuormitus on laskettu pintavalutuskentälle 1 ja 6 johdettujen vesien ja virtaamatietojen perusteella. Vuoden 2023 tiedot eivät olleet työn aikana vielä valmistuneet.

Taulukko 3-3. Pintavalutuskentille johdettavien jätevesien kuormitus vuonna 2022.

		2022	
Haitta-aine	**Yksikkö**	**PVK6**	**PVK1**
Arseeni	kg	2,1	0,9
	µg/l	26	2,7
Lyijy	kg	0,7	0,3
	µg/l	8,7	0,9
Sinkki	kg	10	79
	mg/l	0,1	0,2
Antimoni	kg	13	24
	mg/l	0,2	0,07
Alumiini	kg	30	18
	mg/l	0,4	0,05
Sulfaatti	kg	62 000	96 000
	mg/l	770	290
Elohopea, liukoinen	kg	0,003	0,02
	µg/l	0,03	0,07
Kadmium, liukoinen	kg	0,06	0,5
	µg/l	0,8	1,4
Ammoniumtyppi	kg	490	3500
	mg/l	6,1	11

Taulukossa 3-4 kokonaisfosforin ja kokonaistypen kuormitukset on laskettu mittakaivon 1 analyysitulosten ja virtaamatietojen perusteella. Kokonaiskuormituksille on määrätty luparajat typen ja fosforin osalta. Typpikuormituksen osalta luparaja kiristyi vuoden 2023 alusta alkaen nykyisestä 12 400 kilosta 7 000 kiloon.

Taulukko 3-4. Jätevesikuormitus mittakaivolla 1 vuonna 2023.

Haitta-aine	**Yksikkö**	**2023**	**Luparaja**
Kokonaisfosfori	kg	41	40
Kokonaistyppi	kg	14 370	7 000

3.1.6 Energian kulutus

Tuotantoprosessissa käytetään pääosin sähköä. Osa kaivoskoneista käyttää polttoaineena polttoöljyä, henkilöajoneuvoissa käytetään dieselöljyä, lisäksi maanalaiseen kaivokseen puhallettavaa raitisilmaa lämmitetään propaanikaasulla talvikuukausina. Nykytilan mukaisessa toiminnassa käytetään sähköä noin 24 GWh/v. Polttoöljyä ja dieselöljyä käytetään noin 8,8 GWh/v ja lämmitykseen propaanikaasua noin 2,5 GWh/v.

Vuonna 2023 kaivoksella muodostuneet hiilidioksidipäästöt olivat yhteensä noin 20 400 tonnia (markkinaperusteinen sähkötuotannon päästökerroin) ja 8154 t

(sijaintiperusteinen sähkötuotannon päästökerroin). Päästöt sisältävät Sotkamo Silverin omien ja leasing-ajoneuvojen sekä koneiden ja laitteiden polttoaineen kulutuksen sekä ostosähkön. Ostosähkön aiheuttamat päästöt on laskettu sekä markkina- että sijaintiperusteisesti. Markkinaperusteinen huomioi uusiutuvan energian alkuperätakuut ja sijaintiperusteinen perustuu Suomen keskimääräiseen energiantuotannon päästökertoimeen. Päästöt on raportoitu näillä molemmilla tavoilla GHG-protokollan mukaisesti. Kaivosteollisuuden yleisen käytännön mukaan laskentaan on sisällytetty myös urakoitsijoiden kaivosalueella käyttämät polttoaineet ja räjähteet.

Hiilidioksidipäästöt koostuivat käytetystä sähköstä (markkinaperusteinen 13 450 t ja sijaintiperusteinen 1 142 t), kaivoksella käytetystä liikennepolttoöljystä ja dieselistä (2 805 t) sekä lämmitykseen käytetystä polttoöljystä ja kaasusta 667 t.

3.1.7 Toiminnassa käytettävät kemikaalit, räjähdysaineet ja polttoaineet sekä niiden varastointi

3.1.7.1 Käytettävät kemikaalit, polttoaineet ja räjähteet

Kemikaaleja käytetään kaivostoiminnoissa, rikastusprosessissa, laboratoriossa, vedenpuhdistamolla, kunnossapidossa ja saniteettivedenpuhdistamolla. Vuonna 2023 käytettyjen kemikaalien kulutus on esitetty taulukossa 3-5.

Taulukko 3-5. Tuotannossa ja vedenpuhdistamolla käytettävät kemikaalit ja niiden käyttömäärät vuonna 2023.

Polttoaineet ja räjähteet	**Yksikkö**	**2023**
Propaani	t/v	190
Polttoöljy (autot ja koneet)	l/v	802 000
Diesel (autot ja koneet)	l/v	102 000
Räjähteet	t/v	650
Tuotantokemikaalit	**Yksikkö**	**2023**
Sinkkisulfaatti	t/v	71
Kuparisulfaatti	t/v	3
Natriumisobutyyliksantaatti	t/v	9,5
MIBC	t/v	28
Kuparikloridiliuos	t/v	81
Dekstriini	t/v	0,4
Drewfloc	t/v	0,2
Aerophine	t/v	13
Sammutettu kalkki	t/v	450
Vesilaitoksen kemikaalit	**Yksikkö**	**2023**
Lipeä	t/v	33
Ferrikloridi	t/v	13
Huoltokemikaalit	**Yksikkö**	**2023**
Huippulaakerin rasva Center grease	t/v	0,02
Hydrauliöljy Teboil 46S	t/v	0,07

Huoltokemikaalit	Yksikkö	2023
Vaihteistoöljy Sypres 150	t/v	0,4
Vaihteistoöljy Sypres 220	t/v	0,2
Voitelurasva Ceplattyn KG10-2500	t/v	2,7
Lagermeister TS	t/v	0,05
Belzona 1812 keraaminen karbidi	t/v	0,06
AdBlue	l/v	600
Tuulilasinpesuneste	l/v	40
Pienkemikaalit	l/v	20
Liuotinpesuaineet	l/v	20
Jäähdytinnesteet	l/v	50

3.1.8 Kaivannaisjätteet ja -jätealueet

Toiminnassa muodostuvia kaivannaisjätteitä ovat pintamaat, sivukivi silloin, kun se varastoidaan maanpäälliselle sivukivialueelle, rikastushiekka ja pyriitti. Nykytilan mukaiset kaivannaisjätealueiden sijainnit on esitetty kuvassa 3-2.

Kaivannaisjätteiden ominaisuudet on kuvattu vuonna 2022 päivitetyn jätehuoltosuunnitelman sekä vuoden 2023 tammi – heinäkuun analyysitulosten perusteella. Jätehuoltosuunnitelma esitetään kokonaisuudessaan liitteessä 5.

Jätejakeiden ympäristökelpoisuus määräytyy niiden geokemiallisten ominaisuuksien sekä jätteiden pitkäaikaiskäyttäytymisen testauksen perusteella. Kaivannaisjätteet luokitellaan niiden geokemiallisten ominaisuuksien perusteella.

Muodostuvien kaivannaisjätteiden määrät perustuvat nykytilasta raportoituun ja suunnitelmien mukaisiin tietoihin.

Radiologiset ominaisuudet ja kuitumineraalit

Sotkamo Silver on toimittanut Säteilyturvakeskukselle (STUK) 17.5.2021 säteilylain mukaisen ilmoituksen hopeakaivoksen toiminnasta. Selvityksessä on ollut mukana testausselosteet malmin, sivukiven, rikastushiekan, rikasteiden ja kaivosvesien radioaktiivisuustutkimuksista. Tutkittujen aineiden uraani-238- ja torium-232-pitoisuudet sekä näiden tuotteiden hajoamistuotteiden aktiivisuuspitoisuudet olivat vapauttamisrajaa 1 Bq/g pienempiä. Mineralogisissa tutkimuksissa ei ole tavattu tunnettuja radioaktiivisia mineraaleja eivätkä radioaktiivisten alkuaineiden pitoisuudet poikkea maankuoren keskimääräisistä pitoisuuksista.

Sotkamo Silverin kaivoksella asbestin esiintymistä on tutkittu työhygieenisissä mittauksissa, joiden perusteella asbestia ei esiinny kaivosprosessin eri vaiheissa eikä tällä perusteella myöskään kaivannaisjätteissä.

3.1.8.1 Pintamaat

Nykytilassa (VE0) pintamaita on syntynyt lähinnä louhoksen avaamisen yhteydessä. Pintamaista moreenia on käytetty patorakenteiden, teiden, varikkoalueiden ja ympäristönsuojelun edellyttämissä rakenteissa. Ylijäävä moreeni ja muut maa-ainekset (turve ja kasvukerros) on varastoitu ja ne varastoidaan meluvalliin ja pintamaiden läjitysalueille.

Pintamaiden osalta laatutiedot perustuvat ennen kaivoksen rakentamista avolouhoksen päältä kerättyjen pintamaanäytteiden ominaisuuksiin. On huomioitava, että kyseiset näytteet ovat lähellä esiintymää ja tästä syystä niiden sisältämät metallipitoisuudet voivat olla korkeampia kuin muualla kaivosalueella.

Vuonna 2011 tehdyn pintamaiden geokemiallisen karakterisoinnin perusteella kaivosalueen pintamaissa arseenin ja lyijyn pitoisuudet ylittivät paikoittain nk. PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) kynnysarvot (Taulukko 3-6). Pintamaa on pääosin happoa tuottamatonta, vuoden 2011 näytteistä vain yksi näyte luokitellaan potentiaalisesti happoa tuottavaksi rikkipitoisuuden ja neutralointikapasiteetin perusteella (Taulukko 3-7).

Taulukko 3-6. Pintamaiden (moreenien) kuningasvesiliukoiset pitoisuudet ja vertailu PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) mukaisiin kynnys- ja ohjearvoihin.

Tunnus	**Metallit**										
	As	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Hg**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**V**	**Zn**
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Määritysraja	1	0,01	0,1	1	0,5	0,01	1	0,2	0,05	1	1
Taustapitoisuus*			4,7	20	13		13	0	0	19	17
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
KK105	10	0,37	2,5	22	13	-	7	102	< 3	19	90
KK106	12	< 0,3	2,3	33	10	-	12	21	< 3	18	42
KK107	< 3	< 0,3	1,3	10	4,1	-	3,4	< 3	< 3	7,7	5,7
KK107	23	0,5	2,1	12	8,5	-	5,3	137	< 3	13	127
KK108	< 3	< 0,3	2,2	13	7,6	-	4,9	< 3	< 3	9,5	9,2
KK108	< 3	< 0,3	3,5	16	5,8	-	8,5	3,5	< 3	14	19

* Alueellinen taustapitoisuus Geologian tutkimuskeskuksen TAPIR-tietokannasta, keskimääräinen pitoisuus (GTK 2020)

Taulukko 3-7. Pintamaiden hapontuottopotentiaali vuoden 2011 näytteissä.

Näyte	**S (kok) [%]**	**C (kok) [%]**	**NP [kg $CaCO_3$/t]**	**AP [kg $CaCO_3$/t]**	**NPR**	**Hapontuottokyky**
KK106 (1 m)	0,01	0,4	3	0,37	8,2	Ei-happoa tuottava
KK107 (1 m)	<0,01	0,5	2,26	<0,3	14	Ei-happoa tuottava
KK107 (5 m)	0,13	0,27	3,76	4,16	0,9	Mahdollisesti happoa tuottava
KK108 (3 m)	0,03	0,61	2,13	1	2,1	Ei-happoa tuottava

Pintamaat luokitellaan kaivannaisjäteasetuksen mukaisesti ei-pysyväksi ja ei-happoa tuottavaksi.

Kaivoksen ympäristöluvan mukaisesti poistettavia pintamaita ei luokitella jätteiksi, silloin kun ne käytetään kaivoksen rakentamis- tai muussa toiminnassa ja PIMA-asetuksen mukainen alempi ohjearvo ei näytteissä ylity.

Erilaiset pintamaamateriaalit on sijoitettu omiin kasoihinsa. Varastoidut ja vielä varastoitavat maa-ainekset hyödynnetään tulevassa pato- tai muussa infrarakentamisessa ja alueen sulkemisvaiheessa maisemoinnissa. Pintamaan läjitysalueet ovat luonteeltaan tilapäisiä, eivätkä ne ole suuronnettomuuden vaaraa aiheuttava kaivannaisjätealueita.

3.1.8.2 Sivukivi

Nykytilassa (VE0) louhinnassa rikastukseen kelpaamatonta sivukiveä muodostuu noin 280 000–380 000 t/v (Taulukko 3-1). Kaivosgeologi tunnistaa sivukiven perustuen kaira- ja soijanäytteistä tehtyihin kemiallisiin analyyseihin. Sivukiven ja rajamalmin erottaminen perustuu kiven arvometallipitoisuuksiin, pääamineraalit ja niiden määrät ovat likimäärin samoja.

Sivukivialue

Sivukivi hyödynnetään nykytilan mukaisessa toiminnassa kokonaisuudessaan maanalaisen kaivoksen louhostäytöissä. Tarvittaessa sivukiveä välivarastoidaan avolouhoksen ja rikastamon väliselle pinta-alaltaan 2,5 hehtaarin kokoiselle sivukivi- ja rajamalmialueelle, josta sivukivi kuljetetaan kaivostäyttöön. Alueelle läjitetään nimensä mukaisesti myös rajamalmia, josta se syötetään rikastusprosessiin suoraan tai esirikastuksen kautta, mikäli se otetaan tuotantomittakaavassa käyttöön.

Sivukivialueen ja rajamalmialueen pohjarakenne koostuu luontaisesta tai rakennetusta turvekerroksesta, jonka paksuus on tiivistettynä vähintään 0,4 metriä ja tiivistyneen turpeen laskennallinen vedenläpäisevyys pääosin enintään $5x10^{-10}$ m/s. Turvekerroksen päälle tapahtuva läjitys on toteutettu kerroksittain siten, että se ei aiheuta turvekerrosten tai muun rakenteen olennaista syrjäytymistä tai liikkumista.

Sivukiveä on hyödynnetty louhostäytön lisäksi esirikastus- ja malmikentän pohjarakenteessa tiivisrakenteen päällä.

Sivukiven laatu

Muodostuvan sivukiven laatu on kuvattu sen fysikaalisten ominaisuuksien, mineralogian sekä geokemiallisten-, haponmuodostus- ja liukoisuusominaisuuksien perusteella.

Sivukiven fysikaaliset ominaisuudet ja mineralogia

Hopeakaivoksen sivukivi muodostuu felsisestä metavulkaniitista, jonka koostumus vastaa dasiittia tai ryoliittia. Avolouhos ja maanalainen kaivos ovat sivukiven litologioiltaan samanlaisia. Pääkivilaji on molemmissa kvartsi-serisiittiliuske, jonka väritys vaihtelee kellertävän harmaasta tummanharmaaseen riippuen mineraalikoostumuksesta.

Päämineraaleja ovat kvartsi, serisiitti (muskoviitin muoto) ja biotiitti. Biotiitin määrän kasvaessa kiven väri muuttuu tummemmaksi. Sivumineraaleja sivukivessä ovat erilaiset karbonaattimineraalit ja pyriitti. Kallio on kauttaaltaan liuskeista. Sivukiven mineraloginen koostumus on esitetty taulukossa 3-8.

Taulukko 3-8. Sivukiven mineraloginen koostumus.

Mineraali	Kemiallinen kaava	Avolouhos						Maanalainen kaivos			
		001	002	003	004	005	006	007	008	011	012
		(m-%)	(m-%)	(m-%)	(m-%)	(m-%)	(m-%)	(m-%)	(m-%)	(m-%)	(m-%)
Kvartsi	SiO_2	67	71	54	66	70	71	47	65	67	67
Biotiitti	$K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	7,4		23	15			22	14	13	1,8
Muskoviitti	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	20	29	21	15	28	26	20	13	12	19
Kloriitti	$(Fe,(Mg,Mn)_5,Al)(Si_3Al)O_{10}(OH)_8$	6,0	TR	TR				8,5	3,8	3,7	4,2
Plagioklaasi	$(Na,Ca)(Si,Al)_4O_8$		TR	TR							
Kalsiitti	$CaCO_3$				1,5				2,8	2,3	2,6
Dolomiitti	$CaMg(CO_3)_2$			0,4	0,4			TR	0,8	0,9	2,3
Pyriitti	FeS_2	TR	0,4	1,0	1,3	2,0	3,1	2,3	0,4	1,4	3,1
Yhteensä		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Sivukiven geokemialliset ominaisuudet

Osana sivukiven geokemiallista karakterisointia sivukiven kuningasvesiliukoisia alkuainepitoisuuksia on määritetty useana vuotena. Vuosien 2018, 2020, 2022 ja 2023 avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen näytteistä määritettyjä kuningasvesiliukoisia metalli- ja metalloidipitoisuuksia verrattiin PIMA-asetuksen kynnys- ja ohjearvoihin (Taulukko 3-9). Taulukossa on esitetty maanalaisesta kaivoksesta ja avolouhoksesta otettujen näytteiden tulokset sekä erillisten, vuoden 2023 maanalaisen kaivoksen tarkkailunäytteiden tulokset. Näytteiden (yhteensä 14 kpl) mediaanipitoisuuksista kynnysarvon ylittäviä ovat arseeni-, kadmium- ja antimonipitoisuudet, alemman ohjearvon ylittää lyijypitoisuus ja ylemmän ohjearvon sinkkipitoisuus. Kynnysarvojen ylityksen vuoksi sivukivi luokitellaan ei-pysyväksi kaivannaisjätteeksi.

Avolouhoksen sivukivissä pitoisuudet ovat maanalaisen kaivoksen pitoisuuksia alhaisempia. Minimi- ja maksimipitoisuuksissa on nähtävissä kohtuullisen suuri vaihtelu geokemiallisissa ominaisuuksissa, mutta pitoisuuksien keskiarvot kuvastavat

kohtuullisen hyvin keskimääräistä sivukiveä. Maanalaisessa kaivoksessa yhden näytteen arseenipitoisuus oli muista poiketen huomattavan korkea (kaikki näytteet, maksimi = 380 mg/kg) minkä takia maanalaisen kaivoksen näytteiden arseenipitoisuuden keskiarvo näyttäytyy myös korkeana. Sivukivien laatua seurataan osana kaivoksen ympäristötarkkailua analysoimalla kuningasvesiliukoiset metalli- ja metalloidipitoisuudet neljä kertaa vuodessa.

Taulukko 3-9. Vuosien 2018, 2020 ja 2023 sivukivinäytteiden kuningasvesiliukoiset metalli- ja metalloidipitoisuudet ja vertailu paikalliseen taustapitoisuuteen sekä PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnys- ja ohjearvoihin. Näytemäärät: avolouhos n=10, maanalainen kaivos n=4.

Tunnus	**Metallit**										
	As	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Hg**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**V**	**Zn**
	mg/kg	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**
Määritysraja	**0,1**	**0,02**	**0,1**	**5**	**0,2**	**0,005**	**0,2**	**0,5**	**0,05**	**5**	**2**
Taustapitoisuus			4,7	20	13		13			19	17
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
Avolouhos, ka.	15	3,2	2,8	4,6	23	0,02	5,7	290	3,5	5	730
Maanalainen, ka.	120	11	5,3	3,9	50	0,09	7,4	590	7,5	11	2100
Kaikki näytteet, min.	2,2	0,06	0,5	2,5	11	0,005	2,3	12	0,3	2,5	69
Kaikki näytteet, maks.	380	16	16	8	96	0,3	21	1300	14	36	3300
Kaikki näytteet, med.	44	5,3	3,5	4,4	31	0,04	6,2	370	4,7	6,6	1100
Tarkkailu 01/2023	340	9,4	3,2	1,8	39	0,095	8,3	520	18	1,4	2200
Tarkkailu 07/2023	86	7,1	2,9	2,5	42	0,082	8,6	510	11	1,7	1300
Tarkkailu 10/2023	170	4,5	2,5	3,5	23	0,046	10	250	5,9	1,2	880

Sivukiven haponmuodostus- ja liukoisuusominaisuudet

Sivukiven hapontuottopotentiaalia on tutkittu ABA-testeillä vuosina 2018, 2020, 2022 ja 2023. Taulukossa 3-10 on esitetty maanalaisesta kaivoksesta ja avolouhoksesta otettujen näytteiden tulokset sekä erillisten, vuosien 2022–2023 maanalaisen kaivoksen tarkkailunäytteiden tulokset. Sivukivi luokittuu ABA-testin keskiarvotulosten perusteella mahdollisesti happoa tuottavaksi, sillä rikkipitoisuus on alle 1 % ja hapontuottokyvyn ja neutralointipotentiaalin suhde (NPR) on alle kolme.

Taulukko 3-10 Sivukivinäytteiden keskimääräinen rikin kokonaispitoisuus, sulfidisen rikin pitoisuus, orgaanisen ja epäorgaanisen hiilen osuus, nettohapontuottokapasiteetti (AP), neutralointipotentiaali (NP) ja hapontuottokapasiteetin ja neutralointipotentiaalin suhde (NPR).

Näyte	**S (kok)**	**S (sulf.)**	**S(sulf.)/ S(kok)**	**AP**	**NP**	**NPR**
Määritysraja	0,005	0,01			0,5	
	%	%		kg $CaCO_3$ / tn	kg $CaCO_3$ / tn	
Sivukivi, maanalainen (n=15)	0,95	0,86	0,91	28	29	1,5
Sivukivi, avolouhos (n=6)	0,91	0,86	0,95	29	6,3	0,30
minimi (n=21)	0,23	0,18	0,69	5,6	-0,6	-0,10
maksimi (n=21)	2,0	1,8	1,00	65	81	6,4
keskiarvo (n=21)	0,94	0,86	0,89	28	22	1,2
tarkkailu v. 2022 ka (n=9)	0,89	0,78	0,88	24	24	1,3
tarkkailu v. 2023 ka (n=4)	1,4	1,2	0,83	45	53	1,2
minimi (n=13)	0,23	0,18	0,69	5,6	-0,60	-0,11
maksimi (n=13)	1,6	1,6	0,99	51	70	3,7
keskiarvo (n=13)	1,1	0,91	0,84	31	33	1,3

Sivukiven liukoisuusominaisuuksia on tutkittu 2-vaiheisella ravistelutestillä (2-vaiheinen liukoisuustestaus) ja NAG-uuttomenetelmällä, joka kuvaa liukoisuustestiä paremmin metallien vapautumista kiviaineksesta hapetusreaktioiden seurauksena.

2-vaiheisen ravistelutestin tulokset on esitetty taulukossa 3-11. Pitoisuudet ovat pieniä muiden kuin antimonin osalta, jonka osalta kaksi näytettä ylittää pysyvän jätteen ja kaksi näytettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle asetetun raja-arvon. 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 tuoreen kiviaineksen liukoisuusominaisuuksien arviointiin, koska mahdollinen sulfidien hapettumisen tai muiden kemiallisten reaktioiden aiheuttama aineiden mobilisoituminen ei ole vielä käynnistynyt. Antimonin korkea pitoisuus voi johtua myös 2-vaiheisen ravistelutestin testiliuoksen emäksisyydestä, koska antimoni mobilisoituu herkästi korkeassa pH:ssa.

Taulukko 3-11. Vuosien 2018 ja 2020 ja 2022–2023 (maanalainen) sivukivinäytteiden 2-vaiheisen liukoisuustestauksen tulokset.

Alkuaine	**Vna 331/2013 suositus L/S 10**			2018 Sivukivi A	2018 Sivukivi B	2020 Sivukivi maanalainen	2022 Sivukivi maanalainen	2023 Sivukivi maanalainen
Kaatopaikkaluokitus	Pysyvä	Vaaraton	Vaarallinen					
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	**0,5**	**2**	**25**	0,1	0,03	0,1	<0,2	0,09
Ba	**20**	**100**	**300**	0,02	0,02	<4,0	<4,0	<0,05
Cd	**0,04**	**1**	**5**	<0,005	<0,005	<0,01	<0,02	<0,005
Cr	**0,5**	**10**	**70**	<0,05	<0,05	<0,1	<0,2	<0,01
Cu	**2**	**50**	**100**	0,01	0,01	<0,4	<1,0	<0,05
Hg	**0,01**	**0,2**	**2**	0,0003	0,0004	<0,002	<0,022	<0,004
Mo	**0,5**	**10**	**30**	<0,01	<0,01	<0,1	<0,2	0,11
Ni	**0,4**	**10**	**40**	<0,03	<0,03	<0,1	<0,2	0,03
Pb	**0,5**	**10**	**50**	<0,01	0,03	<0,1	<0,2	0,03
Sb	**0,06**	**0,7**	**5**	**0,4**	**0,3**	**0,9**	**1,4**	**1,4**
Se	**0,1**	**0,5**	**7**	<0,05	<0,05	<0,03	<0,05	<0,04
Zn	**4**	**50**	**200**	<0,02	0,04	<0,8	<2,0	0,12
V	**-**	**-**	**-**	<0,05	<0,05	<0,4	<0,4	0,01
Cl^-	**800**	**15 000**	**25 000**	7	<5,27	<160	<160	<50
F^-	**10**	**150**	**500**	0,7	0,8	<2,0	<2	<5
SO_4^{2-}	**1000**	**20 000**	**50 000**	50	46	<200	<200	190
DOC	**500**	**800**	**1 000**	276	22	<100	<100	130
TDS	**4000**	**60 000**	**100 000**	16	228		<800	<1250

NAG-testin loppuliuos kuvaa sivukiven pitkäaikaiskäyttäytymistä 2-vaiheista ravistelutestiä paremmin. NAG-testissä sulfidinen rikki hapetetaan keinotekoisesti vetyperoksidilla, joten vertaamalla testin loppuliuoksen metalli- ja metalloidipitoisuuksia kuningasvesiuutolla määritettyihin kokonaispitoisuuksiin, voidaan arvioida sulfidisiin mineraaleihin sitoutuneiden alkuaineiden käyttäytymistä äärimmäisessä hapettumistilanteessa. Tulos ilmoitetaan myös osuutena kokonaispitoisuuksista ja viittaa siis siihen osuuteen aineen kokonaispitoisuudesta, joka voi (olosuhteiden salliessa) mobilisoitua vähitellen, mutta ei kerralla vaan pitkän ajan kuluessa.

Sivukivestä määritettyjen keskiarvotulosten (n=13) perusteella antimoni, koboltti, kupari, kadmium, nikkeli ja sinkki mobilisoituivat voimakkaimmin liuokseen. Koboltin ja nikkelin kuningasvesiliukoiset pitoisuudet ovat kuitenkin niin alhaisia, ettei niiden arvioida aiheuttavan merkittävää kuormitusta suotoveteen. Vaikka prosenttiosuuksina tarkasteltuna avolouhoksen sivukivistä vaikuttaisi mobilisoituvan suurempi osuus kuin maanalaisen kaivoksen sivukivistä, tarkasteltaessa NAG-uutteen pitoisuuksia havaitaan, että pitoisuudet ovat molemmissa sivukivi-tyypeissä samaa luokkaa.

Taulukko 3-12. Sivukivinäytteiden NAG-testien loppuliuoksen pH ja metallipitoisuudet sekä vertailu kokonaispitoisuuksiin (%), tulokset yksikössä mg/kg. Kaikki tulokset ovat näytteiden keskiarvoja. Elohopean osalta NAG-liuoksen tuloksista vain yksi ylitti määritysrajan.

Sivukivi	**Avolouhos (n=6)**			**Maanalainen (n=5)**			**Sivukivi yht. (n=11)**		
Määritys-menetelmä	kok. pit. ka	NAG-uute	%-osuus ka	kok. pit. ka	NAG-uute	%-osuus ka	kok. pit. ka	NAG-uute	%-osuus ka
	mg/kg	mg/kg		mg/kg	mg/kg		mg/kg	mg/kg	
pH		4,1			6,8			5,3	
As	24	0,21	1 %	97	3,52	17 %	57	1,72	9 %
Cd	3,2	1,23	77 %	9	1,44	19 %	5,8	1,33	50 %
Co	4,1	3,2	53 %	4,7	2,8	39 %	4,3	3	47 %
Cr	6,3	0,27	4 %	18,1	0,83	3 %	11,7	0,52	4 %
Cu	23	12,5	42 %	44	2,3	17 %	32	7,9	31 %
Hg	0,02	<0,1		0,07	<0,1		0,05	<0,1	
Ni	7,7	4,1	43 %	7,3	4,2	44 %	7,5	4,2	43 %
Pb	243	64	16 %	522	39	13 %	370	53	15 %
Sb	4,9	0,7	35 %	7	3,6	49 %	5,9	2	41 %
V	8,7	0,21	2 %	10,8	0,31	5 %	9,6	0,26	3 %
Zn	671	263	39 %	1757	248	21 %	1165	256	31 %

Sivukiven vaaraominaisuuksien arviointi

Sivukiven ympäristövaarallisuutta on arvioitu kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmassa Neuvoston asetuksen (EU) 2017/997 mukaisesti vertaamalla kuningasvesiuutolla analysoituja kokonaispitoisuuksia asetuksen mukaisiin pitoisuustasoihin (Taulukko 3-13). Mediaanitulosten perusteella maanalaisen kaivoksen sinkkipitoisuus ylittää ympäristövaarallisuuden perusteella annetun alimman laskennallisen pitoisuusrajan 1 000 mg/kg. Tämän perusteella maanalaisen kaivoksen sivukivelle voidaan luokitella varovaisuusperiaatteen nojalla asetuksen (EU) 2017/997 mukainen vaaraominaisuus HP 14, ympäristölle vaarallinen jäte.

Taulukko 3-13. Sivukiven ympäristövaarallisuuden arviointi vuosien 2018, 2020 ja 2022 otettujen näytteiden mediaanipitoisuuksien perusteella Neuvoston asetuksen (EU) 2017/997 mukaisesti. Metalli-ionille sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat on laskettu suhteessa metalli-ionin osuuteen koko kyseisen yhdisteen moolimassasta. Näytemäärät: avolouhos n=10, maanalainen kaivos n=4.

	Pitoisuusraja (mg/kg)				**Mediaani kaikki näytteet**	**Keskiarvo maanalainen**	**Keskiarvo avolouhos**
Alkuaine	**Aquatic Acute 1, H400**	**Cut-off**	**Aquatic Chronic, H410**	**Cut-off**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**
Sb			25000	10000	4,7	7,5	3,5
As	250000	1000	2500	1000	44	120	15
Cd	250000	1000	2500	1000	5,3	11	3,2
Co (CoO)	200000	790	2000	790			
Co ($CoCl_2$)	110000	450	1100	450			
Co ($CoSO_4$)	*95000*	*380*	*9500*	*380*	3,5	5,3	2,8

Cr(VI)	250000	1000	2500	1000	4,4	3,9	4,6
Hg	250000	1000	2500	1000			
Cu ($CuSO_4$)	*100000*	*400*	*1000*	*400*	31	50	23
Cu ($CuCl_2$)	120000	470	12000	4700			
Pb	250000	1000	25000	1000	370	590	290
Ni ($NiSO_4$)	*95000*	*380*	*950*	*380*	6,2	7,4	5,7
Ni (NiS)	150000	600	1500	600			
Zn ($ZnCl_2$)	120000	470	1200	470			
Zn ($ZnSO_4$)	*100000*	*4000*	*1000*	*400*	1100	2100	730
V (V_2O_5)			14000	5600	6,6	11	5,0

Kaivannaisjätteiden jäteluokittelussa ei louhinnassa syntyvälle jätteelle, ts. sivukiville, ole omaa luokkaa vaaralliselle jätteelle, vaan louhinnassa syntyvät kaivannaisjätteet luokitellaan metallimineraalien tai muiden mineraalien louhinnassa syntyväksi jätteeksi. Valtioneuvoston asetuksen kaivannaisjätteistä (VnA 190/2013) perusteella jätteet luokitellaan joko pysyviksi tai ei-pysyviksi asetuksen liitteen 1 mukaisesti.

Sivukiven ja sivukivialueen luokittelu

Sivukivi luokitellaan keskimääräisten tulosten perusteella ja kaivannaisjäteasetuksen mukaisesti mahdollisesti happoa muodostavaksi, ei-pysyväksi, ei-vaaralliseksi jätteeksi. Sivukiven jäteluettelon mukainen koodi on 01 01 01, metallimineraalien louhinnassa syntyvät jätteet (VNa 978/2021, liite 3). Maanalaisen kaivoksen sivukivelle voidaan antaa vaaraominaisuus HP 14, ympäristölle vaarallinen jäte, mutta sivukiven jäteluokitukseen tämä ei vaikuta, koska vaarallisen jätteen rinnakkaisnimikettä ei sivukivelle jäteluettelossa ole.

Muodostuva sivukivi hyödynnetään nykytilan mukaisen toiminnan aikana kaivosalueella eikä alueelle jää suljettavaa sivukivialuetta toiminnan päätyttyä.

Sivukivialueelle on läjitetty tilapäisesti suhteellisen vähäinen määrä sivukiveä. Sivukiven läjitysalue ei ole suuronnettomuuden vaaraa aiheuttava kaivannaisjätealue.

3.1.8.3 Rikastushiekka

Nykytilassa (VE0) rikastushiekkaa arvioidaan syntyvän noin. 570 000–620 000 t/v (Taulukko 3-1).

Rikastushiekka-allas

Rikastusprosessissa syntyvä rikastushiekka läjitetään rikastushiekka-altaaseen (Kuva 3-11. Sotkamo Silverin hopeakaivoksen allasalue vuoden 2023 syksyllä. Taaempana kuvassa vasemmalla näkyvät rikastamo-, toimisto- ja kaivosurakoisijan varikkoalueet sekä vesienkäsittelylaitokset.). Lisäksi rikastushiekkaa

hyödynnetään rikastushiekka-altaan patojen korotuksissa ja maanalaisen kaivoksen täytöissä. Rikastushiekka-allas sijoittuu rikastamoalueen ja selkeytysaltaiden eteläpuolelle ja sen kokonaispinta-ala on noin 20 hehtaaria. Rikastushiekka-altaan reunapadon korkeus on +227,5 m mpy. Jotta tämänhetkisessä toiminnassa muodostuva rikastushiekka voidaan läjittää nykyiseen rikastushiekka-altaaseen, tulee sitä korottaa tasoon +234 m mpy.

Rikastushiekka-altaan alkupadot on rakennettu moreenista. Patomoreenin päälle märän puolen luiskaan on levitetty tiivistematto, joka on erillisien bentoniittimaton ja HDPE-kalvon yhdistelmä. Patorakenteet on rakennettu ulottumaan tiiviiseen pohjamoreeniin tai kallioon asti. Patoja on korotettu toiminnan jatkuessa ns. ylävirtaan eli siten, että padon harja siirtyy jokaisessa korotuksessa sisäänpäin altaaseen. Rikastushiekka-altaan lopullisiksi jäävät reunapadot muotoillaan ulkoluiskaltaan keskimäärin kaltevuuteen 1:3 tai loivemmiksi. Patojen kuivalle puolelle on rakennettu suotovesiojat, jotka on vuorattu eroosion estämiseksi kalliomurskeella.

Rikastushiekka-altaan pohjarakenne koostuu luontaisesta tai rakennetusta turvekerroksesta. Lupamääräyksen mukaan tiivistyneen turvekerroksen paksuus on oltava vähintään 0,4 metriä ja tiivistyneen turpeen laskennallinen vedenläpäisevyys enintään 5 x 10^{-10} m/s. Rikastushiekka-altaan pohja-, pato- ja peittorakenteet on kuvattu tarkemmin kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmassa (liite 5) sekä sulkemissuunnitelmassa (liite 6).

Rikastushiekka läjitetään altaalle niin kutsutulla spigotointimenetelmällä, jossa karkeampi ja raskaampi rikastushiekka saadaan laskeutumaan rikastushiekka-altaan reunaosiin.



Kuva 3-11. Sotkamo Silverin hopeakaivoksen allasalue vuoden 2023 syksyllä. Taaempana kuvassa vasemmalla näkyvät rikastamo-, toimisto- ja kaivosurakoisijan varikkoalueet sekä vesienkäsittelylaitokset.

Rikastushiekan mineralogia

Rikastushiekan mineraloginen koostumus muistuttaa pääpiirteissään sivukiveä. Koostumuksessa on pientä vaihtelua lähinnä aksessorisissa mineraaleissa, päämineraalit ovat kvartsi ja muskoviitti (Taulukko 3-14). Rikastamon pyriittituotannon kehittyminen on nähtävissä rikastushiekan rikkipitoisuuden pienentymisenä vuoden 2020 ja etenkin vuoden 2022 aikana.

Taulukko 3-14. Vuosien 2011, 2020 ja 2022 rikastushiekkanäytteiden mineralogiset koostumukset.

Mineraali	Kemiallinen kaava	2011	2020	2022
		(m-%)	(m-%)	(m-%)
Kvartsi	SiO_2	60,1	55,4	60,95
Muskoviitti	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	23	22,8	23,4
Kalsiitti	$CaCO_3$	1,7	4,9	2,31
Mikrokliini	$KAlSi_3O_8$	0,7	3,9	_
Ankeriitti	$CaFe(CO_3)_2$		3,5	_
Biotiitti	$K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	5,1	3,2	6,72
Dolomiitti	$CaMg(CO_3)_2$	4,1	2,4	2,31
Kloriitti	$(Fe,(Mg,Mn)_5,Al)(Si_3Al)O_{10}(OH)_8$	0,5	2,3	3,87
Pyriitti	FeS_2	3,3	1,3	0,44
Kalkopyriitti	$CuFeS_2$		0,2	0
Granaatti	$X_3Al_2(SiO_4)_3$	0,6		_
Götiitti	FEO(OH)	0,3		_
Magneettikiisu	$Fe_{0,83-1}S$	0,2		_
Muut		0,5		_
Yhteensä		100	100	100

Rikastushiekan geokemiallinen koostumus

Rikastushiekassa nk. PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvon ylittävät arseenin, kadmiumin, lyijyn, antimonin ja sinkin pitoisuudet (taulukot 3-15 ja 3-16). Metallipitoisuudet muistuttavat jakaumaltaan sivukiveä. Rikastushiekan laadunvarmistusnäytteiden kupari-, lyijy-, antimoni- ja sinkkitulokset ovat samaa luokkaa karakterisointinäytteiden kanssa. PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) mukaisten kynnysarvojen ylitysten vuoksi luokitellaan rikastushiekka ei-pysyväksi kaivannaisjätteeksi.

Taulukko 3-15 Vuoden 2020–2023 rikastushiekkanäytteiden kuningasvesiliukoiset metalli- ja metalloidipitoisuudet sekä PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) mukaiset kynnys- ja ohjearvot. Vuosittaisista näytteistä on esitetty keskiarvo (n = näytteiden lukumäärä).

	Metallit										
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Määritysraja	1	0,01	0,1	1	0,5	0,01	1	0,2	0,05	1	1
Taustapitoisuus	0	0	4,7	20	13	0	13	0	0	19	17
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
2020 (n=2)	110	2,4	2,1	15	41	0,06	4,5	460	20	2	680
2021 (n=2)	75	1,1	0,3	4	19	<0,05	3	250	13	1	380
2022 (n=3)	60	2,1	0,7	4,5	21	<0,05	3	290	13	1,7	560
2023 (n=4)	67	1,7	0,8	6,8	19	0,04	3	313	13	1,1	440
RH_1_2023	33	3	0,56	6,4	20	0,021	3,2	510	17	1,5	630
RH_4_2023	92	1,9	0,64	6	15	0,015	2,4	250	11	0,9	450
RH_7_2023	61	1,1	1,2	8,8	19	0,1	3,6	290	11	1,2	440
RH_10_2023	80	0,99	0,71	6,8	22	0,01	2,6	200	13	0,71	240

Taulukko 3-16 Rikastushiekan vuosien 2019–2023 laadunseurannan metalli- ja metalloidipitoisuudet (kuningasvesiuutto, icp-tekniikka).

Rikastushiekka	**Alkuaine**						
	Ag	**Cu**	**Pb**	**S**	**Sb**	**Zn**	**Fe**
Tunnus	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
2019	21	40	570	15 000	22	890	25 000
2020	15	26	330	13 000	17	620	22 000
2021	9	18	295	3 966	13	404	14 347
2022	11	17	249	2 404	12	439	13 865
2023	15	22	279	3 070	13	408	12 400

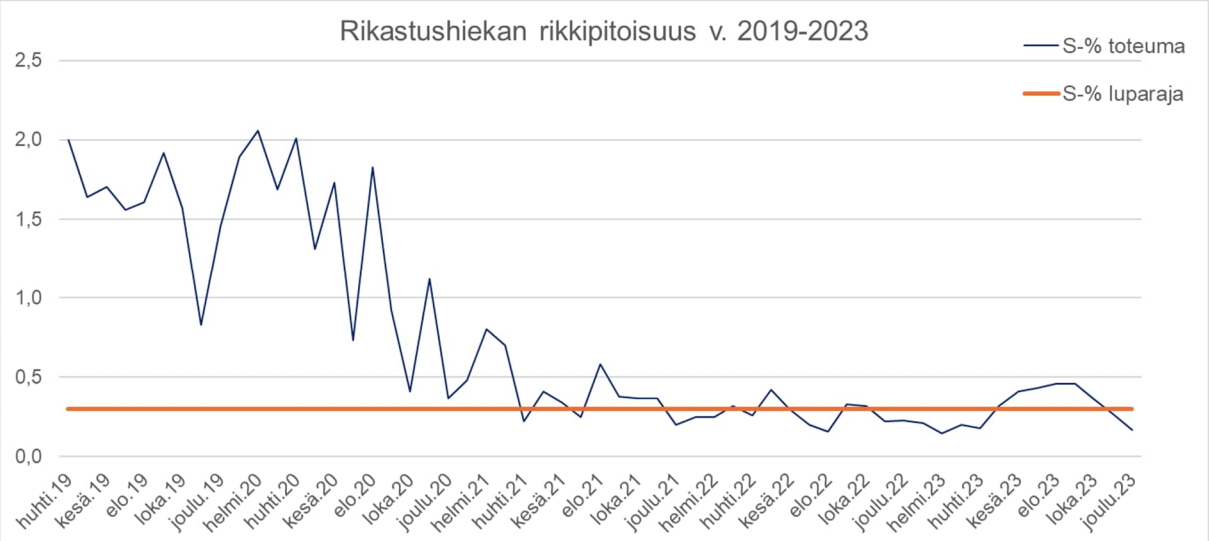
Rikastushiekan haponmuodostus- ja liukoisuusominaisuudet

Rikastushiekan ABA-testin tulokset on esitetty taulukossa 3-17. Rikastushiekka ei tulosten perusteella ole happoa muodostavaa. Lisäksi sulfidisen rikin pitoisuus sekä NPR täyttävät kaivannaisjäteasetuksessa (VNa 190/2013) liitteen 1 kohdassa 2b) esitetyt pysyvän jätteen kriteerit (0,1 %< S(sulf.) <1 % ja samanaikaisesti NPR>3).

Taulukko 3-17. Rikastushiekan ABA-testin keskimääräiset tulokset. Vuoden 2021-2023 tuloksista on esitetty keskiarvo (n = näytemäärä). Vuoden 2023 tulokset on huomioitu toukokuuhun asti.

Rikastushiekka	**S_{kok}**	**S_{sulf}**	**S_{sulf}/S_{kok}**	**AP**	**NP**	**NPR**
Määritysraja	0,005	0,01			0,5	
Vuosi/kk	%	%	%	kg $CaCO_3$ / tn	kg $CaCO_3$ /tn	
v. 2021 (n=6)	0,37	0,31	0,81	9,6	57	6,8
v. 2022 (n=12)	0,25	0,21	0,80	6,5	47	8,9
v. 2023 (n=5)	0,28	0,21	0,65	9,0	51	7,5
Maksimi	0,65	0,61	1,09	19	68	22
Minimi	0,15	0,07	0,47	2,2	40	2,7

Rikastushiekan kuukausikohtainen rikkipitoisuus vuosina 2019–2023 on esitetty kuvassa 3-12. Vuoden 2023 virtauspainotteinen keskiarvopitoisuus oli 0,3 %. Rikastushiekan rikkipitoisuus on pienentynyt merkittävästi toiminnan alkuvaiheeseen nähden rikastusprosessia tehostamalla. Pyriittirikasteen erotusprosessi vaikuttaa siten suoraan rikastushiekan ominaisuuksiin ja sen luokittumiseen kaivannaisjätteenä.



Kuva 3-12. Rikastushiekan rikkipitoisuuden kuukausikeskiarvot vuonna 2022. Näytteet ovat rikastamon laadunvarmistusnäytteitä.

Rikastushiekan kontaktiliukoisuustestissä (2-vaiheinen ravistelutesti, Taulukko 3-18) antimonin pitoisuus on ylittänyt vaarattoman jätteen kaatopaikalle asetetun raja-arvon kahdessa näytteessä ja kolmessa näytteessä pysyvän jätteen kaatopaikalle asetetun raja-arvon. Lyijyn pitoisuus on ylittänyt yhdessä näytteessä pysyvän jätteen kaatopaikalle asetetun raja-arvon. Muut testitulokset alittivat pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvot.

Taulukko 3-18. Rikastushiekan 2-vaiheisen liukoisuustestauksen tulokset sekä vertailu kaatopaikka-asetuksen (VNa 331/2013) raja-arvoihin.

Alkuaine	**Vna 331/2013 suositus L/S 10**			**2021/07**	**2022/01**	**2022/07**	**2023/01**	**2023/07**
Kaato-paikka-luo-kitus	Pysyvä	Vaara-ton*	Vaaralli-nen					
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	**0,5**	**2**	**25**	<0,2	<0,2	0,08	0,08	0,06
Ba	**20**	**100**	**300**	<4	<4	2,5	<0,05	<0,05
Cd	**0,04**	**1**	**5**	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005
Cr	**0,5**	**10**	**70**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01
Cu	**2**	**50**	**100**	<0,4	<0,4	<0,4	<0,05	<0,05
Mo	**0,5**	**10**	**30**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01
Pb	**0,5**	**10**	**50**	<0,1	<0,1	**0,6**	0,05	0,03

Alkuaine	Vna 331/2013 suositus L/S 10			2021/07	2022/01	2022/07	2023/01	2023/07
Kaato-paikka-luo-kitus	Pysyvä	Vaara-ton*	Vaaralli-nen					
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Ni	**0,4**	**10**	**40**	<0,1	<0,1	0,1	<0,01	<0,01
Sb	**0,06**	**0,7**	**5**	**1,2**	**1,3**	**0,5**	**0,45**	**0,46**
Se	**0,1**	**0,5**	**7**	0,05	0,05	0,03	<0,04	<0,04
V	**-**	**-**	**-**	<0,4	<0,4	0,1	0,04	0,02
Zn	**4**	**50**	**200**	<0,8	<0,8	1,1	0,13	0,16
Hg	**0,01**	**0,2**	**2**	<0,002	<0,002	0,002	<0,004	<0,004
Cl^-	**800**	**15 000**	**25 000**	<160	<160	160	<50	<50
SO_4^{2-}	**1000**	**20 000**	**50 000**	<200	<200	436	670	670
F^-	**10**	**150**	**500**	<2	<2	<2	<5	<5
DOC	**500**	**800**	**1 000**	<100	<100	<100	68	110
TDS	**4000**	**60 000**	**100 000**	<800	<800	<800	<1250	1800

Tarkasteltaessa rikastushiekan pitkäaikaiskäyttäytymistä NAG-testin loppuliuoksesta määritettyjen pitoisuuksien avulla (Taulukko 3-19), voidaan todeta, että vuoden 2020 tulosten perusteella koboltti, kromi, nikkeli ja antimoni mobilisoituvat merkittävissä määrin sulfidisen rikin hapettuessa. Koboltin, kromin ja nikkelin pitoisuudet rikastushiekassa ovat kuitenkin alhaisia, joten näiden metallien ei arvioida aiheuttavan merkittävää huuhtoutumisriskiä. Vuoden 2022 tuloksen perusteella vain antimoni näyttää mobilisoituvan. Antimoni on kontaktiliukoisuustestin perusteella jo ainakin osittain liukoisessa muodossa kontaktiliukoisuustestin perusteella, joten se saattaa aiheuttaa kuormitusta varsinkin emäksisissä olosuhteissa. Uutteen pitoisuuksista osa on määritysrajan alapuolella, joten niiden osalta taulukossa uutteen pitoisuus ja prosenttiosuus on jätetty tyhjiksi.

Taulukko 3-19. Rikastushiekan NAG-testin loppuliuoksen metallipitoisuudet sekä vertailu kokonaispitoisuuksiin, tulokset yksikössä mg/kg.

Vuosi	pH	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
2020 Näyte A												
Kok.pit.		76	1,8	1,5	26	45	0,045	3	450	18	<1	530
NAG-uute	5,6	5,2	0,16	0,71	2,2	0,48		2,1	0,03	9,6		28
%-osuus kok.pit.		7 %	9 %	47 %	8 %	1 %	-	71 %	0 %	53 %	-	5 %
2020 Näyte B												
Kok.pit.		140	2,9	2,7	3	37	0,08	6	480	22	3	830
NAG-uute	4,6	1,9	1,5	2,1	2,9	4,8		4,5	0,22	2,9	0,07	330
%-osuus kok.pit.		1 %	52 %	77 %	95 %	13 %	-	75 %	0 %	13 %	2 %	40 %
2022												
Kok.pit.		60	2,1	0,7	4,5	21	<0,05	3	290	13	1,7	560
NAG-uute	8,7	1,4	<0,008	<0,05	0,14	<0,03	<0,001	<0,04	0,12	3,8	<0,1	0,3
%-osuus kok.pit.		2 %	<0,3 %	<7 %	3 %	<0,1 %	-	<1 %	0 %	29 %	<6 %	0 %

Rikastushiekan vaaraominaisuudet

Rikastushiekka ei luokitu ympäristölle vaaralliseksi jätteeksi, koska sen sisältämät ympäristölle vaarallisten aineiden pitoisuudet alittavat (EU) 2017/997 mukaiset pienimmät mahdolliset vaaralliseksi jätteeksi määräytymisen pitoisuusrajat vaaraominaisuuksien H410 ja H400 osalta.

Taulukko 3-20. Rikastushiekan ympäristövaarallisuuden arviointi vuosien 2020–2023 otettujen näytteiden keskiarvopitoisuuksien perusteella Neuvoston asetuksen (EU) 2017/997 mukaisesti. Metalli-ionille sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat on laskettu suhteessa metalli-ionin osuuteen koko ky-seisen yhdisteen moolimassasta.

	Pitoisuusraja (mg/kg)				2020 n=2	2021 n=2	2022 n=3	2023 n=4
Alkuaine	**Aquatic Acute 1, H400**	**Cut-off**	**Aquatic Chronic, H410**	**Cut-off**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**
Sb			25000	10000	20	13	13	13
As	250000	1000	2500	1000	110	75	60	67
Cd	250000	1000	2500	1000	2,4	1,1	2,1	1,7
Co (CoO)	200000	790	2000	790				
Co ($CoCl_2$)	110000	450	1100	450				
Co ($CoSO_4$)	*95000*	*380*	*9500*	*380*	2,1	0,3	0,7	0,8
Cr(VI)	250000	1000	2500	1000	15	4	4,5	6,8
Hg	250000	1000	2500	1000				
Cu ($CuSO_4$)	*100000*	*400*	*1000*	*400*	41	19	21	19
Cu ($CuCl_2$)	120000	470	12000	4700				
Pb	250000	1000	25000	1000	460	250	290	313
Ni ($NiSO_4$)	*95000*	*380*	*950*	*380*	4,5	3	3	3
Ni (NiS)	150000	600	1500	600				
Zn ($ZnCl_2$)	120000	470	1200	470				
Zn ($ZnSO_4$)	*100000*	*4000*	*1000*	*400*	*680*	380	*560*	*440*
V (V_2O_5)			14000	5600	2	1	1,7	1,1

Rikastushiekan ja rikastushiekka-altaan luokittelu

PIMA-asetuksen mukaiset kynnysarvot ylittyvät rikastushiekassa usean metallin osalta. ABA-testin tulosten perusteella rikastushiekka on ollut pääosin ei-happoa tuottavaa ja luokittuisi näin pysyväksi jätteeksi. Vuoden 2023 tuloksissa (12 näytettä) rikkipitoisuus on alle 1 % ja neutralointipotentiaalin keskiarvo on 3,05,8 eli juuri luokituksen rajalla. Metallipitoisuuksiensa perusteella ja valtioneuvoston kaivannaisjätteitä koskevan asetuksen 190/2013 mukaisesti rikastushiekka luokitellaan kokonaisuudessaan ei-pysyväksi kaivannaisjätteeksi.

Haitallisten aineiden ja -yhdisteiden kokonaispitoisuuksien perusteella rikastushiekka on ei-pysyvää, ei-vaarallista kaivannaisjätettä. Rikastushiekan jäteluettelon mukainen koodi on 01 03 06, muut kuin nimikkeissä 01 03 04 ja 01 03 05 mainitut rikastushiekat (VNa 978/2021, liite 3). Jätenimike kuuluu nimikeryhmään 01 03, metallimineraalien fysikaalisessa ja kemiallisessa käsittelyssä syntyvät jätteet.

Rakenteellisen vakavuuden perusteella rikastushiekka-allas ei edellytä luokittelua suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi jätealueeksi. Myöskään vaarallisen jätteen määrä eikä ympäristölle tai terveydelle vaarallisten kemikaalien määrä ei edellytä luokittelua.

3.1.8.4 Pyriitti

Rikastushiekan rikkipitoisuuden pienentämiseksi pyriitti vaahdotetaan omaksi tuotteekseen rikastusprosessissa. Pyriitin määrän on vuositasolla arvioitu olevan 15 000–20 000 t/v.

Pyriittiallas

Suodatettu pyriittirikaste siirretään rikastamon varastosiilosta traktorin peräkärryssä ja se sijoitetaan kuivaläjityksenä pyriittialtaaseen. Pyriittiallas sijaitsee rikastushiekka-altaan vieressä, ja sen pinta-ala on 1 ha. Pyriittialtaan pohjarakenteena toimii kaksi päällekkäistä yhdistelmärakennetta, joissa molemmissa on bentoniittimatto ja sen päällä HDPE-kalvo. Padon sisäluiskassa yhdistelmärakenteiden välissä on lujiteverkko, joka estää haitallisten vetojännitysten kohdistumista itse tiivisteisiin.

Pyriittialtaan pohja-, pato- ja peittorakenteet on kuvattu tarkemmin kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmassa (liite 5) sekä sulkemissuunnitelmassa (liite 6).

Pyriitin mineralogia

Pyriitin päämineraalit ovat nimensä mukaisesti pyriitti sekä vähäisemmin kvartsi ja pyrrotiitti eli magneettikiisu (Taulukko 3-21).

Taulukko 3-21. Pyriittirikasteen mineraloginen koostumus.

Mineraali	Kemiallinen kaava	2020 Pyriittirikaste	2022 Pyriittirikaste
		(m-%)	(m-%)
Kvartsi	SiO_2	10	7,9
Muskoviitti	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	4,5	2,7
Ankeriitti	$CaFe(CO_3)_2$	4	
Pyriitti	FeS_2	72	82
Kalkopyriitti	$CuFeS_2$	0,9	
Pyrrotiitti	$Fe_{(1-x)}S$	5,5	7,3
Arsenopyriitti	FeAsS	2,4	
Molybdeniitti	MoS_2	0,6	
Yhteensä		100	100

Pyriitin geokemiallinen koostumus

Pyriittirikasteen v. 2020–2023 määritetyt kuningasvesiliukoiset metalli- ja metalloidipitoisuudet on esitetty taulukossa 3-22. Useat metallit ja metalloidit ylittävät

PIMA-asetuksen (214/2007) kynnysarvon, minkä vuoksi pyriittirikaste luokitellaan ei-pysyväksi kaivannaisjätteeksi. Useat metallit ylittävät myös PIMA-asetuksen ylemmän ohjearvon. Vuoden 2023 näytteessä metalli- ja metalloidipitoisuudet ovat hieman laskeneet aiemmilta vuosilta, mutta luokitus on pysynyt samana.

Taulukko 3-22. Vuoden 2020–2023 pyriittirikastenäytteiden kuningasvesiliukoiset metalli- ja metalloidipitoisuudet sekä PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) mukaiset kynnys- ja ohjearvot

Vuosi/näytteiden määrä	Metallit										
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
Yksikkö	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Määritysraja	1	0,01	0,1	1	0,5	0,01	1	0,2	0,05	1	1
Taustapitoisuus	0	0	4,7	20	13	0	13	0	0	19	17
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
2020 (n=2)	6100	39	63	26	220	0,41	75	1600	140	24	7500
2021 (n=2)	5900	46	81	30	310	0,33	110	2600	200	1	8800
2022 (n=3)	5700	84	69	24	250	0,43	98	2200	230	1	16000
2023 (n=4)	3738	58	59	37	185	0,37	108	1415	139	0,7	12035

Pyriitin haponmuodostus- ja liukoisuusominaisuudet

ABA-testin ja NAG-testin loppuliuoksen pH:n perusteella pyriitti on mahdollisesti happoa muodostavaa. Pyriittirikasteen rikkipitoisuus on korkea eikä sillä ole neutralointipotentiaalia (Taulukko 3-23).

Taulukko 3-23. Pyriittirikasteiden 2020–2023 vuoden ABA-testien tulosten keskiarvot, minimit ja maksimit. Näytteitä yhteensä 29 kpl.

Pyriittirikaste	S kok	S sulfidi	sulfidi S/ kok S	AP	NP	NPR
Määritysraja	0,005	0,01			0,5	
Vuosi/kk	%	%		kg $CaCO_3$/ tn	kg $CaCO_3$/tn	
Maksimi	50	51	1,1	2000	25	0,02
Minimi	39	39	0,89	1200	-6,5	0
2020, yksittäinen näyte	45	45	1,0	1400	23	0,02
2021, keskiarvo, n=6	47	45	0,96	1400	19	0,02
2022 keskiarvo, n=10	45	45	1,0	1500	8,7	0,01
2023, keskiarvo,n=12	43	43	1,0	1367	12	0,01

Pyriittirikasteen kontaktiliukoisuustestissä (2-vaiheinen ravistelutesti, Taulukko 3-24) pysyvän jätteen kaatopaikalle asetettu raja-arvo ylittyy kadmiumin, nikkelin, sulfaatin ja liuenneiden aineiden kokonaismäärän osalta kaikissa tarkastelluissa näytteissä. Antimonin pitoisuus ylitti vaarattoman jätteen kaatopaikan raja-arvon vuoden 2021 näytteessä sekä ensimmäisessä vuoden 2022 näytteessä. Vuoden 2022 jälkimmäisessä näytteessä antimonipitoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvon ja vuonna 2023 alitti ko. raja-arvon. Sinkkipitoisuus on

laskenut vuoden 2021 näytteestä, jossa vaarattoman jätteen kaatopaikan raja-arvo ylittyi. Vuoden 2022 molemmissa näytteissä sekä v. 2023 heinäkuun näytteessä sinkkipitoisuudet ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvon. Vuoden 2023 tammikuun näytteessä pitoisuudet ovat osin huomattavasti korkeampia kuin muissa näytteissä. Näytteessä kadmiumin ja sinkin pitoisuus ylittää vaarallisen jätteen kaatopaikan raja-arvon, minkä lisäksi lyijyn, nikkelin ja sulfaatin pitoisuus ylittää vaarattoman jätteen raja-arvon. Vuoden 2023 tammikuun näytteiden otanta on poikkeuksellisesti ollut suppeampi ja edustaa vain tammikuun alun tuotantoa.

Taulukko 3-24. Pyriittirikasteen 2-vaiheisen ravistelutestin tulokset vuosien 2020–2023 näytteissä.

Alkuaine	**Vna 331/2013 suositus L/S 10**			**2021**	**2022/01**	**2022/07**	**2023/01***	**2023/07**
Kaato-paikka-luokitus	Pysyvä	Vaaraton	Vaaralli-nen					
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	**0,5**	**2**	**25**	0,2	0,1	0,05	<0,01	0,03
Ba	**20**	**100**	**300**	<4,0	<4,0	2,5	<0,05	0,42
Cd	**0,04**	**1**	**5**	**0,21**	**0,12**	**0,14**	**12**	**0,08**
Cr	**0,5**	**10**	**70**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01
Cu	**2**	**50**	**100**	<0,4	<0,4	<0,4	2,5	<0,05
Mo	**0,5**	**10**	**30**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01
Pb	**0,5**	**10**	**50**	0,2	<0,1	<0,06	**29**	0,1
Ni	**0,4**	**10**	**40**	**3,6**	**1,2**	**0,5**	**13**	**0,9**
Sb	**0,06**	**0,7**	**5**	**1,6**	**3,8**	**0,15**	0,02	0,04
Se	**0,1**	**0,5**	**7**	0,13	0,11	0,11	0,31	0,05
V	**-**	**-**	**-**	<0,4	<0,5	0,1	<0,01	0,04
Zn	**4**	**50**	**200**	**73**	**15**	**8,2**	**1600**	**22**
Hg	**0,01**	**0,2**	**2**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,004	<0,004
Cl^-	**800**	**15 000**	**25 000**	<160	<160	<160	270	<50
SO_4^{2-}	**1000**	**20 000**	**50 000**	**6 900**	**3 100**	**6 800**	**21000**	**10 000**
F^-	**10**	**150**	**500**	<3,00	<3,00	2	<5	<5
DOC	**500**	**800**	**1 000**	<100	<100	100	53	96
TDS	**4000**	**60 000**	**100 000**	**12 000**	**6 800**	**10 000**	**31000**	**20 000**

* Näytteiden otanta on poikkeuksellisesti ollut suppeampi ja edustaa vain tammikuun alun tuotantoa

NAG-testin perusteella (Taulukko 3-25) useat pyriittirikasteen sisältämät metallit mobilisoituivat merkittävissä määrin sulfidisen rikin hapettuessa.

Taulukko 3-25. Pyriittirikasteen NAG-testin loppuliuoksen metallipitoisuudet sekä vertailu kokonaispitoisuuksiin, tulokset yksikössä mg/kg.

Vuosi	Alkuaine	pH	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
2020	Pyriitti												
	kok. pit.		6100	39	63	26	220	0,41	75	1600	140	24	7500
	NAG-uute	2,2	1100	24	16	13	130	0,006	29	54	10	0,13	4000
	%-osuus kok.pit.		18 %	61 %	26 %	51 %	59 %	1 %	38 %	3 %	7 %	1 %	54 %
2022	Pyriitti												
	kok. pit.		5700	84	69	24	250	0,43	98	2200	230	1	16000
	NAG-uute	1,9	2900	67	28	13	190	0,004	51	13	43	0,6	11000
	%-osuus kok.pit.		51 %	80 %	40 %	57 %	75 %	1 %	52 %	1 %	18 %	60 %	70 %

Pyriittirikasteen vaaraominaisuudet

Pyriittirikasteelle voidaan sen arseenipitoisuuden ja sinkkisulfaattipitoisuuksien perusteella varovaisuusperiaatteen nojalla antaa Komission asetuksen (EU) N:o 1357/2014 ja Neuvoston asetuksen (EU) 2017/997 mukainen vaaraominaisuus HP 14, ympäristölle vaarallinen jäte.

Pyriittirikasteen ja pyriittialtaan luokittelu

Pyriittirikasteen v. 2023 näytteessä arseeni-, kadmium-, lyijy-, antimoni- ja sinkkipitoisuudet ylittävät PIMA-asetuksen (241/2007) mukaiset ylemmät ohjearvot. Kynnysarvoylityksiä oli useita. ABA-testissä sulfidisen rikin pitoisuus on yli 1,0 %, eli materiaali voitiin luokitella happoa tuottavaksi. Tutkittujen metallipitoisuuksien ja pyriitin hapontuottokyvyn perusteella valtioneuvoston kaivannaisjätteitä koskevan asetuksen 190/2013 mukaan pyriittirikaste on ei-pysyvää kaivannaisjätettä.

Pyriittirikaste on sen arseenipitoisuuden ja sinkkisulfaattipitoisuuden perusteella vaarallista jätettä jätenimikkeellä 01 03 04*, sulfidimalmin käsittelyssä syntyvät happoa muodostavat rikastushiekat (VNa 978/2021, liite 3). Jätenimike kuuluu nimikeryhmään 01 03, metallimineraalien fysikaalisessa ja kemiallisessa käsittelyssä syntyvät jätteet.

Pyriittirikasteelle voidaan antaa vaaraominaisuus HP 14, ympäristölle vaarallinen jäte.

Rakenteellisen vakavuuden perusteella pyriittiallas ei edellytä luokittelua suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi jätealueeksi. Kuitenkin valtioneuvoston asetuksen (717/2009) perusteella pyriittiallas luokitellaan suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi kaivannaisjätteen jätealueeksi perustuen siihen varastoitavan pyriittirikasteen laatuun.

3.1.8.5 Kaivannaisjätteiden jätealueiden suotovesi

Kaivannaisjätteiden jätealueiden suotovesiä tarkkaillaan tarkkailuohjelman mukaisesti. Kaivosalueen sisäisistä vesistä pyriittialtaan suotovesi on laadultaan metallipitoisinta. Pyriitti sijoitetaan altaaseen kuivaläjityksenä, ja tästä syystä altaaseen kertyvän veden määrä on alhainen. Pyriittialtaaseen kertynyt vesi pumpataan selkeytysaltaaseen S2 tai selkeytysaltaaseen S3.

Sivukivialueen suoto- ja valumavedet käsitellään vedenpuhdistamolla ja poistetaan alueelta. Rikastushiekka-altaan suotovesien vedenlaatua seurataan ja vedet pumpataan rikastamon vesikiertoon. Rikastushiekka-altaasta suotautuvan veden määrä on alhainen, koska altaassa on dekantointikaivo ja juurisalaojat, joista vapaa vesi pumpataan suoraan selkeytysaltaaseen S2.

3.1.8.6 Vesienkäsittelyn sakka

Nykytilan mukaisessa vesienkäsittelyssä syntyy lietettä vuositasolla noin 15 000–20 000 m^3. Liete on hyvin vesipitoista sen kiintoainepitoisuuden ollessa noin 10 g/l, jolloin muodostuvan kiintoainesta eli sakkaa muodostuu 15–20 tonnia vuodessa. Liete pumpataan rikastushiekka-altaaseen, jonne lietteen sisältämä kiintoaine laskeutuu.

Lietteen geokemiallisia-, liukoisuus- ja hapontuotto-ominaisuuksia on tutkittu pelkälle lietteelle sekä lietteen ja rikastushiekan seokselle. Lietteen ja seoksen vaaraominaisuuksia ja pitkäaikaiskäyttäytymistä on arvioitu tulosten perusteella. Vesienkäsittelyssä muodostuva sakka on haponmuodostuspotentiaaliltaan ei happoa muodostavaa ja kaivannaisjäteluokittelun perusteella ei-pysyvää ja ei-vaarallista jätettä.

Lietteen ominaisuudet ja jäteluokitus on esitetty tarkemmin kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmassa (Liite 5).

3.1.8.7 Kaivannaisjätteiden luokittelun yhteenveto

Sivukiven, rikastushiekan ja pyriitin luokittelu jätejakeiden keskimääräisten ominaisuuksien perusteella on esitetty taulukossa 3-26.

Taulukko 3-26. Sivukiven, rikastushiekan ja pyriitin luokittelu jätejakeiden keskimääräisten ominaisuuksien perusteella.

Kaivannaisjäte	Haponmuodostuspotentiaali (ABA/NAG) (Ei happoa tuottava/happoa tuottava)	Kokonaisrikki-pitoisuus (ka. %)	NPR	Alkuaineiden kok.pit. yli VNa 214/2007 kynnysarvon	Kaivannaisjätteen luokittelu	Vaaraominaisuudet	Jäteluettelon nimike
Sivukivi	Mahdollisesti happoa tuottava / Ei happoa tuottava	0,94	1,2	As, Cd, Sb, Pb, Zn	Ei-pysyvä, ei-vaarallinen jäte	-	01 01 01
Rikastushiekka	Ei happoa tuottava / Ei happoa tuottava	0,4	6,9	Cd, Pb, Sb, Zn	Ei-pysyvä, ei-vaarallinen jäte	-	01 03 06
Pyriitti	Mahdollisesti happoa tuottava / Mahdollisesti happoa tuottava	45	0,02	As, Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Sb, Zn	Ei-pysyvä, vaarallinen jäte	HP 14	01 03 04*

3.1.9 Muut jätteet

Nykytilan mukaisessa toiminnassa syntyvät muut jätejakeet kuin kaivannaisjätteet on esitetty taulukossa 3-27 vuoden 2023 osalta.

Taulukko 3-27. Syntyneet jätteet ja jätemäärät vuonna 2023.

Laji	**t**
Kaapelijäte	2,3
Teräs ja sekapelti	28
Leikattava rauta /E1	77
Sekajäte energiaksi	28
Rakennusjäte	59
Puujäte(sekapuu)	32
Öljyinen jäte kiinteä / pasta	6,6
Kirkas voiteluöljy vesipitoisuus alle 10 % neste	1,0
Käytetty voiteluöljy vesipitoisuus alle 10 % neste	7,49
Aerosolijäte kiinteä	0,056
Biojäte	0,62
Pienmetalli	0,060
Laboratoriolasi	0,32
Umpi- ja sakokaivoliete	78
Hydrauliikkaletkut	0,0070
Öljyjätteet	0,25
Öljyiset jätteet	0,0050
Öljynsuodattimet	20 kpl
Akut	1 kpl

3.1.10 Kuljetukset

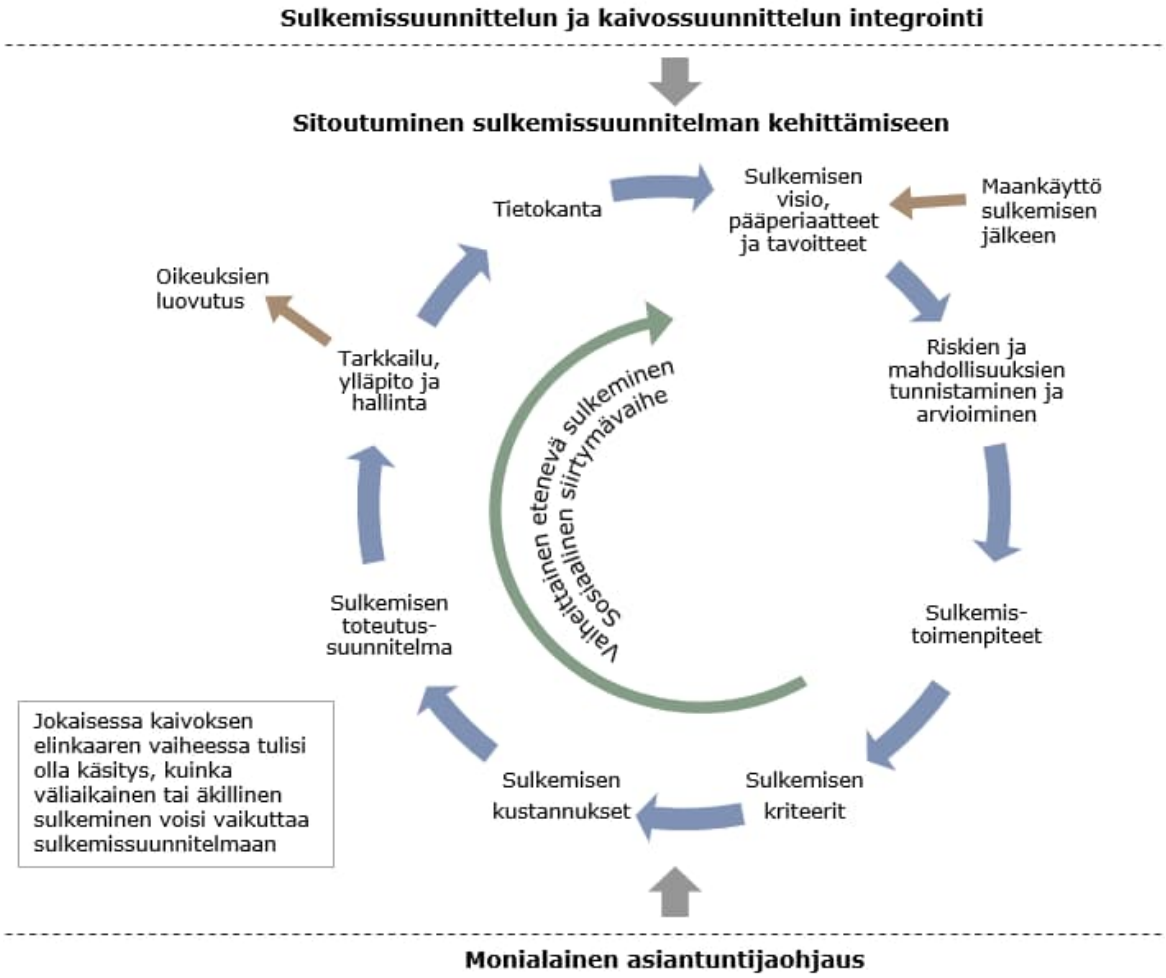
Kaivokselta on kaksi liittymää yhdystielle nro 9005. Toisen liittymän kautta kulkee henkilöauto- ja toisen liittymän kautta raskas ajoneuvoliikenne. Kaivokselta lähteviä rikastekuljetuksia on 1–2 kappaletta arkipäivisin. Kaivokselle tulevat raskaiden kuljetusten määrät vaihtelevat, keskimäärin niitä on arkisin noin 1–2 päivässä. Liikennemäärän osalta merkittävämpi on kaivoksen työntekijöiden työmatkaliikenne, jota on noin 50 henkilöautoa vuorokaudessa.

3.1.11 Kaivoksen sulkeminen

Kaivoksen nykytilan mukainen sulkemissuunnitelma on päivitetty maaliskuussa 2022. Tässä kappaleessa esitetään sulkemissuunnitelman periaatteet ja tavoitteet. Sulkemissuunnitelma on esitetty liitteessä 6.

3.1.11.1 Yleiset sulkemissuunnittelun periaatteet

Yleisten kansainvälisten suositusten mukaan sulkemissuunnittelu tarkentuu vaiheittain ja päivitysten kautta (mm. ICMM 2019, Vastuullisen kaivostoiminnan verkosto 2017). Sulkemissuunnittelu on iteratiivinen prosessi, jossa tunnistetut riskit ja vaikutukset ohjaavat työtä (ICMM 2019). Sulkemissuunnitelma tarkentuu vaiheittain hankesuunnittelun ja aluetta koskevien tietojen tarkentuessa (Kuva 3-13).



Kuva 3-13. Kaivoksen sulkemissuunnittelun syklisyys ja vähitellen tarkentuva luonne ICMM:n (2019) mukaan.

Ympäristövaikutusten arviointivaiheessa sulkemisen jälkeisten numeeristen kuormitus- ja vaikutusarvioiden laatimista vaikeuttaa usein vaihtoehtojen määrä, numeerisen arvioinnin hitaus ja epävarmuustekijät sekä vaikutusarvion koostuminen lukuisista peräkkäisistä työvaiheista. Ympäristölupavaiheessa numeerinen vaikutusarviointi on kuitenkin tarpeen, jotta voidaan varmistaa kaavailtujen sulkemistoimenpiteiden riittävyys siten, ettei esimerkiksi vastaanottavan vesistön tila vaarannu sulkemisen jälkeen.

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

Kaivosalueen nykytilan mukainen sulkemissuunnitelma on määritetty numeerisella mallinnuksella. Mallinnuksen perusteella on määritetty tarvittavat

sulkemistoimenpiteet ja niiden kustannukset, joiden perusteella on määritetty tarvittavat vakuudet toimenpiteiden suorittamiseksi.

3.1.11.2 Sulkemisen tavoitteet

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

Jälkihoidon yleisiä tavoitteita ovat:

- Alue saatetaan fyysisesti ja kemiallisesti mahdollisimman stabiiliin tilaan.
- Alueesta ja siellä olevista rakenteista ei aiheudu haittaa tai vaaraa ympäristölle, eläimille tai ihmisille lyhyellä eikä pitkällä aikavälillä.
- Tarve suljetun alueen aktiiviseen ylläpitoon ja hoitoon pitkällä aikavälillä minimoidaan.
- Alue palautetaan biologisesti monimuotoiseksi elinympäristöksi. Vaihtoehtoisesti alue ohjataan paikalliset tarpeet huomioivaan ja ympäristön kannalta kestävään uuteen maankäyttöön.
- Alue sopeutuu maisemaan.
- Jälkihoito on kustannusten osalta realistista ja kohtuullista

Tunnistetuista riskeistä ja mahdollisuuksista johdettuja sulkemistavoitteita ovat:

- Louhosjärven pintaosien veden laadusta ei aiheudu haittaa ihmisille tai eläimille. Louhosjärven ja ympäristön vuorovaikutuksesta ei aiheudu haittaa ympäröivän alueen pohjavesille tai pintavesille. Maanalaisen kaivoksen louhostäyttöjen vaikutus avolouhoksen veden laatuun minimoidaan.
- Rikastushiekka-allas suljetaan siten, että hapen kulkeutumista läjitykseen ja täten rikastushiekan sisältämien sulfidien hapettumista vähennetään tasaamalla peittorakenteen läpivirtaamaa pitämällä peittorakenne kosteana.
- Pyriittiallas suljetaan siten, että sekä pyriitin hapettumista että läpivirtaamaa pystytään rajoittamaan tehokkaasti sulkemisen jälkeen.
- Rikastushiekka- ja pyriittialtaiden sulkemisrakenteet pystytään toteuttamaan kaivospiirin alueelta saatavilla olevista materiaaleista
- Pieneen Tipasjärveen ja Sapsojokeen ei aiheudu kaivosalueelta sulkemisen jälkeen sellaista kuormitusta, joka vaarantaisi kalaston elinolosuhteet tai heikentäisi vesistöjen ekologista tilaa.

3.1.11.3 Sulkemistoimenpiteet

Sulkemistoimenpiteet on laadittu huomioiden tunnistetut riskit ja mahdollisuudet sekä asetetut tavoitteet. Suunnitelluille sulkemistoimenpiteille on tehty vedenlaatuarviot ja niihin perustuvat sulkemisen jälkeisen ajan kuormitusarviot.

Sulkemistoimet on esitetty yksityiskohtaisemmin sulkemissuunnitelmassa (Liite 6).

Avolouhos ja maanalainen kaivos

Sulkemissuunnitelma sisältää avolouhoksen siistimisen ja turvallistamisen siten, että ihmisten ja eläinten tippuminen louhokseen estetään ja siten, että avolouhosalueen ympäristössä liikkuminen on mahdollista myös louhosjärven muodostumisen jälkeen. Mikäli avolouhoksesta on sulkemisvaiheessa kulkuyhteys maanalaiseen kaivokseen, se suljetaan siten, että kulku maanalaiseen kaivokseen estetään. Sulku vähentää myös hydraulista kontaktia avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen välillä. Kulku vinotunnelin kautta maanalaiseen kaivokseen estetään ja sinne asennetut laitteet puretaan.

Pintamaiden läjitysalueet

Pintamaan läjitysalueille sijoitettu maa-aines hyödynnetään kaivannaisjätealueiden peittorakenteissa. Tämänhetkisen tiedon mukaan pintamaata ei jää yli. Mikäli pintamaata jääkäyttämättä, läjitysalue tai -alueet muotoillaan tasoittamalla alue ja luiskaamalla se maksimikaltevuuteen 1:3. Alue/alueet kasvitetaan tarvittaessa kylvämällä. Mahdollista ylijäämäpintamaata voidaan myös hyödyntää kaivosalueen luonnonmukaisen pintamuotoilun ennallistamisessa.

Sivukivialue

Sivukivialueelle ei kaivostoiminnan päättyessä jää tämänhetkisen tiedon mukaan läjitettyä ainesta, vaan kaikki sivukivi hyödynnetään kokonaisuudessaan maanalaisen kaivoksen täytöissä.

Rikastushiekka-allas

Rikastushiekka-altaan keskeisiä suunnitteluperusteita ovat rikastushiekan edellä esitetyt laatuparametrit. Sulkemisrakenne on suunniteltu rikastushiekka-altaalla muodostuvan veden laadun perusteella, mikä on arvioitu geokemiallisen tasapainomallinnuksen avulla.

Sulkemisrakenteen tavoitteena on läpivirtaaman tasaaminen ja happivuon pienentäminen. Sulkemisrakenteen toiminnalliseksi tavoitteeksi on valittu *”store and release”* (sadannan imeytymistä tasaava ja vähentävä) peittorakenne.

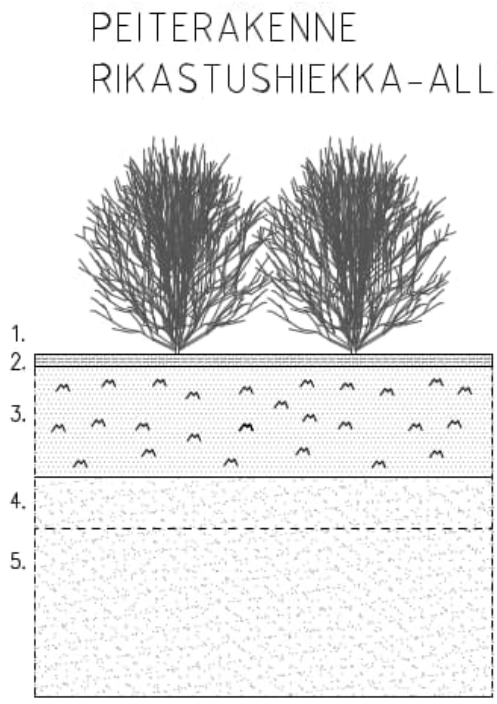
Peiton vaikutus läjityksen veden läpisuotautumiseen valitulla peittorakenteella on vain vähäinen, mutta se estää hapen kulkeutumista läjitykseen huomattavasti, koska se pysyy kosteana. Suurin keskimääräinen vesipitoisuus saavutetaan mallinnuksen mukaisesti 80 cm:n paksuisella moreenikerroksella. Peittorakenteen paksuuden kasvattaminen tätä suuremmaksi ei lisää peittorakenteen kosteutta eikä täten enää vähennä hapen kulkeutumista läjitykseen.

Valtaosa rikastushiekka-altaan sulkemisen jälkeen muodostuvista suotovesistä voidaan johtaa louhosjärveen, jolloin yksinkertaisella peittorakenteella saavutetaan sulfidien hapettumisen kannalta riittävä kaasunvaihdon vähentyminen.

Sulkemistoimenpiteet:

- Pinnanmuoto: ensisijaisena vaihtoehtona pidetään altaan keskeltä reunoille viettävää muotoa, mutta myös muu muotoilu voi tulla kysymykseen. Muotoilu tehdään ensisijaisesti rikastushiekalla ja se on riippuvainen läjityksen kaltevuuskulmasta.
- Vapautuva vesi kootaan pohjan kuivatusrakenteiden avulla tuotannon ja aktiivisen sulkemistyön aikana. Vettä koottaessa jätemateriaali tiivistyy ja sen oletetaan käyttäytyvän jokseenkin saturoituneen kaltaisesti. Kun peittorakenne on valmis, läjityksen kuivatus loppuu vähitellen.
- Rikastushiekka-alueen peittorakenne on 80 cm:n paksuinen moreenikerros, jonka vedenjohtavuus (K-arvo) on $3{,}0 \cdot 10^{-7}$ m/s.
- Alue kasvitetaan tarvittaessa kylvämällä.

Suunniteltu peittorakenne on esitetty kuvassa 3-14.



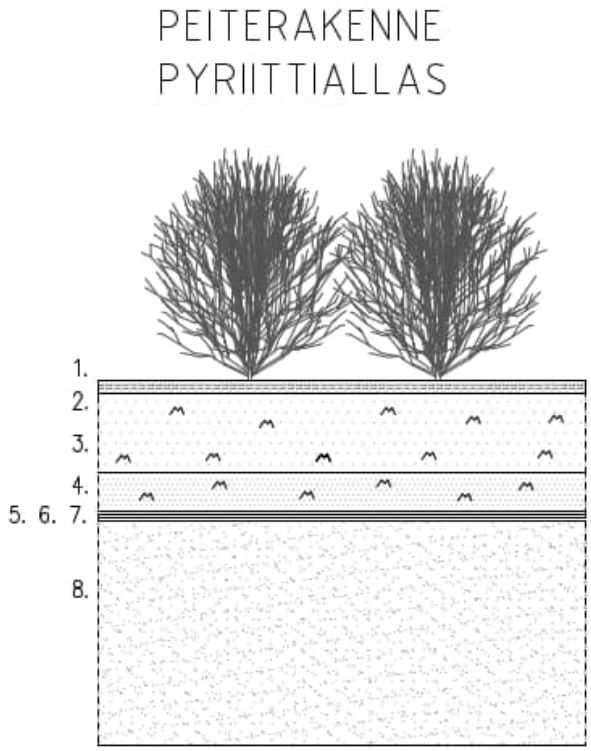
Rakennekerrokset		Kerros-paksuus (mm)
1.	Puiden/pensaiden istutus (ei syväjuurisia)	
2.	Pintakerros, orgaanista ainesta	
3.	Peittomoreenikerros	800
4.	Pinnan muotoilu ja tasaus rikastushiekalla	
5.	Läjitetty rikastushiekka	

Kuva 3-14. Rikastushiekka-altaan suunniteltu peiterakenne.

Pyriittiallas

Pyriittirikaste on ominaisuuksiensa perusteella vaarallinen jäte ja sisältää sulfideihin sitoutuneita haitta-aineita, jolloin hapelle altistuminen lisää haitta-aineiden vapautumista. Ensisijainen sulkemissuunnittelun tavoite on läpivirtaaman ja happivuon minimointi, eli metallipitoisten suotovesien muodostumisen ja sulfidien hapettumisen hallitseminen sulkemisen jälkeen. Riittävän tiivis peittorakenne läpivirtaaman ja happivuon minimoimiseksi saavutetaan käyttämällä sekä mineraalisen peittorakenteen (moreeni) ja geosynteettisiä tiivismateriaalien (hdpe-kalvon ja bentoniittimaton) yhdistelmää.

- Pinnanmuoto rakennetaan todennäköisesti kuperaksi, mutta se voidaan toteuttaa myös toiselle sivulle kallistuvaksi käyttäen maa- ja louhetäyttöä. Oleellista on, että pinnanmuoto mahdollistaa pintaveden poistumisen alueelta.
- Irtoava vesi kootaan pohjan kuivatusjärjestelmällä (tuotannon ja aktiivisen sulkemistyön aikana). Vettä koottaessa jätemateriaali tiivistyy ja sen oletetaan käyttäytyvän jokseenkin saturoituneen kaltaisesti. Kun peittorakenne on valmis, läjityksen kuivatus loppuu.
- Peittorakenne Kuva 3-15) sisältää seuraavat kerrokset ylhäältä alas lueteltuna:
  - puiden/pensaiden istutus (ei syväjuurisia)
  - kasvukerros, (pintamaa) 100 mm
  - ylempi moreenikerros 600 mm
  - alempi moreenikerros, (seulottu moreeni) 300 mm
  - salaojamatto
  - mineraalinen tiiviste, bentoniittimatto
  - HDPE-kalvo
  - muotoiltu pyriittirikaste / muu kiilauskerros kalvon asennusalustaksi



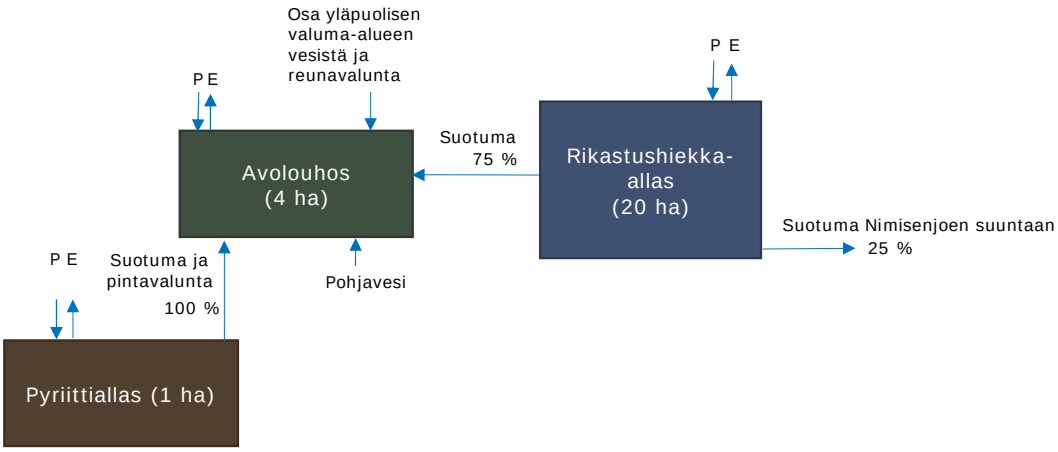
Rakennekerrokset		Kerros-paksuus (mm)
1.	Puiden/pensaiden istutus (ei syväjuurisia)	
2.	Pintakerros, orgaanista ainesta	
3.	Ylempi moreenikerros	600
4.	Alempi moreenikerros, (seulottu moreeni)	300
5.	Salaojamatto	
6.	Mineraalinen tiiviste, bentoniittimatto (4 kg/m2)	
7.	HDPE-kalvo 1,5 mm	
8.	Kuivalajitetty pyriittirikaste, pinta muotoiltu toiminnan aikana	

Kuva 3-15 Pyriittialtaan suunniteltu peiterakenne.

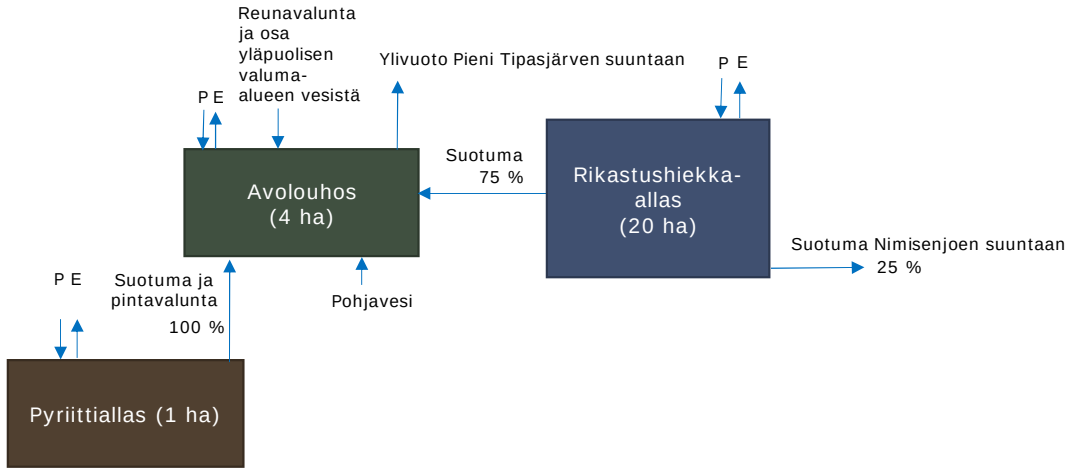
3.1.11.4 Sulkemisen aikainen vesienkäsittely ja vesistövaikutukset

Edellä mainitut sulkemistyöt toteutetaan aktiivisen sulkemisvaiheen aikana. Aktiivisen sulkemisvaiheen aikana vesiä ohjataan edelleen tarvittavilta osin vesienkäsittelyyn. Kun vesienkäsittelylle ei ole enää tarvetta vesienkäsittelyrakenteet puretaan, jotta pintavedet päätyvät hallitusti ojastoihin. Pintavalutuskentille ei johdeta vesiä aktiivisen sulkemisvaiheen jälkeen.

Sulkemisen jälkeiset vesikiertokaaviot louhoksen täyttymisvaiheessa ja täyttymisen jälkeen esitetään alla (Kuva 3-16 ja Kuva 3-17).



Kuva 3-16. Sulkemisen jälkeinen vesikierto (louhoksen täyttymisvaiheessa).

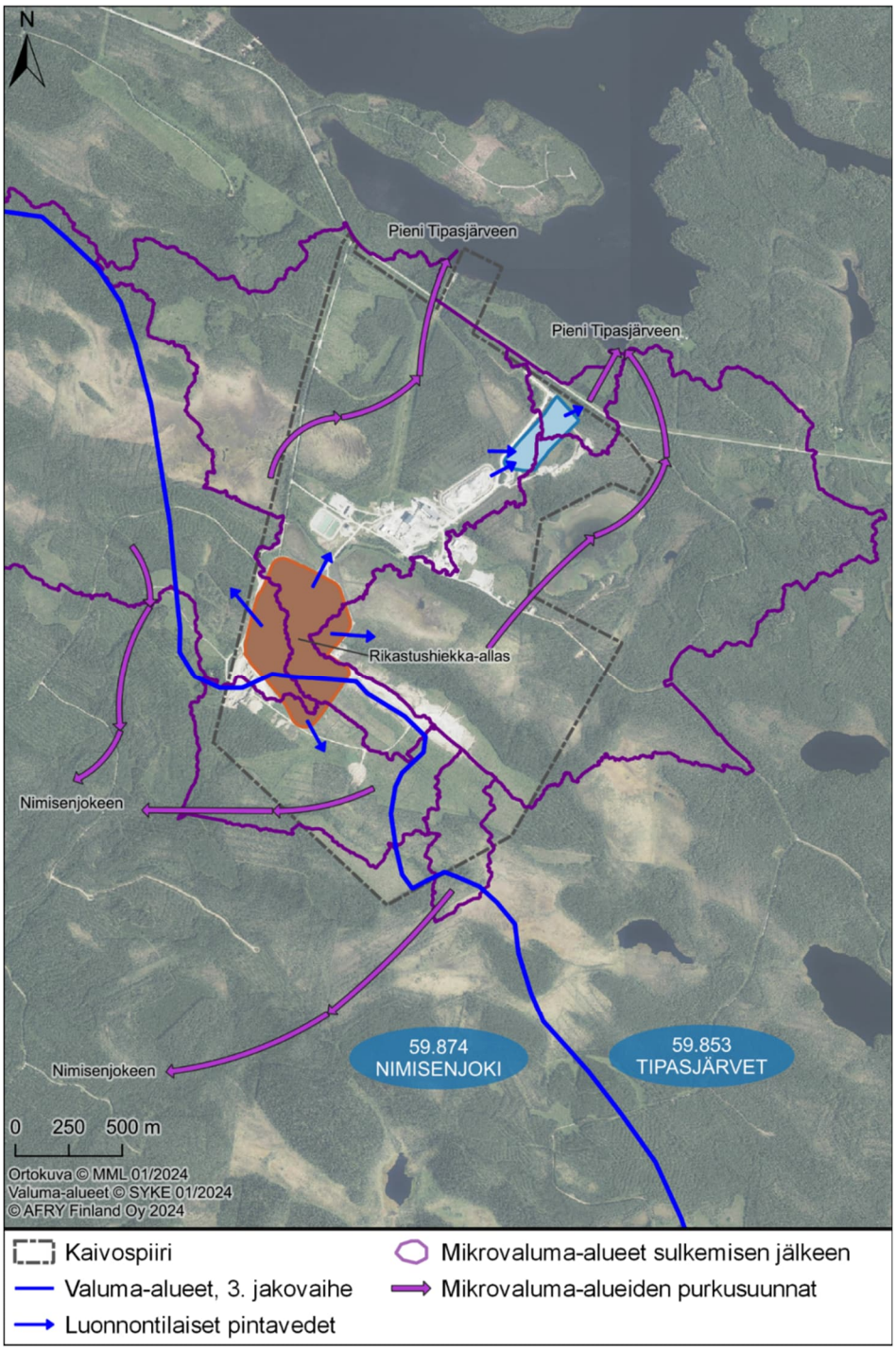


Kuva 3-17. Sulkemisen jälkeinen vesikierto (louhoksen täytymisen jälkeen). P = Precipitation, sadanta, E=Evaporation, haihdunta.

Sulkemisen jälkeisestä kuormituksesta on laadittu sulkemisen jälkeinen kaivosalueen kokonaiskuormitusarvio, johon vesistövaikutusarvio perustuu. On huomioitava, että vesitase muuttuu sulkemisen jälkeen, jolloin kaivosalueelta poistuva vesimäärä pienenee huomattavasti kaivoksen kuivanapitopumppauksen lopettamisen vuoksi. Vesistöön aiheutuva kuormitus pienenee toiminnanaikaiseen kuormitukseen verrattuna toteutettavien sulkemistoimenpiteiden seurauksena. Lisäksi alueen vesien virtaussuunnat palautuvat alueen alkuperäistä tilaa muistuttavaksi (Kuva 3-18. Vesien virtaussuunnat kaivoksen sulkemisen jälkeen.).

Rikastushiekka-altaasta Nimisenjoen suuntaan kulkeutuu arviolta 25 % suotovesistä ja Pieni Tipasjärven suuntaan noin 75 % vesistä. Nimisenjoen suuntaan menevästä kuormituksesta 20 % on arvioitu kulkevan Heikkisenpuron kautta ja 80 % Koivupuron kautta.

Sulkemisen jälkeen suurin kuormitus aiheutuu natriumin, kaliumin, kalsiumin, magnesiumin ja kloridien sekä sulfaattien muodostamista suoloista. On huomattava, että sulkemisen jälkeen kaivokselta vesistöihin päätyvä kuormitus pienenee kaivoksen toiminnan aikaisesta eikä sillä arvioida olevan vaikutusta alapuolisten vesistöjen ekologiseen tilaan yhdenkään luokittelutekijän osalta. Kuormitus ei myöskään haittaa mahdollista kalastusta tai muuta virkistyskäyttöä alapuolisissa vesistöissä.



Kuva 3-18. Vesien virtaussuunnat kaivoksen sulkemisen jälkeen.

4 Arvioitavat vaihtoehdot

4.1 YVA-menettelyssä tarkasteltavat vaihtoehdot

Hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnissa (YVA) tarkastellaan kahta päätoteutusvaihtoehtoa (VE1) ja (VE2). Lisäksi tarkastellaan ns. nollavaihtoehtoa (VE0) eli tilannetta, jossa hanketta ei toteuteta, vaan toiminta jatkuu voimassa olevan ympäristöluvan mukaisena. YVA-menettelyssä esitettävät vaihtoehdot ovat seuraavat:

Vaihtoehto VE0

Kaivoksen toiminta jatkuu voimassa olevan luvan mukaisesti 600 000 t/v malmituotantokapasiteetilla vuoden 2025 loppuun asti. Malmituotannon nostoa ei toteuteta eikä tuotantoaikaa jatketa. Rikastushiekka-altaan laajennusta ei toteuteta. Nykyistä rikastushiekka-allasta korotetaan tasoon +234 m mpy toiminnan aikana. Vedet johdetaan nykyisen luvan mukaisesti Koivupuroon.

Vaihtoehto VE1

Malmituotanto nostetaan korkeintaan 800 000 t/v:ssa ja tuotantoaikaa jatketaan vuoteen 2035 asti. Maanalaista louhintaa jatketaan 1 km maanpinnan tason alapuolelle. Pyriittiallasta korotetaan. Rikastushiekka-altaan laajennus toteutetaan Hanhipetäikön pohjoispuolelle.

Vaihtoehto VE2

Malmituotanto nostetaan korkeintaan 800 000 t/v:ssa ja tuotantoaikaa jatketaan vuoteen 2035 asti. Maanalaista louhintaa jatketaan 1 km maanpinnan tason alapuolelle. Pyriittiallasta korotetaan. Rikastushiekka-altaan laajennus toteutetaan Hanhipetäikön eteläpuolelle.

Lisäksi tarkastellaan:

Purkureitti 1: Vedet johdetaan nykyisen luvan mukaisesti Koivupuroon.
Purkureitti 2: Vedet johdetaan jaetusti Koivupuroon ja Tipasjärven Olkilahteen.
Kaivostäyttö 1: Kaivostäyttömateriaalina käytetään peränajosta muodostuvaa sivukiveä sekä rikastushiekkaa.
Kaivostäyttö 2: Kaivostäyttömateriaalina käytetään peränajosta muodostuvaa sivukiveä sekä avolouhoksesta louhittavaa täyttökiveä.

Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 lisäksi YVA-menettelyssä on tarkasteltu kahta eri kaivostäyttöä ja kahta eri purkusuuntaa. YVA-menettelyn yhteydessä toteutetut kuivatusvesien laatuarviot sekä vesi- ja kuormatasemallinnus on toteutettu

molemmille kaivostäyttövaihtoehdoille erikseen ja vesistövaikutukset on arvioitu molempiin purkusuuntiin erikseen.

Kaivostäyttövaihtoehdossa 1 rikastushiekan sijoittaminen kaivostäyttöihin toteutetaan rikastushiekan ja sivukiven yhdistelmänä siten, että rikastushiekkaa hyödynnetään sivukiven lisäksi täytössä sellaisenaan. Rikastushiekkaa käytetään kaivostäytössä ensisijaisesti niin paljon, että sillä sekä peränajossa muodostuvalla sivukivellä voidaan täyttää kaikki täytettävät louhokset eikä täyttökiviä tarvitse erikseen louhia.

Kaivostäyttövaihtoehdossa 2 tarkastellaan pelkän sivukiven ja erikseen avolouhoksesta louhittavan kiven käyttämistä kaivostäyttömateriaalina ilman rikastushiekkaa. Louhintamäärät ja tarvittava rikastushiekka-altaan koko on arvioitu myös tämän vaihtoehdon perusteella, jolloin lähtökohtaisesti suuremmat ympäristövaikutukset aiheuttava toteutusvaihtoehto tulee myös tarkasteltua.

Hankevaihtoehtojen ja kaivostäyttövaihtoehtojen mukaiset louhinta-, tuotanto- ja kaivannaisjätteiden määrätiedot on esitetty taulukossa 4-1.

Taulukko 4-1. Hankevaihtoehdot VE0, VE1 ja VE2 sekä tarkasteltujen kaivostäyttövaihtoehtojen mukaiset muutokset toimintoihin.

Hankevaihtoehto	VE0	VE1 / VE2	
		Kaivostäyttö 1	Kaivostäyttö 2
Maanalaisen kaivoksen syvyys	500 m	1000 m	
Avolouhoksen syvyys	30 m	30 m	30 m
Avolouhoksen pinta-ala	4 ha	4 ha	11,3 ha
Maksimilouhinta	1800 kt/v	1800 kt/v	
Malmi	600 kt/v	800 kt/v	
Rajamalmi	-	-	
Sivukivi*	375 kt/v	300 kt/v	
Rikastushiekka	580 kt/v	770 kt/v	
Pyriittirikaste	16 kt/v	25 kt/v	
Täyttökivi avolouhoksesta	-	-	300 kt/v
Sivukivi, kaivostäyttö	-	3000 kt	6000 kt
Rikastushiekka, kaivostäyttö	-	2600 kt	-

*VE1 ja VE2 vaihtoehdoissa sivukivi sisältää vain peränajoraakun

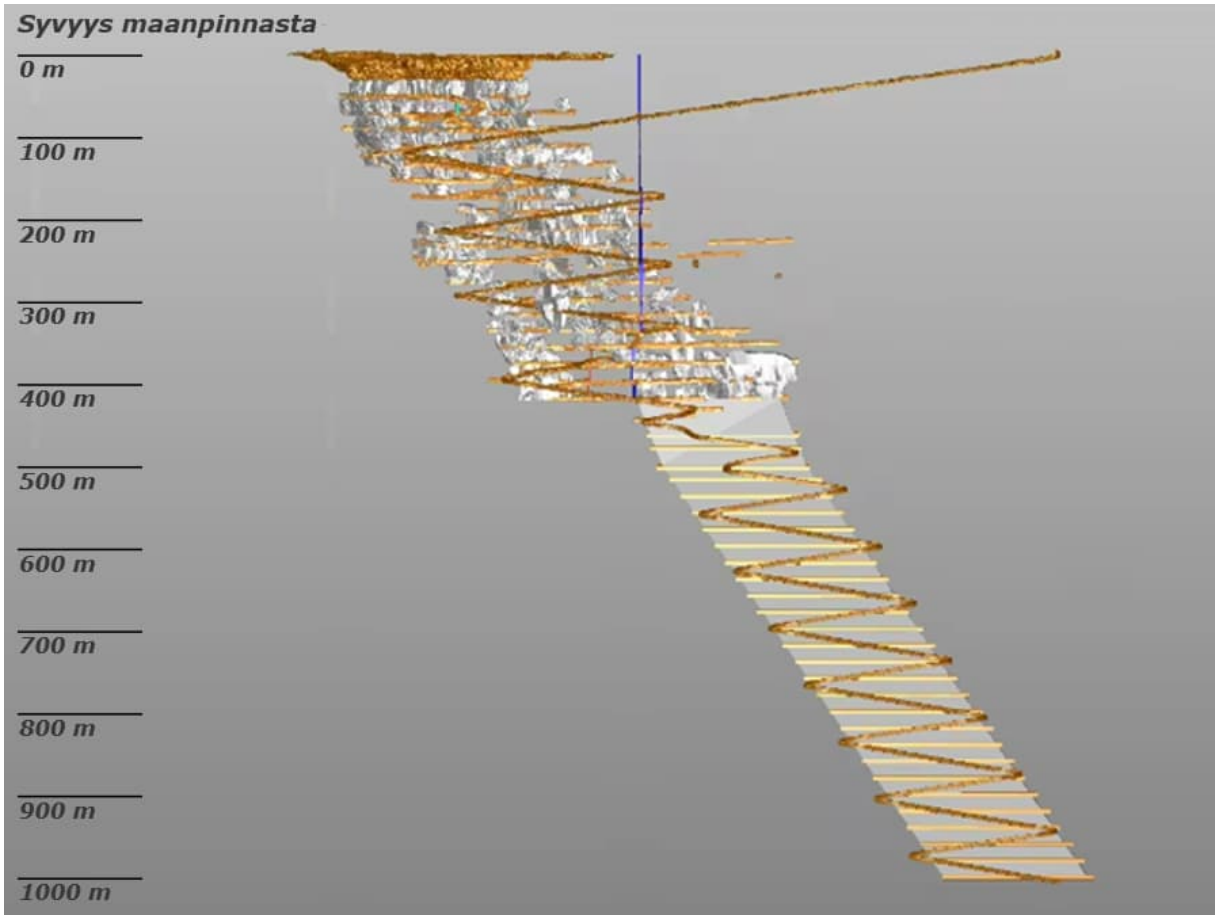
5 Hankevaihtoehtojen muutokset nykyisiin kaivostoimintoihin

Seuraavissa kappaleissa 5.1–5.12 on esitetty hankevaihtoehtojen VE0, VE1 ja VE2 mukaiset tekniset kuvaukset ja muutos suhteessa nykyisiin kaivostoimintoihin. Lisäksi tarkastellaan purkureittivaihtoehtojen 1 ja 2 sekä kaivostäyttövaihtoehtojen 1 ja 2 vaikutukset toimintoihin.

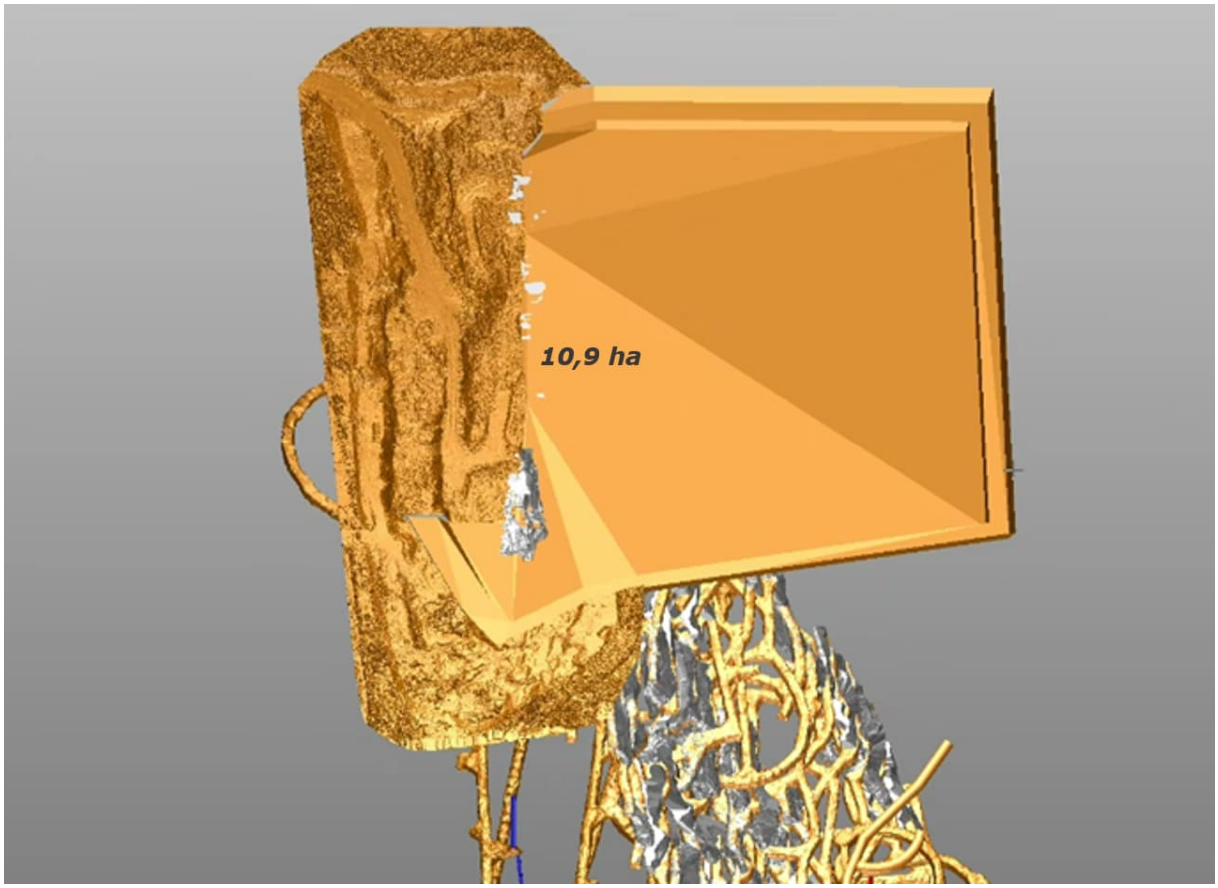
5.1 Louhosten laajuus ja louhintamäärät (VE1, VE2, Kaivostäyttö 1, Kaivostäyttö 2)

Maanalaista louhoksen on suunniteltu ulottuvan vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 yhden kilometrin syvyyteen. Malmituotannon kasvattaminen edellyttää maanalaisen kaivoksen louhintamäärän nostamista ja maanalaisen kaivoksen syventämistä sekä rikastamon syötön nostamista korkeintaan 800 000 tonniin vuodessa. Sivukiviä louhittaisiin tällöin keskimäärin 300 000 tonnia vuodessa. Ympäristöluvan 155/2020 mukainen vuotuinen maksimilouhintamäärä ei kasva 1,8 Mt tasosta. Laajennuksen mukaiset louhintamäärät, sekä nykyisen toiminnan mukaiset louhintamäärät on esitetty taulukossa 4-1. Kuvassa 3-5 on esitetty maanalaisen louhoksen nykyinen laajuus sekä kuvassa 5-1 vaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukaisen maanalaisen louhoksen laajuus. Kuvassa 5-3 esitetään nykyisen ja suunnitellun maanalaisen kaivoksen sijainti kartalla.

Malminlouhinta painottuu maanalaiseen kaivokseen. Kaivostäyttö 1 -vaihtoehdossa kaivostäyttönä käytetään sivukiveä ja rikastushiekkaa. Avolouhosta ei laajenneta. Kaivostäyttö 2 -vaihtoehdossa kaivostäyttömateriaalina käytetään sivukiveä ja avolouhoksesta louhittavaa täyttökiveä. Avolouhosta laajennetaan itään päin niin, että louhoksen koko olisi noin 350 × 400 metriä ja syvyys noin 30 metriä (Kuva 5-2). Vastaavasti avolouhoksen pinta-ala olisi laajimmillaan noin 10,9 hehtaaria.



Kuva 5-1. Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukainen maanalainen kaivos vuonna 2035 (syvyystasot metriä maanpinnasta).



Kuva 5-2. Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukainen avolouhos vuonna 2035, mikäli täyttökiviä louhitaan avolouhoksesta (Kaivostäyttö 2).

Malmituotannon nosto edellyttää maanalaisen kaivoksen tunneliverkoston ulottamista riittävän syvälle ja riittävän lähelle tulevia maanalaisia louhoksia. Vinotunnelia arvioidaan jatkettavan kilometrin syvyyteen vuoteen 2035 mennessä. Kilometrin syvyyteen ulottuvan vinotunnelin pituus tulisi olemaan noin 8 km. Vuosien 2026–2035 aikana louhittavien louhosten yhteistilavuus on noin 2,9 milj. m^3. Louhokset ovat keskimäärin 5 metriä leveitä ja 15 metriä korkeita. Keskimääräisen louhoksen pituus on 25 metriä ja tilavuus 5000 m^3.

Tunneliverkoston louhinnassa muodostuu raakkua eli sivukiveä, joka käytetään lähtökohtaisesti täysimääräisesti malmilouhosten täyttökivenä eli sitä ei pysyvästi läjitetä sivukivialueelle. Vuosien 2026–2035 aikana raakkua muodostuu arviolta 1,2 milj. m^{3ktr}.

Mikäli sivukiveä ei muodostu riittävästi kaivostäytön tarpeeseen hyödynnetään rikastushiekkaa (Kaivostäyttö 1) tai täyttöön sijoitetaan avolouhoksesta louhittavaa kiveä (Kaivostäyttö 2). Avolouhoksen laajentuessa nykyisestä 4 hehtaarista 10,9 hehtaariin avolouhoksesta louhittaisiin täyttökiviä noin 1,5 milj. m^{3ktr}.

Kaivoksen suunnitellut maanpäälliset toiminnot toteutetaan nykyisen kaivospiirin rajojen sisällä, joten maanpäällisten kaivostoimintojen muutos ei aiheuta kaivospiirin laajenemista. Laajennettu maanalainen kaivos ulottuu kuitenkin syvällä

kalliossa nykyisen kaivospiirin ulkopuolelle, mikä voi vaikuttaa kaavoitukseen (kts. luku 10.3.20). Kaivospiiriä suunnitellaan laajennettavaksi malminetsintäalueen rajalle Kuva 5-3 esitetysti.

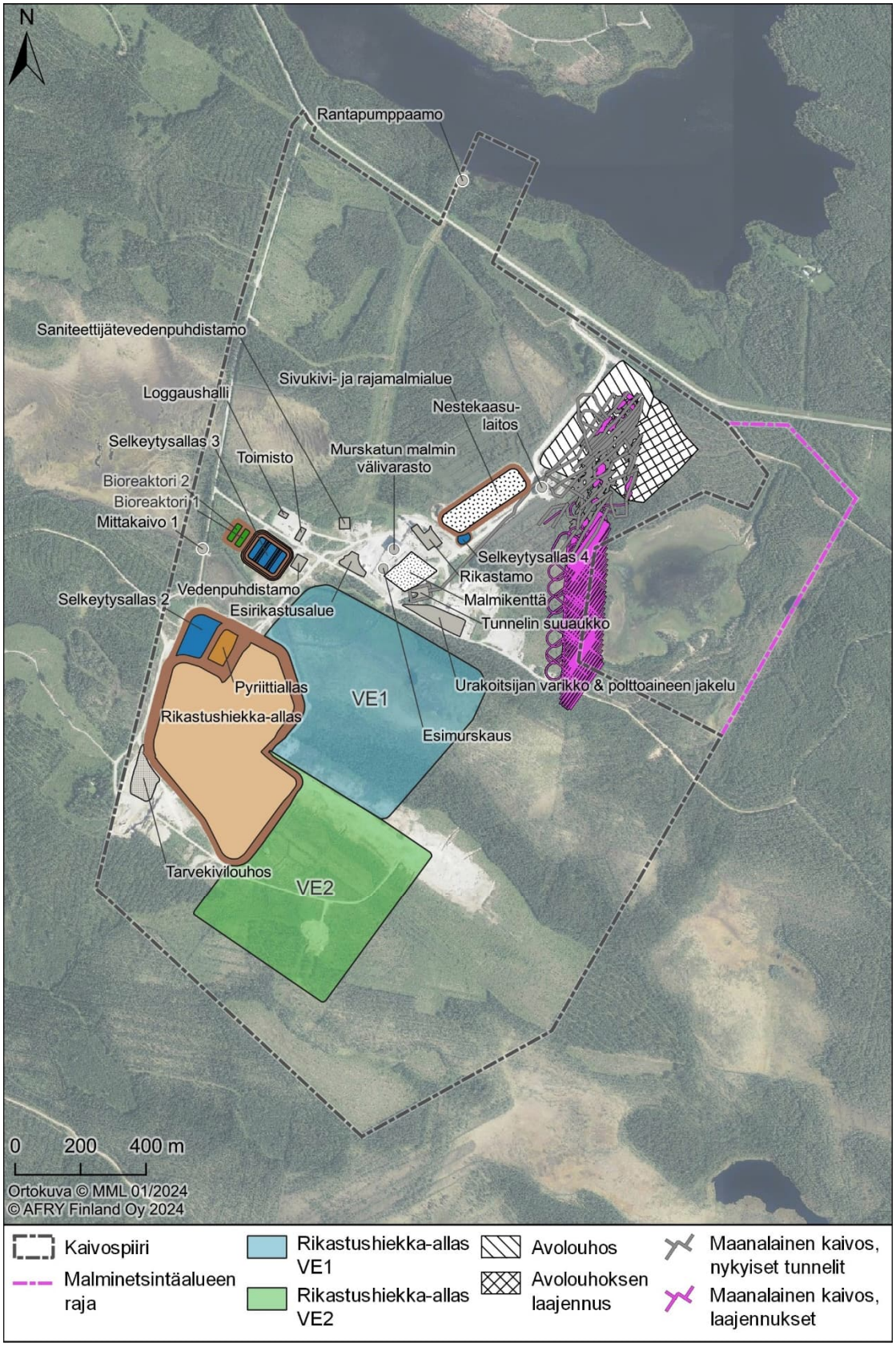
Maanalaisessa kaivoksessa louhintamenetelmänä toimii jatkossakin pitkittäinen tai poikittainen avoin pengerlouhinta, eli muutosta louhintamenetelmään ei aiheudu.

5.2 Rikastushiekka-altaan laajennus (VE1, VE2)

Kaivoksen syventäminen, malmi- ja rikastetuotannon nostaminen lisäävät muodostuvan rikastehiekan määrää, joka edellyttää rikastushiekka-altaan laajentamista. Rikastushiekka-altaan laajennukselle on tarkasteltu kahta vaihtoehtoista sijaintia. Laajennuksen sijainti vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on esitetty kuvassa 5-3. Kummassakin vaihtoehdossa laajennusalue tulee kiinni nykyiseen altaaseen.

Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaan laajennus toteutetaan Hanhipetäikön pohjoispuolelle. Rikastushiekka-altaan pinta-ala vaihtoehdossa 1 on noin 30 hehtaaria. Vaihtoehdossa VE2 rikastushiekka-altaan laajennus toteutetaan Hanhipetäikön eteläpuolelle. Rikastushiekka-altaan pinta-ala vaihtoehdossa 2 on noin 28 hehtaaria.

Rikastushiekka-altaan laajennuksen rakenteet vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on esitetty kappaleessa 5.5. Rikastushiekan ominaisuudet on esitetty kappaleessa 3.1.8.3.



Kuva 5-3. Rikastushiekka-altaan laajennuksen sijainti vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Kuvassa ovat myös olemassa oleva avolouhos ja maanalainen kaivos sekä laajennettu avolouhos, yhden kilometrin syvyyteen ulottuva maanalainen kaivos, nykyinen kaivospiiri sekä malminetsintäalueen raja, johon kaivospiiriä laajennetaan.

5.3 Malminkäsittely ja rikastus

Malminkäsittelyn ja rikastuksen osalta prosessivaiheet pysyvät samoina kuin nykytilan mukaisessa toiminnassa. Rikastamon syöte kasvaa nykyisestä 600 000 tonnista vuodessa noin 800 000 tonniin vuodessa.

5.4 Kaivostäyttömenetelmät

Maanalaisen louhoksen stabiliteetin ja louhinnan etenemisen turvaamiseksi tyhjät louhostilat ja tarvittaessa perät täytetään sivukivellä ja rikastushiekalla (kaivostäyttö 1) tai sivukivellä ja avolouhoksesta louhittavalla täyttökivellä (kaivostäyttö 2). Kaivoksen kuiluja ja vinotunnelia ei täytetä.

Kaivostäyttövaihtoehdossa 1 rikastushiekkaa käytetään kaivostäytössä, jotta avolouhoksesta ei tarvitse erikseen louhia täyttökiveä maanalaiseen kaivokseen. Samalla tämä pienentää altaaseen läjitettävän rikastushiekan määrää. Täyttö toteutetaan yhdessä sivukivitäytön kanssa.

Rikastushiekan käyttäminen kaivostäytössä toteutetaan lastaamalla rikastushiekka-altaalle läjitetty, riittävän kuiva rikastushiekka kuorma-autoon, jolla se siirretään suoraan maan alle ja kipataan täytettävään tilaan sivukiven kanssa tai välivarastoimalla rikastushiekkaa sivukiven läjitysalueella, josta se siirretään kaivostäyttöön. Täytettävän louhoksen alapuoliseen perään tehdään tarvittaessa tukipenger sivukivestä.

Kaivostäyttövaihtoehdossa 2 rikastushiekkaa ei käytetä kaivostäytöissä, vaan täyttömateriaalina käytetään peränajosta muodostuvaa sivukiveä sekä avolouhoksesta louhittavaa täyttökiveä, jolloin avolouhoksen pinta-ala kasvaa täyttökivilouhinnan vuoksi (luku 5.1).

5.5 Kaivannaisjätteet ja niiden hallinta

Muodostuvien pintamaiden, sivukiven, rikastushiekan, pyriitin ja vesienkäsittelyn lietteen arvioidaan pysyvän laadultaan nykytilan mukaisena.

Pintamaat

Muodostuvien pintamaiden määrä riippuu sekä hankevaihtoehdoista että käytettävästä kaivostäyttövaihtoehdosta. Kaikki hankealueelta poistettavat ja kaivettavat pintamaat tullaan hyödyntämään rakentamisessa viimeistään sulkemisvaiheessa. Hankevaihtoehdoissa muodostuvien pintamaiden määrä on esitetty taulukossa 5-1.

Mikäli avolouhosta ei laajenneta (Kaivostäyttö 1) eikä sen alueelta poisteta patomateriaaliksi soveltuvia pintamaita, pato- ja peittomoreenina rikastushiekka-altaan laajennusosan rakentamisessa (VE1) käytetään ensisijaisesti osittain VE2-

alueelle sijoittuvalta moreeninottoalueelta kaivettavaa moreenia. VE1-vaihtoehdossa VE2-alueelta voidaan myös sulkemisvaiheessa leikata moreenia sulkemisrakenteeseen.

Rikastushiekka-altaan sijoittuessa VE2-alueelle, altaan pohjan alueelta leikattavaa moreenia käytetään patorakenteisiin, lisäksi altaan pohjan alueelta leikattavaa moreenia voidaan mahdollisesti välivarastoida ja käyttää nykyisen ja uuden rikastushiekka-altaan sulkemisvaihetta varten. Moreenin kaivaminen ja välivarastointi sulkemista varten rakentamisaikana on teknis-taloudellisesti haastavaa ja vaatisi huomattavan suuren välivarastointialueen. VE2-sijaintivaihtoehdon sijoittuminen osittain myöhemmin hyödynnettävien moreenivarantojen päälle tekee vaihtoehdosta epäedullisen verrattuna VE1-sijaintivaihtoehtoon.

Mikäli avolouhosta laajennetaan (Kaivostäyttö 2), laajennuksen alueelta poistettavia pintamaita hyödynnetään rikastushiekka-altaan padoissa ja sulkemisrakenteissa. Avolouhoksen alueelta saatava moreenimäärä pienentää VE2-alueelta kaivettavien materiaalien määriä.

Sulkemisvaiheessa hyödynnettävät pintamaat läjitetään toiminnan aikana VE1-vaihtoehdossa VE2-alueelle, nykyiselle pintamaiden läjitysalueille johtavan tien varrelle. Vaihtoehdossa VE2 pintamaat läjitetään saman tien varrelle sijoittuvalle alueelle, joka on rakennettavan allaslaajennuksen länsipuolella.

Taulukko 5-1. Rikastushiekka-altaan laajennuksen rakentamis- ja sulkemisvaiheiden maanpoistotyöt VE1 ja VE2 vaihtoehdoissa. Mikäli Kaivostäyttö 2 toteutuu ja avolouhosta laajennetaan, vähentää se VE2-alueelta kaivettavan pato- ja sulkemisrakenteisiin käyttävän moreenin määrää molemmissa hankevaihtoehtoissa VE1 ja VE2.

	Yksikkö	VE1	VE2
Rakentamisen aikainen pintamaiden/kasvuker-roksen poisto	m^{3ktr}	20 000	33 000
Rakentamisen aikainen kaivu (kaivosalueen si-säinen turvekaivu, mm. pato- ja tiepohjat)	m^{3ktr}	100 000	
Rakentamisen aikainen kaivu (patomoreeni VE2-alueelta)	m^{3ktr}	130 000	80 000
Rakentamisen aikainen kaivu (sulkemisrakentei-den moreeni VE2-alueelta tai sen itäpuolelta)	m^{3ktr}		300 000*
Sulkemisen aikainen kaivu (sulkemisrakenteiden moreeni VE2-alueelta tai sen itäpuolelta)	m^{3ktr}	300 000	
		VE1 / VE2, Kaivostäyttö 2	
Rakentamisen aikainen pintamaiden/kasvuker-roksen poisto avolouhoksen laajennuksen alu-eelta	m^{3ktr}	440 000	

*VE2-alueelta saatava moreenimäärä perustuu pohjatutkimustietoon, jonka perusteella VE2-altaan pohjantasauksen yhteydessä alueelta on leikattavissa hyödynnettävää moreenia niin, että jäljelle jäävän moreenikerroksen paksuus on riittävä pohjarakenteeksi.

Alueen moreenivarantojen arvioidaan olevan riittävät myös nykyisen rikastushiekka-altaan ja pyriittialtaan sulkemiseen tarvittavan moreenimäärän, noin 180 000 m^{3ktr} täyttämiseksi. Moreenia on saatavilla nykyistä Hanhipetäikön

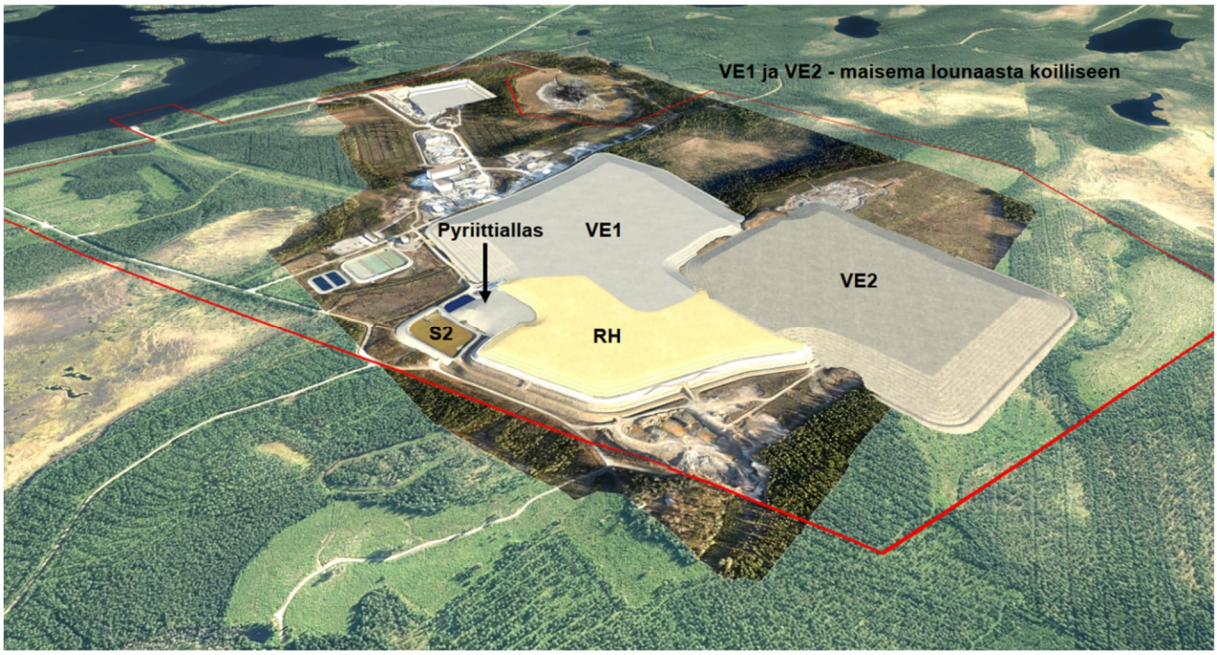
moreeninottoaluetta laajentamalla ja syventämällä. Tarvittava moreenimäärä on mittava ja arviota saatavuudesta tarkennetaan lisätutkimuksilla lupavaiheessa ja sulkemissuunnittelun edetessä. Pato- ja allasrakentamisen toteutussuunnittelussa pyritään mahdollisimman materiaalitehokkaisiin ratkaisuihin, joiden avulla varmistetaan alueella olevien materiaalien riittävyys tarvittaviin rakentamis- ja sulkemistöihin.

Sivukivi

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 sivukiveä muodostuu arviolta 300 000 tonnia vuodessa. Mikäli avolouhosta laajennetaan (Kaivostäyttö 2), avolouhoksesta louhitaan täyttökiviä myös 300 000 tonnia vuodessa. Molemmissa vaihtoehdoissa kaikki muodostuva ja toiminnassa jo muodostunut sivukivi käytetään suoraan kaivostäytöissä tai kaivosalueen rakentamisessa eikä alueelle jää suljettavaa sivukivialuetta toiminnan päätyttyä.

Rikastushiekka ja rikastushiekka-allas

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 rikastushiekkaa muodostuu noin 770 000 tonnia vuodessa ja koko hankeaikana 7,7 miljoonaa tonnia. Hankevaihtoehtojen rikastushiekka-altaiden koko on määritetty konservatiivisesti siten, että hankeaikana muodostuva rikastushiekka oletetaan läjitettäväksi kokonaisuudessaan rikastushiekka-altaaseen eikä kaivostäyttöön, vaikka todellisuudessa kaivostäyttöön käytettävän rikastushiekka pienentää läjitettävän rikastushiekan määrää. Tarvittavaksi läjitystilavuudeksi on arvioitu noin 5,5 miljoonaa kuutiota käyttämällä 1,4 t/m^3 läjitystiheyttä rikastushiekalle. Tarvittavien korotusten määräksi on arvioitu 9–10 kappaletta noin kahden metrin patokorotusta eli patoa korotettaisiin toiminnan aikana kerran vuodessa. Hankevaihtoehtojen mukaisia rikastushiekka-altaiden korotuksia ja niiden liittymistä nykyiseen rikastushiekka-altaaseen on havainnollistettu kuvassa 5-4.



Kuva 5-4 VE1, VE2 rikastushiekka-altaat, Pyriittiallas ja Selkeytysallas 2

Molemmissa hankevaihtoehdoissa rikastushiekan määrä ja laatu on samanlaista, mutta läjitysalueen sijainti eroaa. Myös läjitysalueen rakenteissa on eroja. Alla olevissa kappaleissa on kuvattu VE1 ja VE2 rikastushiekka-altaiden rakenteet.

VE1 rikastushiekka-altaan rakenteiden kuvaus

Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaan laajennuksen pohjarakenteena toimii alueella oleva luontainen turvetiiviste. VE1 alueella on tehty maatutkaluotauksia keväällä 2022. Maatutkausten perusteella on tutkittu turvekerroksen paksuutta ja tiiviin pohjamaan syvyyttä alueella. Lisäksi on tehty puristinheijarikairauksia ja näytteenottoa suunnitellun patolinjan alueelta. Alustavien pohjatutkimusten perusteella alueella on paksut kerrokset hyvälaatuista maatunutta turvetta. Pohjatutkimusten näytepisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 5-5.

Nykyisten altaiden rakentamisen yhteydessä on suoritettu koekenttärakenteita, joiden avulla on testattu turvetiivisteen rakentamisen työtapoja ja tiivistetyn kerroksen toteutuneita vedenläpäisevyyksiä. Työtavat on todettu toimiviksi nykyisten altaiden allaspohjien rakennusvaiheessa. Näitä työtapoja ja kokemusta nykyisten altaiden rakentamisesta tullaan hyödyntämään uuden altaan pohjarakenteen toteutuksessa, mikäli VE1 mukainen allas valikoituu toteutettavaksi sijainniksi rikastushiekka-altaalle.

VE1-patorakenteen toteuttamisvaihtoehtoja on tarkasteltu YVA-menettelyn aikana. Patorakenteen toteutusvaihtoehdoissa on huomioitu padon tekninen toiminta koko sen elinkaaren aikana huomioiden toteutettavat patokorotukset. Ylin korko asettuu toiminnan loppuvaiheessa tasolle +234 m mpy. Patomateriaalina käytetään kaivosalueella saatavilla olevia kivennäismaita, louhetta, murskeita ja

nykyisen rikastushiekka-altaan rikastushiekkaa. Lisäksi patorakenteeseen toteutetaan tarvittavat tiivisrakenteet siten, että altaan pohja- ja patorakenteilla saavutetaan riittävän tiiveysasteen omaava kokonaisuus. Patorakenteeseen ja pohjarakenteen päälle toteutetaan tarvittavat suotovesien keräysjärjestelmät. Pato- ja pohjarakenne toteutetaan yhtenäisenä kokonaisuutena siten, että altaan operointi on kustannustehokasta koko sen elinkaaren ajan pato- ja ympäristöturvallisuus huomioiden.

Laajennusalue tulee kiinni nykyiseen altaaseen, jolloin olemassa olevan altaan patokorotus ja alkupato toimivat uuden altaan padon sisäluiskana sen lounais- ja länsireunalla. Nykyisen altaan alkupadon ulkoluiskaan tehdään tarvittavat muutokset tiivisrakenteiden osalta.

Rikastushiekka-altaan reunapadon korko asettuu alkuvaiheessa tasolle +215 m mpy. Pohjois- ja luoteislaidalla patolinja tullaan viemään lähelle nykyistä allasalueelle johtavaa tietä. Hanhipetäikön pintamaan ja moreenin läjitysalueen puolella patolinja nostetaan nykyistä pengertä vasten. Alkupadot suunnitellaan siten, että niitä on mahdollista korottaa sekä alavirtaan (alkuvaiheessa) että ylävirtaan läjitystoiminnan edetessä. Korotuksissa tullaan hyödyntämään rikastushiekkaa. Tämän lisäksi läjitystasoa nostetaan alavirtaan nykyistä rikastushiekka-altaan patoa ja Hanhipetäikön pengertä vasten.

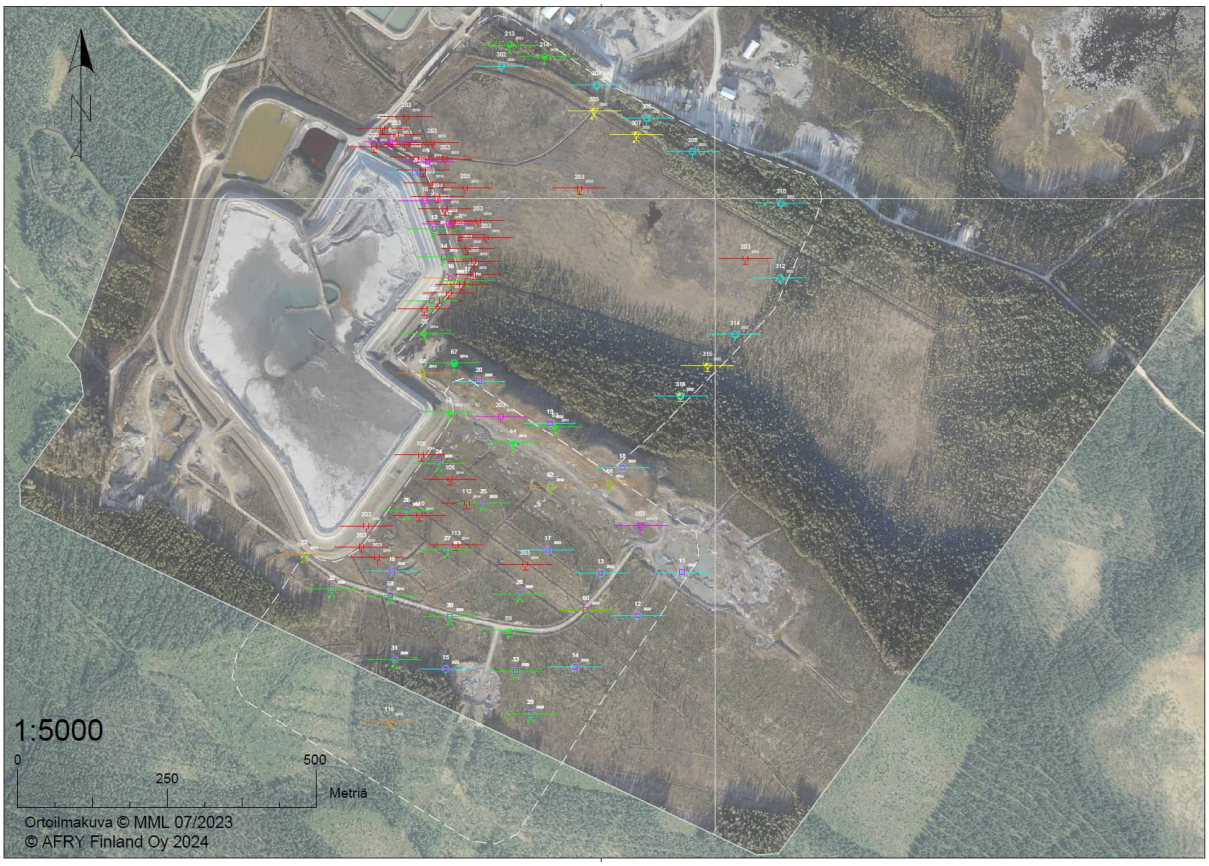
VE2 rakenteiden kuvaus

Vaihtoehdossa VE2 rikastushiekka-altaan laajennuksen pohjarakenteena toimii alueen luontainen maapohja. VE2 alueella on tehty syksyllä 2023 painokairauksia sekä koekuoppia, joiden perusteella on tutkittu alueen moreenikerroksen paksuutta sekä laatua. Alueella sijaitseva moreeni on pääosin hiekkamoreenia tai silttistä hiekkamoreenia. Pohjatutkimusten näytepisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 5-5. VE2-alueella ei ole VE1-alueen tapaan paksua turvekerrosta. Vaihtoehdossa VE2 rikastushiekka-altaan pohjan läpisuotautuvan veden määrää voidaan pienentää pohjan salaojituksella sekä padon juurisalaojilla ja veden pois pumppauksella.

VE2-patorakenne toteutetaan VE1-vaihtoehdon tapaan kaivosalueella saatavilla olevista rakennusmateriaaleista sekä tarvittavista tiivistemateriaaleista. Laajennusalue tulee osittain kiinni nykyiseen altaaseen, jolloin olemassa olevan altaan patokorotus ja alkupato toimivat uuden altaan padon sisäluiskana sen luoteisreunalla. Nykyisen altaan alkupadon ulkoluiskaan tehdään tarvittavat muutokset tiivisrakenteiden osalta.

Reunapadon korko asettuu alkuvaiheessa tasolle +216 m mpy. Alkupadot suunnitellaan VE1-toteutusvaihtoehdon tapaan siten, että niitä on mahdollista korottaa sekä alavirtaan että ylävirtaan läjitystoiminnan edetessä. Ylin korko asettuu toiminnan loppuvaiheessa tasolle +236 m mpy. Korotuksissa tullaan hyödyntämään

rikastushiekkaa. Tämän lisäksi läjitystasoa nostetaan alavirtaan nykyistä rikastushiekka-altaan patoa ja Hanhipetäikön pengertä vasten.



Kuva 5-5. Rikastushiekka-altaan VE1 ja VE2 alueilla tehtyjen pohjatutkimusten näytepisteiden sijainnit.

Pyriittirikaste ja pyriittiallas

Tuotettavan pyriittirikasteen kokonaismääräksi arvioidaan hankevaihtoehdoissa noin 250 000 tonnia. Rikaste myydään ensisijaisesti tuotteena asiakkaalle, mutta tarvittava varastointikapasiteetti, korkein läjitystaso ja ympäristövaikutukset on arvioitu tuotettavan kokonaismäärän perusteella. Pyriittiallasta on alustavasti suunniteltu korotettavan nykyistä rikastushiekka-allasta vasten korkotasoon +227.5 m mpy ja laajuuteen 1,75 ha. Samalla pyriittialtaan ja Selkeytysallas 2:n välipatoa korotetaan. Pyriittialtaan tekniset suunnitelmat tarkentuvat lupavaiheessa. VE1 ja VE2 hankevaihtoehtojen mukainen pyriittialtaan laajentumisen ja korotuksen periaate on esitetty kuvassa 5-4.

Vesienkäsittelyn sakka

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vesienkäsittelyssä syntyvän lietteen määrä kasvaa jonkin verran vesimäärän kasvaessa. Syntyvä sakka sijoitetaan nykytilan mukaisesti rikastushiekka-altaaseen.

5.6 Vesienhallinta ja vesitase

Vesikierron ja vesienkäsittelyn arvioidaan pysyvän pääpiirteissään nykytilaa vastaavana (Kuva 5-6 ja Kuva 5-7). Nykyisen rikastushiekka-allas on suljettu ja tilalla on rikastushiekka-altaan laajennus. Vaihtoehdossa VE1 pintavalutuskenttä 6 siirtyy rikastushiekka-altaan laajennuksen tieltä altaan itäpuolelle (Kuva 5-7).

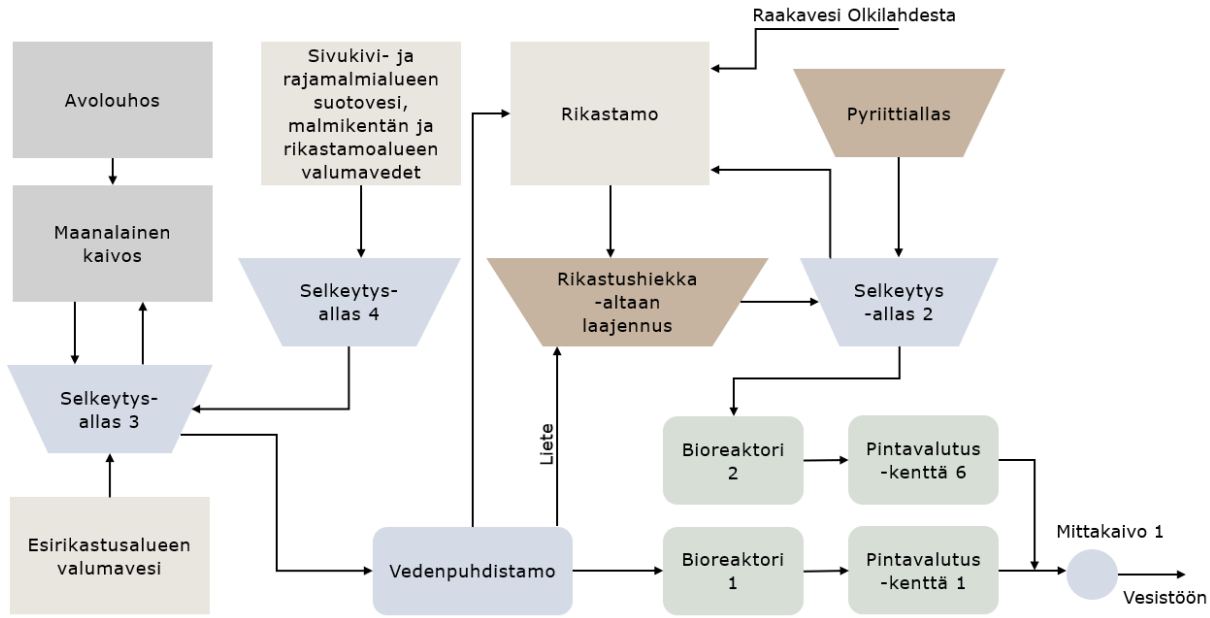
Maanalaisen kaivoksen kuivatusveden määrä on nykytilassa noin 1274 m^3/d ja se kasvaa kaivoksen syventyessä hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 noin 17,7 % 1500 m^3/d (Taulukko 5-2).

Rikastamon prosessivesitarve nousee tuotannon kasvaessa nykytilasta hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 ja vedenotto selkeytysaltaalta 2 kasvaa noin 33 %. Rikastushiekan mukana rikastushiekka-altaille tulevan veden määrä kasvaa samassa suhteessa ja tästä vesimäärästä noin 90 % kierrätetään takaisin rikastamon prosessivedeksi.

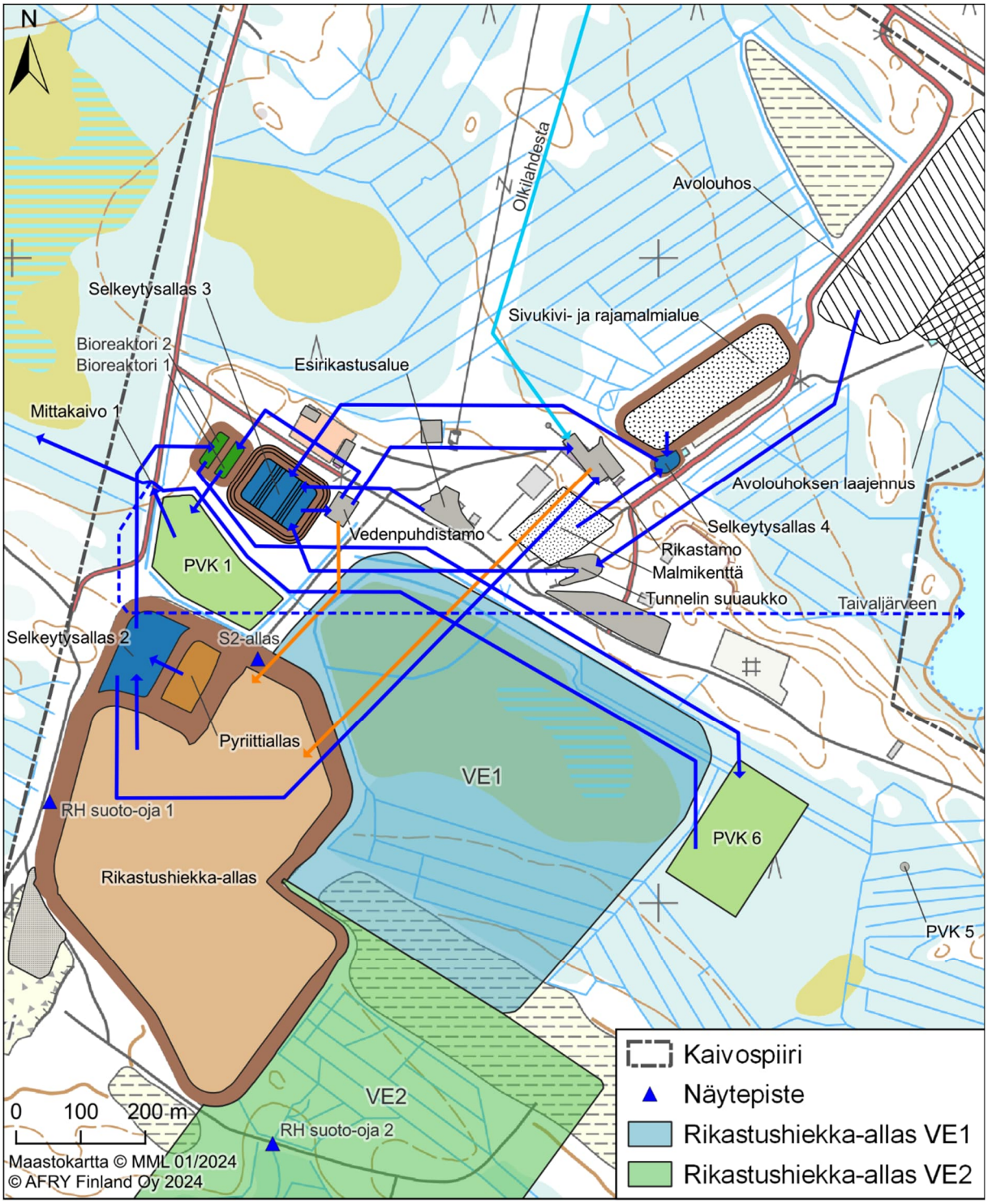
Vedenpuhdistamolta lähtee vettä bioreaktorin 1 kautta pintavalutuskentälle 1 hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 noin 22 % enemmän nykytilaan verrattuna. Myös kaivosalueelta purettavan veden määrä nousee VE1:ssä noin 34 % ja VE2:ssa noin 38 %.

Taulukko 5-2. Muutokset vesimäärissä vaihtoehdoissa VE0 ja VE1–VE2 keskimääräisellä sadannalla.

	VE0	VE1	VE2
Maanalaisen kaivoksen kuivatusvesimäärä (sadevesi+pohjavesi)	1274 m^3/d	1500 m^3/d	1500 m^3/d
Rikastamon prosessivedenotto	3150 m^3/d	5278 m^3/d	5278 m^3/d
Rikastamon prosessivesi selkeytysaltaalta 2	3435 m^3/d	4577 m^3/d	4577 m^3/d
Vesi rikastushiekan mukana rikastushiekka-altaalle	3854 m^3/d	5135 m^3/d	5135 m^3/d
Vedenpuhdistamolta pintavalutuskentälle	957 m^3/d	1164 m^3/d	1164 m^3/d
Purkuvesimäärät	1277 m^3/d	1715 m^3/d	1758 m^3/d



Kuva 5-6. Kaivoksen vesikierto hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2.



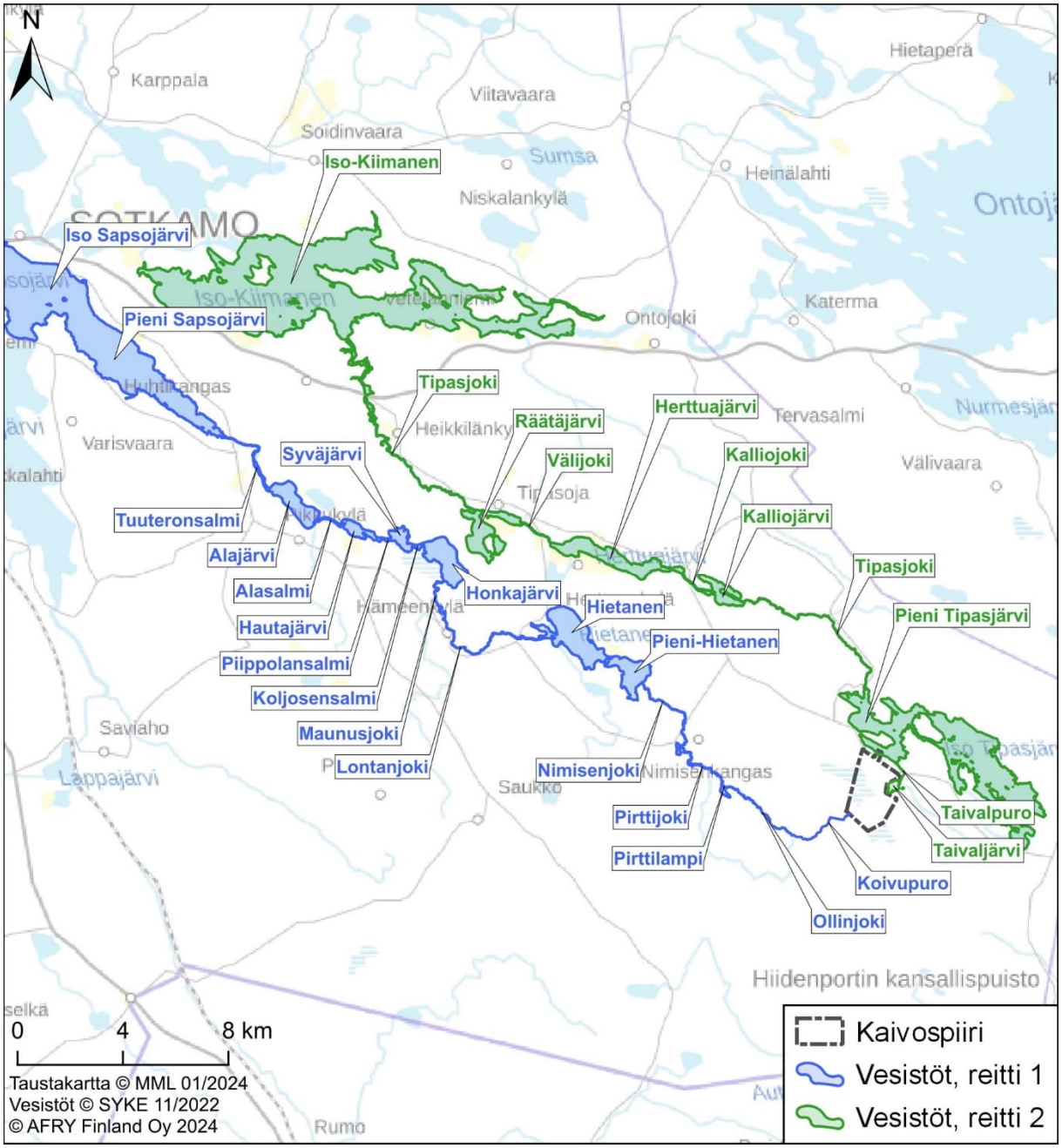
Kuva 5-7. Kaivoksen vesikierto kartalla, hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Kuvassa oranssi nuoli kuvaa lietettä ja sininen vettä.

5.7 Vesien johtaminen

Vaihtoehdossa VE0 puhdistetut ylijäämävedet johdetaan Sapsojoen vesistöalueen Koivupuroon, joka toimii nykyisinkin vesien purkureittinä.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vedet johdetaan joko nykyisen luvan mukaisesti Koivupuroon (Purkureitti 1) tai vaihtoehtoisesti jaetusti Koivupuroon sekä Taivaljärven kautta Tipasjärven Olkilahteen (Purkureitti 2) (Kuva 5-8).

Muutos purkuvesien määrään on esitetty taulukossa 5-2.



Kuva 5-8. Purkureittivaihtoehdot. Purkureitti 1: vedet johdetaan nykyisen luvan mukaisesti Koivupuroon. Purkureitti 2: vedet johdetaan jaetusti Koivupuroon ja Tipasjärven Olkilahteen. Kuvassa reitti 1 Koivupuro ja reitti 2 Taivaljärven kautta Tipasjärven Olkilahteen.

5.8 Energian hallinta ja kulutus

Nykytilan mukainen energian kulutus on esitetty kappaleessa 3.1.6. Tuotannon kasvaessa 800 kilotonniin vuodessa sähkönkulutus olisi noin 40 GWh/v. Polttoöljyä ja dieselöljyä käytettäisiin noin 14 GWh/v. Maanalaisen kaivokseen lämmitykseen käytettävän propaanikaasun määrä säilyy nykyisellään (2,5 GWh/v).

5.9 Kemikaalit, polttoaineet ja räjähteet

Nykytilan mukaiset kemikaali-, polttoaine- ja räjähdemäärät on esitetty kappaleessa 3.1.7. Tuotannon kasvaessa noin 500 kilotonnista vuodessa 800 kilotonniin vuodessa, käyttömäärät kasvavat samassa suhteessa.

Jos toteutetaan vaihtoehto kaivostäyttö 1, jossa täyttömateriaalina käytetään sivukiveä ja rikastushiekkaa, räjähteiden määrä kasvaa tuotannon suhteessa.

Jos toteutetaan vaihtoehto kaivostäyttö 2, eli täyttömateriaalina käytetään sivukiveä sekä avolouhoksesta louhittavaa täyttökiveä ja avolouhosta laajennetaan, räjähteiden määrä lasketaan kaavalla *louheen määrä · ominaispanostus/tonni*. Vuoden 2021 avolouhoksen panostusmäärän perusteella, emulsiota käytetään 0,42 kg/t ja muita räjähteitä (Dynamiitti, Fordyn tai ano, Kemix A) kuluisi keskimäärin 0,004 kg/t. Näiden perusteella voidaan laskea karkea arvio räjähteiden määrästä, kun oletetaan kiven olevan kovuudeltaan samaa luokkaa kuin aiemmin.

5.10 Liikenne ja kuljetukset

Kaivosalueen nykyinen tiestö soveltuu pääosin myös hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukaiselle toiminnalle. Rikastushiekka-altaan laajennuksen ympärille rakennetaan ympärystie. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 malmituotannon kasvattamisen johdosta myös raaka-ainekuljetukset ja etenkin kaivosalueella suoritettavat materiaalikuljetukset lisääntyvät.

5.11 Päästöt ympäristöön

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 malmintuotannon määrää nostetaan ja rikastushiekka-allasta laajennetaan. Tuotantomäärien nostaminen kasvattaa myös kaivannaisjätteiden määrää ja näin myös niistä aiheutuvia päästöjä.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 muodostuva sivukivi käytetään suoraan kaivostäytössä, eikä siitä näin ollen aiheudu aiemman maanpäällisen läjitystoiminnan kaltaisia vaikutuksia. Sivukivestä aiheutuvat päästöt kohdistuvat kalliopohjaveteen, mikä muuttaa myös päästöjen leviämistä nykyisestä.

Rikastushiekan käyttö kaivostäytössä muuttaa vastaavasti rikastushiekasta aiheutuvia päästöjä etenkin sulkemisen jälkeen, jolloin rikastushiekka-altaalle jää

vähemmän rikastushiekkaa. Rikastushiekka-altaan laajennuksen alueella muodostuvien suotovesien laatua sekä rikastushiekka- ja sivukivitäyttöjen vaikutusta kuivatusveden laatuun on arvioitu geokemiallisen mallinnuksen avulla. Vesilaatuarviot on esitetty liitteessä 2.

5.12 Sulkeminen

Rikastushiekka-altaan laajennuksen sulkemisrakenteet pystytään toteuttamaan kaivospiirin alueelta saatavilla olevista maamateriaaleista. Sulkemiseen käytettävät moreenimäärät ja saatavuus on esitetty kappaleessa 5.5.

Kaivoksen sulkemissuunnitelma on esitetty liitteessä 6.

6 Hankkeen liittyminen muihin hankkeisiin ja suunnitelmiin

6.1 Muut hankkeet

Sotkamo Silverin kaivos on ainoa hopeaa päätuotteena tuottava kaivos Suomessa. Sivutuotteena hopeaa saadaan pieniä määriä useilta Suomen kaivoksilta. Hopeaa käytetään muun muassa elektroniikassa, autoissa, aurinkopaneeleissa, lääketieteessä ja koruissa sekä sijoituskohteena.

Hankkeen lähivaikutusalueella ei ole nykyisin kaivoksen ohella muuta teollista toimintaa. Pieni-Tipasjärven rannalla on ollut rikkikiisukaivos 1900-luvun alkupuolella (Torni-vaara ym. 2018). Iso-Tipasjärven pohjoispuolella sijaitsevan Jäkäläsuon turvetuotantoalueen toiminta on päättynyt ja alue on jälkihoitovaiheessa. Myös Koivupuron purkureitillä sijaitsevan Iso-Varpusuon turvetuotantoalueen toiminta on päättynyt.

Noin 2,8 km:n etäisyydellä kaivosalueesta itään on harjoitettu pienimuotoista kalliokiviainesten ottoa. Toiminnan maa-ainesten ottolupa on päättynyt kesällä 2022. (SYKE 2023e)

6.2 Valtakunnalliset alueidenkäytön tavoitteet

Valtioneuvosto päätti valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista 14.12.2017. Päätöksellä valtioneuvosto korvasi valtioneuvoston vuonna 2000 tekemän ja 2008 tarkistaman päätöksen valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista. Päätös astui voimaan 1.4.2018. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on varmistaa valtakunnallisesti merkittävien asioiden huomioon ottaminen alueidenkäytössä ja sen suunnittelussa. Tavoitteet viedään käytäntöön ensisijaisesti maakuntakaavoituksessa. Muita toteuttamisväyliä ovat mm. maakuntasuunnitelma, maakuntaohjelma sekä yleis- ja asemakaavoitus.

Sotkamo Silverin rikastushiekka-allasalueen laajennukseen liittyvät ainakin seuraavat päätöksessä mainitut tavoitteet:

- Varaudutaan sään ääri-ilmiöihin ja tulviin sekä ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Uusi rakentaminen sijoitetaan tulvavaara-alueiden ulkopuolelle tai tulvariskien hallinta varmistetaan muutoin.
- Ehkäistään melusta, tärinästä ja huonosta ilmanlaadusta aiheutuvia ympäristö- ja terveyshaittoja.
- Haitallisia terveysvaikutuksia tai onnettomuusriskejä aiheuttavien toimintojen ja vaikutuksille herkkien toimintojen välille jätetään riittävän suuri etäisyys, tai riskit hallitaan muulla tavoin.

- Huolehditaan valtakunnallisesti arvokkaiden kulttuuriympäristöjen ja luonnonperinnön arvojen turvaamisesta.
- Edistetään luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaiden alueiden ja ekologisten yhteyksien säilymistä.
- (Luodaan edellytykset bio- ja kiertotaloudelle ja) edistetään luonnonvarojen kestävää hyödyntämistä (Valtioneuvosto 2017).

6.3 Maakunnantason tavoitteet

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

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

6.4 Suomen mineraalistrategia

Suomen mineraalistrategia laadittiin ilmasto- ja energiapoliittisen ministeriryhmän toimeksiannosta vuonna 2010, osana 2009 valmistunutta kansallista luonnonvarastrategiaa. Mineraalistrategiatyön tavoitteeksi asetettiin mineraalialan lähivuosikymmenien kansainvälisten ja kotimaisten kehitystrendien ennakoiminen sekä tämän pohjalta sellaisten toimenpide-ehdotusten tekeminen, jotka tukevat kestävän mineraalipolitiikan muotoutumista ja alan kehittämistä yhteiskunnan ja

elinkeinoelämän kannalta järkevällä tavalla. Mineraalistrategian visioksi 2050 asetettiin: ”Suomi on mineraalien kestävän hyödyntämisen globaali edelläkävijä, ja mineraaliala on yksi kansantaloutemme tukipilareista.”

Vision toteuttamiseksi esitettiin kolme strategista tavoitetta ja 12 toimenpide-ehdotusta neljällä aihealueella.

Strategiset tavoitteet:

- Kotimaisen kasvun ja hyvinvoinnin edistäminen
- Ratkaisuja globaaleihin mineraaliketjun haasteisiin
- Ympäristöhaittojen vähentäminen

Toimenpide-ehdotusten aihealueet:

- Mineraalipolitiikan vahvistaminen
- Raaka-aineiden saatavuuden turvaaminen
- Kaivannaistoiminnan ympäristövaikutusten vähentäminen ja tuottavuuden lisääminen
- T&K-toiminnan ja osaamisen vahvistaminen

6.5 Hankkeen liittyminen luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin

Hankealueen läheisyydessä sijaitsevat Natura 2000-ohjelmaan kuuluvat suojelualueet on esitelty kappaleessa 18.2.3.

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

7 Hankkeen edellyttämät luvat, suunnitelmat ja päätökset

Hankkeesta vastaava päättää YVA-menettelyn tuloksiin ja muihin jatkotutkimuksiin ja -selvityksiin perustuen, mille vaihtoehdolle lupia haetaan. YVA-selostus sekä siitä annettu yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä liitetään lupahakemuksiin.

7.1 Ympäristö- ja vesitalouslupa

Ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaisesti ympäristölupa tarvitaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan. Edellytyksenä ympäristöluvan myöntämiselle on mm., ettei hankkeesta aiheudu yksinään eikä muiden toimintojen kanssa terveyshaittaa, merkittävää muuta ympäristön pilaantumista eikä maaperän tai pohjaveden pilaantumista. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn päättymisen jälkeen YVA-selostus ja yhteysviranomaisen siitä antama perusteltu päätelmä liitetään laadittavaan ympäristölupahakemukseen.

Vedenotto ja vesien johtaminen edellyttävät myös vesilain (587/2011) mukaista lupaa. Vesilain mukainen lupa on tarpeen, mikäli hanke voi muuttaa vesistön asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta tai virtaamaa, rantaa tai vesiympäristöä taikka pohjaveden laatua. Lupaa haetaan yleensä samassa yhteydessä kuin ympäristölupaa. Hanke voi edellyttää vesilain mukaista lupaa myös siinä tapauksessa, jos se vaarantaa vesilain 2:11 mukaisten vesi-luontotyyppien luonnontilan säilymistä (esimerkiksi luonnontilaisen lähteen tilan muuttaminen).

Ympäristönsuojelu- ja vesilain mukaisten hakemusten käsittelystä vastaa Kainuun alueella Pohjois-Suomen aluehallintovirasto.

7.2 Patoturvallisuus

Patojen ja niihin kuuluvien rakennelmien ja laitteiden osalta tulee huomioida patoturvallisuuslaki (494/2009). Patoturvallisuuslain tavoitteena on varmistaa turvallisuus patojen rakentamisessa, kunnossapidossa ja käytössä sekä vähentää padoista aiheutuvaa vahingonvaaraa. Ennen käyttöönottoa pato on luokiteltava ja sille on hyväksytettävä tarkkailuohjelma patoturvallisuusviranomaisella. Mikäli pato luokitellaan 1-luokkaan, on sille hyväksytettävä vahingonvaara-selvitys sekä laadittava turvallisuussuunnitelma. Nykyisessä toiminnassa vain pyriittiallas on luokiteltu patoturvallisuuslain mukaiseen 1-luokkaan siinä varastoitavan pyriittirikasteen vaaraominaisuuksien vuoksi. Rikastushiekka-altaan padot on luokiteltu 2-luokkaan.

7.3 Luonnonsuojelulain mukaiset poikkeamisluvat

Jos hankkeen toteuttaminen vaikuttaa haitallisesti erityisesti suojeltaviin lajeihin, rauhoitettuihin tai luontodirektiivin (92/43/ETY) liitteen IV(a) lajeihin, tulee hankkeesta vastaavan hakea luonnonsuojelulain mukaista poikkeamislupaa.

Luonnonsuojelulain (1996/1096) 42 §:n nojalla on rauhoitettu lajeja, joiden olemassaolo on käynyt uhatuksi tai rauhoittaminen on muusta syystä osoittautunut tarpeelliseksi. Rauhoitettujen kasvien tai niiden osien poimiminen tai hävittäminen on kielletty. Luonnonsuojelu-lain 47 §:n nojalla erityisesti suojeltavan lajin säilymiselle tärkeän esiintymispaikan hävittäminen ja heikentäminen on kiellettyä. Kielto on voimassa sen jälkeen, kun ELY-keskus on tehnyt ja antanut tiedoksi päätöksen alueen rajoista. Erityisesti suojeltavat lajit ovat sellaisia uhanalaisia lajeja, joiden häviämisuhka on ilmeinen. Lajit ilmenevät luonnonsuojeluasetuksen (521/2021) liitteestä 4. ELY-keskus voi myöntää luvan poiketa kasvilajin rauhoitussäännöksistä tai erityisesti suojeltavan lajin kiellosta, jos lajin suojelutaso säilyy suotuisana.

Luonnonsuojelulain (1996/1096) 49 §:n nojalla luontodirektiivin liitteessä IV (a) mainittujen eläinlajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on kiellettyä. Nämä lajit ovat niin sanottuja tiukan suojelujärjestelmän lajeja. Suomessa esiintyvät lajit on lueteltu luonnonsuojeluasetuksen liitteessä 5. Kielto koskee kaikkia lisääntymis- ja levähdyspaikkoja ilman, että niistä olisi erikseen tehty päätöstä. ELY-keskus voi myöntää kieltoon poikkeuksen vain tiukasti määritellyillä perusteilla, jotka ilmenevät luontodirektiivin 16 (1) artiklasta.

Luonnonsuojelulain mukaisen poikkeamisluvan tarve hankkeen osalta selviää alueelle laadittavien luontoselvitysten sekä ympäristövaikutusten arvioinnin pohjalta. Hankesuunnittelun lähtökohtana on kuitenkin välttää haitalliset vaikutukset luonnonsuojelulailla suojeltuihin lajeihin ja elinympäristöihin. Hankkeessa ei ole lähtökohtaisesti tunnistettu olevan tarvetta luonnonsuojelulain 65 §:n mukaiseen Natura-arviointiin.

7.4 Muinaisjäännöksen kajoamiseen liittyvä lupamenettely

Muinaisjäännökset ovat muinaismuistolailla (295/1963) suojeltuja ja ilman muinaismuistolain nojalla annettua lupaa on kielletty kaikenlainen kiinteään muinaisjäännökseen kajoaminen kuten kaivaminen, peittäminen, muuttaminen, vahingoittaminen ja poistaminen.

Muinaismuistolain 11 §:n mukaan kiinteään muinaisjäännökseen kajoamiseen voidaan myöntää lupa (kajoamislupa), jos muinaisjäännös tuottaa merkitykseensä nähden kohtuutonta haittaa. Kajoamislupa voidaan myöntää maanomistajalle tai muulle toimijalle, jonka tarkoituksena on toteuttaa toimenpide, jolla voi olla vaikutusta kiinteään muinaisjäännökseen.

Hankkeessa ei ole lähtökohtaisesti tunnistettu olevan tarvetta kajoamisluvalle. Tarvittaessa kajoamislupaa koskeva asia pannaan vireille Museoviraston kirjaamoon osoitetulla kirjallisella hakemuksella.

7.5 Kaavoitus ja maankäyttö- ja rakennuslain mukaiset lupamenettelyt

Hankealueella on voimassa Kainuun maakuntakaava, joka on hyväksytty 7.5.2007 ja vahvistettu 29.4.2009. Hankealue on maakuntakaavassa osoitettu merkinnällä EK (kaivos tai kaivostoimintaan liittyvä alue, luku 10). Kaivospiirin alueella tai sen lähiympäristössä ei ole voimassa tai vireillä olevia asemakaavoja lukuun ottamatta koillis- ja itäpuolelle sijoittuvaa ranta-asemakaavahanketta. Yhdyskuntarakenteen aluejaossa (taajamat, kylät, pienkylät ja maaseutu) hankealue sijoittuu luokittelemattomalle alueelle. Hankealueella ei sijaitse taajamatoimintoja tai tärkeimpiä liikenneyhteyksiä. Kokonaispinta-alaltaan noin 370 hehtaarin kokoinen hankealue on Taivalhopea-kaivospiirin toiminnoille osoitetussa käytössä ja varsinainen kaivos on ollut toiminnassa vuodesta 2019 lähtien. Hankealue sijoittuu yksittäiselle kiinteistölle 765-407-141-28.

Hankkeeseen liittyen ei lähtökohtaisesti tunnistettu kaavamuutostarpeita tai tarvetta maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999, MRL) mukaiseen lupamenettelyyn.

7.6 Käyttöoikeus kaivoksen apualueeseen

Kaivoslain (621/2011) 20 §:n 2. momentin mukaisesti kaivosluvassa voidaan myöntää rajoitettu käyttö- tai muu oikeus kaivoksen apualueeseen, jos muualla laissa ei toisin säädetä ja apualue täyttää 19 §:ssä säädetyt edellytykset. Oikeus voidaan myöntää vain siltä osin kuin alueelle suunniteltujen toimintojen sijoittamista ei muutoin voida järjestää tyydyttävästi ja kohtuullisin kustannuksin. Kaivosluvan haltija ei saa aluetta omistukseensa kaivosluvan päätöksellä.

8 YVA-menettely

8.1 YVA-menettelyn tarve ja osapuolet

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

YVA-menettelyä sovelletaan hanketyypistä ja kokoluokasta riippuen joko suoraan YVA-lain liitteen hankeluettelon perusteella tai yksittäistapauksessa tehtävän päätöksen pohjalta. YVA-menettelyä tulee soveltaa aina hankeluettelon hankkeisiin. Lisäksi YVA-menettelyä sovelletaan aina sellaisiin hankkeiden laajennuksiin ja muutoksiin, joissa laajennus tai muutos ylittää YVA-lain hankeluettelon rajan Tässä hankkeessa YVA-menettelyn tarve tunnistettiin rikastushiekka-alueen laajentamista koskevan tarveharkinnan kautta, josta ELY-keskus teki päätöksen kesällä 2022.

Hankkeesta vastaavana tässä hankkeessa toimii Sotkamo Silver Oy ja yhteysviranomaisena Kainuun ELY-keskus. Ympäristövaikutusten arviointiohjelman laatimisen on tehnyt Sotkamo Silver Oy:lle konsulttityönä AFRY Finland Oy, jonka YVA-työryhmä on esitetty tämän YVA-selostuksen Tiivistelmä-osiossa/kappaleessa.

8.2 YVA-menettelyn tavoite ja sisältö

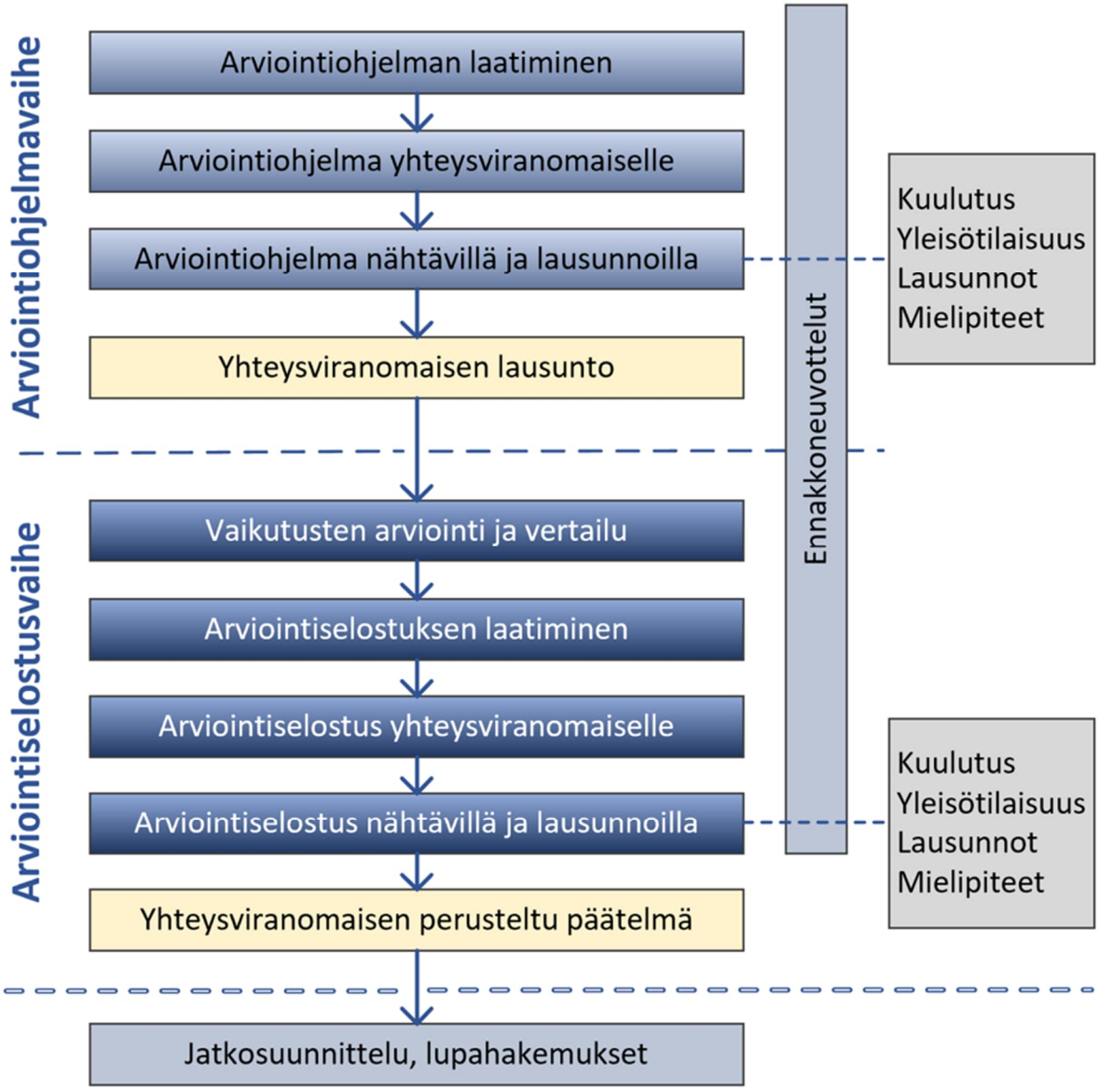
YVA-lain tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja arvioinnin yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa. Samalla tavoitteena on lisätä kaikkien osapuolten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia.

Hankkeen ympäristövaikutukset on selvitettävä lain mukaisessa arviointimenettelyssä hankesuunnittelun mahdollisimman varhaisessa vaiheessa vaihtoehtojen ollessa vielä avoinna. Viranomainen ei saa myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseen tai tehdä muuta siihen rinnastettavaa päätöstä ennen arvioinnin päättymistä. YVA-menettelyssä ei tehdä hanketta koskevia päätöksiä, vaan sen tavoitteena on tuottaa tietoa päätöksenteon perustaksi. YVA-menettelyn keskeiset vaiheet on esitetty kuvassa 8-1.

8.2.1 Ennakkoneuvottelu

YVA-menettelyn kuluessa voidaan järjestää useita ennakkoneuvotteluja yhteistyössä hankkeesta vastaavan ja keskeisten viranomaisten kanssa. Ennakkoneuvottelun tavoitteena on edistää hankkeen vaatimien arviointi-, suunnittelu- ja lupamenettelyjen kokonaisuuden hallintaa, hankkeesta vastaavan ja viranomaisten välistä tiedonvaihtoa sekä parantaa selvitysten ja asiakirjojen laatua ja käytettävyyttä sekä sujuvoittaa menettelyjä.

Rikastushiekka-allasalueen laajentamista koskeva ennakkoneuvottelu pidettiin YVA-ohjelman luonnosvaiheessa 15.9.2022. Kokoukseen oli kutsuttu hankkeesta vastaavan ja YVA-konsultin lisäksi Kainuun ELY-keskuksen, Pohjois-Suomen aluehallintoviraston, Sotkamon kunnan sekä Kainuun SOTE:n edustajat.



Kuva 8-1. YVA-menettelyn vaiheet.

8.2.2 YVA-ohjelma

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

ympäristön nykytilaa ja esitetään ehdotus ympäristövaikutusten arviointimenetelmiksi sekä suunnitelma osallistumisen järjestämisestä.

Yhteysviranomainen tiedottaa YVA-ohjelman nähtävillä olosta sähköisesti omilla internetsivuillaan ja hankkeen todennäköisen vaikutusalueen kunnissa. Nähtävilläoloaika alkaa kuulutuksen julkaisemispäivästä ja kestää 30 päivää (erityisestä syystä aikaa voidaan pidentää enintään 60 päivän mittaiseksi). Tänä aikana YVA-ohjelmasta voi esittää mielipiteitä yhteysviranomaiselle. Yhteysviranomainen myös pyytää lausuntoja ohjelmasta eri viranomaisilta. Yhteysviranomainen kokoaa ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antaa niiden perusteella oman lausuntonsa hankkeesta vastaavalle kuukauden kuluessa nähtävilläolon päättymisestä.

Hankevastaava toimitti Sotkamo Silverin rikastushiekka-allasalueen laajennuksen YVA-ohjelman yhteysviranomaisena toimivalle Kainuun ELY-keskukselle 2.3.2023. Yhteysviranomainen kuulutti YVA-ohjelman nähtävillä olosta 21.3.2023. YVA-ohjelma oli nähtävillä lausuntojen ja mielipiteiden antamista varten 21.3.–19.4.2023. Yhteysviranomainen kokosi ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antoi niiden perusteella oman lausuntonsa 19.5.2023.

8.2.3 YVA-selostus

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

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

8.2.4 Perusteltu päätelmä

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

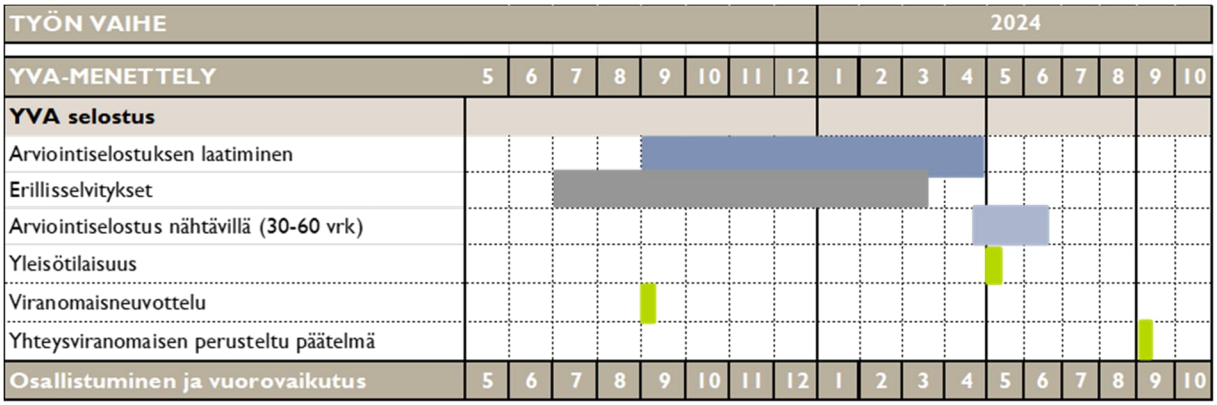
Perusteltu päätelmä on annettava kahden kuukauden kuluessa YVA-selostuksen lausuntojen antamiseen ja mielipiteiden esittämiseen varatun määräajan

päättymisestä. Yhteysviranomainen toimittaa perustellun päätelmän tiedoksi hanketta käsitteleville viranomaisille, hankkeen vaikutusalueen kunnille sekä tarvittaessa maakuntien liitoille ja muille asianomaisille viranomaisille sekä julkaisee sen yhteysviranomaisen internetsivuilla.

Hanketta koskevaan lupahakemukseen on liitettävä ympäristövaikutusten arviointiselostus ja perusteltu päätelmä. Lupaviranomaisen on varmistettava, että perusteltu päätelmä on ajan tasalla lupa-asiaa ratkaistaessa.

8.3 YVA-menettelyn aikataulu

YVA-menettelyn keskeiset vaiheet ja aikataulu on esitetty kuvassa 8-2.

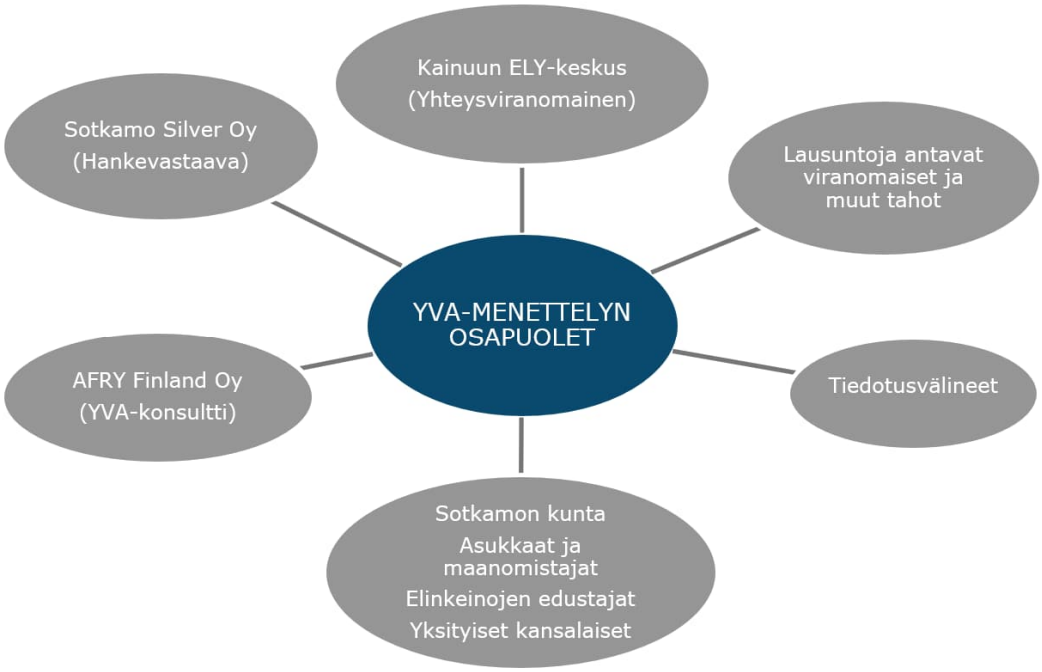


Kuva 8-2. Hankkeen YVA-menettelyn aikataulu.

8.4 Osallistuminen, vuorovaikutus ja tiedotus

YVA-menettely on avoin prosessi, jonka yhtenä tavoitteena on lisätä kaikkien osapuolten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia. YVA-menettelyyn osallistumisella tarkoitetaan hankkeesta vastaavan, yhteysviranomaisen, muiden viranomaisten ja niiden, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa, sekä yhteisöjen ja säätiöiden, joiden toimialaa hankkeen vaikutukset saattavat koskea, välistä vuorovaikutusta ympäristövaikutusten arvioinnissa. Osallistumisen yhtenä keskeisenä tavoitteena on eri osapuolten näkemysten kokoaminen.

Kuvassa 8-3 on esitetty hankkeen YVA-menettelyyn osallistuvia tahoja.



Kuva 8-3. YVA-menettelyyn osallistuvia tahoja.

8.4.1 Arviointiohjelmasta ja -selostuksesta kuuluttaminen sekä nähtävillä olo

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

YVA-menettelyn aikainen osallistuminen ja se, miten osallistumisen aikana saadut mielipiteet ja kannanotot on otettu huomioon tehdyissä selvityksissä, kuvataan YVA-selostuksessa.

YVA-menettelyn myöhemmässä vaiheessa myös arviointiselostus tulee olemaan nähtävillä ja siitä voi vastaavalla tavalla antaa lausuntoja ja mielipiteitä.

8.4.2 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet yleisölle

Ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta järjestettiin yleisölle avoin tiedotus- ja keskustelutilaisuus YVA-ohjelman nähtävilläoloaikana 29.3.2023. Yhteysviranomaisen koolle kutsumassa tilaisuudessa esiteltiin hanketta ja arviointiohjelmaa. Yleisöllä oli mahdollisuus esittää näkemyksiään hankkeesta ja ympäristövaikutusten arvioinnista.

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

Hankkeesta ja sen ympäristövaikutusten arvioinnista tiedotetaan yhteysviranomaisen ylläpitämällä YVA-hankkeiden internet-sivulla.

8.4.3 Muu vuorovaikutus ja osallistuminen

Yhtiö on tehnyt jo vuodesta 2019 yhteistyötä ja käynyt aktiivista vuoropuhelua hankkeen vaikutuspiirissä olevien asukkaiden, sidosryhmien ja viranomaisten kanssa. Kaivostoiminnan alussa perustettiin seurantaryhmä, joka koostuu alueen eri tahoista ja sidosryhmistä. Seurantaryhmän kokoonkutsujana toimii hankevastaava ja seurantaryhmän nykyinen kokoonpano on esitetty alla, mutta sidosryhmään saavat osallistua kaikki halukkaat. Seurantaryhmän tarkoituksena on muun muassa saada tietoa ja näkemyksiä eri osapuolilta sekä varmistaa, että työn aikana käytettävät tiedot ovat ajantasaisia ja mahdollisimman kattavia. Seurantaryhmän edustajat seuraavat ympäristövaikutusten arvioinnin kulkua ja voivat esittää mielipiteitään ympäristövaikutusten arviointiselostuksen sekä sitä tukevien selvitysten laadinnasta.

Seurantaryhmän kokoonpano on seuraava:

- Alasotkamon kalastusosakaskunta
- Kainuun ELY-keskus
- Kainuun SOTE
- Metsähallitus
- Sapsojoen kyläyhdistys
- Sotkamon kunta, ympäristönsuojelu
- Sotkamon luonto ry
- Tipasojan kyläyhdistys
- Tipasojan kalastusosakaskunta
- Ylisotkamon kalastusosakaskunta
- UPM
- kaivospiirin lähialueen maanomistajat sekä vakituiset ja vapaa-ajan asukkaat

Seurantaryhmä kokoontuu kolme kertaa vuodessa; alkuvuodesta, kesällä ja loppuvuodesta. Kokouksissa käsitellään kaivoksen lupa- ja ympäristöasioita, esitellään kaivoksen tuotannollista toimintaa sekä kaivoksen sisäisen laaduntarkkailun tuloksia. Tarkkailukonsultin kuukausilausunnot ovat olleet nähtävillä vuoden 2021 alusta lähtien myös Sotkamo Silverin verkkosivuilla (www.silver.fi). Lisäksi ympäristöasioiden raportti lähetetään kuukausittain ELY-keskukselle ja Sotkamon kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle.

Sotkamo Silver Oy on järjestänyt halukkaille tutustumiskäynnin kaivokselle, jonka tarkoituksena oli lisätä ymmärtämystä kaivoksen toiminnasta ja käytännöistä sekä luoda positiivinen ilmapiiri kaivoksen ja vaikutuspiiriin kuuluvien asukkaiden sekä sidosryhmien välillä. Kaivosyhtiö on osoittanut yhteyshenkilön, johon alueen asukkaat ja toimijat voivat suoraan olla yhteydessä heitä huolestuttavissa asioissa. Yhteyshenkilölle voi esimerkiksi ilmoittaa, mikäli kaivosalueelta peräisin olevaa häiritsevää melua kuuluu asuin- tai lomarakennuksille, niin asia voidaan tarkastaa ja mahdolliseen melulähteeseen voidaan vaikuttaa välittömästi. Lisäksi Sotkamo Silver Oy lähettää tekstiviestin lähiasukkaille ja mökkiläisille ennen maanalaisen kaivoksen ylätasoillatehtäviä räjäytyksiä, joissa noudatetaan avolouhoksen toiminta-aikojen mukaisia räjäytysaikoja. Halukkaat henkilöt lisätään tekstiviestilähetyslistalle pyynnöstä.

Hankevastaavan tavoitteena on mahdollistaa avoin vuoropuhelukanava, minkä välityksellä voi antaa palautetta, jolloin annettuun palautteeseen voidaan reagoida lyhyellä aikavälillä. Seurantaryhmän toimintaa sekä hankevastaavan internettisivuilla kaivoksen toiminnasta ja laadunvalvonnan tuloksista tiedottamista pidetään positiivisena.

8.4.4 Muu viestintä

Hankkeesta ja sen ympäristövaikutusten arvioinnista tiedotetaan ympäristöhallinnon sekä hankkeesta vastaavan internet-sivujen välityksellä.

8.5 YVA-ohjelmasta saadut lausunnot ja mielipiteet

Kainuun ELY-keskus antoi lausuntonsa hankkeen YVA-ohjelmasta 19.5.2023. Lausunto on esitetty selostuksen liitteenä 1. Yhteysviranomaiselle oli toimitettu 13 lausuntoa sekä 7 yksityisten tai yhdistysten jättämää mielipidettä. Lausunnossaan ELY-keskus toteaa, että arviointiohjelma kattaa YVA-laissa ja -asetuksessa luetellut arviointiohjelman sisältövaatimukset.

Taulukossa 8-1 on esitetty ne asiat, jotka yhteysviranomaisen lausunnon mukaan tulee ottaa huomioon arvioitaessa hankkeen ympäristövaikutuksia. Taulukon oikeanpuoleisessa sarakkeessa on esitetty, miten yhteysviranomaisen lausunto on otettu huomioon arviointityössä. YVA-selostus on laadittu YVA-ohjelman sekä siitä annettujen mielipiteiden ja lausuntojen pohjalta.

Taulukko 8-1. Yhteysviranomaisen lausunnossaan esittämien vaatimusten huomiointi tehdyssä arviointityössä.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Hankekuvaus ja hankkeen vaihtoehdot	
Yhteisviranomainen pyytää täsmentämään ja uudelleen rajaamaan hankevaihtoehtojen ja niiden alavaihtoehtojen sisältöä arviointiselostukseen sen perusteella, millaista tietoa ympäristövaikutusten arviointiselostukseen laadittavista selvityksistä saadaan. Esimerkiksi vesienjohtamista koskeviin järjestelyihin on esitetty kaksi vaihtoehtoista purkusuuntaa hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 kohdalla, mikä voi vaikeuttaa hankevaihtoehtojen vertailua varsinaisessa selostusvaiheessa. Eri vesienjohtamisjärjestelyt tulisi esittää hankevaihtoehtojen alavaihtoehtoina.	Hankevaihtoehtojen kuvausta ja rajausta on täsmennetty ja selvennetty (luku 4.1). Rikastushiekka-altaan sijoitus ja toiminnan laajeneminen sisältyvät hankevaihtoehtoihin VE1 ja VE2. Purkureittivaihtoehdot sekä kaivostäyttövaihtoehdot tarkastellaan omina kokonaisuuksinaan.
Yhteysviranomaisen näkemys on, että eri hankevaihtoehtojen ja niiden alavaihtoehtojen vesistövaikutusten arvioinnissa tulee selkeästi erottaa hankkeen eri elinkaaren vaiheiden vesienjohtamisjärjestelyt ja arvioida niiden vesistövaikutukset.	Nykytilan vesienjohtamisjärjestelyt esitetään luvussa 3.1.5.2 (Kuva 3-8 ja Kuva 3-9). Toiminnan aikaiset vesienjohtamisjärjestelyt esitetään luvuissa 5.6 ja 5.7 kuvissa 5-7 ja 5-8. Purkureittivaihtoehtojen vesistövaikutuksia toiminnan aikana sekä hankevaihtoehtojen vesistövaikutuksia sulkemisen jälkeen on käsitelty luvussa 14. Sulkemisen jälkeinen vesien johtaminen on esitetty sulkemissuunnitelmassa (liite 6).

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Yhteysviranomainen pitää tärkeänä, että YVA-menettelyssä tarkastellaan eri hankevaihtoehtojen alavaihtoehtoina kaivostäytön toteuttamisen vaihtoehtoisia tekniikoita, sillä kaivostäytössä käytettävien tekniikoiden erot louhostäytön pitkäaikaisten ympäristövaikutusten välillä voivat olla merkittävät. Esimerkiksi rikastushiekan hyödyntäminen eri tekniikoin maanalaisessa kaivostäytössä tulee nostaa omaksi erilliseksi alavaihtoehdoksi.	Kaivostäyttövaihtoehdot käsitellään omana kokonaisuutenaan (luku 4.1 ja 5.4). Niiden vaikutus huomioidaan louhinnassa (luku 5.1). Kaivostäyttövaihtoehdot huomioidaan myös vesilaatumallinnuksessa (liite 2) ja vesistövaikutusarvioinnissa (liite 4 ja luku 14). Ympäristövaikutusarvio perustuu selostuksessa esitettyihin menetelmiin, jolloin se on varovaisuusperiaatteen mukainen, vastaa nykyisiä suunnitelmia ja perustuu geokemialliseen mallinnukseen. Toteutetun arvioinnin perusteella vaikutukset ovat hyväksyttävällä tasolla kuvattuja menetelmiä käytettäessä. Mikäli kaivostäytössä siirrytään laajamittaisesti esimerkiksi kovettuvan kaivostäytön hyödyntämiseen, kaivostäytön liukoisuusolosuhteet muuttuisivat veden kanssa kosketuksissa olevan pinta-alan pienentyessä, jolloin ympäristövaikutukset lähtökohtaisesti pienenevät. Kovettuvan kaivostäyttötekniikan ja esimerkiksi hydraulisen kaivostäyttötekniikan ympäristövaikutuksia voidaan tutkia tarkemmin siinä vaiheessa, kun niiden teknisestä toteuttamisesta on enemmän tietoa.
Hankkeen edellyttämät suunnitelmat ja luvat	
Yhteysviranomaisen lausunnossa lähinnä muistutuksia	

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Ympäristön nykytila, arvioitavat ympäristövaikutukset ja menetelmät	
Hankealue, sen lähivaikutusalue ja vaikutusalue, kuten myös erilaisten vaikutusten tarkastelualueet tulee määritellä selkeästi YVA-selostuksessa myös karttakuvin, ja ilmauksia tulee käyttää yhdenmukaisesti. Erityisesti vesistö- ja pohjavesivaikutuksia tulee tarkastella sekä lähivaikutusalueella, jolle voi kohdistua vaikutuksia ns. normaalitoiminnasta, että vaikutusalueella, jolle hankkeesta voi kohdistua vaikutuksia mahdollisissa poikkeus-, häiriö- tai onnettomuustilanteissa.	Pohjavesivaikutuksen alueet on esitetty luvussa 13. Vesistövaikutusarvio on esitetty luvussa 14.
Yhteysviranomainen korostaa, että selostuksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota lähivaikutusalueen ja vaikutusalueen rajauksiin eri hankevaihtoehtojen osalta huomioiden toiminnan elinkaaren eri vaiheiden erot vaikutusten ulottuvuudessa.	Eri osioiden vaikutusarvioinneissa on arvioitu erikseen rakentamisen aikaiset, toiminnan aikaiset ja toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset.
Yhteysviranomainen huomauttaa, että vaikutusten tarkastelussa ja soveltuvien menetelmien valinnassa tulee huomioida koko kaivoshankkeen elinkaaren aikaiset vaikutukset. YVA-selostuksen perusteella on saatava selkeä tieto kaivostoiminnasta ja sen ympäristövaikutuksista koko kaivoksen elinkaaren aikana, mukaan lukien jälkihoitovaiheen aikajänne.	Eri osioiden vaikutusarvioinneissa on arvioitu erikseen rakentamisen aikaiset, toiminnan aikaiset ja toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Kaivannaisjätteet ja niiden hallinta	
BAT-päätelmät tulee huomioida jo hankkeen suunnitteluvaiheessa siten, että toiminnassa hyödynnetään joko vertailuasiakirjassa kuvattuja tekniikoita ja menetelmiä tai vaihtoehtoisesti sellaisia ratkaisuja, jotka pystytään osoittamaan ympäristönsuojelullisilta vaikutuksiltaan vähintään yhtä tehokkaiksi. Kaivannaisjätteiden hallinnasta aiheutuvien ympäristövaikutusten ehkäisemiseen ja vähentämiseen käytettävien tekniikoiden soveltuminen ja tapauskohtainen soveltaminen tulee osoittaa BAT 5 -päätelmän mukaisen ympäristöriskien ja -vaikutusten arvioinnin kautta.	Rikastushiekka-altaan laajennuksen rakenteiden tekninen kuvaus on esitetty kappaleessa 5.5. Laajennuksen suunnittelussa toteutuvat samat BAT-päätelmät kuin nykyisellä rikastushiekka-altaalla. BAT-päätelmät on listattu jätehuoltosuunnitelman (liite 5) liitteessä 3 sekä sulkemissuunnitelman (liite 6) liitteessä 4. BAT19-päätelmän osalta mitoitustulva huomioidaan altaan operointi-, HW- ja hätä-HW-tason sekä tarvittaessa ylivuotorakenteiden mitoituksessa. Toistuvuusaika määritetään vahingonvaara-arvion/-selvityksen perusteella. Rikastushiekka-altaan laajennukselle on toteutettu läjitysmalli, jonka teknisiä tietoja hyödyntäen on tehty läjitysalueen toiminnanaikainen sekä sulkemisen jälkeinen vedenlaatumallinnus. Vedenlaatuarvion perusteella on toteutettu maa- ja kallioperä-, pohjavesi- sekä vesistövaikutusarviot.
Kaivannaisjätteiden hallinnan MWEI BREF-vertailuasiakirjan mukaisesti kaivannaisjätteiden ympäristövaikutukset tulee arvioida niin pitkälle ajanjaksolle, että kaivannaisjätteiden voidaan arvioida muuttuvan riittävän inerteiksi ollakseen aiheuttamatta enää ympäristövaikutuksia. Kaivannaisjätealueiden suunnittelun lähtökohtana tulee olla niiden ympäristöturvallinen sulkeminen.	Kaivannaisjätealueille on tehty vesilaatuarviot sulkemisen jälkeiselle ajalle hyödyntäen kineettisen kokeen (kosteuskammiokoe) tuloksia. Rikastushiekka-altaalle on mallinnettu lyhyemmän aikavälin vesilaatuarvio, jolloin altaalla on vielä prosessivesijäämiä, sekä pitemmän aikavälin vesilaatu, jossa prosessivesi on korvautunut sadevedellä. Vesilaatumallinnusraportit on esitetty selostuksen liitteenä 2, vaikutusarviot esitetään kunkin osa-alueen vaikutusarvio-osassa.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Kaivannaisjätteiden pitkäaikaiskäyttäytymisestä on oltava käytettävissä riittävät tiedot, jotta eri hankevaihtoehtojen ja niiden alavaihtoehtojen välisiä eroja ympäristövaikutusten suuruudessa ja merkittävyydessä pystytään arvioimaan. Yhteysviranomainen pitää tärkeänä etenkin kaivannaisjätteiden sisältämän sinkin alkuperän ja liukoisuuden sekä käyttäytymisen tarkastelua, kuten GTK on lausunnossaan suositellut. Kaivannaisjätteiden karakterisointituloksien tulkinnan tukena on suositeltavaa hyödyntää geokemiallista mallinnusta. Kaivannaisjätteiden pitkäaikaiskäyttäytymiseen liittyvien koetulosten hyödyntämisessä päästö- ja vaikutusarvioinnissa, tulee huomioida riittävä epävarmuustarkastelu ja varovaisuusperiaate.	Kaivannaisjätealueiden toiminnanaikainen sekä sulkemisen jälkeinen vesilaatumallinnusraportti on esitetty liitteessä 2. Vesilaatumallinnus on tehty geokemiallisena mallinnuksena ja siinä on hyödynnetty kaivannaisjätteiden kineettisten kokeiden tuloksia (kosteuskammiokokeet). Mallinnuksen epävarmuudet on esitetty mallinnusraportissa. Vaikutusarviointeihin liittyvät epävarmuudet on esitetty vaikutusarvioinnin yhteydessä (esim. maa- ja kallioperän vaikutusarviointiin liittyvät epävarmuudet kappaleessa 12.5).
YVA-selostuksessa tulee kiinnittää tulosten sovellettavuuden ja lisäselvitystarpeiden arvioimiseksi huomioita kaivannaisjätteiden karakterisoinnissa ja pitkäaikaisvaikutusten arvioinnissa käytettyjen näytemäärien ja niiden edustavuuden kuvaukseen kuten myös karakterisointimenetelmien, analyysitulosten, niihin liittyvien virhemarginaalien ja epävarmuuksien sekä tehtyjen johtopäätösten selkeään esittämiseen.	Kaivannaisjätteiden pitkäaikaiskäyttäytymistä on tutkittu kosteuskammiokokeilla. Koonti kokeiden tuloksista ja näyte-edustavuuksista on esitetty liitteessä 10.
Yhteysviranomainen nostaa esille kaivannaisjätteiden hyödyntämistä kaivostäytössä koskevat BAT-päätelmät (BAT 28 ja 29). YVA-selostuksessa tarkasteltaessa eri kaivostäyttöratkaisuja, tulee niiden tapauskohtaisessa soveltumisessa sekä soveltuvuuden ympäristövaikutusten arvioinnissa huomioida kaivannaisjätteiden erityispiirteet ja paikalliset ympäristöolosuhteet.	Sivukivi- ja rikastushiekkatäyttöjen vaikutuksista maanalaisessa kaivoksessa muodostuvan veden laatuun on arvioitu erikseen vesilaatumallinnusraportissa, joka on esitetty liitteessä 2.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Kaivannaisjätteiden hallinnan BREF-vertailuasiakirjan BAT-päätelmien mukaisesti kaivostäytössä käytettävän tekniikan soveltuvuus tulee osoittaa tapauskohtaisen ympäristöriskien ja -vaikutusten arvioinnin kautta huomioiden kaivannaisjätteiden karakterisoinnin tulokset sekä pitkäaikaiskäyttäytyminen louhostäytössä ja siihen vaikuttavat paikalliset olosuhteet, kuten hydrogeologiset olosuhteet.	Ks. yllä oleva kohta. Vaikutusarvioinnissa on hyödynnetty veden laatumallinnuksen sekä pohjavesimallinnuksen tuloksia.
Jotta kaivannaisjätteiden hyödyntäminen kaivostäytössä olisi pitkällä aikavälillä ympäristöturvallista, on niiden sijoittamisessa taattava jätteiden fysikaalinen ja kemiallinen vakaus pitkällä aikavälillä.	Kaivostäytön (sivukivi, rikastushiekka) pitkäaikaiskäyttäytymistä on tutkittu kineettisten kokeiden avulla (kosteuskammiokokeet).
Yhteysviranomainen huomauttaa, että kaivoksen sivukivet ja hylkykivi ovat mahdollisesti happoa muodostavia ja luokittuvat vaaralliseksi jätteeksi, minkä vuoksi niiden hyödyntäminen kaivostäytössä ei lähtökohtaisesti ole MWEI BREF-asiakirjan valossa BAT-tekniikkaa. Sivu- ja hylkykivien hyödyntäminen kaivostäytössä sellaisenaan mahdollistaa niiden hapettumisen ja sulfidirapautumisen käynnistymisen ja siten aiheuttaa riskin happaman metallipitoisen kaivosvaluman muodostumiselle.	Sivukiven käyttöä kaivostäytössä ja sen vaikutusta kaivoksessa muodostuvan veden laatuun on arvioitu geokemiallisen mallinnuksen avulla (liite 2).
Yhteysviranomainen pitää tärkeänä, että YVA-menettelyssä eri hankevaihtoehdoissa huomioidaan alavaihtoehtoina kohteeseen soveltuvat erityyppiset kaivostäyttöratkaisut huomioiden niiden tekninen toteutettavuus sekä vaikutukset vesien laatuun.	Sivukivi- ja rikastushiekkatäyttöjen vaikutusta maanalaisessa kaivoksessa muodostuvan veden laatuun on arvioitu erikseen vedenlaatumallinnusraportissa, joka on esitetty liitteessä 2.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Yhteisviranomainen korostaa, että YVA-selostuksessa tulee kuvata selkeästi eri hankevaihtoehtojen alavaihtoehtoina erilaisten kaivostäyttöjen käyttö ja niistä aiheutuvat päästöt ja vaikutukset hankkeen elinkaaren eri vaiheissa. Eri kaivostäyttöratkaisuja arvioitaessa tulee kiinnittää huomioita niiden tekniseen toteutettavuuteen sekä täytöissä käytettävän kaivannaisjätteen pitkäaikaiskäyttäytymiseen ja siihen miten kyseinen täyttöratkaisu tai niiden yhdistelmä vaikuttaa vesipäästöihin. Kaivoksen toimintavaiheen osalta tulee tarkastella kaivostäyttöratkaisujen vaikutuksia kaivoksen kuivanapitovesien määrään ja laatuun sekä toiminnan päättymisen jälkeisen jälkihoitovaiheen osalta vaikutuksia louhostiloista kalliopohjaveteen purkautuvaan kuormitukseen sekä kaivoksesta ylivuotovetenä Pieneen Tipasjärveen päätyvään kuormitukseen.	Kaivostäyttövaihtoehdot on käsitelty erikseen omana vaihtoehtotarkasteluna (luku 4.1) Kaivostäyttö 1 ja Kaivostäyttö 2. Nämä vaihtoehdot on otettu huomioon eri osa-alueilla vaikutusten arviointiosiossa. Kuivanapitovesien määrää on arvioitu pohjavesimallinnuksessa (liite 7, luku 13). Sivukiven ja rikastushiekan käyttöä kaivostäytössä ja sen vaikutusta kaivoksessa muodostuvan veden laatuun on arvioitu geokemiallisen mallinnuksen avulla (liite 2).
Vesitase ja vesienhallinta	
Yhteysviranomainen pitää tärkeänä, että vesitaseessa huomioidaan myös miten louhostäytön tekniset ratkaisut vaikuttavat vesitaseeseen, kuten toimintavaiheessa kuivanapitovesien määrään ja toiminnan päättymisen jälkeen.	Pohjavesimallissa (luku 13) maanalainen louhos on mallinnettu yksinkertaistettuna. Koska louhostäytön vedenjohtavuudesta ei ole tarkkaa tietoa ja louhosten täytössä käytetään kiinteää kalliota selvästi paremmin vettäjohtavaa louhetta ja rikastushiekkaa, pohjavesimallissa maanalaiset louhokset mallinnettiin avoimina ja tyhjinä kuivatettavina tilavuuksina. Simuloitu toiminnan aikainen suotovesimäärä ei siten varsinaisesti huomioi eri louhostäyttövaihtoehtoja, vaan laskee koko louhittuun tilavuuteen suotautuvan veden määrän. Sulkemisen jälkeiseen tilanteen simuloinnissa louhokset mallinnettiin täyttötilavuuksina, joiden vedenjohtavuudeksi asetettiin 5×10^{-6} m/s.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
YVA-selostuksessa tulee tarkastella kokonaisvesitasetta eri hankevaihtoehtojen kannalta. On tärkeää kuvata tarkemmin molempien rikastushiekka-allasvaihtoehtojen riittävät toimenpiteet vesien- ja vesitaseenhallinnan kannalta. Hydrologisessa mitoituksessa tulee ottaa huomioon tarvittava vesien varastokapasiteetti myös häiriötilanteiden varalta. Erityisesti varastointikapasiteetti tulee huomioida, mikäli esimerkiksi ympäristölupamääräykset tulisivat rajoittamaan juoksutuksia. Mitoituksessa tulee huomioida erilaiset sääolosuhteet, jotka voivat johtaa poikkeuksellisiin tilanteisiin kuten äkillinen lumen sulaminen ja äärimmäinen sademäärä.	Vesitase on mallinnettu nykytilanteelle (VE0) sekä vaihtoehdoille VE1 ja VE2 (Liite 3). Vesitasemalli kuvaa kaivosalueen kokonaisvesitasetta, jossa osakohteiden sisäiset ja niiden väliset virrat on huomioitu. Vesitasemallissa on tarkasteltu kerran 100 vuodessa tapahtuvaa 3 vuorokauden rankkasadetta, kerran 1000 vuodessa tapahtuvaa 1 vuorokauden rankkasadetta sekä kerran 100 vuodessa tapahtuvaa runsasta vuosisadantaa riittävän mitoituskapasiteetin varmistamiseksi.
Vesitasemallinnuksen tulee sisältää käsitys pitkän aikavälin ilmastonmuutoksesta. Mallinnuksessa tulisi kuvata harvinaisten ja äärimmäisten sademäärien ja tulvien esiintymistiheyttä, kestoa ja voimakkuutta sekä mahdollisia haihtumismuutoksia ja roudan muutosten vaikutuksia. Erityisesti ilmastonmuutoksen vaikutukset korostuvat sulkemisen suunnittelussa.	Vesitasemallinnuksessa (Liite 3) on käytetty kahta eri vuosisadantaskenaariota ilmastonmuutoksen vaikutuksen huomioon ottamiseksi: keskimääräistä vuosisadantaa ja kerran 100 vuodessa tapahtuvaa runsasta vuosisadantaa.
Vesitaseen laskennassa ja vesienhallinnassa tulee huomioida toiminnan elinkaaren eri vaiheet eri hankevaihtoehtojen osalta. Vesitaseessa tulee huomioida kaikki vesijakeet, vesijakeiden määrien vaihteluvälit- ja määräarvioihin liittyvät epävarmuudet ja virhemarginaalit. Vesienhallinnan ja käsittelyn osalta tulee esittää vesienjohtamis- ja käsittelyratkaisut. Vesienkäsittelytarpeiden osalta tulee huomioida kaivannaisjätteiden hallintaratkaisujen vaikutus eri hankevaihtoehdoissa vesienkäsittelytarpeeseen toiminnan elinkaaren eri vaiheissa.	Toiminnan elinkaaren eri vaiheet on huomioitu siten, että vesi- ja kuormatase on mallinnettu nykytilanteelle (VE0) vuosille 2024–2025 sekä vaihtoehdoille VE1 ja VE2 vuodesta 2026 toiminnan loppumiseen asti vuoteen 2035 (liite 3). Vesitasemallille on tehty herkkyystarkastelu. Vesitaseraportissa on esitetty kaikki vesijakeet, vesikiertokaaviot ja vesienkäsittely-yksiköt eri hankevaihtoehdoille. Vedenpuhdistamon toimintaa on tarkemmin kuvattu YVA-selostuksen kappaleessa 3.1.5.4. Toiminnan eri vaiheissa kaivannaisjätteiden hallintaratkaisujen vaikutus on otettu huomioon siten, että vesi- ja kuormatasemallin syötteenä toimivat kaivannaisjätealueiden ja louhoksen toiminnan aikaiset ja sulkemisen jälkeiset vesilaatumallinnuksen tulokset (Liite 2).

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Patoturvallisuus	
YVA-ohjelmassa luvussa 9.3 “Patoturvallisuus” on kuvattu asiaa: ”Patojen ja niihin kuuluvien rakennelmien ja laitteiden osalta tulee huomioida patoturvallisuuslaki (494/2009). Patoturvallisuuslain tavoitteena on varmistaa turvallisuus patojen rakentamisessa, kunnossapidossa ja käytössä sekä vähentää padoista aiheutuvaa vahingonvaaraa.” Yhteysviranomainen pyytää tarkentamaan selostusvaiheessa kappaletta seuraavalla tavalla: ennen käyttöönottoa pato on luokiteltava ja sille on hyväksyttävä tarkkailuohjelma patoturvallisuusviranomaisella. Mikäli pato luokitellaan 1-luokkaan, on sille hyväksytettävä vahingonvaaraselvitys sekä laadittava turvallisuussuunnitelma. Nykyisessä toiminnassa vain pyriittiallas on luokiteltu patoturvallisuuslain mukaiseen 1-luokkaan. Rikastushiekka-allas on luokiteltu 2-luokkaan.	Patoturvallisuutta käsitellään YVA-selostuksen kappaleessa 7.2. Tekstiä on täydennetty lausunnon mukaiseksi.
YVA-selostusvaiheessa olisi hyvä tunnistaa padosta aiheutuvat riskit, häiriötilanteet ja vahingonvaara: mitä ja millaisia vaikutuksia ympäristöön aiheutuu rikastushiekka-altaan murtumatilanteesta eri sijoitus- ja -suunnitteluvaihtoehdoilla. Selostuksessa tulisi myös arvioida niitä toimenpiteitä, kuinka riskejä voidaan minimoida rikastushiekka-altaalla. Sijaintivaihtoehtojen vertailuilla tulee ottaa myös huomioon vaikutukset olemassa olevien altaiden vahingonvaaraan.	Allasalueisiin liittyviä ympäristöriskejä on käsitelty luvussa 27. Vahingonvaara-arvio laaditaan ympäristölupahakemuksen yhteydessä. Nykyisen altaan vahingonvaaraselvityksen päivitys lopullisten korotusvaiheiden mukaisesti on käynnissä.
Vaikka pato-onnettomuuden todennäköisyys on hyvin pieni, tulisi patorakenteiden murtuminen ottaa mukaan riskitarkasteluun. Alustavasti tulisi myös arvioida niitä toimenpiteitä, joita padon onnettomuus- ja häiriötilanteissa on mahdollista tehdä.	Allasalueisiin liittyviä ympäristöriskejä on käsitelty luvussa 27.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
YVA-selostuksessa tulisi kuvata rikastushiekka-altaan rakentamisen yleisperiaatteet sekä rakentamiseen käytettävät materiaalit. Selostuksessa tulee kuvata myös rakentamisen vaiheistus (esimerkiksi korotukset). Myös alustavat vakavuustarkastelut on hyvä tehdä YVA-vaiheessa ja näin tarkastella molempien alueiden soveltuvuutta patojen rakentamiseen.	Kuvattu luvussa 5.5.
Ympäristövaikutusten arvioinnissa (ja viimeistään lupavaiheessa) tulee tarkastella ja huomioida myös patoturvallisuutta koskevat kaivannaisjätteiden hallinnan MWEI BREF-vertailuasiakirjan BAT-päätelmät.	Rikastushiekka-altaan laajennuksen suunnittelussa on huomioitu vastaavat BAT-päätelmät kuin nykyisellä rikastushiekka-altaalla. BAT-lista on esitetty jätehuoltosuunnitelman (selostuksen liite 5) liitteessä 3. Patoturvallisuutta koskevat BAT-päätelmät on huomioitu siltä osin kuin suunnittelussa on tässä vaiheessa mahdollista, ja näin tehdään myös lupahakemusvaiheessa suunnitelmien tarkentuessa.
Tekniset rakenteet	
Kaivannaisjätteiden hallinnan BREF vertailuasiakirjan mukaisesti kaivannaisjätteen jätealueet tulee suunnitella sulkeminen huomioiden niin, että niiden pohja-, pato- ja peittorakenteet suunnitellaan kokonaisuutena huomioiden jätealueen pitkäaikaisen ympäristöturvallisuuden varmistaminen. Kokonaissuunnittelun tulee perustua BAT 5 -päätelmän mukaiseen ympäristöriskien ja -vaikutusten arviointiin, jossa tulee huomioida kaivannaisjätteiden ominaisuudet ja käyttäytyminen sekä kohdekohtaiset ympäristöolosuhteet. Näin ollen ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa tulee esittää, miten rakenteiden suunnittelussa on huomioitu em. seikat ja peittorakenteiden lisäksi selkeästi esittää tulevien mahdollisten rikastushiekka-altaiden pohjarakenteiden ominaisuudet ja arvioimaan huolellisesti soveltuuko maapohja vedenläpäisyominaisuuksiensa perusteella pohjarakenteeksi.	Altaan rakenteet on esitetty luvussa 5.5, alla olevan turpeen ja moreenin vedenjohtavuutta sekä veden läpisuotaumaa on käsitelty maaperä- ja pohjavesiosuudessa luvuissa 12.2.2 ja 13.3.2. Peittorakenteen ominaisuudet ja soveltuvuus on kuvattu kappaleessa 3.1.11.3.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Tipasojan kyläyhdistys ry on lausunnossaan pyytänyt tietoa, kuinka syväjuurisen puuston leviäminen mahdollisten rikastushiekka-alueen peittorakenteiden päälle estetään pitkällä aikavälillä. Yhdistys pyytää myös selvittämään kenen vastuulla on sulkemisen jälkeen valvoa alueen ympäristöturvallisuutta ja millaisia vaikutuksia edellä mainitusta vahingoista voisi ympäristölle koitua. Yhteysviranomainen pyytää, että tiedon tarve otetaan huomioon arviointiselostuksessa.	Puuston leviämistä rikastushiekka-alueen peittorakenteen päälle voidaan ehkäistä aktiivisella kasvittamisella (esim. ruohovartisten kasvien kylväminen, jolloin puiden mahdollisuudet levitä itsekylväytymällä heikkenevät oleellisesti).
Pohjavesivaikutukset	
Yhteysviranomainen edellyttää, että selostusvaiheessa tarkennetaan pohjavesien nykytilaa ja pohjavesiin kohdistuvia vaikutuksia. Pohjaveden todennäköiset virtaussuunnat eri hankevaihtoehdoissa hankkeen elinkaaren eri vaiheissa tulee visualisoida karttakuvin. Samaan karttakuva-aineistoon tulee merkitä myös avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen kuivanapidosta johtuva pinnankorkeusalenema ja maanalaisen kaivoksen sijainti.	Kaivoksen pohjavesivaikutusten kuvaamiseksi on tehty pohjavesimalli, joka on kalibroitu nykytilanteeseen (vuosi 2023). Mallilla on simuloitu nykytilanteen pohjavesien virtaussuunnat ja louhokseen suotautuvan pohjaveden määrä sekä louhoksen kuivatuspumppauksen aiheuttama pohjavedenpinnan alenemakartion laajuus. Malilla on tehty ennustesimuloinnit vuosille 2025 ja 2035 pohjaveden alenemakartion ja louhokseen suotautuvan pohjaveden määrän arvioimiseksi. Lisäksi on mallinnettu sulkemisen jälkeistä tilannetta louhoksen vedellä täyttymiseen kuluvan ajan ja täyttymisen jälkeisten pohjaveden virtaussuuntien simuloimiseksi. Malliin liittyvät pohjavesivaikutuksia visualisoivatkarttakuvat on esitetty luvuissa 13.2 ja 13.3.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Yhteysviranomainen toteaa, että kaivosalueen hydrogeologinen tarkastelu tulee toteuttaa vähintään konseptuaalisena selvityksenä. YVA-menettelyn aikana on huolellisesti harkittava miltä osin tarkastelussa on tarpeellista hyödyntää vesitase- ja hydrogeologista mallinnusta. Yhteysviranomainen korostaa, että kyseisessä tarkastelussa tulisi vertailla ja ennakoida hankevaihtoehtojen välisiä eroja siinä, miten louhinnan mittakaava sekä mahdolliset eri kaivostäyttöratkaisut ja niiden vaikutus louhostilojen vedenjohtavuuksiin vaikuttavat pohjaveden virtaussuunnan ja pinnankorkeuksien muutoksiin kaivoksen kuivana pidon aikana ja sen päätyttyä. Samaan visuaaliseen tarkasteluun tulisi merkitä myös pohjaveden korkeustaso eri havaintopisteissä ja alueelle mahdollisesti tehty (alustava) kallioperän ruhjetulkinta.	Kaivosalueelle on tehty hydrogeologinen konseptuaalinen ja numeerinen 3D-pohjavesimalli (liite 7, luku 13, Kuva 13-4 ja Kuva 13-6), jolla on simuloitu louhoksen eri vaiheita 2023 (nykytila), 2025, 2035 (laajin vaihe) ja sulkemisen jälkeinen tilanne. Toiminnan aikaisissa simuloinneissa louhitut tilavuudet on mallinnettu avoimina ja tyhjinä tilavuuksina, minkä voidaan katsoa edustavan louhinnan aiheuttamia pohjavesivaikutuksia riittävällä tarkkuudella sekä louhe- että rikastushiekkalouhostäytön osalta. Sulkemisen jälkeiseen tilanteen simuloinnissa louhokset mallinnettiin täyttötilavuuksina, joiden vedenjohtavuudeksi asetettiin 5×10^{-6} m/s.
Yhteysviranomainen suosittelee hyödyntämään kaivosalueen vesitaseen ja hydrogeologisten olosuhteiden selvittämisessä erityisesti ilmastotietoja, alueen topografia- ja maaperätietoja, lentogeofysiikan aineistoja, avolouhosten ja kaivosinfran geometriatietoja sekä kaivoksen kairaustietoja (mm. rikkonaisuutta kuvaavat RQD-arvot), kaivoksen toteutuneita pumppaustietoja, muita kuivanapitovesistä ja kairauksista saatavia vesilaatu- ja määrätietoja sekä pohjavesiputkista saatavilla olevia havaintotietoja (aikasarjat) sekä mahdollisia maa- ja kallioperän sekä kaivostäytön vedenjohtavuustietoja.	Pohjavesimallissa on käytetty lähtötietoina kaikkia yhteysviranomaisen listaamia lähtötietoja. Työssä on tehty maaperän syvyysmalli/kallioperän topografian malli, RQD-arvoihin perustuva kallioanalyysi ja hyödynnetty nykyisen louhoksen kuivatusvesimäärätiedot ja pohjavesiputkien havaintotiedot. Pohjatutkimusten, geofysiikan mittausten, säähavaintojen ja kaivosgeometrioiden tiedot ovat myös olleet mukana mallinnustyössä.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Yhteysviranomainen muistuttaa vielä, että tulevassa arviointiselostuksessa on arvioitava myös pohjavesien osalta sulkemistoimien jälkeisiä pitkäaikaisia vaikutuksia. On suositeltavaa, että vaikutusarviointia tarkennetaan selvittämällä lisää pohjaveden virtausolosuhteita esimerkiksi geofysikaalisin menetelmin ja tarvittaessa hyödyntämällä hydrogeologista mallia. Yhteysviranomainen pitää tärkeänä myös, että hydrogeologisessa selvityksessä kartoitetaan ja tutkitaan avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen sekä Pieni-Tipasjärven välillä esiintyviä hydrogeologisia olosuhteita, jotta pohja- ja pintavesien vuorovaikutussuhteet voidaan huomioida eri hankevaihtoehtoja koskevissa arvioinneissa, kun tarkastellaan kaivostoiminnan elinkaaren eri vaiheissa Pieni-Tipasjärveen maa- ja kalliopohjaveden kautta kulkeutuvaa kuormitusta.	Pohjavesimalilla on simuloitu sulkemisen jälkeistä tilannetta laskemalla louhoksen vedellä täyttymiseen kuluvaa aikaa sekä pohjaveden virtausolosuhteita vedellä täyttymisen jälkeen. Lisäksi on suunniteltu hydrogeologisia mittauksia louhoksen ja Tipasjärven väliselle alueelle pintakallio-osaan. Mallille on tehty herkkyystarkastelua eri parametrien suhteen.
Aiemmin tehdyt pohjavesiselvitykset tulee laittaa arviointiselostukseen liitteeksi. Rambollin laatimaa avolouhoksen pumppauksen vuoksi tehtyä kaivoksen kuivatuksesta johtuvaa alenema-arviota tulee tarkistaa karttuneen tarkkailutiedon ja edellä mainitun hydrogeologisen selvityksen myötä arviointiselostukseen.	Pohjavesimallinnuksen raportti on YVA-selostuksen liitteenä. Selostuksessa esitetty pohjavedenpinnan alenema-arvio perustuu selostuksen yhteydessä tehtyyn pohjavesimalliin.
GTK on esittänyt lausunnossaan tarkempaa analyysia pohjaveden laatumuutoksista ja arviota kaivostoiminnan muutosten vaikutuksesta pohjavesien laatuun. Myös yhteysviranomaisen näkemys, että selostusvaiheessa tulee laatumuutoksia käsitellä tarkemmin.	Selostuksen pohjavesiosuudessa on selvitys pohjaveden laadusta ja sen muutoksista (luku 13).
Mikäli rikastushiekka-alue perustetaan VE1:n tai VE2:n mukaisesti, tulee alueella lisätä pohjaveden havaintoputkia tulevien seurantavelvoitteiden täyttämistä varten. YVA-selostusvaiheessa tulee esittää alustava suunnitelma pohjavesitarkkailusta.	Selostuksessa on esitetty alustava suunnitelma pohjavesitarkkailusta.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Vesistövaikutukset ja kalatalous	
Yhteysviranomainen pitää tärkeänä, että vesienjohtamisen vaikutukset eri hankevaihtoehdoissa niiden elinkaaren eri vaiheissa kuvataan ja arvioidaan huolella. YVA-selostuksessa tulee arvioida miten tuotantomäärän ja toiminta-ajan kasvu sekä eri kaivannaisjätteiden hallintaratkaisut vaikuttavat eri purkureiteille johdettavaan kuormitukseen ja aiheutuvien vaikutusten merkittävyyteen. Lisäksi tulee kiinnittää erityistä huomioita hankevaihtoehtojen alavaihtoehtojen (esim. kaivostäytössä käytettävät tekniikat) vaikutukseen vesistökuormituksen määrässä ja laadussa sekä vaikutuksissa hankkeen elinkaaren eri vaiheissa. Yhteysviranomainen pitää tärkeänä, että arviointiselostuksessa kuvataan selkeästi miten eri vesistöihin kohdistuvaan kuormitukseen vaikuttavat tekijät ja niihin liittyvät epävarmuudet on huomioitu vaikutusarvioinnissa.	Luvussa 14 esitetyssä vesistövaikutusarviossa on huomioitu kuormataseen mukaiset kuormitukset tuotantomäärän kasvaessa sekä erilaisilla kaivostäyttömateriaaleilla sekä arvioitu eri kuormitustilanteiden mukaiset vesistövaikutukset Koivupuron purkureitillä. Taivalpuron purkureitillä vesistövaikutusarvio perustuu vaikutusten arviointiin maksimaalisessa kuormitustilanteessa. Vesistövaikutusarvion epävarmuuksia on kuvattu luvussa 14.6.
Yhteysviranomainen pitää erittäin tärkeänä, että YVA-selostuksessa kuvataan selkeästi kuormituksen jakaantumista eri hankevaihtoehtojen osalta hankkeen elinkaaren eri vaiheissa Koivupuron ja Tipasjärven kesken.	Luvussa 14 esitetyssä vesistövaikutusarviossa on tarkasteltu kahta vesienjohtamisvaihtoehtoa toiminnan aikana. Toisessa vaihtoehdossa kuormitus johdetaan kokonaisuudessaan Koivupuron purkureitille. Toisessa vaihtoehdossa on tarkasteltu vaihtoehtoa, jossa 60 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron reitille ja 40 % Taivaljärven purkureitille. Toiminnan päättymisen jälkeen vesien johtaminen ja kuormituksen jakautuminen pohjautuu sulkemisen jälkeisiin mikrovaluma-alueisiin. Toiminnan päättymisen jälkeinen vesistövaikutusarvio on esitetty luvussa 14.4.3.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Yhteysviranomainen pitää tärkeänä, että eri hankevaihtoehtojen koko elinkaaren aikaiset kuormitukset ja vaikutukset tarkastellaan eri elinkaaren vaiheita vertaillen riittävin mallinnus- tai laskelmatarkasteluin. Vesistövaikutusten arvioinnissa tulee huomioida eri vesipäästöjen vaihteluvälit ja virhemarginaalit. Yksittäisten aineiden pitoisuuksien lisäksi tulee tarkastella myös eri haitta-aineiden yhteisvaikutuksia	Toiminnan aikana vesistövaikutuksia on tarkasteltu Koivupuron purkureitillä laimennuslaskelmien ja Pienessä Tipasjärvessä vesistömallinnuksen avulla. Vaikutuksia on tarkasteltu eri kuormitusskenaarioissa huomioiden kaivostäyttömateriaalivaihtoehtojen sekä sadannan aiheuttaman vaikutuksen kuormituksen suuruuteen. Vaikutuksia on tarkasteltu vesistössä keskimääräisen sadannan kuormitustilanteessa keski- ja keskialivirtaamatilanteessa ja kerran sadassa vuodessa toistuvan sadannan kuormitustilanteessa keskivirtaamalla. Haitta-aineiden yhteisvaikutuksia on arvioitu ns. ”toksinen yksikkö” -menetelmällä.
Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa tulee tarkentaa alueen kalataloudellista nykytilaa YVA-selostukseen.	Kalataloudellisen nykytilan tarkennettu kuvaus on esitetty luvussa 16.2.
Kuormituksen vaikutuksia eri eliöryhmiin on tarkasteltava myös riittävän laajasti Pieni-Tipasjärven alueella sekä edelleen Tipasjoessa.	Vaikutukset vesieliöstöön ja kalastoon on esitetty luvuissa 15 ja 16.
Yhteisviranomainen korostaa, että arviointiselostuksessa tulee tarkastella kaivostoiminnan elinkaaren aikaiset vaikutukset eri hankevaihtoehtojen osalta suhteessa vesienhoidon tilatavoitteisiin sekä virkistyskäyttöön.	Vaikutukset vesimuodostumien tilaan ja vesienhoidon tavoitteisiin on esitetty luvussa 17 ja virkistyskäyttöön luvussa 25.3.2.
Ilmasto ja ilmanlaatu	
Yhteysviranomainen pyytää, että selostuksessa huomioidaan paremmin myös ilmastollisten ääri-ilmiöiden, kuten rajun sadannan toistuvuus.	Ilmastovaikutuksien osiossa (luku 22) on kerrottu, kuinka paljon vesimäärä alueella lisääntyy ja mihin sen voi ohjata. Vesitasemallinnuksessa (liite 3) on käytetty kahta eri sadantaskenaariota ilmastonmuutoksen vaikutuksen huomioon ottamiseksi: keskimääräistä sadantaa ja kerran 100 vuodessa sattuvaa runsasta vuosisadantaa. Altaiden mitoitustarkastelussa on huomioitu myös kerran 100 vuodessa tapahtuva 3 vuorokauden rankkasade ja kerran 1000 vuodessa tapahtuva 1 vuorokauden rankkasade.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Ilmanlaadun seurantatulosten hyödyntämisen osalta tulisi tarkastella, mikäli on mahdollista, mistä välttävä ja huono ilmanlaatuindeksin tulos tiettyinä päivinä on johtunut.	Huonon ilmanlaatuindeksin tuloksen syystä ei ole varmaa tietoa, mutta tuulen suunnan perusteella on mahdollista, että pölyä on kantautunut kaivokselta tai vieressä olevalta tieltä (Ilmatieteenlaitos 2022).
Luonnonsuojelu	
YVA-ohjelmassa tulisi nykytila olla tarkemmin kuvattuna aikaisempien selvitysten ja tausta-aineiston pohjalta, jotta yhteysviranomainen pystyy arvioimaan, ovatko suunnitellut lisäselvitykset riittäviä nykyisen hankkeen ympäristövaikutusten luotettavalle arvioinnille. Arviointiohjelmassa oli aikaisempien selvitysten perusteella kerrottu ainoastaan linnustosta, liito-oravista ja lepakoista, mutta nykytilan kuvauksesta ei käynyt ilmi minkälaisia tuloksia on saatu esimerkiksi aiemmin tehdyistä korentoselvityksistä. YVA-ohjelmasta ei myöskään käynyt ilmi onko vaikutusalueella havaittu aiemmissa selvityksissä mitään huomionarvoisia kasveja tai luontotyyppejä ja ovatko aikaisemmat selvitykset kattaneet myös laajennusalueen. Havaintotietoja kerrotaan katsotun Lajitietokeskuksen Laji.fi -järjestelmästä, mutta ei käy ilmi, onko käytetty avointa tietopalvelua vai tehty Lajitietokeskukselle aineistopyyntö, joka kattaa myös sensitiivisten lajien (salassa pidettävät) havaintotiedot. Karttaesityksiä luontoympäristön nykytilaan liittyen ei ollut esitetty muista kuin suojeluohjelma-alueista. Yhteysviranomainen suosittelee, että edellä mainitut puutteet korjataan YVA-selostukseen ja hankkeen vaikutusten kannalta olennaisimmat ja huomionarvoiset alueella esiintyvät lajit ja luontotyypit sekä niiden sijainti suhteessa toimintoihin kuvataan selostuksessa.	Nykytilankuvausta on täydennetty aiemmin laadittujen selvitysten perusteella. Lisäksi varsinaiselle hankealueelle, johon rakentamistoimia on suunniteltu kohdistuvan, on toteutettu erillinen luontoselvitys kesällä 2023 ja tämän selvityksen maastokäynnin tulokset on kuvattu YVA-selostuksessa. VE1 ja VE2 -vaihtoehtojen rakentamisalueilla esiintyvät luontotyypit ja niiden sijoittuminen hankealueella on esitetty kartalla. On huomioitava, että osa viitatuista selvityksistä on suhteellisen vanhoja ja tehty sen aikaisten ohjeistusten mukaan, eivätkä nämä vastaa enää sisällön laajuuden tai tulosten luotettavuuden osalta ajantasaista LUOPAS-ohjeistusta. Tämä on huomioitu epävarmuustarkasteluissa. Lajitietokeskuksen aineisto käsittää sensitiivisen tiedon. Aineistopyyntö on uusittu ja havaintodata tarkastettu 8.4.2024 tehdyn tietokantahaun perusteella VirVa-hakurajauksin. Aineistossa ei ole mukana suurten petolintujen pesiä. Korentojen osalta on korjattu virheellinen tieto YVA-ohjelmasta. Kaivospiirin alueella ja sen läheisyydessä on bioindikaattoriseurannan yhteydessä selvitetty vesikorentoja ja päivänkorentoja, ei sudenkorentoja, kuten YVA-ohjelmassa oli mainittu. Korentoja on käsitelty luvun 15.2.2. yhteydessä.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Melu ja tärinä	
Arviointiselostukseen tulisi liittää kartta tai kuva melu- sekä tärinävaikutuksista ilmiön havainnollistamiseksi. Lisäksi Kainuun terveysviranomaisen lausuntoon viitaten yhteysviranomainen pyytää arvioimaan padon korkeuden vaikutuksen työkoneista aiheutuvan melun etenemiseen vaihtoehdoissa VE1 ja VE2.	Melumallinnus on tehty ja karttakuvaesitykset ovat luvussa 0. Mitä korkeammalle pato etenee, sitä laajemmalle meluvaikutus ulottuu, sillä melulähteen korkeudella on vaikutusta melun leviämiseen. Mallinnuksissa on simuloitu ns. pahinta tilannetta melun leviämisen kannalta ja mallissa kaivinkone on ollut padon päällä korkeudella +234 m mpy (VE1) ja +236 m mpy (VE2). Metsäkasvillisuus (puusto yms.) vaimentaa melua, mikäli kasvillisuusvyöhyke on riittävän korkea ja syvyys on suuri. Kasvillisuuden pysyvyydestä ei ole varmuutta (hakkuut, myrskyt), joten puuston vaikutusta ei otettu mallinnuksissa huomioon. Toiminta-alueen ympäristö on pääosin metsäistä. Melumallinnus on esitetty luvussa 0 ja liitteessä 8.
Kaavoitus, maankäyttö ja kulttuuriympäristö	
Yhteysviranomainen esittää, että arviointiselostuksessa myös yleis- ja asemakaavatilanne esitettäisiin karttakuvin, jotta niiden paikantaminen olisi havainnollisempaa.	Voimassa olevat yleis- ja asemakaavat esitetään kuvissa 10-3, 10-4 ja 10-5.
Yhteysviranomainen esittää, että alueen sopeutumista maisemaan arvioidaan myös jälkihoidon näkökulmasta.	Toiminnan päättymisen jälkeistä tilannetta on käsitelty luvussa 11.2.3.
Liikenne	
Selostusvaiheessa on syytä ottaa huomioon ohjelmaehdotuksessa esitetyn lisäksi myös raskaan liikenteen lisääntymisen vaikutus tiestön kuntoon.	Raskaanliikenteen osuutta on käsitelty luvussa 21.3.
Yhteisvaikutukset muihin hankkeisiin	
Yhteysviranomainen muistuttaa, että yhteisvaikutuksissa on hyvä ottaa huomioon myös Pieni-Tipasjärven rannalla sijaitseva Kiisulan vanha rikkikiisukaivos.	Vedenlaatunäytteissä ovat mukana ja näkyvät myös muut yläpuolisen valuma-alueen toiminnot kuten Tipasjärven (Kiisulan) hylätty rikkikiisukaivos, ja nykyinen vedenlaatu kuvaa yhteisvaikutusta.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Ympäristöriskit, poikkeukselliset tilanteet ja haittojen lieventämistoimet	
Yhteysviranomainen huomauttaa, että hankkeesta aiheutuvien haitallisten vaikutusten ehkäisemisessä ja vähentämisessä tulee huomioida kaivannaisjätteiden hallinnan MWEI BREF -vertailuasiakirjan BAT-päätelmät ja kansallinen soveltamisopas (Kivipelto ym. 2020). Erityyppiset, niin normaalitilanteessa kuin häiriötilanteissakin aiheutuvat riskit ja niiden ehkäisemis- ja lieventämistoimet tulee esittää kaikille kaivoshankkeen elinkaaren vaiheille.	Rikastushiekka-altaan laajennuksen suunnittelussa on huomioitu vastaavat BAT-päätelmät kuin nykyisellä rikastushiekka-altaalla. BAT-lista on esitetty jätehuoltosuunnitelman (selostuksen liite 5) liitteessä 3.
Yhteysviranomainen korostaa, että ympäristöriskien ja haittojen lieventämistoimien osalta on keskeistä tunnistaa kaivannaisjätteiden pitkäaikaiskäyttäytymiseen (ml. jätealueet, kaivostäyttö) liittyvät epävarmuudet ja riskit sekä arvioida kaivannaisjätteiden ympäristövaikutuksien ja -riskien hallinnan kannalta keskeisiä kohteeseen soveltuvia lieventämistoimia. Ympäristöriskien arvioinnissa on huomioitava myös niiden mahdolliset vaikutukset ihmisten terveyteen.	Kaivannaisjätteiden pitkäaikaiskäyttäytymiseen liittyviä epävarmuuksia on avattu vesilaatumallinnusraportissa (liite 2). Kaivannaisjätteiden kosteuskammiokokeet ovat yhä käynnissä, ja niistä saadaan kokeiden edetessä lisää tietoa pitkäaikaiskäyttäytymisen arviointia varten.
Kaivoksen sulkeminen	
Yhteysviranomainen korostaa, että YVA-selostuksessa tulee kuvata miten hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 sulkemistoimet sekä sulkemisen jälkeiset pitkäaikaiset ympäristövaikutukset poikkeavat suhteessa VE0 vaihtoehtoon. Arvioinnissa tulee selkeästi kuvata eri hankevaihtoehtojen ja niiden alavaihtoehtojen eroja kaivannaisjätealueiden sulkemisessa, sulkemis- ja jälkihoitovaiheen vesienjohtamis- ja hallintaratkaisuissa sekä pohja- ja pintavesiin kohdistuvissa vaikutuksissa. Erityisesti tulee kiinnittää huomioita kaivannaisjätealueiden suotovesistä sekä maanalaisesta kaivoksesta ja louhosjärvestä pohja- ja pintavesiin kohdistuviin vaikutuksiin sekä niiden hallintaratkaisuihin.	Sulkemisen jälkeinen vesilaatumallinnusraportti ja sulkemisen jälkeiset kuormitukset liitteessä 2. Sulkemisen jälkeiset vaikutukset vesistöihin on esitetty luvussa 14.4.3.

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Sulkemistoimien ja pitkäaikaisvaikutusten arvioinnissa tulee huomioida kaivannaisjätteiden hallinnan BREF-vertailuasiakirjan mukaiset keskeiset periaatteet sekä maaperään ja pohjaveteen sekä pintavesiin kohdistuvien vaikutusten hallintaa koskevat BAT-päätelmät, kuten peittorakenteet ja vesienkäsittelytekniikat.	Jätehuoltosuunnitelman (selostuksen liite 5) liitteessä 3 on esitetty BAT-päätelmien soveltaminen Sotkamo Silverin kaivoksella. BAT-päätelmien soveltamista tullaan täydentämään lupahakemusvaiheessa.
Epävarmuuksien tarkastelu	
Yhteisviranomainen toteaa, että arviointiselostuksessa tulee käsitellä eri päästöjen ja vaikutusten arviointiin liittyviä yleistyksiä, epävarmuuksia ja virhelähteitä. Ympäristövaikutusten arvioinneissa käytettyihin laskenta- ja mallinnustarkastelujen osalta tulee kuvata myös, miten niiden oikeellisuutta ja luotettavuutta on arvioitu. Lisäksi tulee kiinnittää huomiota tulosten esitystavan selkeyteen ja visualisointiin.	Aihekohtaisten osioiden luvuissa ”Arvioinnin epävarmuudet” on käsitelty epävarmuuksia.
Useat päästö- ja vaikutusarvioinnit nojaavat kaivannaisjätteiden karakterisointituloksiin sekä vesitasemallinnukseen. Näihin liittyvät epävarmuudet heijastuvat edelleen muihin tarkasteluihin, joissa käytetään näiden tarkastelujen tuloksia lähtötietoina. YVA-selostuksessa on siten erittäin tärkeää paneutua epävarmuuksien riittävään huomiointiin kaivannaisjätteiden hallinnan ja sulkemisen suunnittelussa sekä pohjavesi-, vesistö- ja luontovaikutusten arvioinnissa.	Aihekohtaisten osioiden luvuissa ”Arvioinnin epävarmuudet” on käsitelty epävarmuuksia. Kaivannaisjätealueilla muodostuvien vesien laadun arvioimiseen liittyvät epävarmuudet on edistetty vesilaatumallinnusraportissa (liite 2).
Vaikutusten seuranta	

Yhteenveto yhteysviranomaisen antamasta lausunnosta	Huomioiminen arvioinnissa
Yhteysviranomainen huomauttaa, että YVA-lain (252/2017) tarkoittamalla hankkeen vaikutusten seurannalla tarkoitetaan monitahoisempaa seurantaa kuin arviointiohjelmassa esitetty ympäristönsuojelulain mukaisen ympäristöluvan tarkkailuohjelma. YVA-selostuksessa ehdotettavassa seurantaohjelmassa on huomioitava, että YVA-asetuksen (277/2017) mukaisen vaikutusten seurantaohjelman tavoitteena on tuottaa tietoa hankkeen koko elinkaaren aikaisten haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi.	Ympäristövaikutusten seurantaa on käsitelty luvussa 0. Pohjavesitarkkailulle esitetään nykyisestä laajempaa tarkkailuohjelmaa (luku 29.4.2). Vesistötarkkailua päivitetään tarvittaessa ympäristölupavaiheessa, kun suunnitelmat jätevesien johtamisesta tarkentuvat. Jos jätevedet johdetaan jaetusti Koivupuron ja Taivaljärven purkureiteille, Taival-järven purkureittiä koskien laaditaan täydennetty tarkkailuohjelma ja ennen johtamisen aloittamista tehdään tarvittavat ennakkotarkkailut (luku 29.4.1).
MWEI BREF -vertailuasiakirjan BAT-päätelmän 18 mukaisesti on suositeltavaa käyttää jatkuvatoimisia mittalaitteita erityisesti jätealueiden tarkkailussa.	Rikastushiekka-altaan laajennukselle tullaan asentamaan vastaavat jätealueen tarkkailulaitteet kuin nykyisellä rikastushiekka-altaalla. Nykyisen rikastushiekka-altaan padoilla on pietsometrit.
Yhteysviranomaisen johtopäätökset arviointiohjelman laajuudesta ja tarkkuudesta	
Yhteysviranomainen pyytää tarkistamaan erityisesti hankevaihtoehtoja ja niiden sisältöä. Tulevassa arviointiselostuksessa tulee kuvata selkeästi ja riittävän yksityiskohtaisesti eri hankevaihtoehtojen ja niiden alavaihtoehtojen välisiä eroja sulkemisen tavoitteiden, toimenpiteiden ja pitkäaikaisten ympäristövaikutusten osalta. Erityisesti tulee kiinnittää huomioita toiminnan mittakaavasta, kaivostäytössä käytettävistä tekniikoista, vesien johtamisjärjestelyistä ja hallintatekniikoista johtuviin eroihin toiminnasta elinkaaren eri vaiheissa aiheutuviin pohja- ja pintavesivaikutuksiin.	Hankevaihtoehtojen kuvausta ja rajausta on tarkastettu ja päivitetty (luku 4.1). Kaivostäyttötekniikat on kuvattu luvussa 5.4 ja niiden vaikutus louhintaan luvussa 5.1. Täyttövaihtoehdot on huomioitu vesilaatumallinnuksessa (liite 2) ja vesistövaikutuksissa (luku 14). Vesienjohtamisreitit on kuvattu luvuissa 3.1.5 ja 5.7 ja vaikutukset arvioitu luvussa 14. Sulkemisen jälkeinen tilanne on kuvattu luvussa 3.1.11 ja 5.12 sekä liitteessä 6.
Selostuksesta tulee olla vastineet yhteysviranomaisen lausunnossa ja muissa lausunnoissa sekä mielipiteissä esitettyihin asioihin	Vastineet on esitetty tässä taulukossa (Taulukko 8-1).

9 Ympäristövaikutusten arviointi ja siinä käytettävät menetelmät

9.1 Yleistä

Ympäristövaikutuksilla tarkoitetaan hankkeen aiheuttamia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia ympäristöön. YVA-lain mukaisesti arvioinnissa tarkastellaan hankkeen aiheuttamia ympäristövaikutuksia:

- Väestöön sekä ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen
- Maahan, maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen sekä eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen
- Yhdyskuntarakenteeseen, aineelliseen omaisuuteen, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön
- Luonnonvarojen hyödyntämiseen sekä
- Näiden tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

Hankkeen ympäristövaikutuksia on arvioitu kahden hankevaihtoehdon osalta (VE1 ja VE2). Myös hankkeen toteuttamatta jättämisen (ns. VE0-vaihtoehdon) vaikutukset on arvioitu. Lisäksi on tarkasteltu kahta eri vesien purkureittivaihtoehtoa (Purkureitti 1 ja Purkureitti 2) ja kahta eri maanalaisen louhoksen täyttövaihtoehtoa (Kaivostäyttö 1 ja Kaivostäyttö 2). Ympäristövaikutusten arvioinnissa on huomioitu toiminnan aikaisten vaikutusten lisäksi rakentamistöiden sekä toiminnan jälkeiset vaikutukset. Lisäksi hankkeen mahdollisia yhteisvaikutuksia alueella olevien tai suunniteltujen muiden hankkeiden kanssa on arvioitu. Arvioinnissa on tuotu esille myös arviointiin liittyvät epävarmuustekijät ja haitallisten vaikutusten lieventämistoimenpiteet.

Vaikutusten arviointi on toteutettu asiantuntija-arvioina. Seuraavassa on esitelty tarkasteltavat ympäristövaikutukset vaikutuskohtaisesti, tarkastelu- ja vaikutusalueiden rajaukset sekä arvioinnissa käytettävät menetelmät.

9.2 Tarkastelu- ja vaikutusalueiden rajaukset

Tarkastelualueella tarkoitetaan kullekin vaikutustyypille määriteltyä aluetta, jolla kyseistä ympäristövaikutusta selvitetään ja arvioidaan. Se määritellään niin suureksi, ettei merkityksellisiä ympäristövaikutuksia voida olettaa ilmenevän alueen ulkopuolella. *Vaikutusalueella* tarkoitetaan aluetta, jolla ympäristövaikutusten arvioidaan ilmenevän. Jos arviointityön aikana on käynyt ilmi, että jollakin ympäristövaikutuksella on ennalta arvioitua laajempi vaikutusalue, on tarkastelu- ja vaikutusalueiden laajuudet määritelty kyseisen vaikutuksen osalta uudestaan. Näin varsinainen vaikutusalueiden määrittely on tehty arviointityön tuloksena ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa.

9.3 Alustavasti merkittävimpien ympäristövaikutusten tunnistaminen

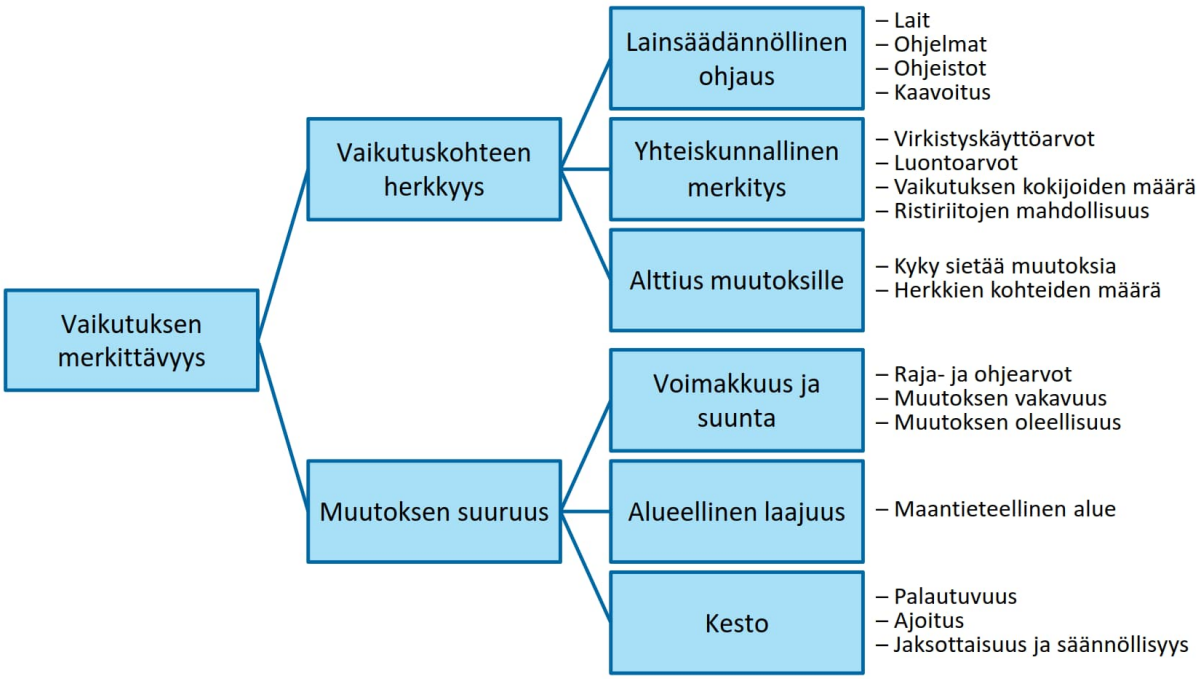
Ympäristövaikutuksia selvitettäessä painopiste asetetaan YVA-lain mukaisesti todennäköisesti merkittäviksi arvioituihin ja koettuihin vaikutuksiin. YVA-ohjelmavaiheessa alustavasti merkittävimmiksi vaikutuksiksi arvioitiin vesistövaikutukset, vaikutukset vesistöjen virkistyskäyttöön sekä vaikutukset Natura- ja muille suojelualueille.

Tässä YVA-selostuksessa ympäristövaikutukset on arvioitu hankkeesta mahdollisesti aiheutuvien ympäristövaikutusten osalta (luvut 10–25). Arviointityön tuloksena on esitetty yhteenveto hankkeen kokonaisuutena merkittävimmistä ympäristövaikutuksista (luku 28).

9.4 Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu

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

Vaikutusten merkittävyys koostuu alueen tai kohteen herkkyydestä sekä hankkeen aiheuttaman muutoksen suuruudesta (Kuva 9-1). Vaikutuskohteen herkkyys kuvaa vaikutuskohteen tai -alueen ominaispiirteitä. Sen osatekijöitä ovat vaikutukseen liittyvä lainsäädännöllinen ohjaus, alueen tai asian yhteiskunnallinen merkitys sekä kohteen alttius muutoksille. Muutoksen suuruus kuvaa hankkeen aiheuttaman muutoksen ominaispiirteitä, jossa muutoksen suunta voi olla joko kielteinen tai myönteinen. Suuruus koostuu muutoksen voimakkuudesta ja suunnasta, alueellisesta laajuudesta ja kestosta.



Kuva 9-1. IMPERIA-hankkeessa käytetty vaikutusten merkittävyyden arvioimistapa (Marttunen ym. 2015).

Vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu edellä kuvattujen vaikutuskohteen herkkyyden ja hankkeen aiheuttaman muutoksen suuruuden perusteella soveltaen IMPERIA-hankkeessa kehitettyä arviointikehikkoa (Taulukko 9-1). Taulukossa kuvataan kielteistä vaikutusta keltaisen ja punaisen sävyin ja myönteistä vaikutusta vihreän sävyin.

Taulukko 9-1. Arvioinnissa käytetty, vaikutusten kokonaismerkittävyyttä kuvaava taulukko (IMPERIA-hankkeessa kehitettyä taulukkoa mukaillen).

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys							
	Kohtalainen herkkyys							
	Suuri herkkyys							

Hankkeen ympäristövaikutusten kokonaismerkittävyyttä on kuvattu yhteenvetotaulukossa kussakin vaikutusarviointiosiossa. Vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa on huomioitu vaikutuksen ajallinen kesto ja laajuus sekä vaikutuskohteen herkkyys. Vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa on käytetty taulukossa 9-2 esitettyjä kriteerejä.

Taulukko 9-2. Vaihtoehtojen merkittävyyden arvioinnissa käytettävät kriteerit.

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

Hankkeen ympäristövaikutukset on koottu luvussa 28 vertailua varten taulukkoon, jossa vaikutukset esitetään tiivistetysti ja luokiteltuna myönteisiin, kielteisiin ja neutraaleihin ympäristövaikutuksiin.

Vaihtoehtoja VE0–VE2 on vertailtu siten, että vaihtoehtojen keskeiset ympäristövaikutukset tulevat huomioiduksi. Samassa yhteydessä on arvioitu hankkeen ja sen vaihtoehtojen ympäristöllinen toteutettavuus ympäristövaikutusten arvioinnin tulosten perusteella.

9.5 Hankkeessa tehdyt selvitykset

Ympäristövaikutusten arviointityön osana on tehty seuraavat selvitykset tukemaan olemassa olevaa aineistoa:

- Lähdekasvillisuusselvitys
- Pohjaeläintutkimus
- Kasviplankton selvitys
- Bioindikaattori ja keruutuotteet
- Numeerinen 3D pohjavesimallinnus
- Kaivannaisjätealueiden ja louhoksen toiminnan aikainen ja sulkemisen jälkeinen vesilaatumallinnus

- Vesi- ja kuormatasemallinnus
- Vesistömallinnus
- Louhosjärvimallinnus
- Pölymallinnus (Envineer Oy 2024a)
- Melumallinnus (Envineer Oy 2024b)
- Maisemahavainnekuvat

Edellä mainitut selvitykset on kuvattu tarkemmin seuraavissa luvuissa vaikutusarviointien yhteydessä.

10 Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö

YHTEENVETO

- Hankealueen maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen kohdistuvat muutokset ovat vähäisiä eikä hankealueen lähiympäristöön kohdistu erityisiä muutoksia.
- Hankkeen toteuttaminen tehostaa olemassa olevaa kaivostoimintaa kaivospiirin alueella, joka on osoitettu voimassa olevassa maakuntakaavassa kaivokseksi tai kaivostoimintaan tarkoitettuna alueena.
- Hanke ei ole ristiriidassa voimassa olevien maakunta-, yleis- tai asemakaavojen kanssa eikä estä niiden toteuttamista. Mikäli vuodesta 2011 asti vireillä ollut Tipasjärven ranta-asemakaavan laatiminen etenee, hankkeella voi olla kohtalaisia kielteisiä vaikutuksia ranta-asemakaavassa suunnitelluille lähimmille rakennuspaikoille.
- Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 toteuttaminen ei muuta kaivoksen lähialueen maankäyttöä.
- Hankkeen toteutusvaihtoehdoista VE1 ja VE2 aiheutuvat vaikutukset maankäytölle ja yhdyskuntarakenteelle arvioidaan kokonaisuudessaan vähäisen kielteisiksi.
- Hankkeessa suunniteltu laajennettu maanalainen kaivos ulottuu syvällä kalliossa nykyisen kaivospiirin ulkopuolelle lyhyen matkaa hankealueen itäpuolella. Kaivospiirin ulkopuolelle yltävän osan voidaan katsoa olevan voimassa olevia kaivoslupia koskevan siirtymäsäännöksen määritelmän mukainen vähäinen apualue tai alue, jolla vähäisesti laajennetaan olemassa olevaa kaivosta. Näissä tapauksissa vanhan kaivoslain mukaisesti kaivostoiminta voi asema- tai yleiskaavan sijaan perustua myös maakuntakaavaan tai riittävään selvitykseen.

10.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Arvioinnin pohjaksi on kuvattu alueen yhdyskuntarakenteen, maankäytön ja rakennetun ympäristön nykytilaa. Hankealueen ja sen ympäristön maankäytön nykytila on selvitetty kartta- ja ilmakuvatarkasteluihin sekä muihin maankäytön dokumentteihin perustuen. Vaikutuksia yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön arvioitaessa hyödynnettiin jo olemassa olevia selvityksiä sekä YVA-menettelyn aikana tehtyjen selvitysten ja tarkastelujen tuottamia tietoja.

Arviointia varten on selvitetty hankealueen ja sen välittömän vaikutusalueen voimassa ja vireillä olevat kaavat sekä muut maankäytön suunnitelmat. Vaikutusten arvioinnissa on kuvattu hankkeen suhdetta sekä nykyiseen että suunniteltuun yhdyskuntarakenteeseen, maankäyttöön ja kaavoitukseen. Lisäksi on arvioitu hankkeen suhdetta valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin. Mahdolliset maankäytön ristiriidat ja kaavojen muutostarpeet on osoitettu ja kuvattu.

Hankkeen vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön voivat olla joko välittömiä tai välillisiä. Hanke saattaa aiheuttaa ympäristössä sellaisia muutoksia, jotka vaikuttavat nykyiseen maankäyttöön tai muuttavat tulevan maankäytön

suunnitteluun liittyviä lähtökohtia tai reunaehtoja. Välittömät vaikutukset maankäyttöön ilmenevät hankealueen lähiympäristössä nykyisen maankäytön luonteen muuttumisena ja ensi sijassa olemassa olevien toimintojen laajentumisena. Välillisiä vaikutuksia voi syntyä esimerkiksi ympäristön häiriötekijöiden muutoksista, kuten rakentamisvaiheessa maa-alueiden muutoksista sekä alueelle johtavan tiestön lisääntyvästä liikenteestä ja melusta. Erityishuomio arvioinnissa kiinnitettiin hankealueen läheisyydessä sijaitseviin häiriintymiselle alttiisiin kohteisiin, kuten asuin- ja lomarakennuksiin.

Arviointi on laadittu asiantuntija-arviona.

10.2 Nykytila

10.2.1 Kaavoitus ja muut maankäytön suunnitelmat

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

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

Alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on muun muassa auttaa saavuttamaan maankäyttö- ja rakennuslain ja alueidenkäytön suunnittelun tavoitteet, joista tärkeimmät ovat hyvä elinympäristö ja kestävä kehitys. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan tavoitteet on otettava huomioon ja niiden toteuttamista on edistettävä maakunnan suunnittelussa, kuntien kaavoituksessa ja valtion viranomaisten toiminnassa.

Uudistetut tavoitteet jakautuvat viiteen kokonaisuuteen, jotka ovat:

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

Tähän hankkeeseen liittyvät muun muassa seuraavat valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet:

- Edistetään koko maan monikeskuksista, verkottuvaa ja hyviin yhteyksiin perustuvaa aluerakennetta, ja tuetaan eri alueiden elinvoimaa ja vahvuuksien hyödyntämistä.
- Luodaan edellytykset vähähiiliselle ja resurssitehokkaalle yhdyskuntakehitykselle, joka tukeutuu ensisijaisesti olemassa olevaan rakenteeseen.

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

Maakuntakaavat

Hankealueella on voimassa Kainuun maakuntakaava, joka on hyväksytty 7.5.2007 ja vahvistettu 29.4.2009. Hankealue on maakuntakaavassa osoitettu merkinnällä EK (kaivos tai kaivostoimintaan liittyvä alue, Kuva 10-1). Hankealue rajautuu etelässä luontomatkailun kehittämisalueeseen. Hankealueesta n. 1,8 km etelään ja n. 8 km kaakkoon on Natura-alueeksi osoitettuja alueita. Lähin pohjavesialue sijaitsee n. 4 km:n etäisyydellä hankealueesta lounaaseen. Hankealueen ympäristössä on lisäksi osoitettu muita luonnonsuojelualueita (SL), sekä luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeitä alueita (luo).

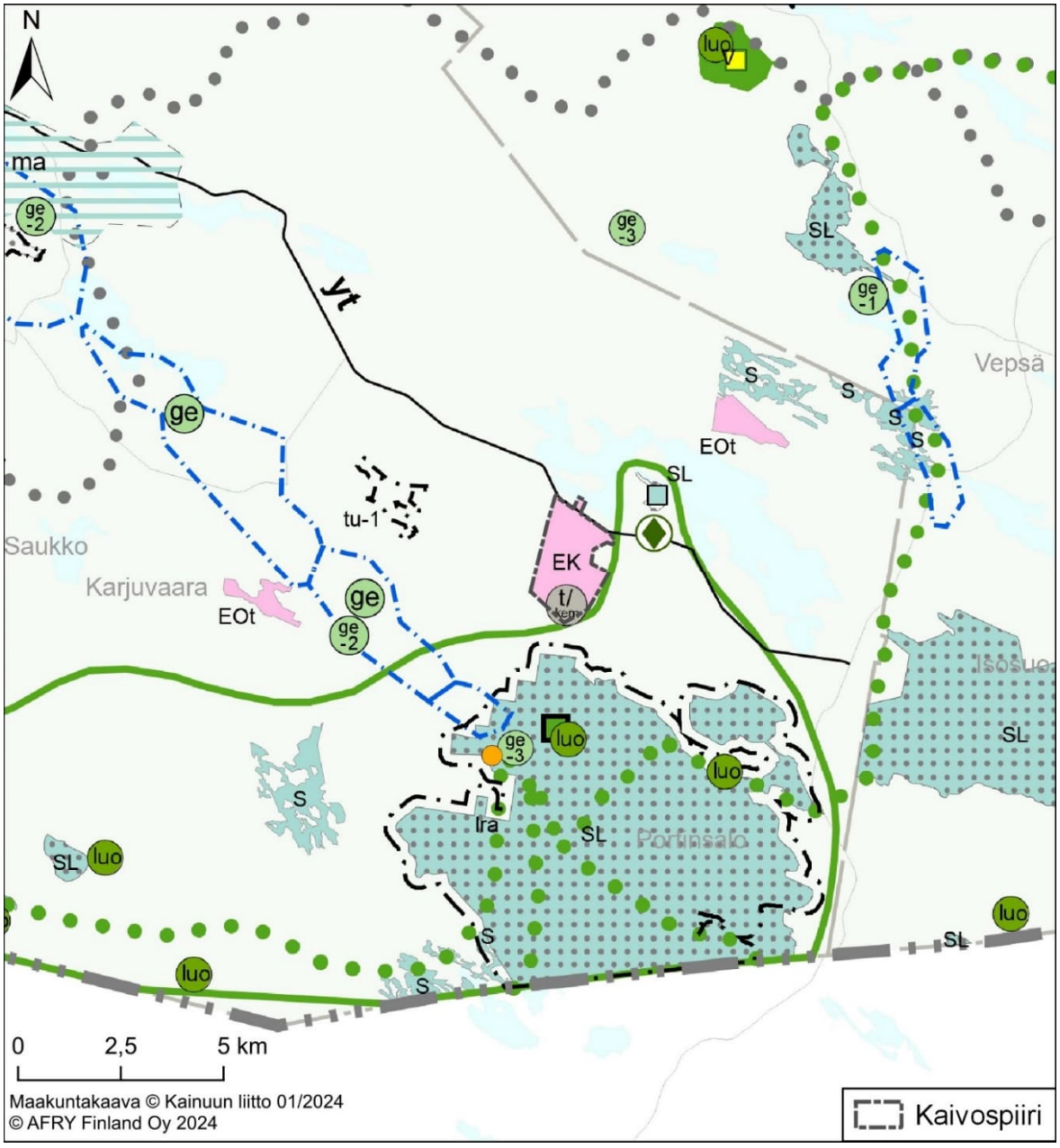
Kainuun maakuntakaavoitusta on täydennetty vaihemaakuntakaavoin. Ensimmäisessä vaihemaakuntakaavassa tarkastellaan puolustusvoimain ampuma- ja harjoitusalueita sekä niiden melualueita. Vaihemaakuntakaava on asetettu lainvoimaiseksi Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä 16.2.2015. Vaihemaakuntakaavassa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

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

Kainuun tuulivoima-maakuntakaava on hyväksytty Kainuun maakuntavaltuuston 30.11.2015 tekemässä päätöksessä, jonka Ympäristöministeriö on vahvistanut 31.1.2017 antamallaan päätöksellä (YM7/5222/2015). Kaavassa esitetään

tuulivoiman hyödyntämiseen parhaiten soveltuvat alueet. Lähimmät alueet sijaitsevat noin 34 km etäisyydellä, hankealueen lounaispuolella.

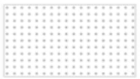
Kainuun voimassa oleva vaihemaakuntakaava 2030 on hyväksytty maakuntavaltuustossa 16.12.2019. Vaihemaakuntakaavassa 2030 käsitellään alue- ja yhdyskuntarakennetta, virkistystä, liikennejärjestelmää, luonnon- ja kulttuuriympäristöä sekä luonnonvarojen käyttöä ja elinkeinojen toimintaedellytyksiä. Maakuntakaavassa osoitettavien uusien kaavaratkaisujen osalta Kainuun vaihemaakuntakaava 2030 kumoaa tai muuttaa osin Kainuun maakuntakaavan 2020 kaavaratkaisuja ja sisältää teknisluonteisia korjauksia Kainuun 1. vaihemaakuntakaavan, Kainuun kaupan vaihemaakuntakaavan ja Kainuun tuulivoimamaakuntakaavan kaavamerkintöihin ja -määräyksiin. (Kainuun Liitto 2021b, Taulukko 10-1).

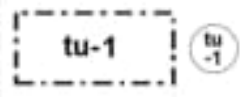


Kuva 10-1. Hankealueen ja lähiympäristön maakuntakaavamerkinnät Kainuun epävirallisen voimassa olevien maakuntakaavojen yhdistelmäkartalla (Kainuun liitto 2021b). Kaivospiirin rajaus noudattelee maakuntakaavamerkinnän EK rajausta kartalla.

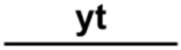
Taulukko 10-1. Hankealueelle ja sen lähiympäristöön on osoitettu seuraavat kaavamerkinnät ja niihin liittyvät suunnittelumääräykset. (Kainuun liitto 2021b). Maakuntakaavamerkintöjä on tarkasteltu noin viiden kilometrin etäisyydeltä hankealueesta.

Merkintä	Kuvaus	Suunnittelumääräys
EK ek	Kaivos tai kaivostoimintaan tarkoitettu alue Merkinnällä EK, ek osoitetaan kaivoslain piiriin kuuluvien kaivoskivennäisten hyödyntämiseen tarpeellisia alueita.	Alueen käyttöönottoa suunniteltaessa on otettava huomioon toiminnan aiheuttamat ympäristövaikutukset tuotannon aikana ja sen päätyttyä.

Merkintä	Kuvaus	Suunnittelumääräys
	Luonnonsuojelualue tai -kohde Merkinnällä SL osoitetaan luonnonsuojelulain nojalla suojeltuja tai suojeltaviksi tarkoitettuja alueita. Alueella on voimassa MRL 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. Suojelumääräys (MRL 30.2 §): Alueella saa suorittaa sellaisia toimenpiteitä, jotka ovat tarpeen alueen suojeluarvon säilyttämiseksi tai palauttamiseksi. Rakennuslupahakemuksesta tulee pyytää MRL 133 §:n mukaisesti alueellisen ELY-keskuksen tai vastaavan toimivaltaisen viranomaisen lausunto.	Alueen maankäyttö tulee suunnitella ja toteuttaa siten, ettei toimenpiteillä vaaranneta alueen suojelun tarkoitusta ja suojeluarvoja.
	Natura 2000-verkostoon kuuluva tai ehdotettu alue Merkinnällä osoitetaan valtioneuvoston päätösten mukaiset Natura 2000-verkostoon kuuluvat alueet. Natura -alueilla ja niiden suojeluarvoja koskevissa hankkeissa noudatetaan luonnonsuojelulain 65 ja 66 §:n säännöksiä.	Natura 2000 -verkoston alueita ja niiden lähellä sijaitsevia alueita koskevassa alueiden käytön suunnittelussa on huolehdittava siitä, että suunnitelma tai hanke ei luonnonsuojelulain 65 §:n tarkoittamalla tavalla heikennä merkittävästi Natura -alueiden perusteena olevia luonnonarvoja
	Suojelualue tai -kohde Merkinnällä S osoitetaan maakunnallisesti tai seudullisesti merkittävät maankäyttö- ja rakennuslain tai vesilain nojalla suojellut tai suojeltavaksi tarkoitetut alueet sekä valtion maalla olevat Metsähallituksen omalla päätöksellä muodostetut tai muodostettavat virkistys-, suojelu- tai ympäristöarvometsät tai soidensuojelualueet. Alueilla on voimassa MRL 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. Suojelumääräys (MRL 30.2 §): Ennen vallitsevien olosuhteiden muuttamiseen tähtääviä toimenpiteitä on ao. erityisviranomaiselle varattava mahdollisuus lausunnon antamiseen. Alueella saa suorittaa sellaisia toimenpiteitä, jotka ovat tarpeen alueen suojeluarvon säilyttämiseksi tai palauttamiseksi. Rakennuslupahakemuksesta tulee pyytää MRL 133 §:n	Alueen maankäyttöä suunniteltaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota alueen suojeluarvojen säilymiseen. Alueille laadittavissa hoito- ja käyttösuunnitelmissa tulee kiinnittää erityistä huomiota luonnon virkistyskäytön ja luontomatkailun edistämiseen.

Merkintä	Kuvaus	Suunnittelumääräys
	mukaisesti alueellisen ELY-keskuksen tai vastaavan toimivaltaisen viranomaisen lausunto.	
EOt	Energiahuollon kannalta tärkeä turvetuotannossa olevat suoalue, jonka osalta turvetuotanto on käynnistynyt tai joka on kunnostettu turvetuotantoa varten tai jolla on turvetuotantoa varten voimassa oleva ympäristölupa.	Turvetuotantoalueiden käyttöönoton suunnittelussa on otettava huomioon tuotantoalueiden yhteisvaikutus vesistöihin sekä tuotantopinta-alan poistumat ja poistumien uusi maankäyttömuoto.
	Turvetuotantoon soveltuva alue Alueen erityisominaisuutta kuvaavalla merkinnällä (osa-aluemerkintä) tu-1 osoitetaan energiahuollon kannalta tärkeät turvetuotantoon soveltuvat suoalueet, joiden luonnontilaisuusluokka on 0 tai 1 ja joiden osalta on tutkittu, että muut maankäytön tarpeet eivät ole esteenä turvetuotannolle. Maakuntakaavan mittakaavasta johtuen alle 100 ha alueet on osoitettu kohdemerkinnällä.	Alueen käyttöönoton suunnittelussa on otettava huomioon vaikutukset asutukseen, kulttuuriympäristöön sekä poronhoitoalueilla on turvattava poronhoidon edellytykset. Alueen suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota vesiensuojelumenetelmien tehokkuuteen siten, että turvetuotannossa otetaan huomioon vesien hoidolle asetetut tavoitteet ja edistetään niiden toteutumista. Alueiden jälkikäytön suunnittelussa tulee ottaa huomioon paikalliset maankäyttötarpeet.
	Teollisuus- ja varastoalue, jolla on merkittävä, vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos Merkinnällä t/kem osoitetaan alueet, joille saa sijoittaa merkittäviä, vaarallisia kemikaaleja valmistavia tai varastoivia laitoksia.	-
	Luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeä alue Kohdemerkinnällä luo osoitetaan suojelualueiden ulkopuolella olevat merkittävimmät uhanalaisten kasvien ja hyönteisten esiintymisalueet. LUO-merkinnöillä voidaan varmistaa uhanalaisten lajien huomioiminen erilaissa toimenpiteissä. Luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeiden alueiden kaavamerkintään sisältyvät sekä tärkeimmät suojelualueiden	Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa tulee varmistaa, että suunniteltu maankäyttö ei vaaranna uhanalaisten kasvien tai hyönteisten elinoloja.

Merkintä	Kuvaus	Suunnittelumääräys
	ulkopuoliset uhanalaisten kasvien ja hyönteisten esiintymät.	
	Ulkoilureitti Merkinnällä osoitetaan vähintään ylikunnalliset ja maakunnallisesti merkittävät yleisen liikkumisen kannalta tärkeät ohjeelliset ulkoilureitit. Reitit voidaan perustaa sopimuksilla tai ulkoilulain mukaisesti.	-
	Arvokas harjualue Valtakunnalliseen harjujensuojeluohjelmaan kuuluvien alueiden lisäksi merkinnällä osoitetaan luonnon- ja maisemansuojelun kannalta arvokkaita harjualueita.	Alueen käyttöä suunniteltaessa tulee erityisesti ottaa huomioon arvokkaan harjualueen geologiset ominaispiirteet ja maisemalliset arvot.
	Moreenimuodostuma Merkinnällä osoitetaan luonnon- ja maisemansuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaat geologiset muodostumat. Merkintään ei liity MRL 33 §:n mukaista ehdollista rakentamisrajoitusta.	Alueen käyttöä suunniteltaessa tulee erityisesti ottaa huomioon moreenimuodostuman geologiset, biologiset tai maisemalliset arvot.
	Tuuli- ja rantakerrostuma Merkinnällä ge-2 osoitetaan luonnon- ja maisemansuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaat geologiset muodostumat. Merkintään ei liity MRL 33 §:n mukaista ehdollista rakentamisrajoitusta.	Alueen käyttöä suunniteltaessa tulee erityisesti ottaa huomioon tuuli- tai rantakerrostuman geologiset, biologiset tai maisemalliset arvot.
	Kivikko Merkinnällä osoitetaan luonnon- ja maisemansuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaat geologiset muodostumat. Merkintään ei liity MRL 33 §:n mukaista ehdollista rakentamisrajoitusta.	Alueen käyttöä suunniteltaessa tulee erityisesti ottaa huomioon kivikkojen geologiset, biologiset tai maisemalliset arvot.
	Arvokas kallioalue Merkinnällä osoitetaan Kainuun luonnon- ja maisemansuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaat kallioalueet.	Alueen käyttöä suunniteltaessa tulee erityisesti ottaa huomioon kalliomuodostuman geologiset ominaispiirteet sekä biologiset ja maisemalliset arvot.
	Perinnemaisemakohde Merkinnällä osoitetaan valtakunnallisesti ja maakunnallisesti merkittäviä perinnemaisema- ja perinnebiotooppikohteita.	Alueiden suunnittelussa tulee turvata kohteen kulttuuri- ja luonnonperintöarvojen säilyminen.
	Tärkeä pohjavesialue Merkinnällä osoitetaan vedenhankinnan kannalta tärkeät (1. luokan) ja vedenhankintaan soveltuvat (2. luokan) pohjavesialueet.	Pohjavesien pilaantumis- ja muuttumisriskejä aiheuttavat laitokset ja toiminnot on sijoitettava riittävän etäälle pohjavesialueista tai suojattava niin, että pohjavesialueen

Merkintä	Kuvaus	Suunnittelumääräys
		käyttökelpoisuus vedenhankintaan ei vaarannu. Alueella tulee huolehtia pohjavesien suojelun ja maa-ainesten ottotarpeiden yhteensovittamisesta.
	Yhdystie Merkinnällä osoitetaan seudullisesti tai matkailun kannalta erityisen merkittävät yhdystiet. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus.	-
	Matkailun kannalta merkittävä luonnonrauha-alue Kainuun vaihemaakuntakaavassa 2030 osoitetaan uudella osa-aluemerkinnällä lra luonnon virkistyskäytön ja luontomatkailun kannalta merkittävät luonnonrauha-alueet.	Pysyviä toimintoja alueelle ja sen ympäristöön suunniteltaessa tulee kiinnittää huomiota alueen säilymiseen hiljaisena siten, että luonnon äänistä nauttiminen on mahdollista.
	Luontomatkailun kehittämisalue Merkinnällä osoitetaan merkittäviä luontomatkailun kehittämisalueita, joihin kohdistuu vähintään maakunnallisesti tai seudullisesti tärkeitä luonnon virkistyskäytön tai luontomatkailun kehittämistarpeita ja kehittämisresurssien kohdentamista, luonnon monikäytön ja luonnonsuojelun yhteensovittamistarpeita, ulkoiluym. reitistöjen kehittämistarpeita, matkailuelinkeinojen maankäytöllisten edellytysten turvaamistarpeita sekä maa- ja metsätalouden edellytysten turvaamis- ja yhteensovittamistarpeita muun maankäytön kanssa.	Alueita kehitetään luonnon virkistyskäytön ja luontomatkailun kohdealueina. Luontomatkailua palvelevat rakenteet pyritään keskittämään näille alueille. Alueilla tulee varautua merkittäviin matkailijamäärien kasvuun ja kansainväliseen yhteistyöhön. Alueen maankäyttöä suunniteltaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota luonnon virkistyskäytön ja luontomatkailun edistämiseen sekä luonnon- ja kulttuuriarvojen säilymiseen. Alueen toteuttaminen ei saa vaarantaa alueella sijaitsevan tai siihen rajoittuvan Natura -alueen suojelun perusteena olevia luonnonarvoja. Metsätalouskäyttöön t tarkoitetuilla alueilla ei saa rajoittaa nykyisestään metsätalouden toimintaedellytyksiä.
	Luontomatkailun kehittämiskohde Merkinnällä osoitetaan merkittäviä luontomatkailun kehittämiskohdealueita, joihin kohdistuu vähintään maakunnallisesti tai seudullisesti tärkeitä luonnon virkistyskäytön tai luontomatkailun kehittämistarpeita ja kehittämisresurssien kohdentamista, luonnon virkistyskäytön ja	Alueita kehitetään luonnon virkistyskäyttö- ja luontomatkailualueina. Alueilla tulee varautua merkittäviin matkailijamäärien kasvuun. Alueen maankäyttöä suunniteltaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota luonnon virkistyskäytön ja luontomatkailun edistämiseen sekä luonnon- ja

Merkintä	Kuvaus	Suunnittelumääräys
	luonnonsuojelun yhteensovittamistarpeita, ulkoilu- ym. reitistöjen kehittämistarpeita, matkailuelinkeinojen maankäytöllisten edellytysten turvaamistarpeita sekä mahdollisesti maa- ja metsätalouden edellytysten turvaamis- ja yhteensovittamistarpeita muun maankäytön kanssa.	kulttuuriarvojen säilymiseen. Alueen toteuttaminen ei saa vaarantaa alueella sijaitsevan tai siihen rajoittuvan Natura-alueen suojelun perusteena olevia luonnonarvoja.
M	Maa- ja metsätalousvaltaiset alueet Merkinnällä M osoitetaan pääasiassa maa- ja metsätalouskäyttöön tarkoitettuja alueita.	Maa- ja metsätalouskäyttöön tarkoitettuja alueita voidaan käyttää alueen pääasiallista käyttötarkoitusta sanottavasti haittaamatta ja luonnetta muuttamatta myös erityislainsäädännön ohjaamana muihin tarkoituksiin, kuten luontais- tai muuhun elinkeinotoimintaan, turvetuotantoon, maa- ja kiviainesten ottoon, haja-asutusluonteiseen pysyvään ja loma-asumiseen sekä jokamiehen oikeuden rajoissa ulkoiluun ja retkeilyyn. Alueille voidaan perustaa yksityisiä suojelualueita. Ilman erityisiä perusteita hyviä ja yhtenäisiä peltoalueita ei tule ottaa taajamatoimintojen käyttöön. Maankäyttöä suunniteltaessa on tuettava metsätalousalueiden yhtenäisyyttä ja toimivuutta.

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

Rantojen käyttö (Kainuun vaihemaakuntakaava 2030)

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

Liikenneturvallisuus (Kainuun maakuntakaava 2020)

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

Maa-ainesten ottotoiminta (Kainuun vaihemaakuntakaava 2030)

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

Muinaisjäännökset ja muu arkeologinen kulttuuriperintö (Kainuun vaihemaakuntakaava 2030)

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

Kainuun maakuntavaltuusto on päättänyt 17.6.2019 kokouksessaan käynnistää vaihemaakuntakaavan laatimisen Kainuun tuulivoimamaakuntakaavan tarkistamiseksi. Kainuun tuulivoimamaakuntakaavan 2035 kaavaluonnos oli nähtävillä 22.12.2021–31.1.2022 ja kaavaehdotus julkisesti nähtävillä 20.9.–23.10.2023. Maakuntavaltuusto on hyväksynyt Kainuun tuulivoimamaakuntakaavan 2035 12.12.2023 (§ 39).

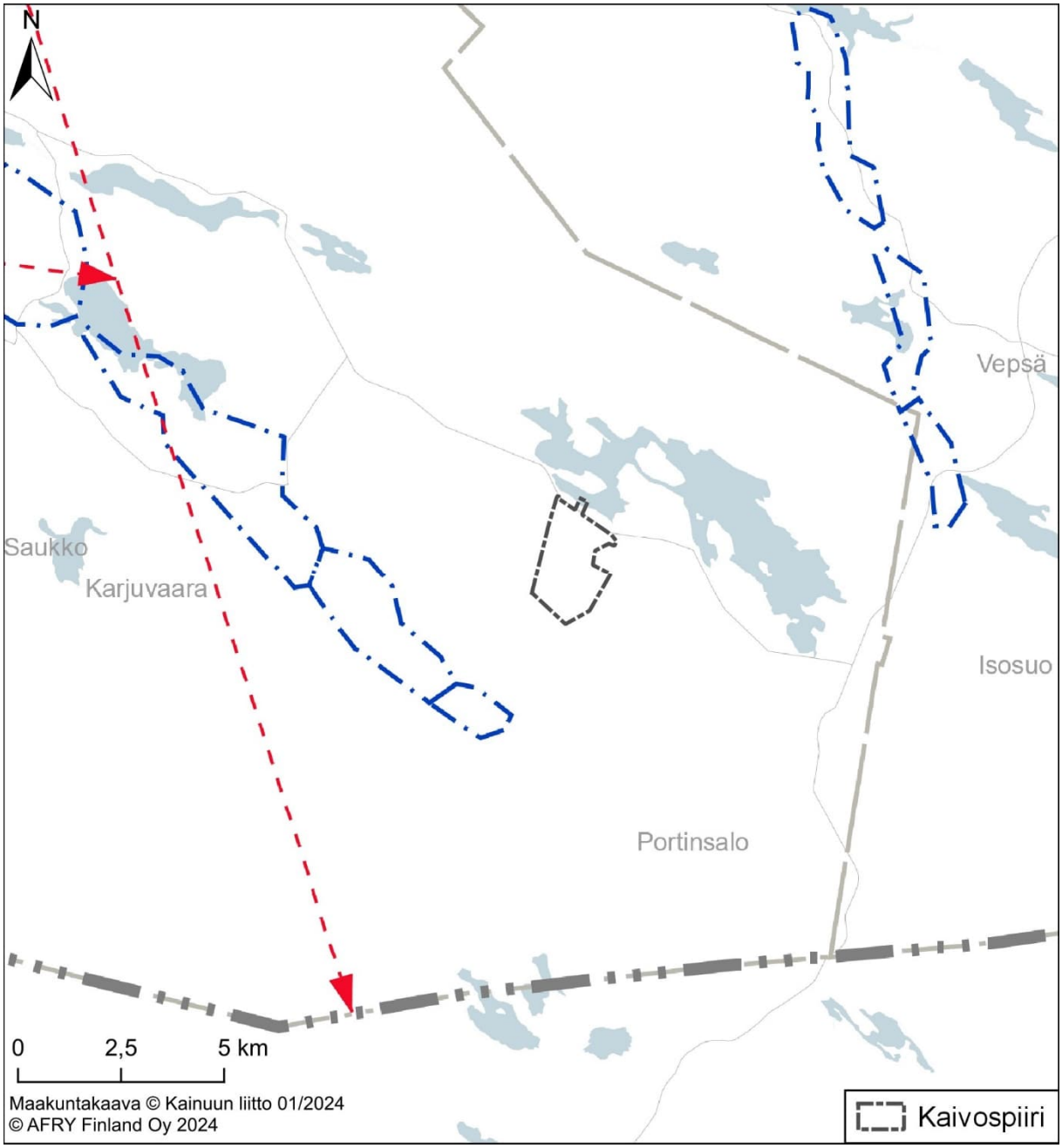
Kainuun tuulivoimamaakuntakaavaksi 2035 nimetyssä vaihemaakuntakaavassa on käsitelty seudullisesti merkittäviä tuulivoimaloiden alueita, muutostarpeita voimajohtojen maakuntakaavamerkintöihin, pohjavesialueita ja valtakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita. Ote hyväksytystä Kainuun tuulivoimamaakuntakaavasta 2035 on esitetty kuvassa 10-2. Hyväksytyssä maakuntakaavassa hankealueen lähiympäristöön on osoitettu pohjavesialueet sinisellä aluerajauksella hankealueen länsi- ja itäpuolelle sekä länsipuolelle pohjois-eteläsuuntaisesti punaisella katkoviivalla pääsähköjohdon yhteystarve 400 kV, joita koskevat seuraavat kaavamerkinnät ja -määräykset (Taulukko 10-2):

Taulukko 10-2. Hankealueen lähiympäristöön on osoitettu seuraavat kaavamerkinnät ja niihin liittyvät suunnittelumääräykset 12.12.2023 maakuntavaltuuston hyväksymässä Kainuun tuulivoimamaakuntakaavassa 2035 (Kainuun liitto 2024a).

Merkintä	Kuvaus	Suunnittelumääräys
	POHJAVESIALUE Alueen erityisominaisuutta kuvaavalla merkinnällä pohjavesialue osoitetaan vedenhankintaa varten tärkeät pohjavesialueet (I-luokka) ja muut vedenhankintakäyttöön soveltuvat pohjavesialueet (II-luokka) sekä ne pohjavesialueet, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen (E-luokka).	Aluetta koskevat toimenpiteet tulee suunnitella siten, että ne eivät vaaranna pohjaveden määrää, laatua ja vedenhankintakäyttöä. Pohjavesien pilaantumis- ja muuttumisriskejä aiheuttavat laitokset ja toiminnot tulee sijoittaa riittävän etäälle pohjavesialueista tai on suojattava niin, että pohjavesialueen käyttökelpoisuus vedenhankintaan ei vaarannu. Edellä mainittujen sijoittamisella ei tule myöskään vaarantaa pohjavesiriippuvaisten ekosysteemien esiintymistä. Alueella tulee huolehtia pohjavesien suojelun ja maa-ainesten ottotarpeiden yhteensovittamisesta.
	PÄÄSÄHKÖJOHDON YHTEYSTARVE 400 KV, 110 KV Merkinnällä osoitetaan uudet 400 kV:n ja 110 kV:n pääsähköjohtojen yhteystarpeet. Pääsähköjohdon jännitetasoon lisätty merkintä osoittaa johtokäytävän uusien johtojen lukumäärän. Alueella ei ole voimassa MRL 33 §:n mukaista ehdollista rakentamisrajoitusta	Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa uudet pääsähköjohdot on pyrittävä sijoittamaan samaan tai olemassa olevan johtokäytävän yhteyteen.

Hankealueen ja sen lähivaikutusalueen herkkyys muutoksille maankäytön ja yhdyskuntarakenteen osalta arvioidaan vähäiseksi, sillä hankkeen toteuttaminen ei edellytä uusien kaavojen laatimista tai aiheuta olemassa olevien kaavojen muutostarpeita. Hankealue on kuntatason kaavojen (yleis- ja asemakaavat) osalta kaavoittamatonta aluetta.

Lisäksi kaivostoiminnassa jo olevalla hankealueella ei sijaitse vaikutuksille herkkiä maankäyttömuotoja, kuten asutusta ja virkistyskäytössä olevia alueita tai reittejä. Lähivaikutusalueelle sijaitsevalle asuin- ja loma-asutukselle aiheutuvat vaikutukset eivät lisäänny nykyisestä tasosta merkittävästi. Suunniteltujen toteutusvaihtoehtojen välillä ei maankäytön ja yhdyskuntarakenteen kannalta ole merkittäviä vaikutuseroja. Hankkeen vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön kokonaisuutena arvioidaan vähäiseksi ja kielteiseksi.



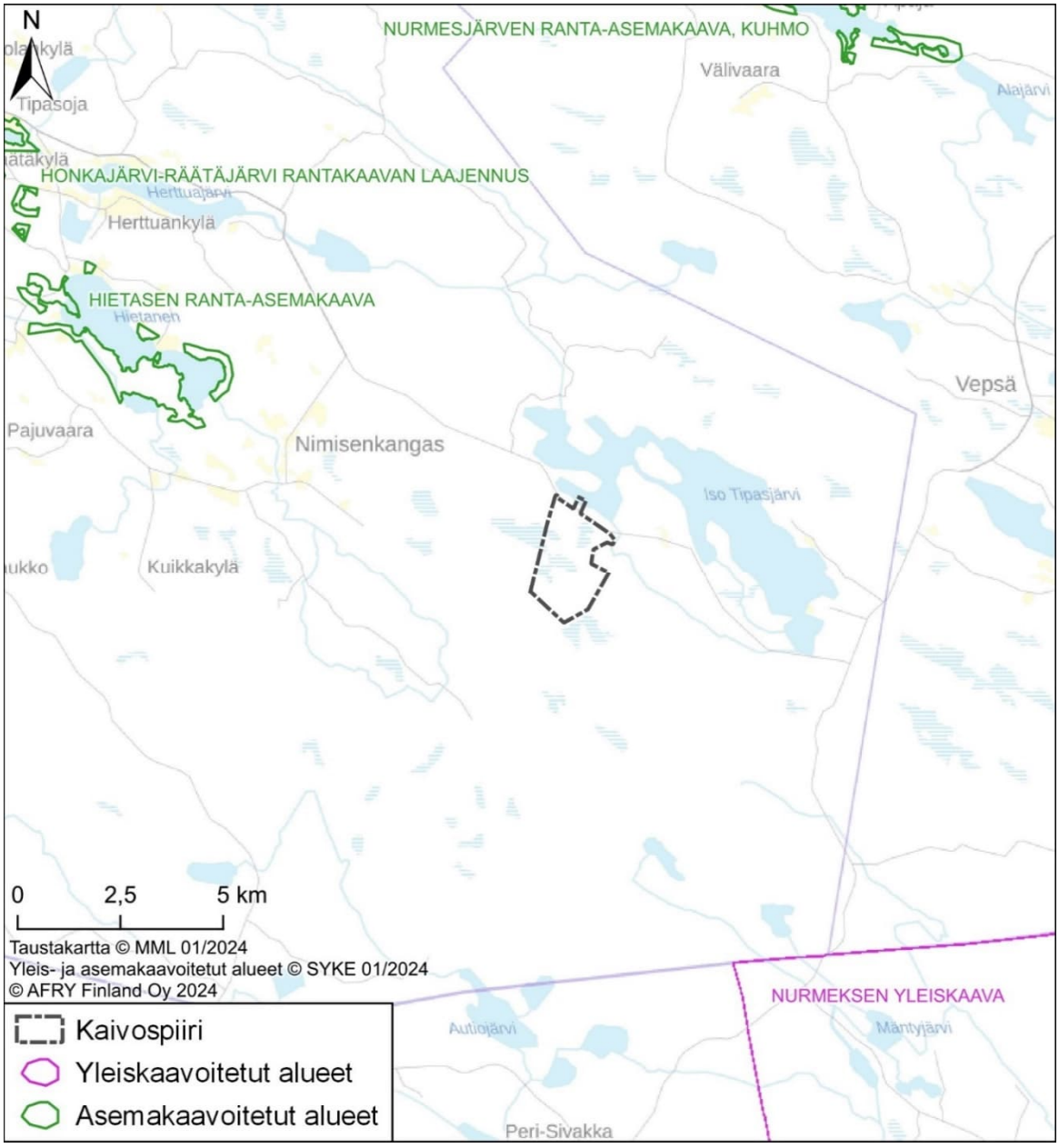
Kuva 10-2. Ote hyväksytystä Kainuun tuulivoimamaakuntakaavasta 2035. Hankealueen rajaus on esitetty karttakuvassa tummanharmaalla aluerajauksella.

Yleiskaava

Kaivospiirin alueella tai sen lähiympäristössä ei ole voimassa tai vireillä olevaa osayleiskaavaa. Lähin yleiskaavoitettu alue sijaitsee yli 9 kilometrin päässä etelässä Nurmeksen kaupungin alueella.

Asemakaavat ja ranta-asemakaavat

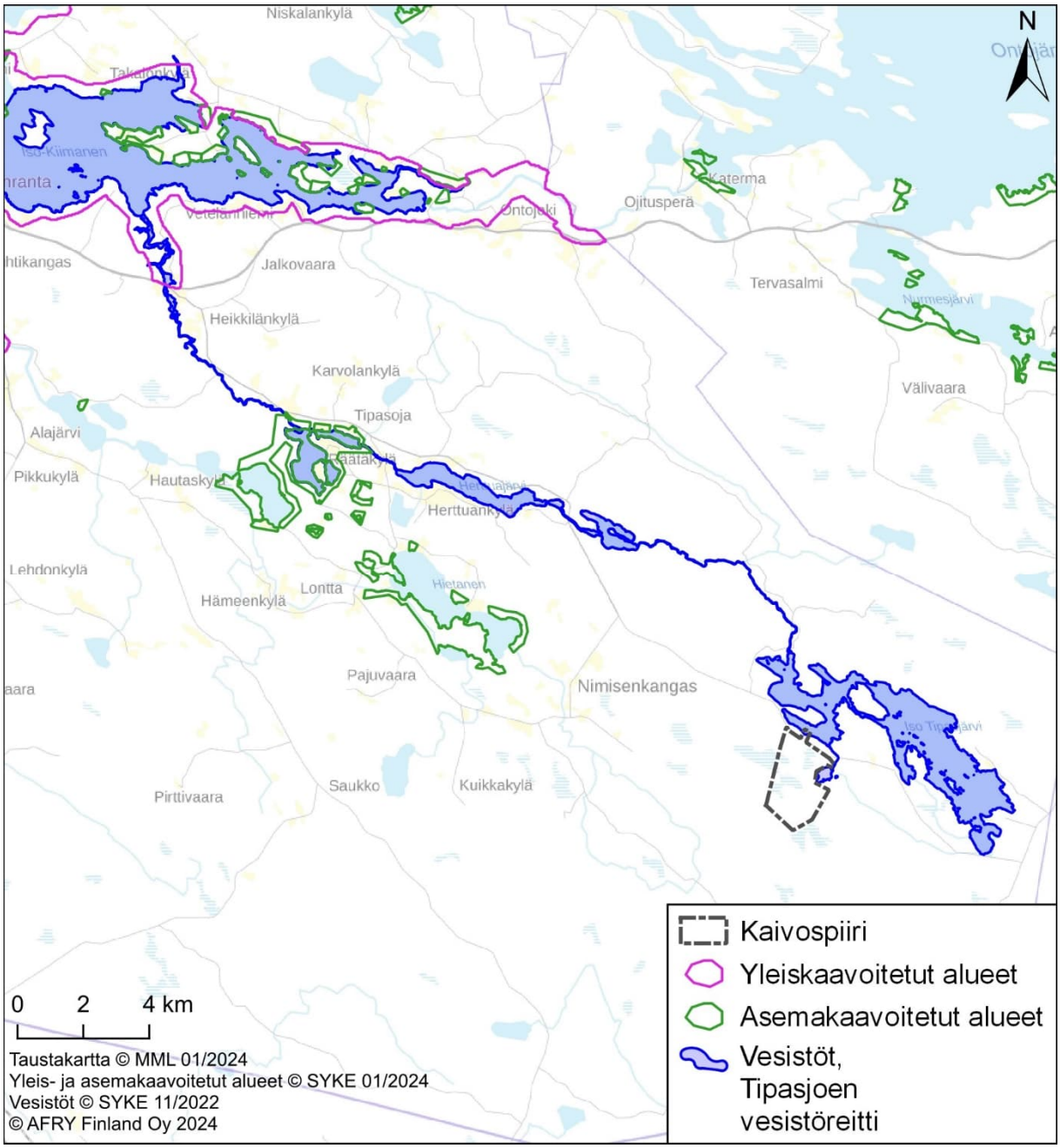
Kaivospiirin alueella tai sen lähiympäristössä ei ole voimassa tai vireillä olevia asemakaavoja (Kuva 10-3) lukuun ottamatta koillis- ja itäpuolelle sijoittuvaa ranta-asemakaavahanketta. Hankealueen välittömässä läheisyydessä sijaitsee vuoden 2011 alussa vireille tullut UPM-Kymmene Oyj:n ja yksityisten maanomistajien omistamia alueita koskeva, omarantaista lomarakentamista Isolla ja Pienellä Tipasjärvellä sekä niiden lähivesistöissä ohjaamaan tarkoitettu Tipasjärven ranta-asemakaava. Kaava on ollut nähtävillä alkuvuonna 2011, minkä jälkeen ranta-asemakaavan kaavoitus ei ole edennyt eikä siitä ole myöskään tehty varsinaista kaavoituksen lopettamispäätöstä.



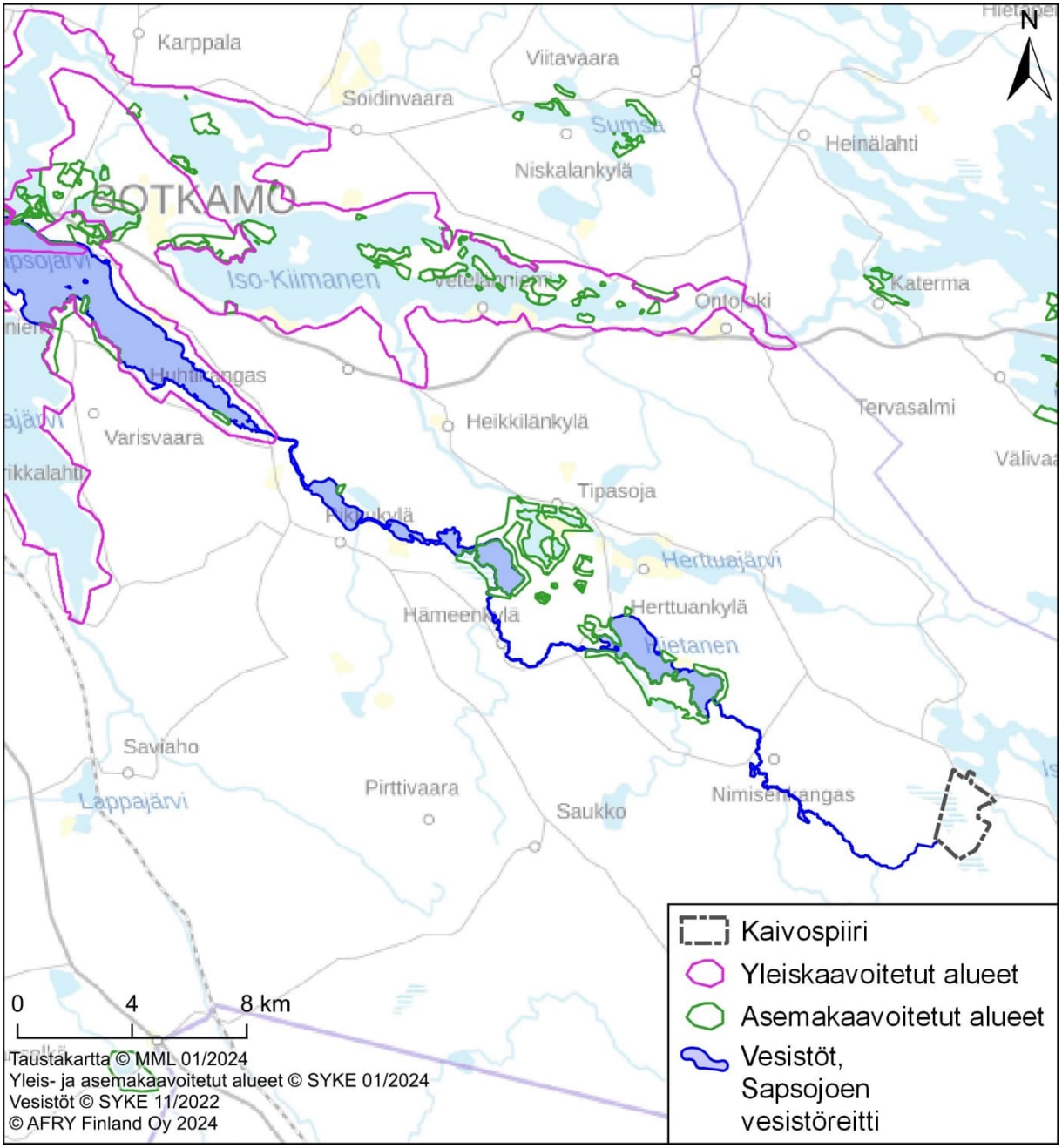
Kuva 10-3. Voimassa olevat yleis- ja asemakaavat.

Tipasjoen ja Sapsojoen vesistöalueiden vesistöreittien varrelle sijoittuvat lähimmät kaava-alueet ovat Hietasen ranta-asemakaava (hyväksytty 30.12.2011) sekä

Honkajärven rantakaava (hyväksytty 23.4.1999). Vesistöreittien varrelle sijoittuvat yleis- ja asemakaava-alueet on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 10-4 ja Kuva 10-5).



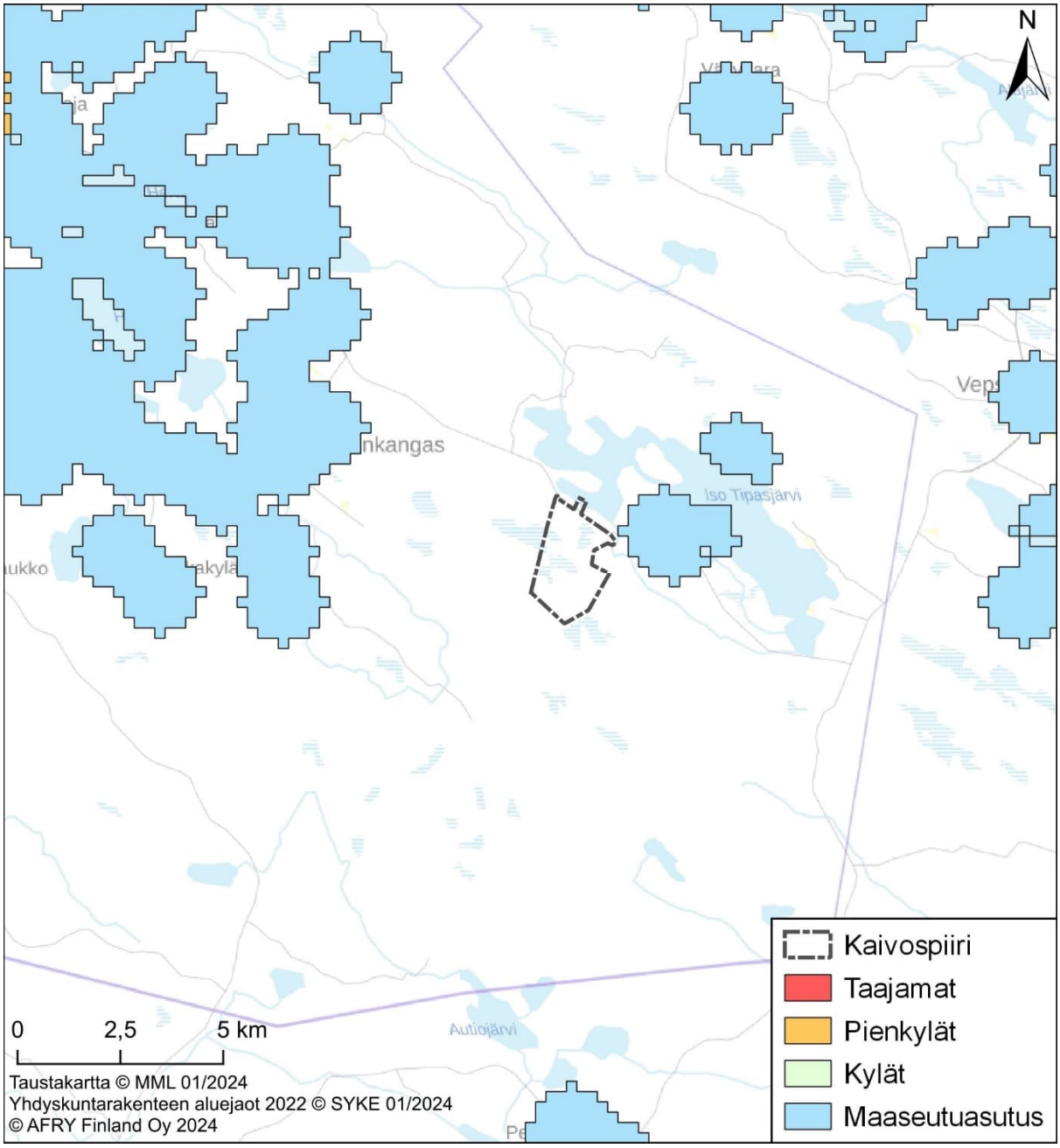
Kuva 10-4. Tipasjoen vesistöreitin lähiympäristöön sijoittuvat yleiskaavoitetut ja asemakaavoitetut alueet.



Kuva 10-5. Sapsojoen vesistöreitin lähiympäristöön sijoittuvat yleiskaavoitetut ja asemakaavoitetut alueet.

10.2.2 Yhdyskuntarakenne, maankäyttö ja maanomistus

Yhdyskuntarakenteen aluejaossa (taajamat, kylät, pienkylät ja maaseutu) hankealue sijoittuu luokittelemattomalle alueelle. Myös hankealueen lähiympäristö on määritelty pääosin luokittelemattomaksi alueeksi lukuun ottamatta itäpuolen järvien läheistä maaseutualueeksi luokiteltua aluetta (Kuva 10-6).



Kuva 10-6. Yhdyskuntarakenteen aluejaot (YKR-aineisto) hankealueen ympäristössä.

Hankealueella ei sijaitse taajamatoimintoja tai tärkeimpiä liikenneyhteyksiä. Sotkamon kunnan taajamat sekä kirkonkylä ja Vuokatti sijaitsevat noin 37–41 km etäisyydellä hankealueelta. Kuhmon kaupungin keskusta sijaitsee noin 30 km etäisyydellä.

Kokonaispinta-alaltaan noin 370 hehtaarin kokoinen hankealue on Taivalhopea-kaivospiirin toiminnoille osoitetussa käytössä ja varsinainen kaivos on ollut toiminnassa vuodesta 2019 lähtien. Hankealue sijoittuu yksittäiselle kiinteistölle 765-407-141-28, joka koostuu kahdesta molemmin puolin Kissaniementietä sijoittuvasta palstasta. Hankealueella on kaivoksen toimintoja palvelevia rakennuksia ja

rakenteita, jotka ovat varanneet alueen maankäyttöä kaivostoiminnan ajan. Hankealueen lähiympäristö on pääasiassa asumattomia ja ojitettuja metsä- ja suoalueita sekä pohjois- ja itäpuolelle sijoittuvien Pienen ja Iso Tipasjärven hallitsemaa erämaista aluetta, jota halkoo luode-kaakko-suunnassa Kissaniementie (9005).

10.3 Vaikutusten arviointi

10.3.1 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT)

Hankkeen toteuttamisella edistetään osaltaan valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteutumista. Hankkeella edistetään koko maan monikeskuksista, verkottuvaa ja hyviin yhteyksiin perustuvaa aluerakennetta, ja tuetaan eri alueiden elinvoimaa ja vahvuuksien hyödyntämistä. Olemassa oleviin yhteyksiin ja infrastruktuuriin perustuvan kaivoksen toimintojen laajentaminen tukee Sotkamon kunnan ja Kainuun aluetaloutta ja elinvoimaa sekä vahvistaa alueelle muodostuneen kaivososaamisen tulevia toimintaedellytyksiä.

Luodaan edellytykset vähähiiliselle ja resurssitehokkaalle yhdyskuntakehitykselle, joka tukeutuu ensisijaisesti olemassa olevaan rakenteeseen. Hankkeen myötä jo teollisessa toiminnassa olevan kaivosalueen käyttö laajenee ja tehostuu kaivospiirin sisällä uusien alueiden käyttöön oton sijaan. Hankkeessa hyödynnetään olemassa olevia liikennereittejä sekä teknistä verkostoa ja tukeudutaan jo rakennetussa ympäristössä olemassa olevaan kaivostoiminnoille varattuun rakenteeseen.

Edistetään valtakunnallisen liikennejärjestelmän toimivuutta ja taloudellisuutta kehittämällä ensisijaisesti olemassa olevia liikenneyhteyksiä ja verkostoja sekä varmistamalla edellytykset eri liikennemuotojen ja -palvelujen yhteiskäyttöön perustuville matka- ja kuljetusketjuille sekä tavara- ja henkilöliikenteen solmukohtien toimivuudelle. Hankkeessa hyödynnetään kaivosalueelle olemassa olevia tieyhteyksiä sekä rakentamisaikana että varsinaisena toiminta-aikana. Kuljetusketjut on suunniteltu ja otettu käyttöön toiminnassa olevan kaivoksen käytön aikana.

Varaudutaan sään ääri-ilmiöihin ja tulviin sekä ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Uusi rakentaminen sijoitetaan tulvavaara-alueiden ulkopuolelle tai tulvariskien hallinta varmistetaan muutoin. Kainuussa ei ole nimetty merkittäviä tulvariskialueita. Hankkeessa varmistetaan rakentamisen sekä toiminnan aikainen tulvariskien hallinta.

Ehkäistään melusta, tärinästä ja huonosta ilmanlaadusta aiheutuvia ympäristö- ja terveyshaittoja. Tavoitetta on toteutettu jättämällä riittävät suojaetäisyydet suunnitellun kaivostoiminnan ja herkkien kohteiden välille.

Haitallisia terveysvaikutuksia tai onnettomuusriskejä aiheuttavien toimintojen ja vaikutuksille herkkien toimintojen välille jätetään riittävän suuri etäisyys, tai riskit hallitaan muulla tavoin. Hankkeessa jätetään riittävät suojaetäisyydet suunnitellun kaivostoiminnan ja herkkien toimintojen välille. Kaivostoiminnassa tehdään yksityiskohtaista riskienhallintaa toiminnan turvaamiseksi ja haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi.

Huolehditaan valtakunnallisesti arvokkaiden kulttuuriympäristöjen ja luonnonperinnön arvojen turvaamisesta. Hankealueelle tai sen lähialueelle ei sijoitu valtakunnallisesti merkittäviä rakennettuja kulttuuriympäristökohteita (RKY) tai luonnonperinnön kohteita.

Edistetään luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaiden alueiden ja ekologisten yhteyksien säilymistä. Toimintojen suunnittelussa käytössä olevan kaivosalueen sisälle olemassa olevan toiminnan yhteyteen on huomioitu luonnonarvojen säilyminen väistämällä tiedossa olevia ja tunnistettuja arvokohteita ja -alueita.

(Luodaan edellytykset bio- ja kiertotaloudelle ja) edistetään luonnonvarojen kestävää hyödyntämistä. Hankkeessa suunniteltu malmituotannon kasvattaminen olemassa olevan kaivostoiminnan ja siihen liittyvän infrastruktuurin yhteydessä tukee tavoitetta luonnonvarojen kestävästä hyödyntämisestä. Käytössä olevan louhostoiminnan täysimittainen hyödyntäminen ja toiminnan laajentaminen olemassa olevalla kaivosalueella ovat ympäristövaikutuksiltaan kestävämpi ratkaisu kuin uuden kaivostoiminnan perustaminen ympäristöön, jossa teollista toimintaa ei ole aiemmin harjoitettu.

10.3.2 Vaikutukset kaavoitukseen

Hankkeesta ei ole tunnistettu aiheutuvan hankealueella tai sen lähivaikutusalueilla uusien kaavojen laatimisen tarpeita tai merkittäviä vaikutuksia voimassa olevien yleis- ja asemakaavojen toteuttamiselle. Voimassa tai vireillä olevissa kaavoissa ei ole osoitettu sellaista maankäyttöä tai toimintoja, jotka hanke tai kaivoksen nykyinen toiminta estäisivät. Toteutusvaihtoehdoista VE1 ja VE2 ei aiheudu nykyisistä toiminnoista aiheutuvia vaikutuksia mainittavasti voimistavia vaikutuksia Sapsojoen tai Tipasjoen vesistöreittien suunnan voimassa oleville ranta-asemakaavoille ja niissä osoitetulle maankäytölle.

Hankealueen pohjois- ja itäpuolella sijaitseva Tipasjärven ranta-asemakaava on tullut vireille 1.4.2011. Kaavahankkeen tarkoituksena on ollut laatia omarantaista lomarakentamista ohjaava ranta-asemakaava suunnittelualueelle, johon kuuluu ranta-alueita Iso Tipasjärven, Pieni Tipasjärven, Iso Raatelammen, Kalettomanlammen, Kourulammen ja Mäntylammen rannoilla. Kaavahanke ei ole edennyt luonnosvaiheen jälkeen. Sotkamon kunnan kaavoituskatsauksessa 2018 on todettu: *”Hankkeen valmisteluvaiheen kuulemisesta on kulunut jo niin pitkä aika, että osallisten tiedonsaannin varmistamiseksi ja osallistumismahdollisuuksien*

turvaamiseksi kaavaprosessi ja hankkeen osallistamismenettely tulee aloittaa alusta, mikäli hanketta vielä jatketaan." (Sotkamon kunta 2018). Tämän jälkeen vuosittain laadituissa Sotkamon kunnan kaavoituskatsauksissa ranta-asemakaavahanketta ei ole toistaiseksi enää esitetty vireillä olevissa kaavoissa (Sotkamon kunta 2024c)

Rikastushiekka-allas alueen laajennushanke ei estä ranta-asemakaavan toteuttamista, mutta kaavaluonnoksessa osoitetuille lähimmille rantarakennuspaikoille voi aiheutua kaivostoiminnasta ja toiminnan laajentumisesta asuinviihtyvyyteen liittyviä kielteisiä vaikutuksia esimerkiksi liikenteestä ja melusta johtuen. Muille kaavaluonnoksen rakennuspaikoille aiheutuvat vaikutukset ovat rakennuspaikkojen etäisyyksistä johtuen vähäisempiä, ja voivat liittyä vähäisten liikennevaikutusten ohella rakennuspaikkojen viihtyisyyteen melun ja maiseman osalta. Vaikka Tipasjärven ranta-asemakaavaa ei ole virallisesti keskeytetty, kaavan eteneminen arvioidaan kaavoitusprosessin etenemisen pysähdyttyä ja lähiympäristön muuttuneiden olosuhteiden valossa varsin epätodennäköiseksi kaavaluonnoksessa osoitetulla kaavaratkaisulla.

Kaivoslain 1.6.2023 voimaan tulleen muutoksen myötä kunnan asema ja kaavoituksen merkittävyys kaivosluvan myöntämisen edellytyksenä on tarkentunut. Lakimuutoksen myötä kunta päättää kaivoslain 47 § 4 momentin mukaisesti alueen kaavoittamisesta joko asemakaavalla tai oikeusvaikutteisella yleiskaavalla kaivoshanketta varten. Tällöin asemakaavan tai oikeusvaikutteisen osayleiskaavan tulee olla lainvoimainen ennen kaivosluvan myöntämistä. Vaatimus kuntakaavasta kaivosluvan edellytyksenä koskee vain uusia kaivoslupia.

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

Hankkeessa suunniteltu laajennettu maanalainen kaivos ulottuu syvällä kalliossa nykyisen kaivospiirin ulkopuolelle lyhyen matkaa hankealueen itäpuolella (Kuva 5-3). Kaivospiirin ulkopuolelle yltävän osan voidaan katsoa olevan määritelmän mukainen vähäinen apualue tai alue, jolla vähäisesti laajennetaan olemassa olevaa kaivosta. Näin ollen kyseeseen tulee voimassa olevia kaivoksia koskevan siirtymäsäännöksen soveltaminen, eikä uuden kaivoslain mukaista asema- tai yleiskaavan laatimisen tarvetta aiheudu, ellei kunnan ja asianomaisten viranomaisten näkemyksen mukaan ole erityisistä syistä perusteltua tarvetta asema- tai yleiskaavalle.

10.3.3 Vaikutukset maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen

Hankkeesta aiheutuvat suorat maankäyttövaikutukset ovat vähäisiä ja rajoittuvat hankealueelle, eli kaivostoiminnassa olevan kaivospiirin alueelle. Uuden rikastushiekka-altaan rakentaminen nykyisen altaan viereen toiminnassa olevan kaivosalueen sisälle vaikuttaa jo kaivostoiminnan käyttöön valtaosin muokatussa maastossa suhteellisen vähäisesti laajentaen alueella olemassa olevia toimintoja ja toisaalta tukeutuen alueelle rakennettuun infrastruktuuriin.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset ilmenevät erityisesti lisääntyvänä liikenteenä alueelle sekä melun ja mahdollisesti ajoittaisen pölyämisen lisääntymisenä lähivaikutusalueella. Lähivaikutusalueen maankäyttömuodoille ei aiheudu hankkeen toteuttamisesta erityisiä, toiminnanaikaisia uusia heikentäviä vaikutuksia tai aiemmin tunnistettuja haitallisia vaikutuksia lisääviä tekijöitä.

Sekä pohjoispuolisen rikastushiekka-altaan laajennusvaihtoehdon VE1 että eteläisemmän vaihtoehdon VE2 sijoittuminen suurimmalta osin käsitellyille maa-alueille aiheuttaa enintään vähäisiä puuston poistoja muokaten samalla kaivosaluetta yleispiirteiltään avarammaksi. Valittava vaihtoehto rajoittaa jatkossa kaivosalueen sisälle suunniteltavien mahdollisten uusien toimintojen vaihtoehtoja laajentaessaan rikastushiekka-altaille varattuja alueita lounaisosasta nykyisen kaivospiirin alueen keskelle. Molemmat vaihtoehdot tehostavat toimintoja alueen keskiosiin hajauttamatta niitä merkittävästi alueen ulkoreunoille.

10.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Hankkeen toteuttamatta jättäminen ei aiheuta muutoksia alueen yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön. Hankkeen toteuttamatta jättäminen ei muuta kaivosalueen nykyistä maankäytön tilannetta ja nykyisten kaivostoimintojen mukainen käyttö alueella jatkuu edelleen. Olemassa olevan kaivospiirin rakenteet varaavat jatkossakin alueen maankäyttöä ja estävät tai rajoittavat muuta maankäyttöä hankealueella toiminnan päättymiseen ja rakenteiden purkamiseen saakka. Kaivospiiriä koskeva lainvoimaisessa maakuntakaavassa osoitettu aluevaraus ohjaa alueen maankäyttöä. Mikäli kaivospiirin alue on myöhemmin tarkoitus ottaa kaivostoiminnasta olennaisesti poikkeavien maankäyttömuotojen käyttöön, voi tämä edellyttää maakuntakaavan päivittämistä.

10.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Hankealueen ja sen lähivaikutusalueen herkkyys muutoksille maankäytön ja yhdyskuntarakenteen osalta arvioidaan vähäiseksi, sillä hankkeen toteuttaminen ei edellytä uusien kaavojen laatimista tai aiheuta olemassa olevien kaavojen muutostarpeita. Hankealue on kuntatason kaavojen (yleis- ja asemakaavat) osalta kaavoittamatonta aluetta.

Lisäksi kaivostoiminnassa jo olevalla hankealueella ei sijaitse vaikutuksille herkkiä maankäyttömuotoja, kuten asutusta ja virkistyskäytössä olevia alueita tai reittejä. Lähivaikutusalueelle sijaitsevalle asuin- ja loma-asutukselle aiheutuvat vaikutukset eivät lisäänny nykyisestä tasosta merkittävästi. Suunniteltujen toteutusvaihtoehtojen välillä ei maankäytön ja yhdyskuntarakenteen kannalta ole merkittäviä vaikutuseroja. Hankkeen vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön kokonaisuutena arvioidaan vähäiseksi ja kielteiseksi.

Taulukko 10-3. Vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys			VE1, VE2	VE0			
	Kohtalainen herkkyys							
	Suuri herkkyys							

10.5 Arvioinnin epävarmuudet

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

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

10.6 Vaikutusten lieventäminen

Vaikutusten lieventämisen keinot tarkentuvat hankkeen yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa. Maankäytölle aiheutuvia haitallisia vaikutuksia voidaan edelleen vähentää huolellisella rakentamisen jatkosuunnittelulla ja toteutuksella. YVA-selostuksesta saadun yhteysviranomaisen perustellun päätelmän jälkeen edetään ympäristölupahakemukseen, jonka yhteydessä ympäristölupaviranomaisen tehtävänä on tarkistaa lupaa myöntäessään, että lupahakemuksessa esitetty toiminta täyttää ympäristöluvan myöntämisen edellytykset.

11 Maisema ja kulttuuriympäristö

YHTEENVETO

- Hankealueen lähialueella ei ole valtakunnallisia tai maakunnallisia arvokkaita maisema-alueita tai rakennetun kulttuuriympäristön kohteita. Arkeologista kulttuuriperintöä edustavat kaksi kiinteää muinaisjäännöskohdetta hankealueen itälaidalla. Näihin ei kohdistu vaikutuksia hankkeesta.
- Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukaisten rikastushiekka-altaiden vaikutuksia lähialueen maisemaan on tarkasteltu laadittujen kuvasovitteiden avulla. Hankkeen maisemalliset vaikutukset ovat vähäiset. Rikastushiekka-altaiden näkyvyyttä Pienen Tipasjärven suuntaan voidaan lieventää säilyttämällä suojaavaa puustoa.
- Kaivostoiminnan loppumisen jälkeen maaston muotoilussa on hyvä huomioida ympäristön pinnanmuodot, jotta entinen kaivosalue sulautuu ympäröivään luonnonmaisemaan.

11.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Maisemavaikutusten arvioinnin tavoitteena on selvittää hankealueen maiseman ja kulttuuriympäristön ominaispiirteet ja arvot YVA-menettelyn edellyttämällä tarkkuudella. Vaikutusten arvioinnissa on kuvattu hankkeen suhde laajempaan maisemakokonaisuuteen ja lähiympäristön maisemaan. Tarkastelussa on huomioitu vaikutusalueen valtakunnallisesti, maakunnallisesti ja paikallisesti arvokkaat maiseman ja kulttuuriympäristön alueet ja kohteet sekä arkeologinen kulttuuriperintö. Arvioinnissa on kiinnitetty huomiota erityisesti muutoksen tarkasteluun eli siihen, miten alueen maisemakuva muuttuu hankkeen vaikutuksesta.

Maisemaan ja kulttuuriympäristöön sekä arkeologiseen kulttuuriperintöön kohdistuvien vaikutusten arviointi perustuu hankkeen suunnittelutietoihin, kartta- ja ilmakuvatarkasteluihin, olemassa oleviin selvitys- ja inventointiaineistoihin sekä rekisteritietoihin (Museovirasto). Maisemavaikutusten lähialue ulottuu 2 km etäisyydelle hankealueesta. Maisemavaikutuksia on tarkasteltu 4 km etäisyydelle hankkeen rakentamisalueista.

Hankkeen vaikutuksia maisemaan ja kulttuuriympäristöön on tarkasteltu asiantuntija-arviona.

Hankealue sijaitsee Kainuun ja Kuusamon vaaramaan maisemamaakunnassa ja sillä maisemaseudulla Kainuun vaaraseutu. Vaaramaisemat alkavat Vaara-Karjalasta ja jatkuvat pohjoiseen Kainuun ja Kuusamon vaaramaan maisemamaakunnassa. Maisemamaakunnan ytimenä on Kainuun kohdalla seudun länsipuoliskolla kulkeva vaarajakso. Yleensä moreenipeitteinen maa on luoteesta kaakkoon suuntautunutta. Laajat moreenialueet drumliinikenttineen ja monet harjut elävöittävät pinnanmuotoja. Maisemamaakunnassa on useita suuria järviä ja reittivesistöjen lisäksi pienempiä järviä ja jokia. Soita on runsaasti. Vallitsevat metsätyypit ovat

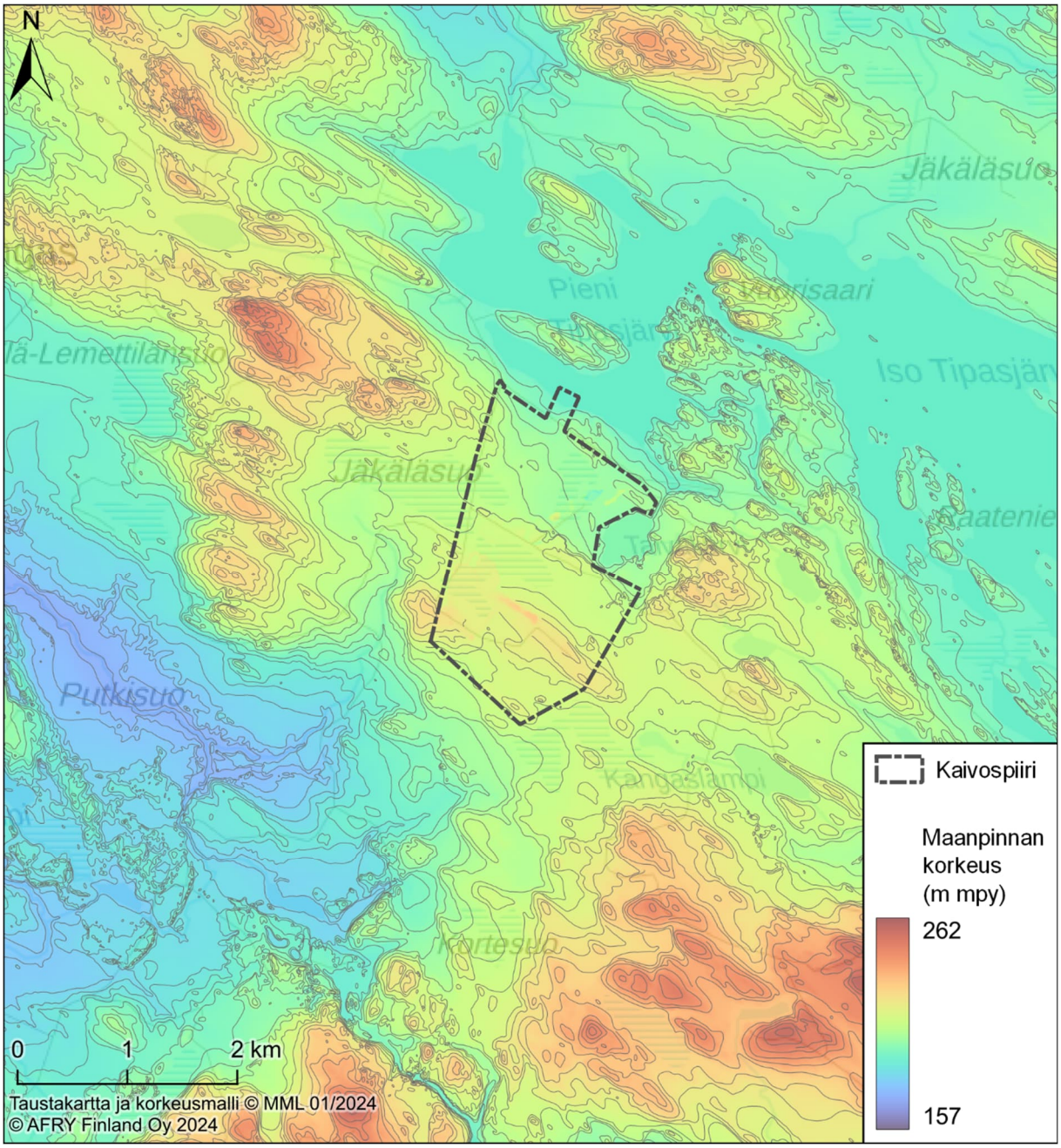
yleensä suhteellisen karuja, useimmiten mäntyvaltaisia kangasmetsiä. Kainuun vaaraseudulla asutus on harvaa ja tasaisesti jakautunutta vaarojen rinteille ja vesistöjen varsille. Pellot ovat pieniä ja sijaitsevat yleensä huuhtoutumattomilla vaarojen lakialueilla. Metsätaloutta on harjoitettu alueella eri muodoissaan tehokkaasti. Tervanpoltto on aikoinaan ollut tärkeä tulolähde. (Ympäristöministeriö 1993)

11.1.1 Maisemarakenne ja maisemakuva

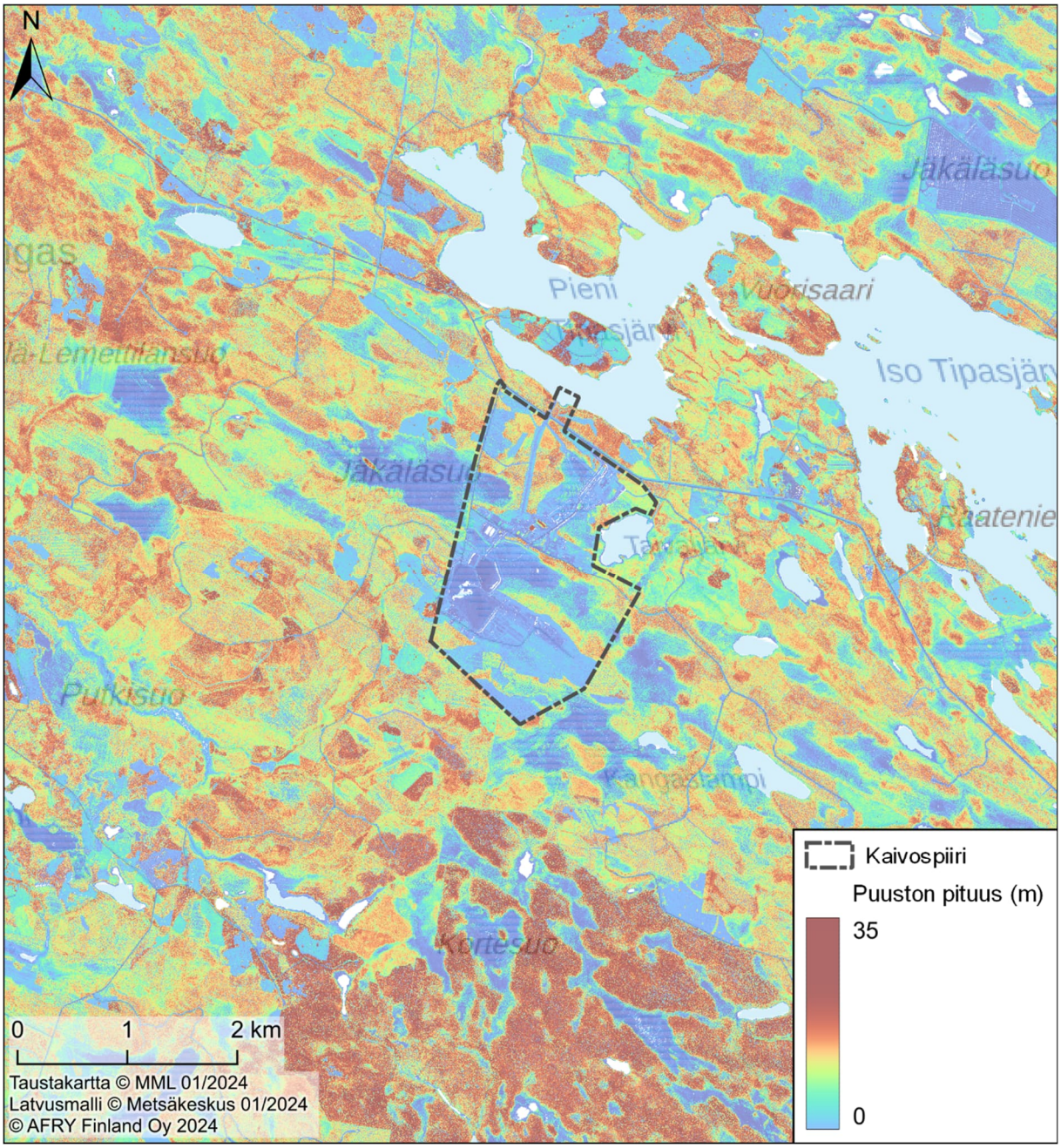
Hankealue sijoittuu Pienen Tipasjärven eteläpuolelle melko alavaan ja soiseen maastoon. Alueen itäpuolella maasto on kumpuilevaa. Ympäröiviin alueisiin verrattuna melko matalat metsäiset kankaat ovat luoteesta kaakkoon suuntautuneita. Hankealueen korkein kohta on Koivumäki alueen eteläosassa korkeustasolla 225 m mpy. Matalimmat kohdat ovat hankealueen pohjoisosassa, noin korkeustasolla 205 m mpy. Hankealueen itäpuolella on pieni Taivaljärvi. Kaakkoon ja etelään mentäessä pinnanmuodot jyrkkenevät ja alueella on korkeampia vaaroja. Hankealueen länsipuolella tasaista suomaastoa rajaavat lännessä Loukkuvaara, Veihtivaara ja Koraminvaara, jonka laki on lähialueen korkein kohta (232 m mpy).

Hankealueella maisemaa hallitsevat kaivostoiminnot ja sen louhos-, läjitys- ja allasalueet. Lähialueen maisemassa avoimuutta luovat avosuot, hakkuuaukeat ja harvapuustoiset suoalueet, joita reunustavat metsät. Ympäröivillä alueilla maisema on sulkeutunutta metsämaisemaa. Ympäristön avosoilta ja pohjoisen Tipasjärveltä avautuu näkymiä hankealueen suuntaan.

Kuvissa alla on esitetty hankealueen ja sen lähialueen topografia (Kuva 11-1) ja puuston korkeus (Kuva 11-2).



Kuva 11-1. Hankealueen ja sen ympäristön pinnanmuotoja kuvaava korkeusmalli (Maanmittauslaitos).



Kuva 11-2. Puuston pituus Metsäkeskuksen latvusmallin mukaan. Avosuot, rakennetut alueet ja hakkuuaukeat ovat puuttomia alueita.

11.1.2 Maiseman arvoalueet, kulttuuriympäristö ja muinaisjäännökset

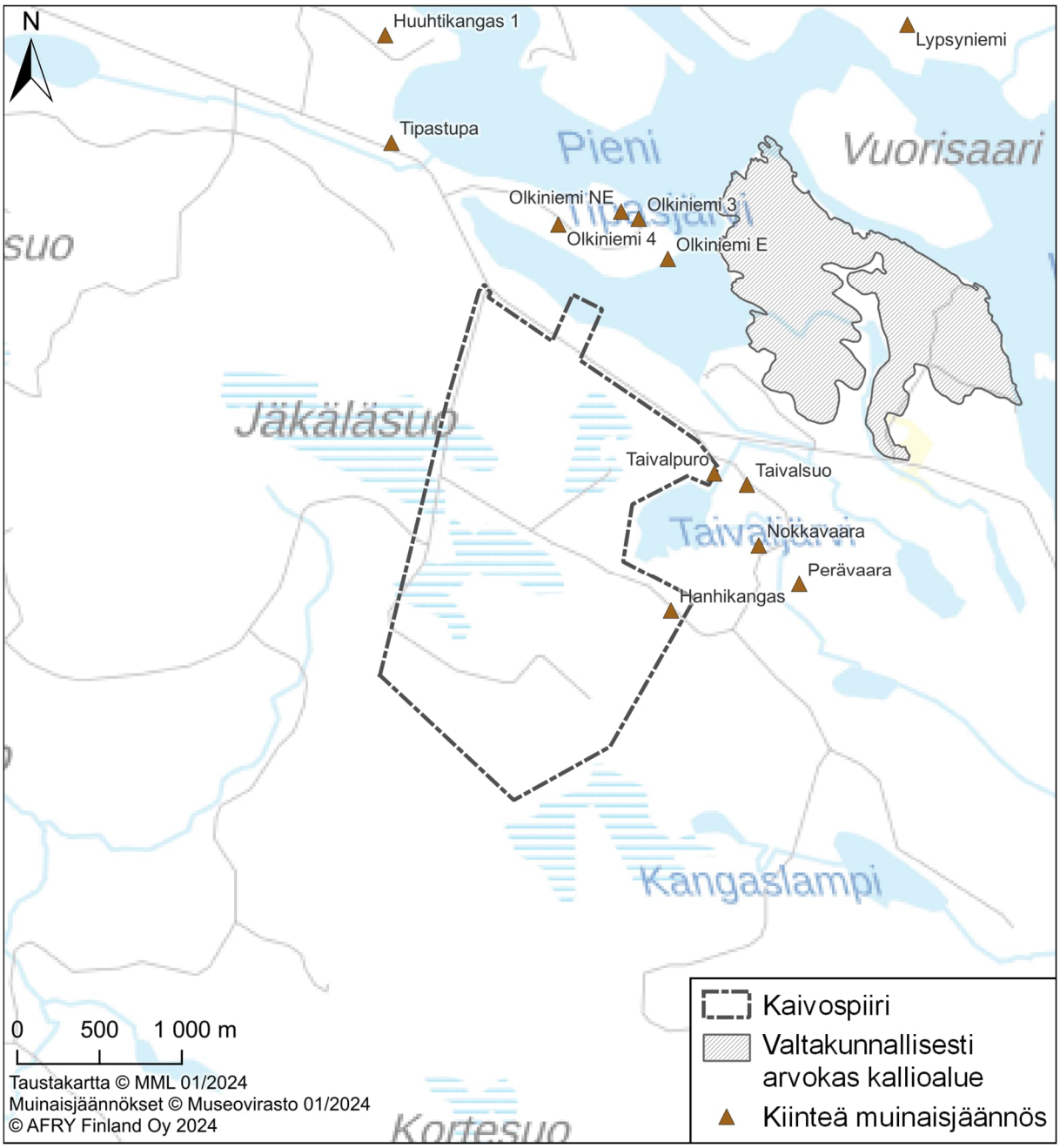
Hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse valtakunnallisesti (Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus, VAMA2021) tai maakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita. Kainuun valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaiden maisema-alueiden päivitys- ja täydennysinventoinnit on toteutettu v. 2011–2013 (Muhonen ja Savolainen 2013). Maakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet on osoitettu Kainuun voimassa olevassa vaihemaakuntakaavassa 2030.

Kaivospiirin lähialueella ei ole maakunnallisia maisema-alueita (Kainuun liitto 2021c).

Lähialueelle ei sijoitu valtakunnallisesti merkittäviä rakennettuja kulttuuriympäristökohteita (RKY). Lähimmäksi kaivospiiriä sijoittuvat Kallio, Kalettoman kämppä ja Tervasalmen silta noin 15 km hankealueen pohjoispuolella. Paikallisesti arvokkaat kulttuuriympäristöt ja perinnemaisemat on koottu Sotkamon kulttuuriympäristöohjelmaan (Tervo 2017). Lähialueella on kaksi paikallisesti arvokasta kulttuuriympäristökohdetta. Kalettoman kämppä sijaitsee hankealueen luoteispuolella noin 2,6 km etäisyydellä ja Kallio alueen koillispuolella noin 1,2 km etäisyydellä.

Kaivospiirin koillispuolelle noin 500 m etäisyydelle sijoittuva Vuoriniemen-Kalliolammen alue lukeutuu luonnon- ja maisemansuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaisiin kallioalueisiin (KAO110115). Vuoriniemen-Kalliolammen kalliomaasto on biologisesti erittäin arvokas alue, jolla on myös geologista ja maisemallista merkitystä. Vesistöjen reunustama ja pienpiirteissään vaihteleva moreenipeitteisten kallioselänteiden ja suopainanteiden muodostaman niemen eteläreuna rajautuu epäselvästi ympäristöön. Tavallista edustavampien loivien silokallioiden lisäksi alueella on joitakin matalahkoja kalliojyrkänteitä. Rantakalliot erottuvat selvästi järvialueille, mutta kokonaisuutena matala kallioalue hahmottuu ympäristöön lähinnä metsäisenä ranta-alueena (Husa ym. 2000). Arvokkaan kallioalueen sijainti on esitetty kuvassa 11-3.

Hankealueen itäosassa on kaksi kiinteää muinaisjäännöstä (Museovirasto, Muinaisjäännösrekisteri). Nämä on löydetty Kainuun museon tekemässä arkeologisessa inventoinnissa vuonna 2011. Työ- ja valmistuspaikkoihin lukeutuvat Taivalpuro (1000019329) ja Hanhikangas (1000019093) ovat tervahautoja. Hankealueen lähialueella on kolmas tervahauta, Taivalsuo (1000042746) noin 220 m hankealueen rajasta itään. Alueen itäpuolella noin 400–600 m etäisyydellä sijaitsevat Nokkavaara (1000021235) ja Perävaara (1000021236), jotka ovat historiallisia asuinpaikkoja. Hankealueen pohjoispuolella, Pienen Tipasjärven Olkiniemessä noin 0,5 km etäisyydellä on neljä kiinteää muinaisjäännöstä: Olkiniemi NE (1000043987, tervahauta tai miilu), Olkiniemi 4 (765010114, mahdollinen kivikautinen asuinpaikka), Olkiniemi 3 (1000022109, tervahauta ja Olkiniemi E (765010115, mahdollinen pyyntikuoppa). Pienen Tipasjärven länsirannalla on kaksi kiinteä muinaisjäännöstä: Tipastupa (1000043988, tervahauta) ja Huuhtikangas 1 (1000019116, historiallinen asuinpaikka). Hankealueelta etäisyyttä Tipastupaan on 1 km ja Huuhtikankaaseen 1,6 km. Hankealueella ja lähialueella sijaitsevat muinaisjäännökset on esitetty kuvassa 11-3.



Kuva 11-3. Kiinteät muinaisjäännökset Museoviraston muinaisjäännösrekisterin mukaan. Kuvassa on esitetty myös valtakunnallisesti arvokkaan kallioalueen rajaus.

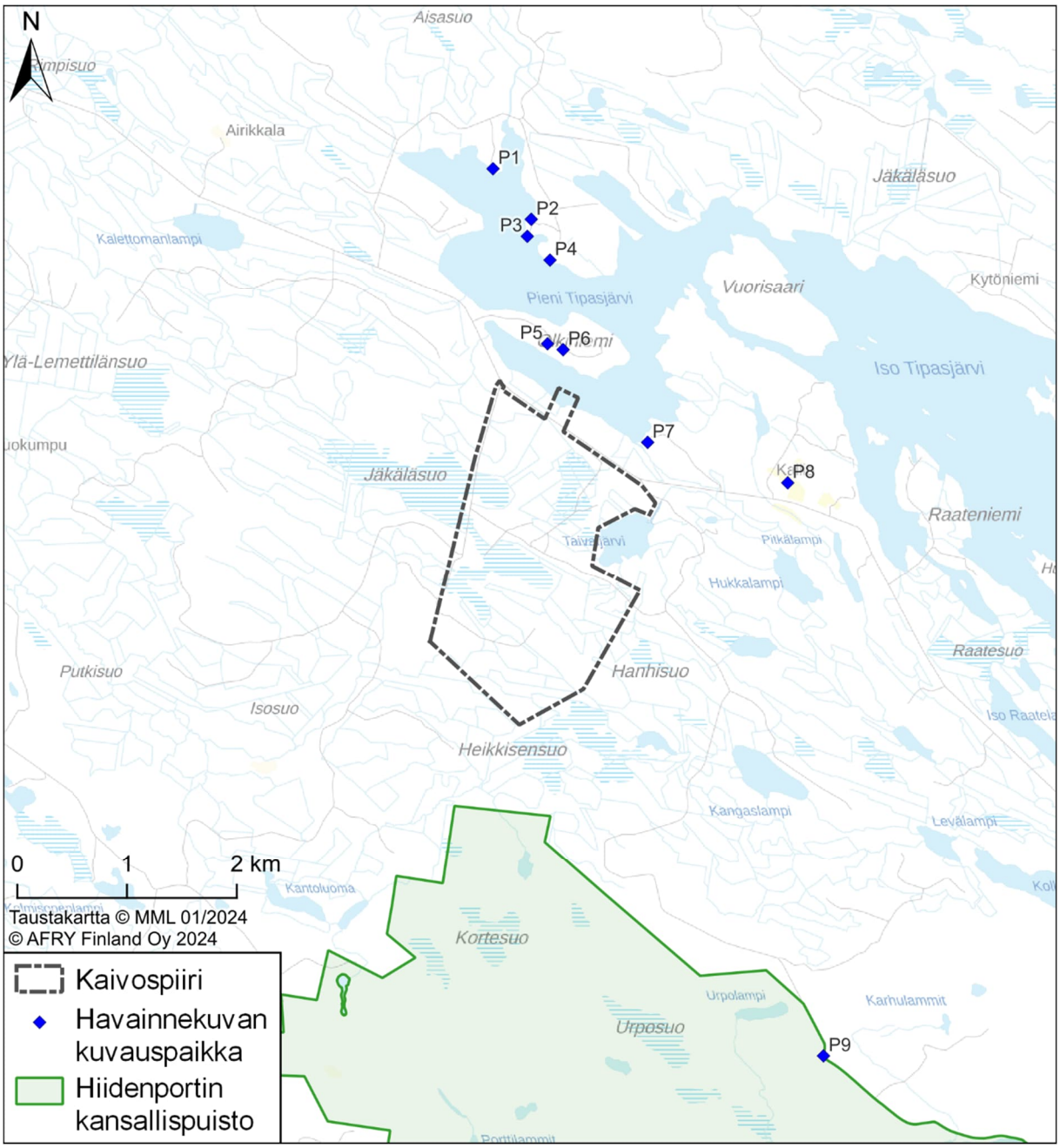
11.2 Vaikutusten arviointi

Kaivostoiminnan laajenemisen vaikutuksia alueen maiseman ja kulttuuriympäristön nykytilaan on arvioitu muutoksen laajuuden, luonteen ja merkittävyyden näkökulmasta. Arvioinnissa on keskitytty rikastushiekka-altaan vaikutuksiin, jotka toiminnan laajentamiseen liittyen ovat maiseman kannalta merkittävimmät. Avolouhoksen ja kaivoksen muiden rakenteiden maisemalliset vaikutukset keskittyvät hankealueelle.

Nykyisen rikastushiekka-altaan padot ovat korkeustasolla +227,5 m mpy ja niitä korotetaan tasoon +234 m mpy molemmissa hankevaihtoehdoissa. Patojen korkeus nousee siis 6 m nykytilaan verrattuna. Vaikutusten arviointia varten on laadittu kuvasovitteita, joissa havainnollistetaan rikastushiekka-altaan reunan näkyvyyttä lähiympäristöön. Maisemakuvien kuvauspaikat on esitetty kuvassa 11-4 ja niiden etäisyys rikastushiekka-altaisiin hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 taulukossa 11-1 ja kuvasovitteet kuvissa 11-5…11-11. Kuvauspaikka 8 on paikallisesti arvokkaalla kulttuuriympäristökohteella Kallio. Arvioinnissa on tarkasteltu lähialueen maisemaa myös kartta- ja ilmakuvatarkastelujen avulla sekä topografiaan ja puustotietoihin perustuen.

Taulukko 11-1. Kuvassa 11-4 esitettyjen kuvauspaikkojen etäisyys rikastushiekka-altaasta hankevaihtoehdossa VE1 ja VE2. Kuvauspaikka 8 sijaitsee paikallisesti arvokkaan kulttuuriympäristökohteen Kallio pihapiirissä.

Kuvauspaikka nro	Etäisyys km VE1	Etäisyys km VE2
1	3,4	3,9
2	3	3,5
3	2,8	3,3
4	2,5	3,1
5	1,8	2,4
6	1,8	2,4
7	1,3	1,9
8	2,2	2,6



Kuva 11-4. Kuvasovitteiden kuvauspaikat.



Kuva 11-5. Kuvasovite kuvauspisteeltä P1.



Kuva 11-6. Kuvasovite kuvauspisteeltä P2.



Kuva 11-7. Kuvasovite kuvauspisteeltä P3.



Kuva 11-8. Kuvasovite kuvauspisteeltä P4.



Kuva 11-9. Kuvasovite kuvauspisteeltä P5.



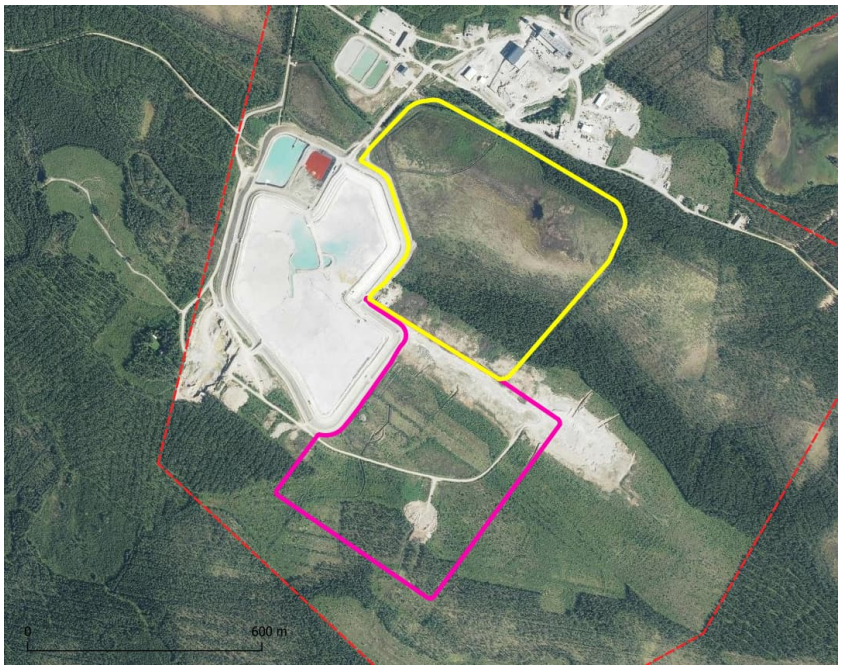
Kuva 11-10. Kuvasovite kuvauspisteeltä P6.



Kuva 11-11. Kuvasovitteet kuvauspisteiltä P7 ja P8.

11.2.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rikastushiekka-allas rakennetaan olemassa olevan rikastushiekka-altaan viereen sen itäpuolelle (Kuva 11-12). Hankevaihtoehdossa VE1 allas sijoittuu Hanhipetäikön kankaan pohjoispuolelle suoalueelle. Alue on avosuota, jota reunustaa metsä. Puusto alueella on melko matalaa. Hankevaihtoehdossa VE2 allas sijoittuu Hanhipetäikön kankaalle, jolla nykyisin on avointa kenttää/läjitysaluetta ja avohakattua metsää. Suunnitellun altaan ympäristössä kaivokseen liittyvä rakentaminen on muuttanut maisemaa voimakkaasti, joten jäljellä olevan puuston raivaamisen ja altaan rakentamisen vaikutukset jäävät vähäisiksi maiseman muutoksen kannalta. Rakennettu pinta-ala laajenee, mutta maiseman luonne ei muutu.

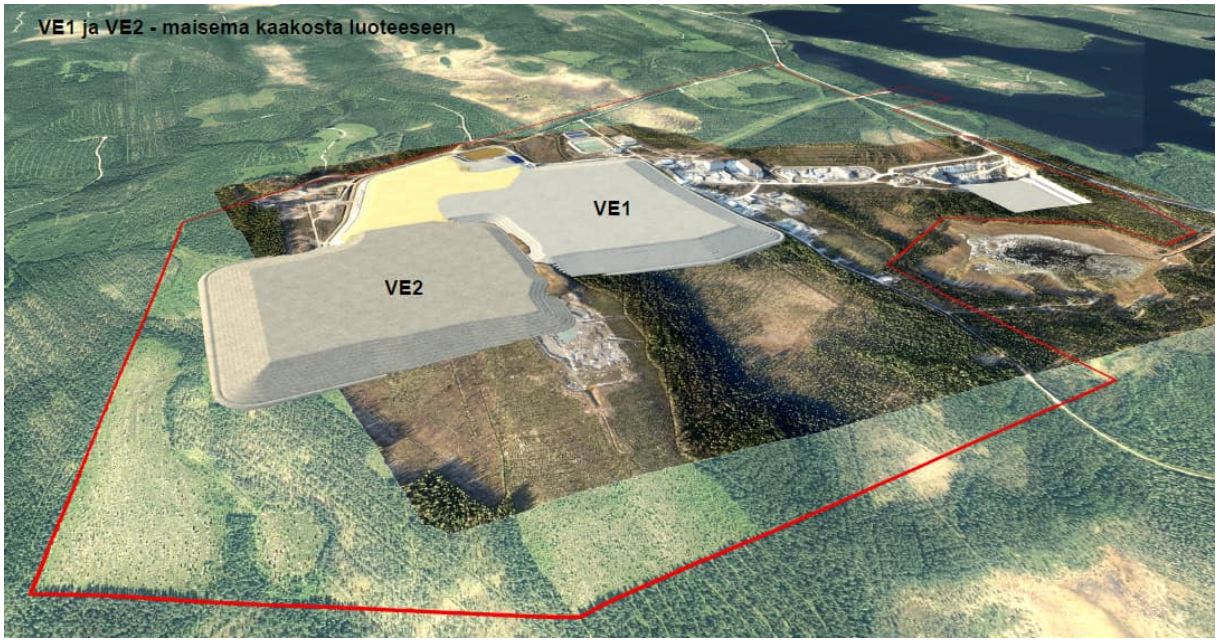


Kuva 11-12. Ote ilmakuvasta (Maanmittauslaitos). Keltaisella on esitetty rikastushiekka-altaan sijoittuminen vaihtoehdossa VE1 ja pinkillä vaihtoehto VE2.

11.2.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Rikastushiekka-altaan vaikutuksia lähialueen maisemaan on tarkasteltu maisemakuvien avulla, jotka on esitetty edellisessä luvussa 11.2. Maisemakuvissa on esitetty rikastushiekka-altaan padon näkyminen erityisesti Pienen Tipasjärven pohjoisrannan loma-asutuksen ja hankealueen koillispuolen asutuksen suuntaan. Maisemakuvien kuvauspaikat on esitetty kuvassa 11-4 ja niiden etäisyys rikastushiekka-altaisiin hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE 2 taulukossa 11-1. Rikastushiekka-altaan pato ei maisemakuvien mukaan näy lähimmille (etäisyys 1,8–2,4 km) kuvauspaikoille Olkiniemeen, koska Pienen Tipasjärven rannan ja hankealueen välinen metsä peittää näkyvyyden kokonaan. Myös Taipaleen (etäisyys 1,3–1,9 km) ja Kallion (etäisyys 2,2–2,6 km) alueilla metsä peittää näkyvyyden hankealueen suuntaan. Rikastushiekka-altaan pato ei näy myöskään Pienen Tipasjärven pohjoisrannalle etäisyyden (>2,5 km) ja metsän peitteisyyden vuoksi. Hankkeesta ei aiheudu merkittäviä vaikutuksia lähialueen maisemaan nykytilassa. Kaivospiirin pohjoispuoliselta Kissaniementieltä avautuu kapeita tien suuntaisia näkymiä hankealueelle jo nykyisellään. Laajat metsien avohakkuut voivat muuttaa tilannetta ja avata näkymiä hankealueen suuntaan.

Maisemakuvien lisäksi rikastushiekka-allasta on hahmoteltu ilmakuviin (Kuva 11-13). Kaikki maisema- ja havainnekuvat on esitetty erillisessä kuvaliitteessä (liite 11).



Kuva 11-13. Rikastushiekka-altaan laajennuksen (VE1 ja VE2), selkeytysaltaan ja pyriittialtaan korotusten ja avolouhouksen laajentamisen (Kaivostäyttö 2) havainnollistaminen. Huom. Kuvan taustakartta ei ole kolmiulotteinen, eikä sen takia YVA:ttavien toimintojen suhde hahmotu todenmukaisesti.

11.2.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päättymisen jälkeisiä vaikutuksia on kuvattu kaivoksen sulkemissuunnitelmassa. Suunnitelman mukaan alue palautetaan biologisesti monimuotoiseksi elinympäristöksi, tai vaihtoehtoisesti alue ohjataan paikalliset tarpeet huomioivaan ja ympäristön kannalta kestävään uuteen maankäyttöön. Mikäli alueelle ei tule uutta maankäyttöä alueelle luodaan soveltuvilta osin luonnollisen kaltaisia maastonmuotoja ja edistetään alueelle palaavan luonnon monimuotoisuutta tavoitteena alueen soveltuvuus metsätalous- sekä ulkoilu- ja virkistyskäyttöön ainakin osittain.

Kaivoksen maisemavaikutukset vähenevät sulkemisen myötä, sitä mukaa kun rakennuksia puretaan, maastoa muokataan ja alueet kasvittuvat. Kaivospiirin itälaidalla olevat muinaisjäännökset huomioidaan kaivoksen sulkemisvaiheen maanrakennustöissä, joten niihin ei kohdistu vaikutuksia.

11.2.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 rikastushiekka-altaan laajennusta ei toteuteta eikä maisemaan aiheudu muutoksia nykytilaan verrattuna.

11.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Hankealueen herkkyys muutoksille maisemallisia ja kulttuuriympäristön kannalta arvioidaan vähäiseksi, sillä hankealueen lähialueella ei ole maiseman tai kulttuuriympäristön arvokohteita. Hankealueen itäreunalla ja lähialueella on useita kiinteitä muinaisjäännöksiä, joihin hankkeesta ei aiheudu vaikutuksia. Hankkeen vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön kokonaisuutena arvioidaan vähäiseksi ja kielteiseksi.

Taulukko 11-2. Vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys			VE1, VE2	VE0			
	Kohtalainen herkkyys							
	Suuri herkkyys							

11.4 Arvioinnin epävarmuudet

Rikastushiekka-alueen näkyvyyttä Pienen Tipasjärven pohjoisrannalle on tarkasteltu nykytilaan laadituista maisemakuvista. Ympäröivät alueet ovat metsätalouskäytössä, joten avohakkuut ja harvennukset voivat muuttaa maisemaa ja parantaa näkyvyyttä järveltä kaivosalueen suuntaan, jolloin rikastushiekka-altaan pato voi erottua maisemassa ja maiseman muutos näkyy lähiympäristöön.

11.5 Vaikutusten lieventäminen

Vaikutuksia lähimaisemaan voidaan lieventää säilyttämällä kaivosalueen ja Pienen Tipasjärven välinen alue puustoisena. Erityisesti korkea rantapuusto peittää näkymiä järveltä kaivosalueen suuntaan, joten sen säilyttäminen on tärkeää.

Kaivoksen sulkemisen jälkeen on syytä huomioida ympäröivät maastonmuodot ja muotoilla maanpinta mahdollisimman luonnonmukaiseksi. Kainuun vaaraseudulle on tyypillistä ovat luoteesta kaakkoon suuntautuvat pinnanmuodot. Sulkemissuunnitelman mukaan mahdollista ylijäämäpintamaata voidaan hyödyntää alueen luonnonmukaisessa pintamuotoilussa. Kasvitettavilla alueilla on hyvä käyttää alueelle tyypillistä kasvillisuutta, jotta entinen kaivosalue ”maastoutuu” ympäröivään luonnonmaisemaan.

12 Maa- ja kallioperä

YHTEENVETO

- Kaivosalue ei sijoitu varsinaiselle happamien sulfaattimaiden (HaSu) vyöhykkeelle.
- Maaperä on pääasiassa moreenia, jonka päällä on paikoin turvetta. Turpeen paksuus on keskimäärin 2,7 m ja paksuimmillaan noin 4 m. Maaperän keskimääräinen kokonaispaksuus on noin 6 m ja syvimmillään noin 20 m luokkaa. Moreenin vedenjohtavuus on mittausten perusteella heikko ($2{,}5 \times 10^{-8}$–$4{,}0 \times 10^{-7}$ m/s)

- Kaivos sijoittuu Tipasjärven vihreäkivivyöhykkeelle, joka on Kuhmo-Suomussalmen vihreäkivivyöhykkeen eteläisin osa. Kaivosalueelle ei sijoitu merkittäviä kallioperän ruhje- tai siirrosvyöhykkeitä. Kairasydännäytteistä kartoitettujen RQD-arvojen tilastollisen analyysin perusteella kallion ylin 50 m on voimakkaimmin rakoillutta. Rakoilu vähenee syvyyden kasvaessa noin 400 metrin syvyydelle, jonka alapuolella rikkonaisuus on muutamaa rikkonaisempaa jaksoa lukuun ottamatta vähäistä.

- Hankealueen herkkyys muutoksille maa- ja kallioperän osalta arvioidaan vähäiseksi, sillä hankealueelle ei sijoitu arvokkaita maa- tai kallioperämuodostumia. Rakentamisvaiheen vaikutukset maa- ja kallioperään arvioidaan vähäisiksi ja kielteisiksi, kun tehdään rikastushiekka-altaan laajennuksen maarakennustöitä. Vaihtoehdossa VE1 vaikutukset maaperään kohdistuvat Hanhipetäikön pohjoispuolelle ja vaihtoehdossa VE2 Hanhipetäikön eteläpuolelle. Rakennusaikana ei tehdä kallioperään kohdistuvia toimenpiteitä. Toiminnan aikana vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaan alapuolinen turvekerros tiivistyy, vaihtoehdossa VE2 moreenimaaperä ei juuri painu läjityksen alla. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 louhinnan vaikutukset kohdistuvat kallioperään ja ovat pysyviä. Toiminnan aikaiset vaikutukset arvioidaan vähäisiksi ja kielteisiksi, sillä louhinnan vaikutukset maa ja kallioperään ovat pysyviä, mutta louhinta ja kaivuumäärän osalta pieniä ja paikallisia.

- Hankevaihtoehdoilla VE1 ja VE2 ei ole merkittäviä keskinäisiä eroja maa- ja kallioperään kohdistuvien vaikutusten kannalta. VE1 vaihtoehdossa tapahtuu turpeen painumista, koska rikastushiekka-allas sijaitsee luontaisen turvekerroksen päällä, ja rikastushiekka-altaasta läpi suotautuva vesimäärä on luontaisen turvepohjan takia todennäköisesti pienempi kuin vaihtoehdossa VE2. Vaihto-ehdossa VE2 rikastushiekka-altaan pohjan läpisuotautuvan veden määrää voidaan pienentää juurisalaojilla ja veden pois pumppauksella. Vaihtoehdossa VE2 rikastushiekka-allas tulee moreenimaaperän päälle. Moreenia ei tällöin voida käyttää muuhun rakentamiseen alueella.

- Maanalaisen louhoksen täyttövaihtoehdossa Kaivostäyttö 2, avolouhosta laajennetaan, joten vaikutukset kallio- ja maaperään ovat jonkin verran suuremmat kuin vaihtoehdossa Kaivostäyttö 1, jossa avolouhosta ei laajenneta.

12.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Maaperävaikutuksia aiheutuu kaivostoiminnan laajentamisen edellyttämästä rakentamisesta sekä mahdollisista haitallisten aineiden päästöistä maaperään. Arvioitavissa hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 laajennetaan rikastushiekka-allasta. Rikastushiekka-altaan laajentamisen muutokset maaperään arvioidaan laajennusalueiden tarvitseman lisäpinta-alan perusteella. Vaikutuksen merkittävyyttä arvioidaan suhteuttamalla vaihtoehtojen VE1 ja VE2 sisältämän laajennettavan alueen pinta-ala rikastushiekka-altaan nykyiseen pinta-alaan.

Kallioperävaikutuksia aiheutuu louhinnasta. Arvioitavissa hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 maanalaista louhosta syvennetään nykyisestä noin 400 m syvyydestä noin 1 km maanpinnan tason alapuolelle.

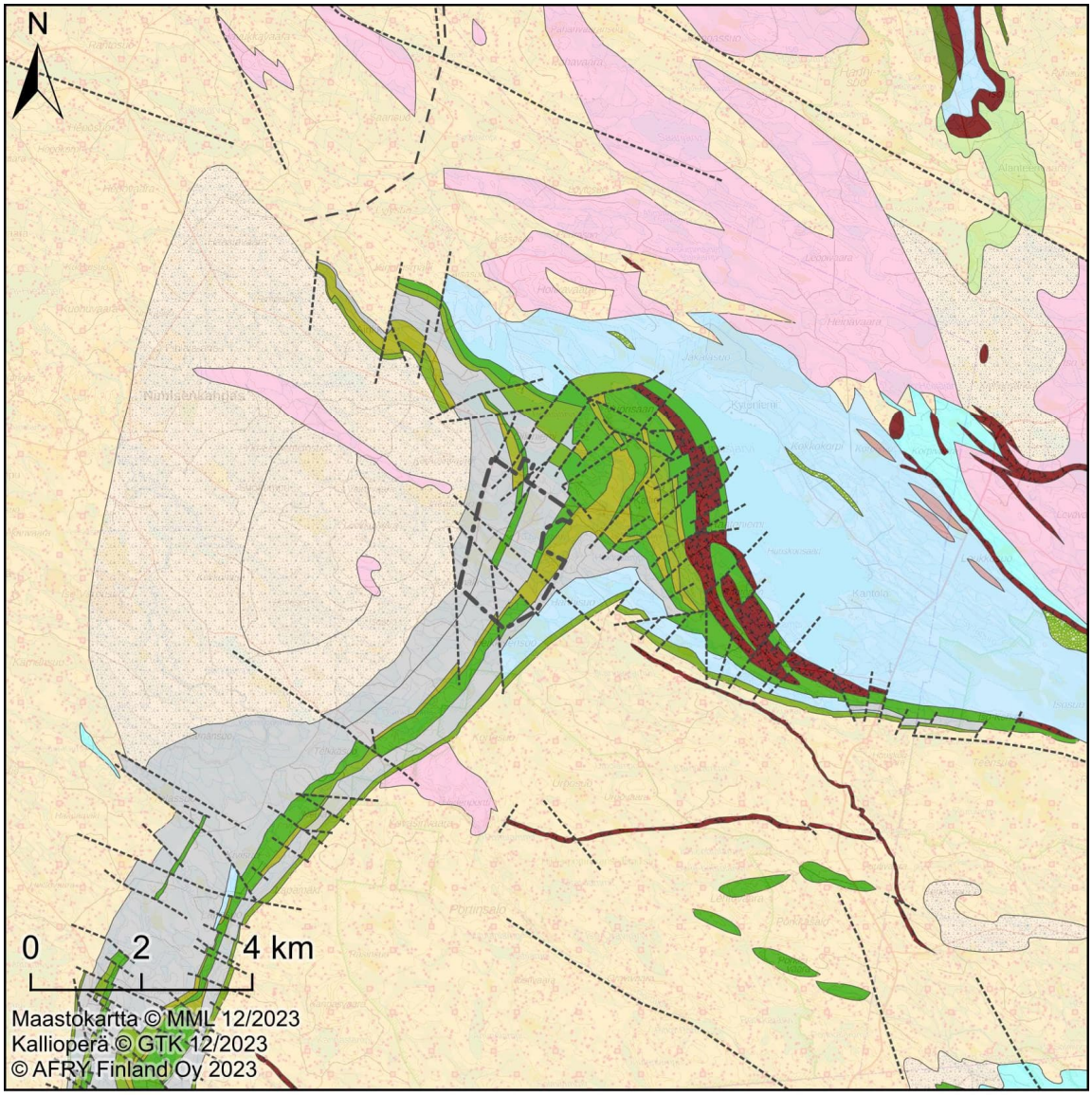
12.2 Nykytila

12.2.1 Kallioperä

Kaivos sijoittuu Tipasjärven vihreäkivivyöhykkeelle, joka on Kuhmo-Suomussalmen vihreäkivivyöhykkeen eteläisin osa, hieman erillään päävyöhykkeestä. Malmiesiintymän isäntäkivi ja sitä ympäröivä sivukivi koostuvat felsisestä metavulkaniitista. Ympäristönsuojelun kannalta huomionarvoisia mineraaleja ovat sulfidimineraalit. (Ramboll Finland Oy 2018) Hankealueen ja sen lähiympäristön kallioperä on esitetty kuvassa 12-1. Hankealueella ei ole arvokkaita kivikkoja tai kallioalueita. Lähin sijaitsee hankealueen koillispuolella (Kuva 12-2).

GTK on tehnyt kallioperän rakennetulkinnat, jotka ovat ladattavissa GTK:n aineistopalvelussa (GTK Hakku-palvelu 2023). Sotkamo Silverin kaivosalueelle ei sijoitu merkittäviä kallioperän ruhje- tai siirrosvyöhykkeitä. Havaitut ruhjeet ovat paikallisia, eikä niillä ole yhteyttä laajempiin ruhjevyöhykkeisiin. Kaivostunnelin rako- ja ruhjekartoituksessa havaitut rakosuunnat vastaavat alueellisen aineiston perusteella tulkittuja rako- ja ruhjesuuntia. Geoteknisesti kaivoksen kallioperä on hyvälaatuista, eli kallio on ehjää (Ramboll Finland Oy 2018).

Koska kallion vedenjohtavuus riippuu rakoilusta, kairasydännäytteistä raportoituja rakoiluun liittyviä tietoja tarkasteltiin ja analysoitiin merkkinä vedenjohtavuudesta ja sen vaihtelusta kallioperässä (AFRY Finland Oy 2024b, liite 7). Rock Quality Designation (Hoek & Brown 1982) (RQD) on karkea mitta kiven rakoilulle. RQD-luokitus suoritetaan laskemalla yli 10 cm pitkien ehjien kallionäytteiden osuus koko kairasydämen pituudesta. Tulos annetaan prosentteina, mitä pienempi prosenttiarvo sitä huonolaatuisempi kivi. Hyvälaatuisella kivellä RQD on suurempi kuin 75 %, huonolaatuisella alle 50 %, ja hyvin huonolaatuisella pienempi kuin 25 %. Kuvassa 12-3 on esitetty Sotkamo Silverin kaivoksen kairareiät, joista on kartoitettu RQD-arvot.



Kaivospiiri

Siirrosrakenteet

2211 Suuri määrittelemätön siirrosvyöhyke

2221 Määrittelemätön siirrosvyöhyke

Kallioperä

21121 Felsinen vulkaniitti

21122 Intermediäärinen vulkaniitti

21123 Mafinen vulkaniitti

21124 Ultramafinen vulkaniitti

21371 Metasomaaattinen kivi

211321 Doleriitti

213331 Serpentiniitti

213481 Biotiittiparaliuske

213491 Biotiittiparagneissi

213521 Amfiboliitti

2111113 Graniitti

2111115 Tonaliitti

2135241 Tonaliittinen migmatiitti

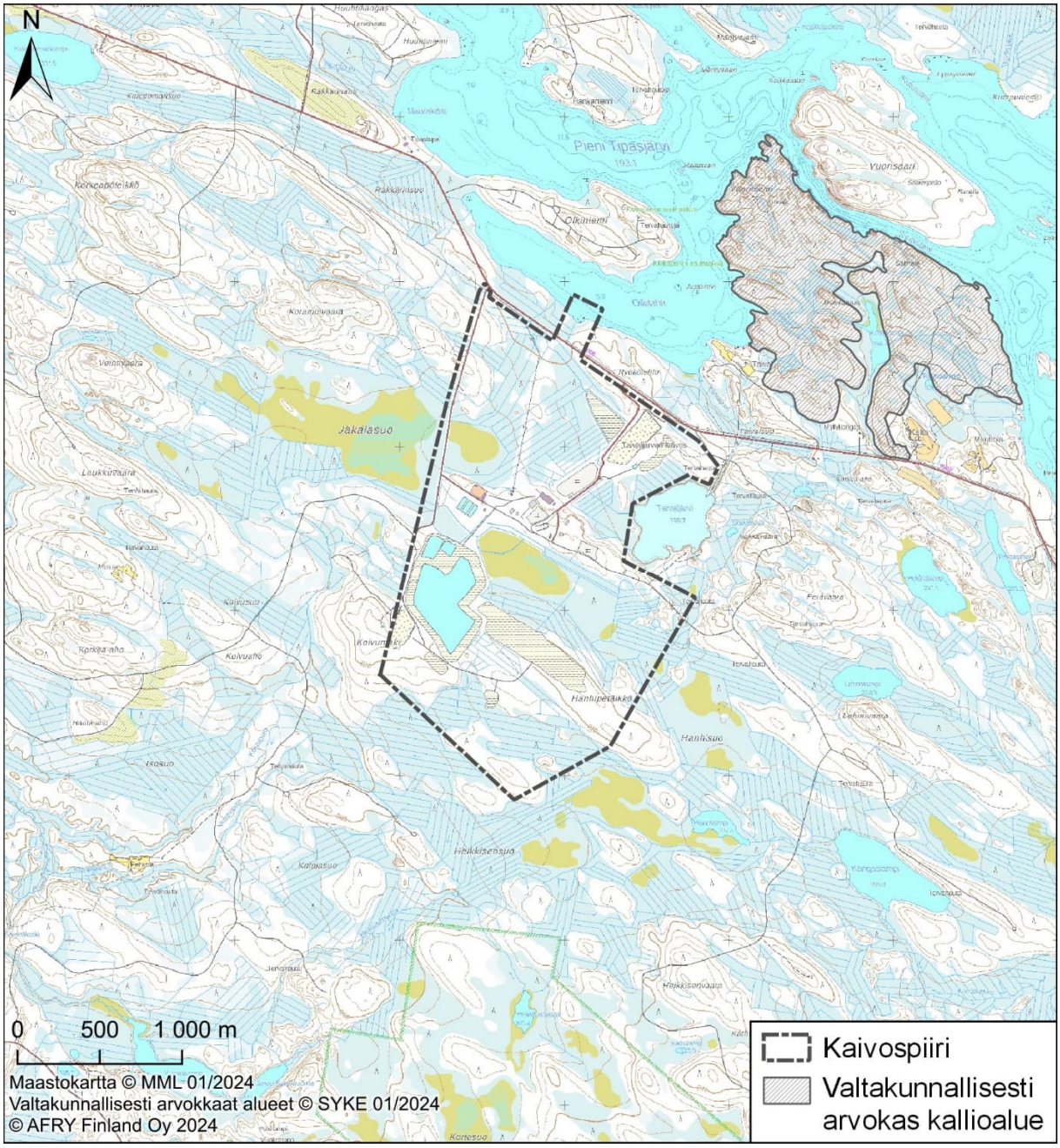
2135244 Migmatoitunut tonaliitti

21123113 Tholeiittinen basaltti

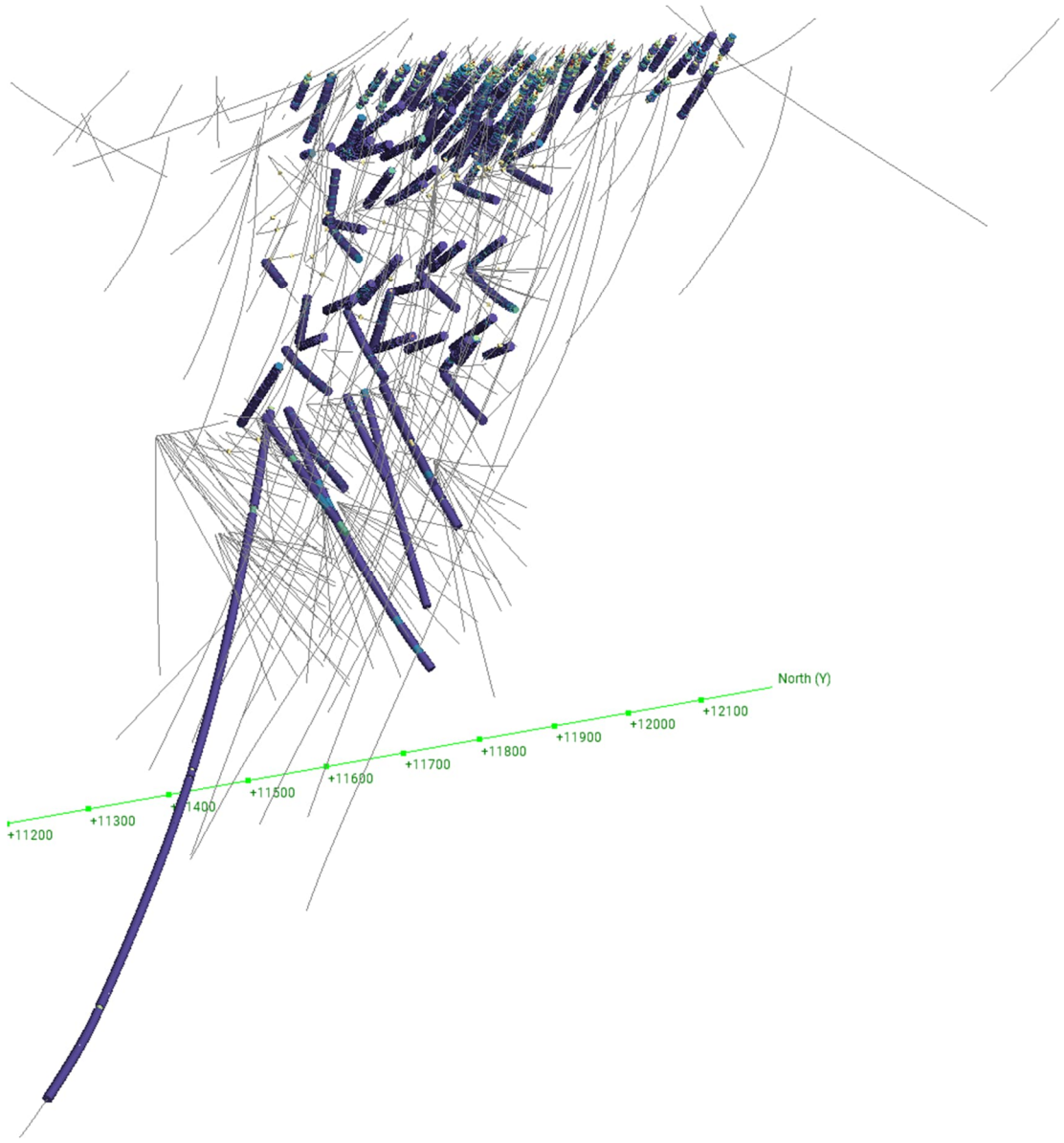
21123114 Korkea Mg -basaltti

21212423 Mafinen tuffiitti

Kuva 12-1. Kaivosalueen ja sen lähiympäristön kallioperä.



Kuva 12-2. Kaivosalueen lähiympäristön arvokkaat kallioalueet.

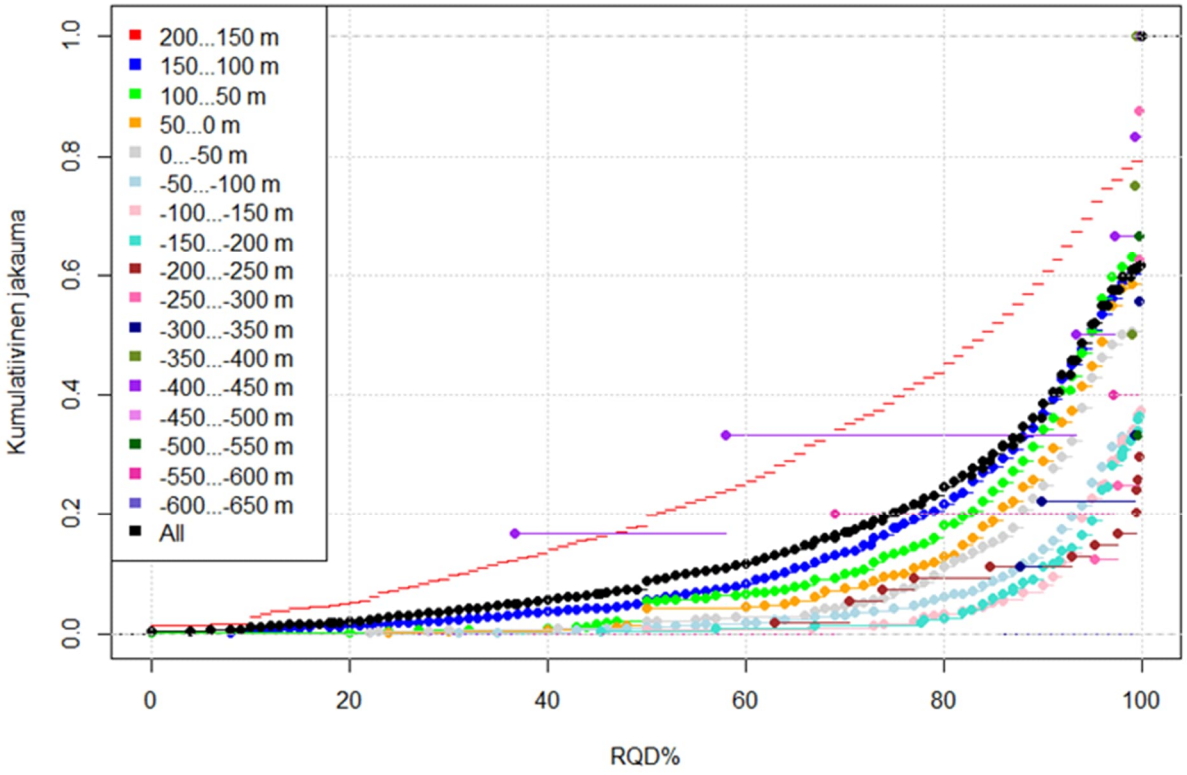


Kuva 12-3 . Sotkamo Silverin kaivoksen kairareiät, joista on kartoitettu RQD-arvot.

Tilastollista tarkastelua varten kairasydännäytteistä kartoitetuista RQD-arvoista koostettiin yhden metrin datakoosteet. Datakoosteessa on yhteensä 7501 kappaletta yhden metrin reikäjaksoja, joista RQD tieto on saatavilla. Paras metrikattavuus on kallioperän yläosasta, sillä syvemmältä kallioperästä kairausmetrejä on vähemmän saatavilla. Suurin osa kairarei'istä on malmimuodostumassa, joten sivukivestä on vähemmän tietoa saatavilla.

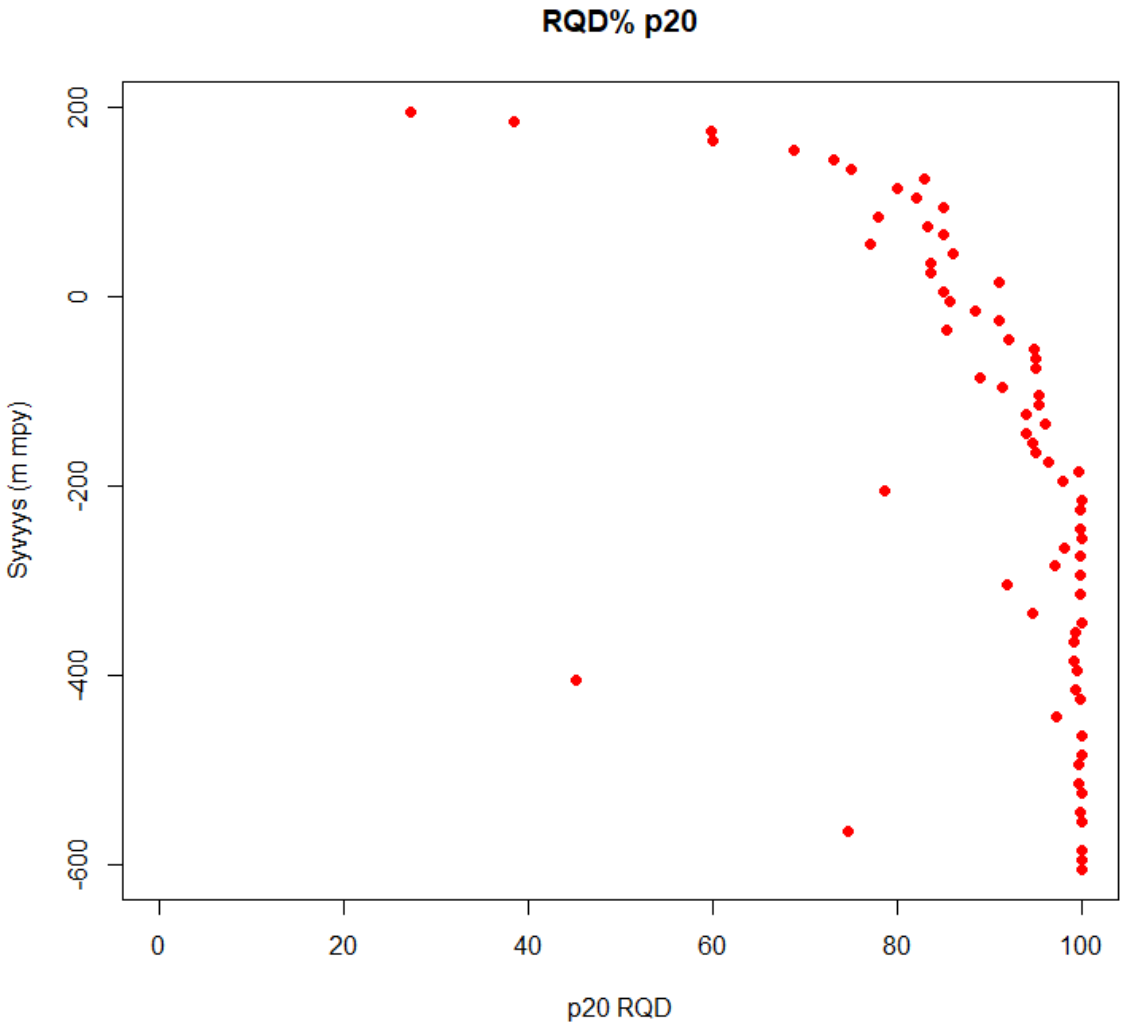
RQD:n tilastollista jakaumaa analysoitiin koko datajoukolle, sekä lisäksi syvyyden suhteen. Kuvassa 12-4 esitetään RQD:n arvojen jakautumisen prosenttiosuuksien kertymät 50 m vertikaaleina syvyysjaksoina (m mpy). Jakaumien perusteella kallioperän pintaosan rikkonaisuus on voimakkainta 50 metrin syvyydelle kallion pinnasta. Tämän pintakerroksen vaikutus on suurin maaperästä kallioon suotautuvan pohjaveden, sekä kalliossa tapahtuvan veden virtauksen, ja mahdollisesti

syntyvän pohjaveden aleneman kannalta. Rikkonaisuutta esiintyy myös syvemmällä kalliossa, mikä voi muodostaa virtausyhteyksiä louhittavien tilojen ja kallion pintaosien välille.



Kuva 12-4. Kairasydännäytteistä määritetyn RQD-arvon 1 m komposiitin RQD-arvojen jakauman prosenttiosuuksien kertymä 50 metrin vertikaalisin (m mpy) syvyysvälein ja koko datasetille.

Keskimäärin lähes 80 %:n osuus kairanäytepituuksista edustaa RQD-arvoja, jotka ovat suurempia kuin 75 %. Tämän takia 20 % osuus kertymästä valittiin tilastolliseen tarkasteluun edustamaan eniten rakoilleita näytejaksoja. Kun RQD-lukua tarkastellaan ensimmäisen 20 % kertymän osuudelta 10 m vertikaalein syvyysvälein, kivilaadun paraneminen (RQD-luvun kasvu) syvyyden suhteen erottuu hyvin (Kuva 12-5). Rikkonaisuus on suurinta pintakalliossa ja vähenee asteittain noin 400 metrin syvyydelle, jonka alapuolella rikkonaisuus on muutamaa rikkonaisempaa jaksoa lukuun ottamatta vähäistä.



Kuva 12-5. Rikkonaista kiveä (RQD<25 %) on selkeästi enemmän kallion yläosassa kuin syvemmällä. Ehjän kiven osuus kasvaa tasaisesti syvemmälle mentäessä.

12.2.2 Maaperä

Kaivosalueen maaperä on pääasiassa moreenia. Alueella on luode-kaakko suuntaisia, pohjamoreenista muodostuvia drumliineja. Moreenimuodostumien välissä on soistuneita painanteita, jotka muodostavat kaivosalueen pinta-alasta noin 20–30 %. Turpeen paksuus soilla on keskimäärin 2–3 metriä. (Ramboll Finland Oy 2018)

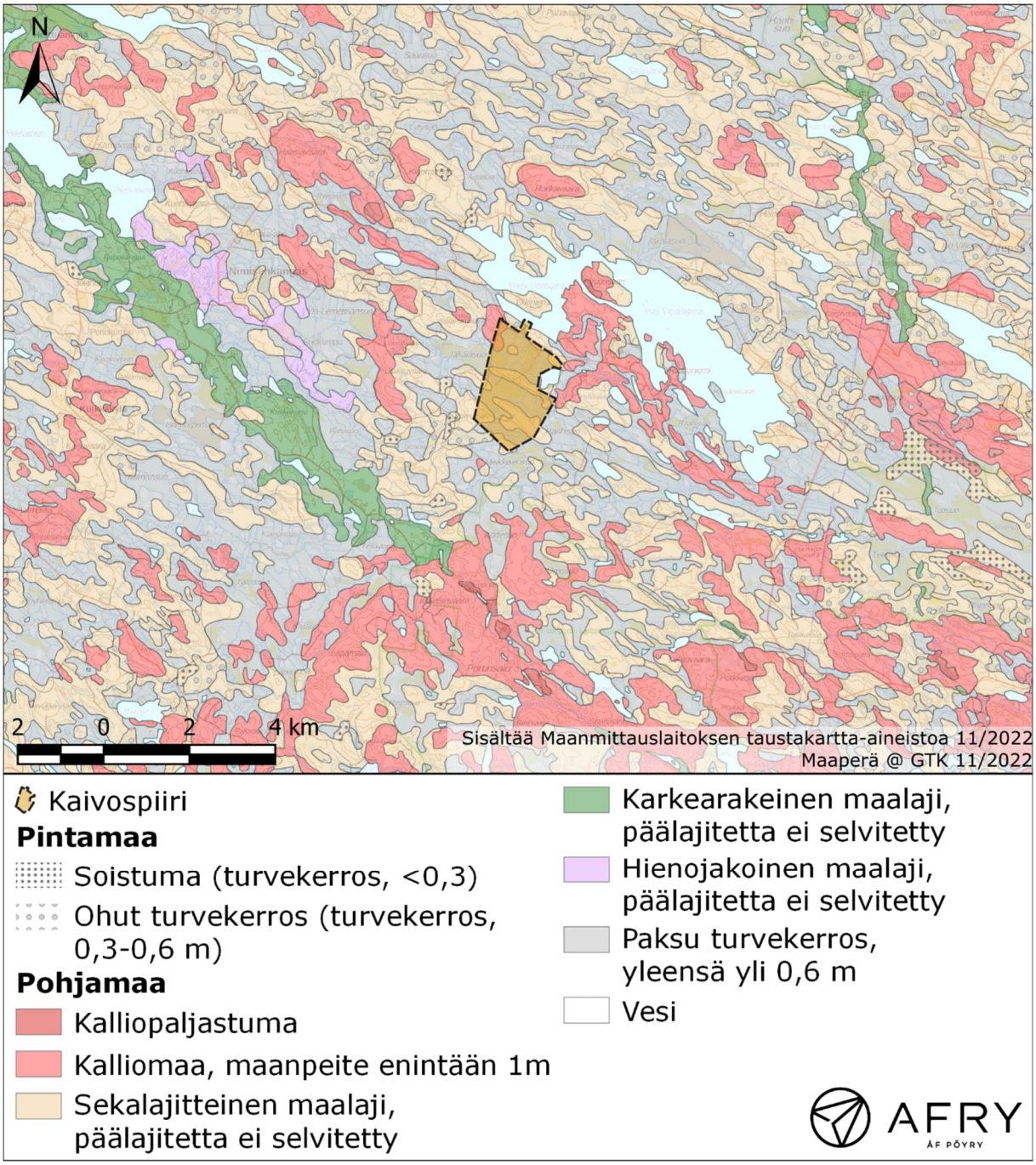
Kaivosalueen lähiympäristön maaperä koostuu pääasiassa sekalajitteisista maalajeista, turvekerrostumista ja kalliomaista. Harjumuodostumien alueella esiintyy karkearakeisia maalajeja. Myös kalliopaljastumia ja hienojakoisten maalajien alueita esiintyy paikoin. Alueen yleispiirteinen maaperäkartta on esitetty kuvassa 12-6.

Pohjatutkimuspisteissä tehtyjen vedenläpäisevyyskokeiden perusteella alueen moreenin vedenläpäisevyys on heikko (K-arvot 2,5 × 10^{-8} – 4,0 × 10^{-7} m/s, Kuva 12-7). Turvealueilla ei ole tehty hydraulisen johtavuuden mittauksia eikä maatuneisuusaste ole tiedossa. GTK:n maaperäkartan mukaan turvetyyppi on rahkaturvetta. Turpeen vedenjohtavuus riippuu turvetyypistä, syvyydestä ja turpeen maatuneisuusasteesta. Rahkaturpeen vedenjohtavuus vaihtelee syvyydestä ja maatuneisuusasteesta riippuen välillä 2,3 × 10^{-8} – 1.9 × 10^{-5} m/s (Kesäniemi 2009). Kuormituskokeissa turpeen vedenläpäisevyydet vaihtelivat kuormitustasosta riippuen välillä 5 × 10^{-10} m/s ja 4 × 10^{-11} m/s (Ramboll Finland Oy 2017).

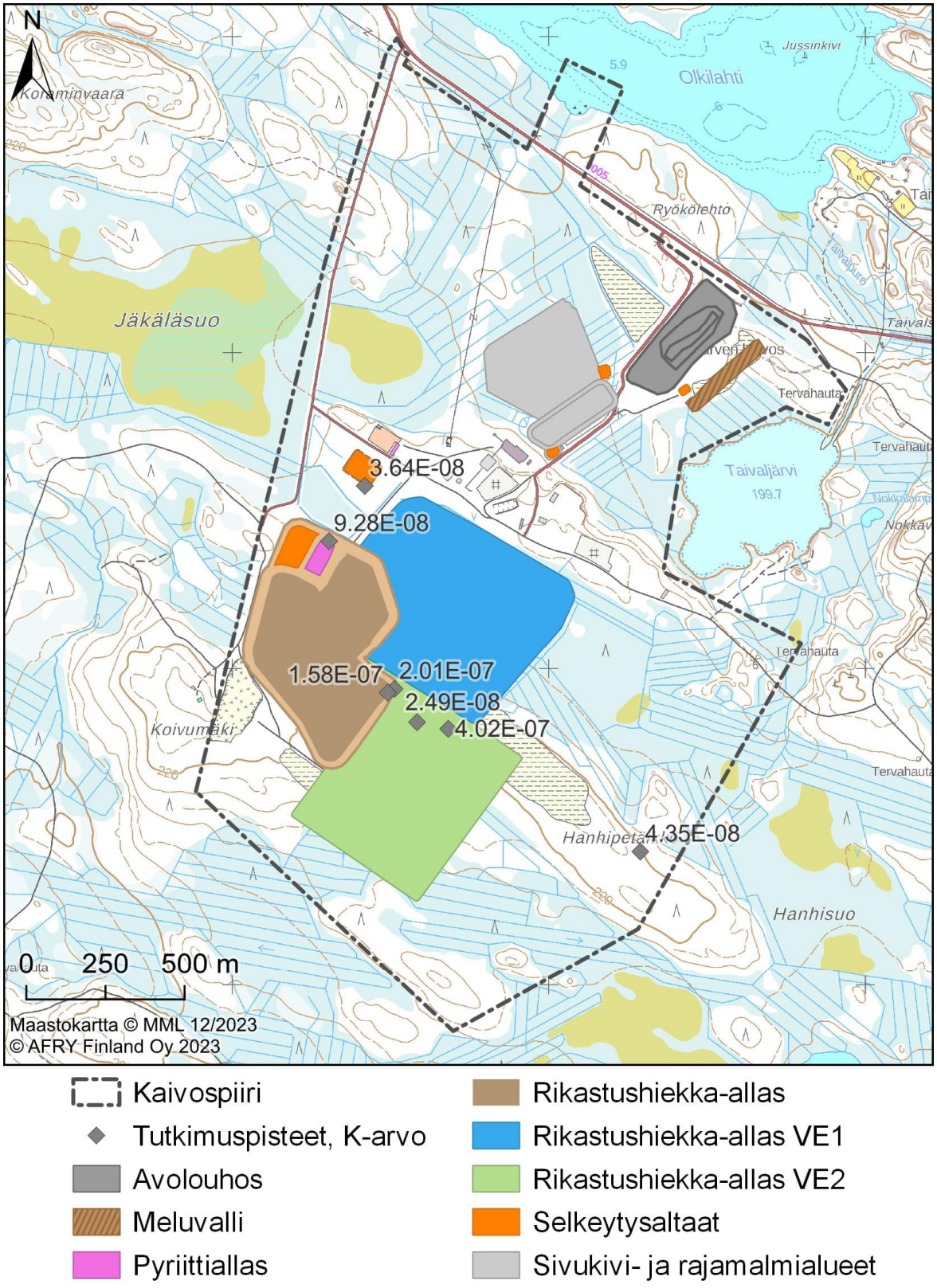
Kaivoksen alueelle tehtiin maaperän paksuuden ja kalliopinnan syvyyden mallinnus, joka perustuu maastokarttoihin (Maanmittauslaitos), geologisiin karttoihin (kalliopaljastumat, GTK Maankamara) sekä kairarei'istä ja pohjavesiputkista mitattuihin maaperäkerrosten paksuuksiin ja geofysiikan mittauksiin (AFRY Finland Oy 2024b, liite 7). Maaperän kerroksista mallinnettiin turpeen paksuus ja maapeitteen kokonaispaksuus (kalliotopografia).

Turpeen paksuustietona käytettiin maaperän poraustietoja, joissa turvepaksuus oli raportoitu ja maatutkamittausten tulkittua turvepaksuutta. Turpeen keskimääräinen paksuus on 2,7 m ja suurimmat havaitut turvepaksuudet noin 4 m. Havaintojen perusteella turpeen paksuus kasvaa noin 1 m paksuuteen 50 m matkalla laajempien suoalueiden reunasta. Paikoin syvyysmuutokset suoalueiden reunoilla voivat olla jyrkempiäkin.

Maapeitteen kokonaispaksuus (sisältäen turvekerroksen paksuus) määritettiin niiden maaperän porausten perusteella, joista oli raportoitu kallion pinta, kallioperäkairausten suojaputken vertikaalipituuden perusteella sekä maatutkausten raportoidun kalliopinnan syvyyden perusteella. Kallion keskimääräinen syvyys on 6 m maanpinnasta. Syvimmät maakerrospaksuudet ovat noin 20 m luokkaa.



Kuva 12-6. Maalajien esiintyminen kaivosalueella ja sen lähiympäristössä.



Kuva 12-7. Maaperän hydraulista johtavuutta on mitattu seitsemässä tutkimuspisteessä pohjatutkimusten yhteydessä.

12.2.3 Happamat sulfaattimaat

Kaivosalue ei sijoitu varsinaiselle happamien sulfaattimaiden (HaSu) vyöhykkeelle. Suomen rannikkoalueilla esiintyvät happamat sulfaattimaat ovat tyypillisesti koostumukseltaan hienojakoista maa-ainesta (savea, hiesua tai hienoa hietaa). Happamoituvia maa-aineksia voi kuitenkin esiintyä myös karkearakeisemmissa maaperäesiintymissä. Karkeammissa maalajitteissa esiintyessään aineksen happamoitumispotentiaali on peräisin lähialueella sijaitsevasta sulfidisesta kallioperästä. Sulfidisesta kallioperästä peräisin olevaa maa-aineksen happamuuspotentiaalia voi näin ollen esiintyä myös sisämaassa. Tunnetuimpia maaperään happamoitumispotentiaalia aiheuttavat kallioperän esiintymät ovat mustaliuske-esiintymät. Vastaavaa maaperän happamoitumispotentiaalia aiheuttavaa kallioperää esiintyy kuitenkin myös muiden sulfidimineralisaatioiden alueella. Näistä esiintymistä jäätikkötoiminnan seurauksena kulkeutunut mineraaliaines voi aiheuttaa maaperään sulfidisuutta, mikäli maaperän ja pohjaveden olosuhteet luovat edellytykset sulfaattien muodostumiselle.

12.3 Vaikutusten arviointi

12.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 rikastushiekka-allasta laajennetaan. Rakentamisen aikana vaikutuksia maaperään muodostuu rikastushiekka-altaan laajennuksen maanrakennustöistä ja altaalle johtavan tiestön rakentamisesta. Poistettavat pintamaat hyödynnetään rikastushiekka-altaan rakentamisessa ja ylimääräiset läjitetään pintamaiden läjitysalueelle, josta niitä voidaan ottaa hyötykäyttöön kaivoksen sulkemistoimenpiteissä. Vaihtoehdossa VE1 vaikutukset maaperään kohdistuvat Hanhipetäikön pohjoispuolelle. Mikäli avolouhosta ei laajenneta, VE1 rikastushiekka-altaan rakentamiseen käytetään VE2 alueelta kaivettavia pintamaita ja näin ollen vaikutukset kohdistuvat myös Hanhipetäikön eteläpuolelle. Vaihtoehdossa VE2 vaikutuksen maaperään kohdistuvat Hanhipetäikön eteläpuolelle. Metsä, sen kasvillisuus ja maaperän eliöstö häviävät hankkeen toteutuessa eivätkä ne enää palaudu.

Rakentamisen aikana ei tehdä kallioperään kohdistuvia toimenpiteitä. Vaikutuksia kallioperään ei siis aiheudu rakentamisen aikana.

12.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Rikastushiekan läjittämisestä kohdistuu fysikaalisia vaikutuksia, kun rikastushiekka-altaan alapuolinen turvekerros tiivistyy. Moreenivaltainen maaperä ei juuri painu läjityksen alla.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 maanalaista louhosta syvennetään 1 km maanpinnan alapuolelle ja vaihtoehdossa Kaivostäyttö 2 avolouhosta laajennetaan nykyisestä 4 hehtaarista 11,4 hehtaariin. Louhinnan vaikutukset kohdistuvat kallioperään ja ovat pysyviä. Louhosten stabiliteetin turvaamiseksi maanalaiset tyhjät louhokset täytetään sivukivellä ja rikastushiekalla (Kaivostäyttö 1) tai sivukivellä ja avolouhoksesta louhittavalla täyttökivellä (Kaivostäyttö 2).

Rikastushiekka-altaan pohjarakenteen läpi suotautuvalla vedellä on vaikutuksia maaperään. Rikastushiekka-altaan VE2-alueella ei ole VE1-alueen tapaan paksua turvekerrosta. Vaihtoehdossa VE2 rikastushiekka-altaan pohjan läpisuotautuvan veden määrää voidaan pienentää pohjan salaojituksella sekä padon juurisalaojilla ja veden pois pumppauksella. Rikastushiekka-altaan toiminnanaikaiset suotoveden laatuarviot on esitetty liitteessä 2. Jätealueen suunnittelussa huomioidut vaatimukset sekä keskeiset suunnitteluperusteet on esitetty jätehuoltosuunnitelmassa (liite 5).

Vaihtoehdossa VE2 rikastushiekka-allas tulee moreenimaaperän päälle. Rikastushiekka-altaan sijoittuessa VE2-alueelle moreeni käytetään ensisijaisesti altaan pohjarakenteeseen ja ylijäämä hyödynnetään padoissa. Hankevaihtoehdoissa kaivettavien pintamaiden määrät on esitetty luvussa 5.5.

12.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Kaivostoiminnan päätyttyä vaikutuksia kaivosalueen maaperään voi muodostua rikastushiekka-altaan suotovesistä, joita muodostuu nykyistä toimintaa enemmän rikastushiekka-altaan laajennuksen toteutuessa.

Mikäli VE1 vaihtoehdossa rakentamisen ja toiminnan aikana muodostuneet pintamaat eivät riitä rikastushiekka-altaan sulkemiseen, puuttuva määrä kaivetaan sulkemisvaiheessa VE2 alueelta. Tällöin vaikutuksia kohdistuu Hanhipetäikön eteläpuolelle.

Rikastushiekka-altaan sulkemisen jälkeiset suotoveden laatuarviot on esitetty liitteessä 2. Sulkemissuunnittelussa huomioidut vaatimukset sekä keskeiset suunnitteluperusteet on esitetty liitteessä 6.

12.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 rikastushiekka-altaan laajennusta ei toteuteta eikä maanalaista louhosta syvennetä. Toiminnan jatkuessa nykyisellään maa- ja kallioperään kohdistuvat vaikutukset eivät olennaisesti muutu nykytilanteeseen verrattuna.

12.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Hankealueen herkkyys muutoksille maa- ja kallioperän osalta arvioidaan vähäiseksi, sillä hankealueelle ei sijoitu arvokkaita maa- tai kallioperämuodostumia.

Hankkeen maa- ja kallioperään kohdistuvien vaikutusten suuruus arvioidaan olevan vähäinen, kun huomioidaan alueen nykyinen luonne sekä louhittavat ja kaivettavat massamäärät (alle 1 milj. m^3). Vaikutusten merkittävyys arvioidaan vähäiseksi ja kielteiseksi, sillä rikastushiekka-altaan laajennuksen ja louhinnan vaikutukset maa- ja kallioperään ovat pysyviä, mutta määrällisesti kohtuullisen pieniä ja paikallisia. Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaasta läpi suotautuva vesimäärä on luontaisen turvepohjan takia todennäköisesti pienempi kuin vaihtoehdossa VE2. Vaihto-ehdossa VE2 läpisuotautuvan veden määrää voidaan pienentää juurisalaojilla ja veden pois pumppauksella.

Vaihtoehdossa VE2 rikastushiekka-allas tulee moreenimaaperän päälle, moreenia ei tällöin voi käyttää muuhun rakentamiseen alueella.

Vaihtoehdossa Kaivostäyttö 1 avolouhosta ei laajenneta ja vaihtoehdossa Kaivostäyttö 2 avolouhosta laajennetaan täyttökiven louhinnan seurauksena, jolloin vaihtoehdon Kaivostäyttö 2 vaikutukset kallio- ja maaperään ovat jonkin verran suuremmat kuin vaihtoehdossa Kaivostäyttö 1.

Taulukko 12-1. Vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys			VE1 Kaivostäyttö 1 ja 2, VE2 Kaivostäyttö 1 ja 2	VE0			
	Kohtalainen herkkyys							
	Suuri herkkyys							

12.5 Arvioinnin epävarmuudet

Arvioinnissa ei ole merkittäviä epävarmuustekijöitä olemassa olevaan tietoon pohjautuen. Kallioperän osalta suurimmat epävarmuudet liittyvät mahdollisiin toistaiseksi tunnistamattomiin ruhjevyöhykkeisiin. Maaperän syvyysmalli on tarkin kairatulla tai pohjatutkimuksin ja geofysiikan mittauksin tutkitulla alueella ja perustuu muualla karttatarkasteluun ja maaperän keskimääräiseen paksuuteen. RQD-arvoihin perustuva kallion rikkonaisuuden arvio kuvaa kairattua aluetta. Vanhemmista kairarei'istä ei ole saatavilla geoteknisiä parametreja.

12.6 Vaikutusten lieventäminen

Kallioperään kohdistuvia vaikutuksia kuten räjäytysten aiheuttamaa tärinää ja paikallisia sortumia voidaan välttää oikeaoppisella louhintatekniikalla.

13 Pohjavedet

YHTEENVETO

- Kaivosalueella ei ole luokiteltuja pohjavesialueita ja välittömässä läheisyydessä ei ole talousvesikäytössä olevia kaivoja tai lähteitä.
- Vuodesta 2017 lähtien pohjaveden pinnankorkeutta ja laatua on selvitetty kaivospiirin alueen pohjavesiputkista (7 kpl), kairarei'istä (10 kpl) sekä lähialueen talousvesikaivoista (5 kpl).
- Kaivoksen suotovesimäärä vuonna 2022 on noin 456 770 m^3 (1250 m^3/d) ja vuonna 2023 noin 466 820 m^3 (1280 m^3/d).
- Kaivoksen pohjavesivaikutusten arvioimiseksi on alueesta laadittu numeerinen 3D pohjavesimalli, joka on kalibroitu mitattujen pohjavedenpintojen ja kaivokseen suotautuvan vesimäärän 2022–2023 perusteella.
- Mallinnus tehtiin neljälle kaivoksen elinkaaren ajankohdalle vuosille 2023, 2025 ja 2035 sekä sulkemisen jälkeiselle tilanteelle.
- Simuloinnin mukaan kaivoksen toiminnan laajimmassa (vuosi 2035) vaiheessa, jossa myös avolouhosta on laajennettu (Kaivostäyttö 2), pientä pohjavesipinnan alenemaa voi olla havaittavissa kaivojen E ja D alueella. Kaivo D on kaivoksen omistuksessa.
- Toiminnan päätyttyä avolouhos täyttyy vedellä. Vaihtoehdossa Kaivostäyttö 1 louhosjärvi on pienempi kuin vaihtoehdossa Kaivostäyttö 2. Vaihtoehdossa Kaivostäyttö 1 rikastushiekan hyvä puskurointikyky pitää muodostuvan louhosveden pH:n korkeampana kuin pelkkää sivukiveä käytettäessä. Metallipitoisuuksien osalta kaivostäyttövaihtoehdoilla ei ole merkittäviä eroja pohjavesivaikutusten osalta.
- Pohjavesiolosuhteet kaivoksen lähiympäristössä arvioidaan herkkyydeltään vähäisiksi, sillä vaikutusalueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesi- tai Natura-alueita eikä lähteitä tai talousvesikaivoja. Hankealueen pohjavesissä on luontaisesti kohonneita metallipitoisuuksia.
- Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaasta läpi suotautuva vesimäärä on luontaisen turvepohjan takia todennäköisesti pienempi kuin vaihtoehdossa VE2. Vaihtoehdossa VE2 läpisuotautuvan veden määrää voidaan pienentää juurisalaojilla ja veden pois pumppauksella. Rikastushiekka-altaan pohjan kautta suotautuvan veden vaikutus pohjaveden laatuun on mitattavissa, ja vaikutuksen oletetaan olevan nykyisen toiminnan kaltaista. Vuosien 2020–2023 aikana hankealueen pohjavesiputkien vesipinnan korkeudessa tai veden laadussa ei ole havaittu selkeää muutosta.
- Vaikutukset ovat kokonaisuudessaan arvioituna merkittävyydeltään vähäisiä kielteisiä kaikissa vaihtoehdoissa, sillä toiminnan loputtua pohjavesiolosuhteet palautuvat vähitellen lähelle toimintaa edeltävää tilaa.

13.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Kaivostoiminnan seurauksena pohjaveden muodostuminen ja virtaussuunnat muuttuvat kaivosalueella paikallisesti. Maanpäälliset rakenteet kuten läjitys- ja sivukivialueet sekä rikastushiekka- ja vesivarastoaltaat voivat vaikuttaa pohjaveden muodostumiseen ja laatuun. Avolouhokset ja maanalaiset kaivokset muuttavat

pohjaveden gradienttia ja virtaussuuntia kohti kaivosta kuivatuspumppauksen seurauksena, ja kaivoksen ympärillä pohjavesipinta alenee.

Vaikutusten arviointimenetelmänä tulevien pohjavesivaikutusten osalta on Sotkamo Silverin hopeakaivoksella käytetty numeerista 3D pohjavesimallinnusta, jossa nykytilan mallin lisäksi on tehty ennustesimulaatiot kaivoksen vuosien 2025 ja 2035 tilanteille sekä sulkemisen jälkeiselle vaiheelle. Toiminnan aikaisilla malleilla 2023, 2025 ja 2035 on simuloitu kaivokseen suotautuvan pohjaveden määrää sekä kuivatuspumppauksen aiheuttaman pohjaveden alenemakartion laajuutta. Sulkemisen jälkeistä tilaa kuvaavalla mallilla on laskettu louhosjärven täyttymisaikaa ja simuloitu pohjaveden virtaussuuntia louhosjärven täyttymisen jälkeisessä tilanteessa.

Mallinnuksen lisäksi pohjaveden pinnankorkeuden ja laadun tarkkailun avulla seurataan kaivostoiminnan mahdollisia vaikutuksia pohjaveden määrään ja laatuun. Toiminnan aikaisia pohjavedenpinnan mittaushavaintoja verrataan toimintaa edeltäviin mittaustuloksiin, jolloin voidaan havaita mahdolliset louhosalueiden kuivatuksesta aiheutuvat vaikutukset ympäristön pohjaveden pinnankorkeuteen ja selvittää kuivatuspumppauksen aiheuttaman alenemakartion laajuutta. Mittaustuloksia ja havaintoja voidaan verrata pohjavesimallin simulointien tuloksiin ja tarvittaessa päivittää mallia.

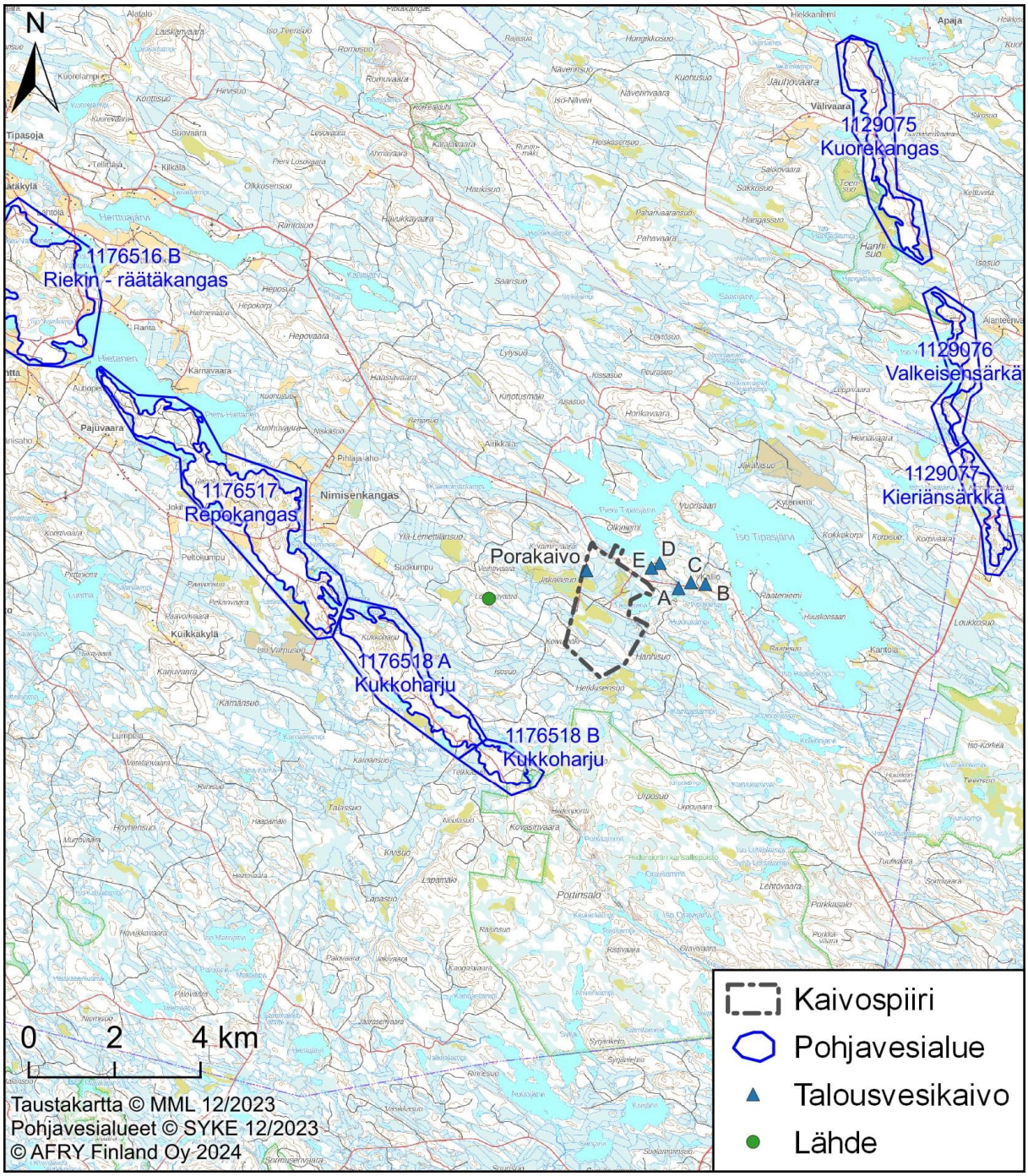
13.2 Nykytila

13.2.1 Pohjavesialueet, lähteet ja talousvesikaivot

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskukset) luokittelevat pohjavesialueet sen mukaan, kuinka hyvin ne soveltuvat vedenhankintaan, sekä mahdollisen suojelutarpeen mukaan. Luokkia on kolme: 1-luokkaan kuuluvat vedenhankintaa varten tärkeät pohjavesialueet, joiden vettä käytetään tai on tarkoitus käyttää yhdyskunnan vedenhankintaan taikka talousvetenä enemmän kuin keskimäärin 10 kuutiometriä vuorokaudessa tai yli viidenkymmenen ihmisen tarpeisiin. 2-luokkaan kuuluvat muut vedenhankintakäyttöön soveltuvat pohjavesialueet, jotka pohjaveden antoisuuden ja muiden ominaisuuksien perusteella soveltuvat 1 kohdassa tarkoitettuun käyttöön. E-luokkaan kuuluvat pohjavesialueet, joiden pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen.

Sotkamon kaivosalueella ei ole luokiteltuja pohjavesialueita. Noin kolmen kilometrin etäisyydellä alueen lounaispuolella sijaitsee Kukkoharjun pohjavesialueet 1176518 A (luokka 2E) ja B (luokka 2) sekä niiden luoteispuolella Repokankaan pohjavesialue (1176517, luokka 1). Pohjavesialueet on esitetty kuvassa 13-1. Kaivosvesien nykyisen luvanmukaisen Koivupuron purkureitillä olevat Ollinjoki ja Pirttilampi kulkevat osaksi Kukkoharjun ja Repokankaan pohjavesialueiden rajan sisäpuolella. Kaivoksen välittömässä läheisyydessä ei ole talousvesikäytössä olevia

kaivoja tai lähteitä. Lähin asutus, jossa vedenhankinta perustuu omiin kaivoihin, sijaitsee yli kilometrin etäisyydellä kaivokselta koilliseen Kissaniementien varressa (Kaivo B, Kuva 13-1). Lähin lähde sijaitsee yli kolmen kilomerin päässä avolouhoksesta länteen Koivusuon länsipuolella.



Kuva 13-1. Hankealueen lähimmät pohjavesialueet.

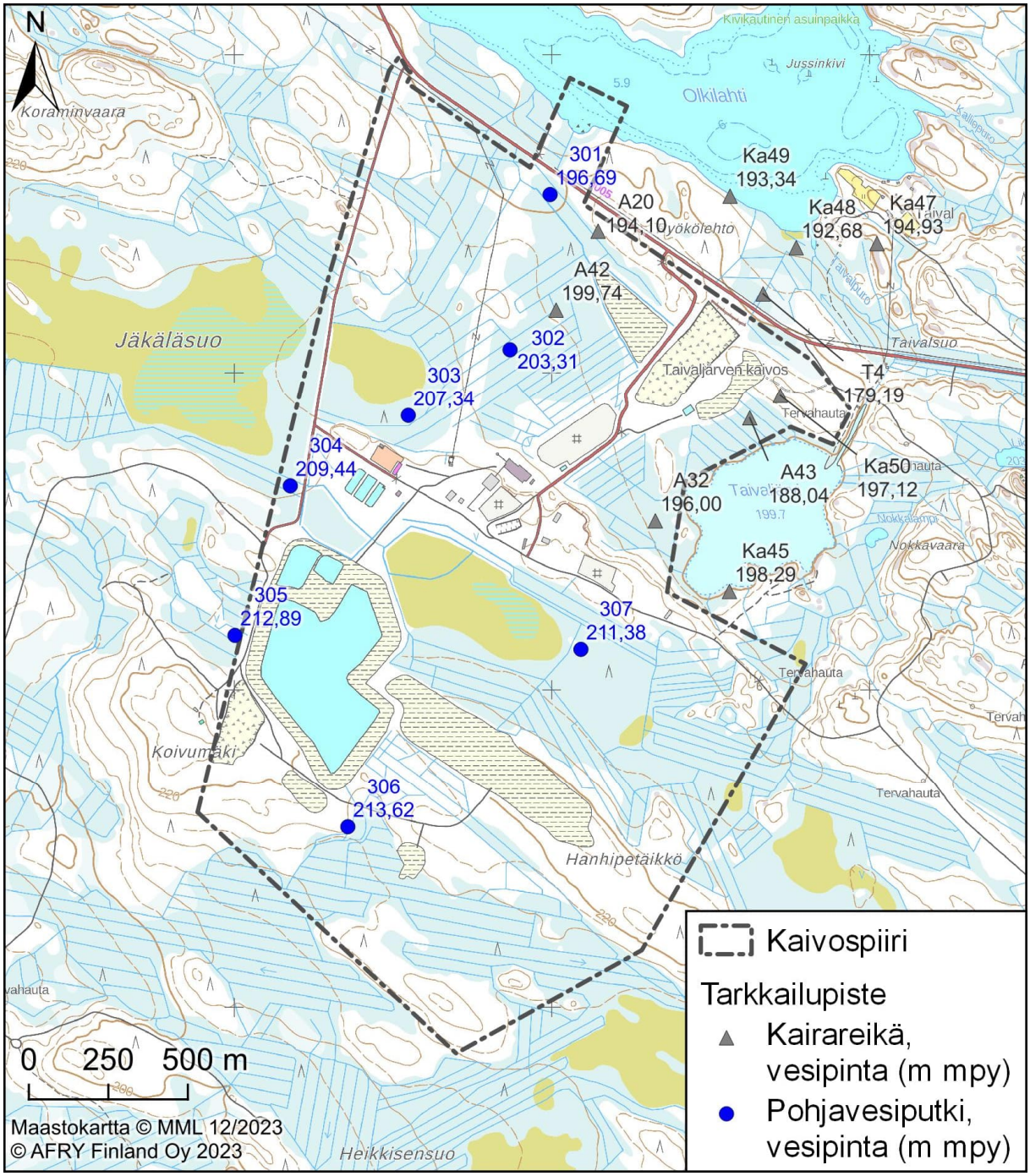
13.2.2 Pohjavedenpinnan korkeus

Turvealueilla pohjavedenpinta on tyypillisesti lähellä maanpintaa. Vuodenajat ja sadanta vaikuttavat pohjavedenpintaan siten, että turvealueilla pohjavedenpinnankorkeuden vaihtelu on vähäistä ja turve tasaa vaihtelua. Keväällä lumen sulannasta johtuen ja runsaiden sateiden jälkeen pohjavedenpinta on korkealla lähellä maanpintaa. Moreenikumpareilla pohjavedenpinta seuraa karkeasti maanpintaa ollen korkeissa kohdissa selkeästi maanpintaa alempana. Pohjavedenpinnan vaihtelu on suurempaa moreeni- kuin turvealueilla. Pohjavedenpinta on alimmillaan talvella roudan aikana ja korkeimmillaan keväällä lumen sulamisen jälkeen. Pohjavesipinta laskee kesällä ja nousee taas syksyllä sateiden seurauksena. Pohjavesi virtaa korkeimmista kohdista kohti matalampia turvealueita.

Vuodesta 2017 lähtien pohjaveden pinnankorkeutta on selvitetty kaivospiirin alueen pohjavesiputkista (7 kpl) ja kairarei'istä (10 kpl). Putket 301–303 sijaitsevat rikastamon pohjoispuolella, ja putket 304–307 rikastushiekka-alueen ympärillä. Pohjaveden pinnankorkeus on mitattu pohjavesiputkista ja kairanrei'istä 2–6 kertaa vuodessa. Kaivoista ei ole saatavilla merenpinnan korkeuteen suhteutettuja mittaustuloksia. Pohjavedenpinnan korkeuden havaintopisteet on esitetty kuvassa 13-2 ja mittaustulokset kuvassa 13-3.

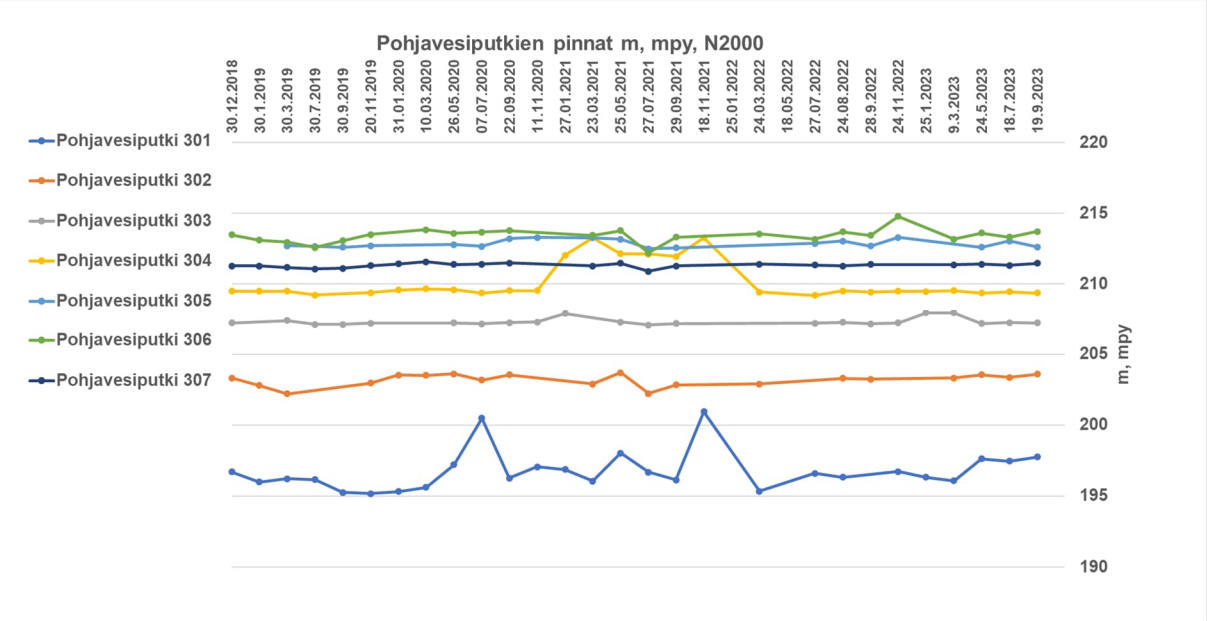
Pohjavedenpinnan vaihtelu on ollut pohjavesiputkissa pääosin melko vähäistä (Kuva 13-3a). Selvää kaivostoiminnasta aiheutuvaa pohjavesipinnan laskua maaperäputkissa ei ole havaittavissa. Kairanrei'issä pohjavedenpinnan korkeuden vaihtelussa näkyy laskeva trendi kairareiässä Ka47 ja vuoteen 2022 asti myös reiässä Ka42 (Kuva 13-3b). Kairareiässä Ka47 pinta on laskenut vuoden 2018 kevään aikana, jonka jälkeen pinnankorkeudessa on havaittu jonkin verran vaihtelua, mutta sen keskimäärinen pinnan korkeus ei ole enää muuttunut. Pinnankorkeus on vaihdellut eniten kairanrei'issä T4, Ka47, A43 ja Ka50, jotka sijaitsevat avolouhoksen itä- ja koillispuolella.

Kaivospiirin lähialueella sijaitsee viisi talousvesikaivoa. Talousvesikaivot sijaitsevat kaivospiirin ulkopuolella koillisessa ja niistä lähimpänä kaivosaluetta sijaitsevat kaivot E ja D (Kuva 13-2). Kaivoksen ja talousvesikaivojen välisessä kairanreiässä T4 ei ole havaittavissa alenemaa.

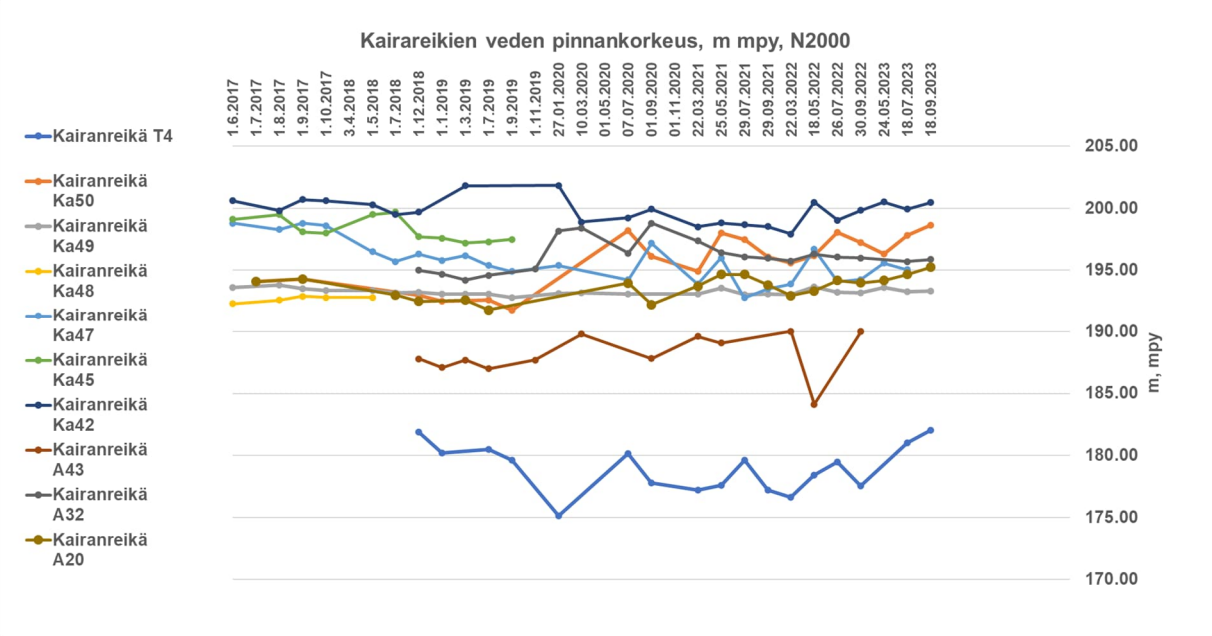


Kuva 13-2. Pohjavedenpinnan mittauspisteet.

a)



b)



Kuva 13-3. Pohjavedenpinnan korkeuden mittaustulokset a) pohjavesiputkissa 2018–2023 ja b) kairarei'issä 2017–2023.

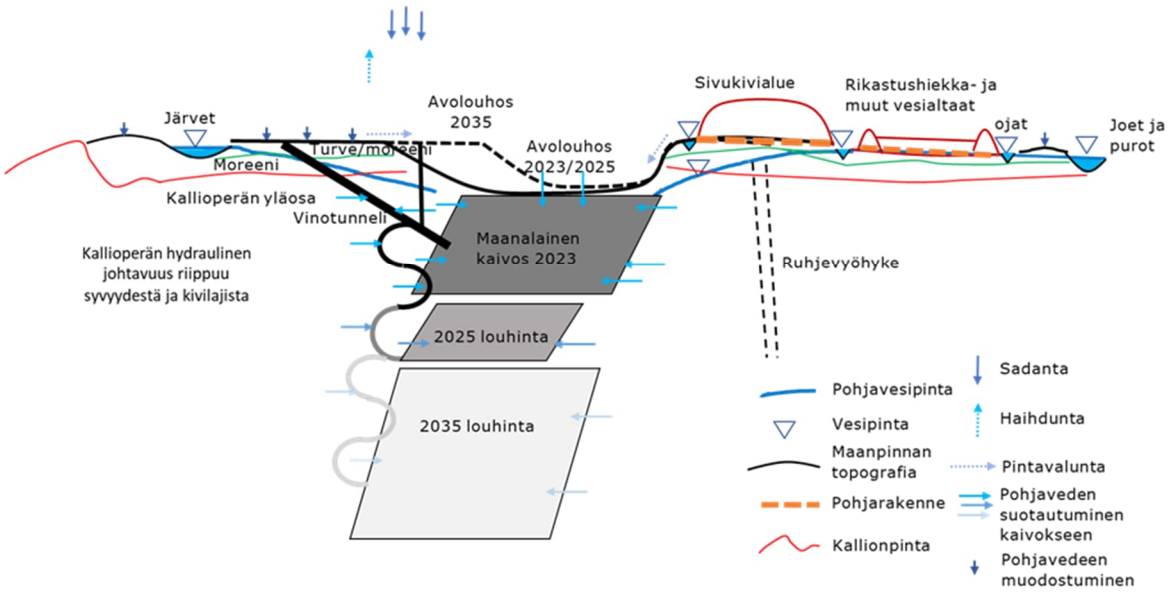
Nykyisestä kaivoksesta mitattujen kuivatusvesimäärien perusteella on arvioitu kaivokseen suotautuvan pohjaveden määrää (AFRY Finland Oy 2024, Liite 7). Kaivokseen tulee sadevettä suotautumalla avolouhoksen pohjan läpi, pohjavettä kallion ruhjeita ja rakoilua pitkin kulkeutumalla sekä poraamisessa tarvittavaa poravettä pumppaamalla. Kaivokseen tihkuvan suotoveden määrä saatiin selville tulevien ja lähtevien vesijakeiden erotuksella. Suotovesimäärä vuonna 2022 on noin 456 770

m^3 (1250 m^3/d) ja vuonna 2023 noin 466 820 m^3 (1280 m^3/d). Määrä sisältää avolouhoksen kautta maanalaiseen kaivokseen kulkeutuvan sadeveden.

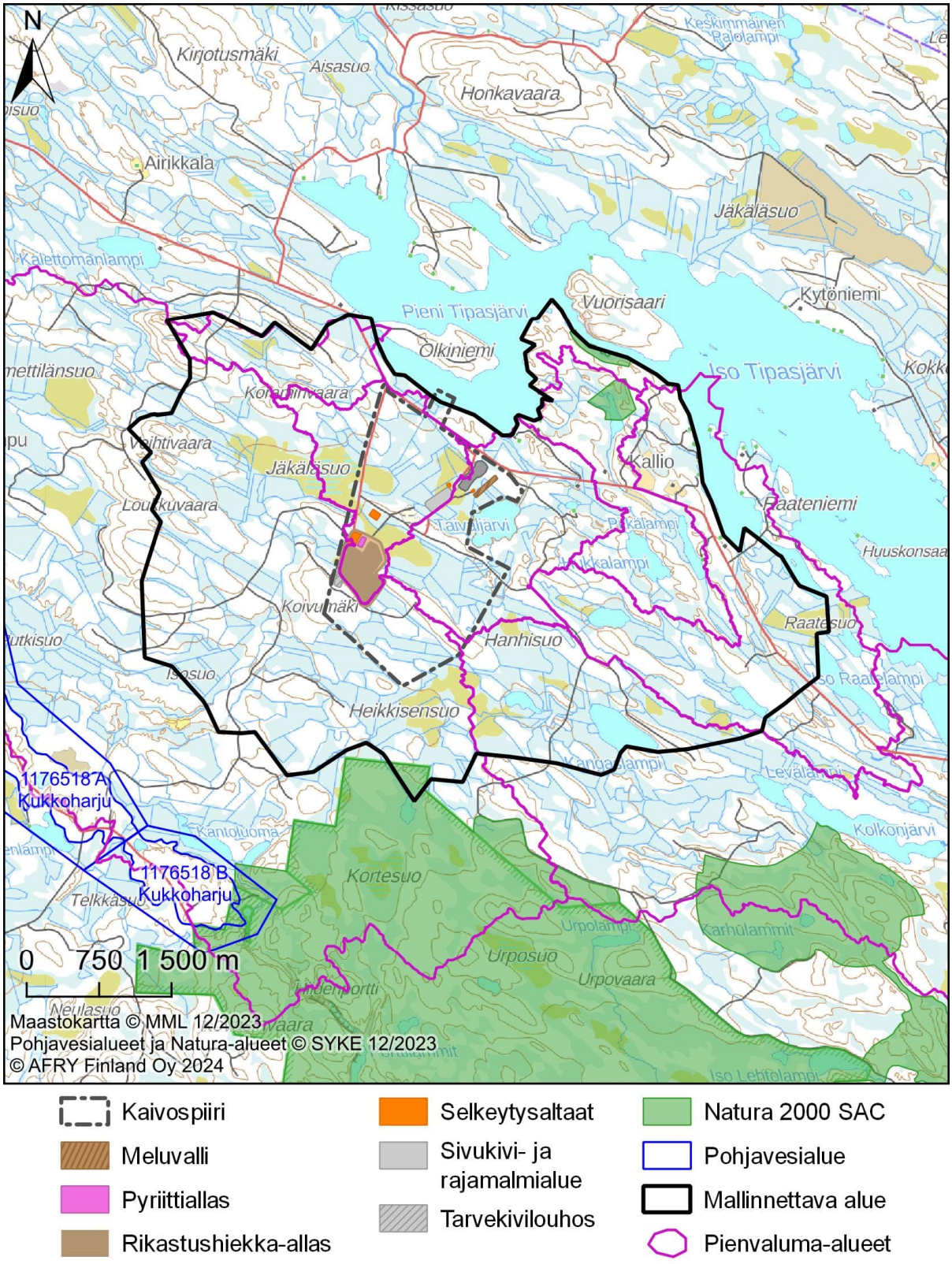
Kaivoksen kuivanapito alentaa lähialueen pohjavesipinnan korkeutta, mistä on laadittu hydrogeologinen konseptuaalinen (Kuva 13-4) ja numeerinen 3D-pohjavesimalli (AFRY Finland Oy 2024, Liite 7). Mallinnettava alue on rajattu niin, että sen voidaan olettaa olevan selkeästi kaivoksen vaikutusaluetta laajempi. Pohjoisessa ja idässä malli rajautuu Tipasjärveen. Lännessä ja etelässä malli on rajattu pienvaluma-alueiden rajoja ja pintavesiä mukaillen (Kuva 13-5). Malli on kalibroitu mitattujen pohjavedenpitojen ja louhoksen kuivatusvesimäärän 2022–2023 perusteella. Mallinnus tehtiin neljälle kaivostoiminnan eri vaiheelle vuosille 2023 (nykytilanne), 2025 (VE1, Kaivostäyttö 2) ja 2035 (VE1, Kaivostäyttö 2) sekä sulkemisen jälkeiselle tilanteelle. Mallilla lasketut nykytilanteen (vuosi 2023) pohjavesipinnat maaperäkerroksessa on esitetty kuvassa 13-6.

Mallin mukaan kaivoksen suotovesimäärä nykytilanteessa (2023) on yhteensä noin 1295 m^3/vrk, kun sadannan mukana avolouhoksen kautta kaivokseen tuleva vesi lasketaan mukaan. Pohjavedenpinnan alenema ulottuu nykytilassa maa- ja kallioperän pintaosassa enintään muutaman sadan metrin etäisyydelle avolouhoksesta. Syvällä kalliossa painekorkeuden alenema-alue on laajempi (Kuva 13-6 ja Kuva 13-8). Pohjaveden alenema on suurin louhoksen kohdalla ja pienenee etäämmälle mentäessä. Alenema-alueella ei sijaitse asuinkiinteistöjä eikä kaivoja eikä se ulotu kaivoksen läheisyydessä sijaitseville Natura-alueille. Kaivoksen itäpuolella on matala Taivaljärvi-niminen järvi, jonka vesipinta on tasolla +199,7 m mpy. Se saa vetensä pintavalunnasta, eikä kaivoksen tähänastisella kuivatuspumppauksella ole havaittu olevan haitallista vaikutusta Taivaljärveen. Maanalaisissa louhinnoissa on kuitenkin osuttu Taivaljärven pohjasta kairattuun reikään, josta vuotaa maanalaisiin tiloihin vettä.

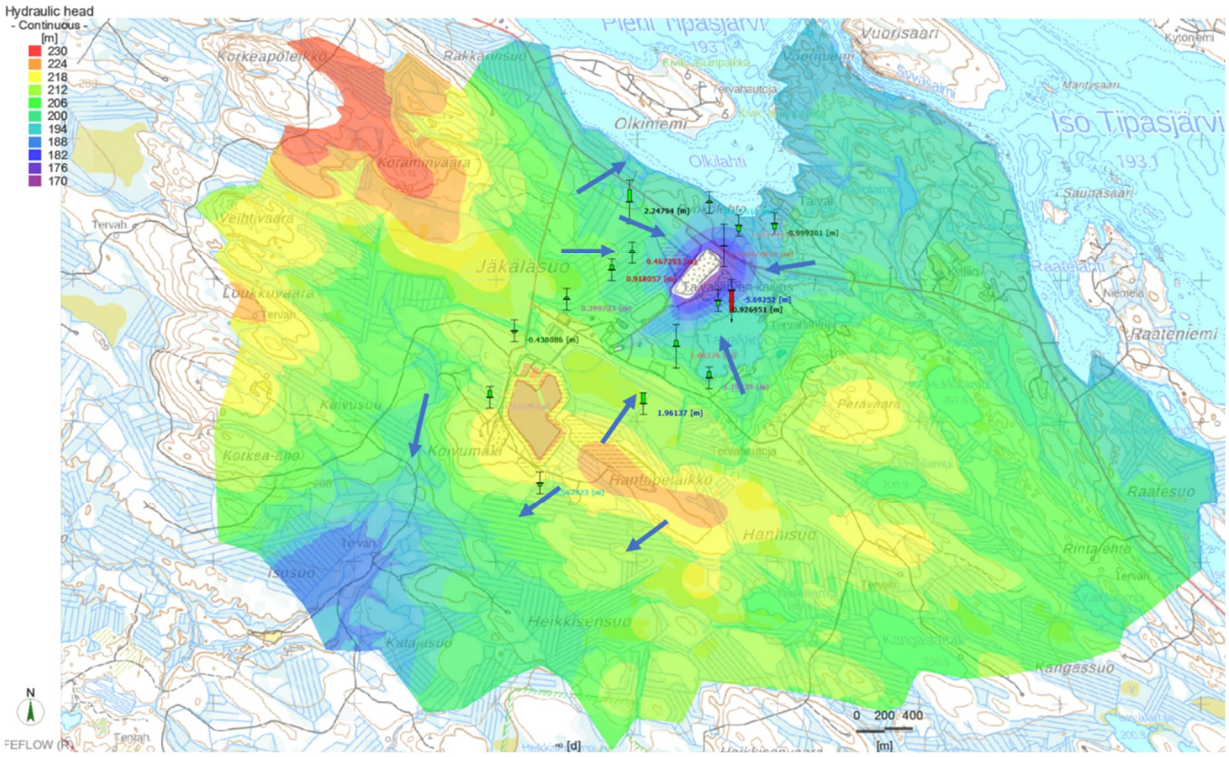
Kuivatuspumppauksen aiheuttamalla pohjaveden alenema-alueella pohjaveden virtaussuunta on kohti louhosta ja Tipasjärveä, jonka vesipinta on +193,1 m mpy. Hanhipetäikön pohjoispuolella pohjavesien yleinen virtaussuunta on etelästä pohjoiseen ja kohti avolouhosta. Hanhipetäikön eteläpuolella pohjavesien virtaussuunta on kohti lounasta.

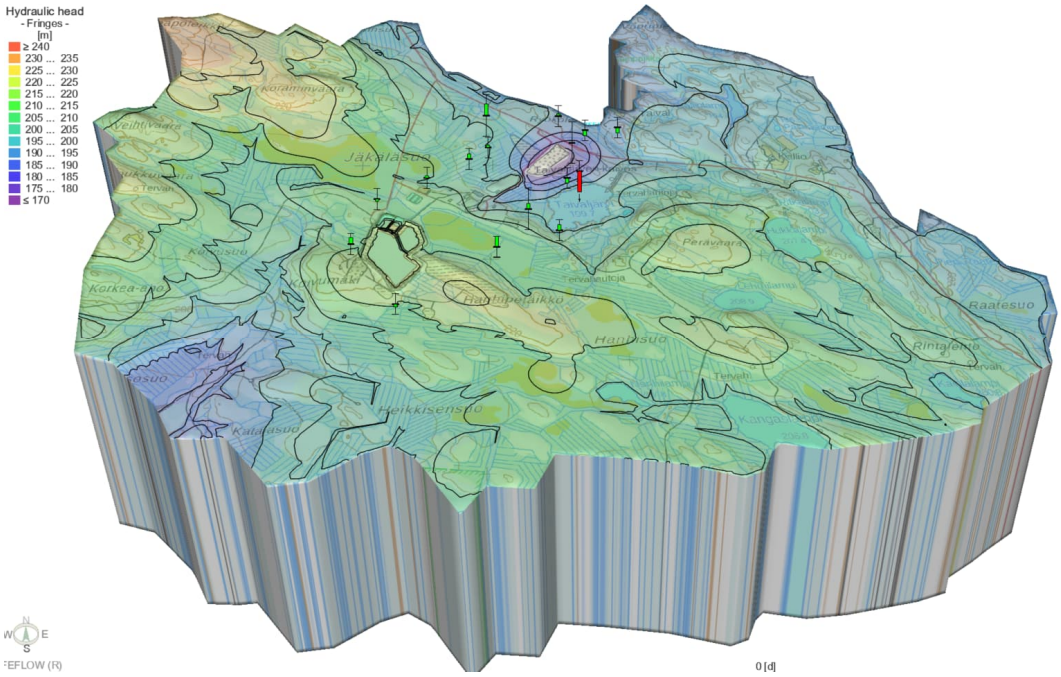


Kuva 13-4. Hydrogeologinen Sotkamo Silverin kaivosalueen konseptualisointi esitettynä kaavamaisena poikkileikkauksena.



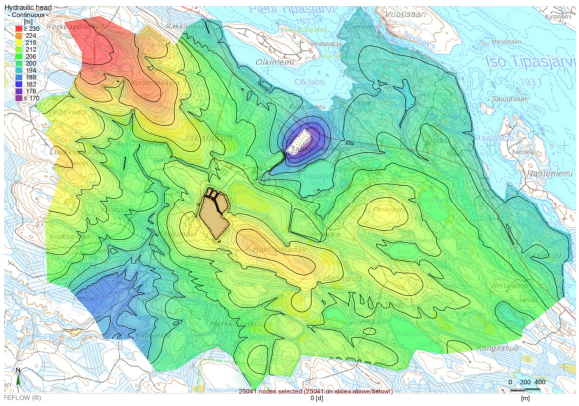
Kuva 13-5. Sotkamo Silverin kaivoksen mallinnettava alue. Alueen lounaispuolella sijaitsee Kukkoharjun pohjavesialue (1176518 A) ja eteläpuolella Hiidenportin (FI1200625) Natura 2000 -alue. Natura 2000 -alue on esitetty vihreällä, pohjavesialue sinisellä ja työssä määritetyt pienvaluma-alueet lilalla rajauksella.



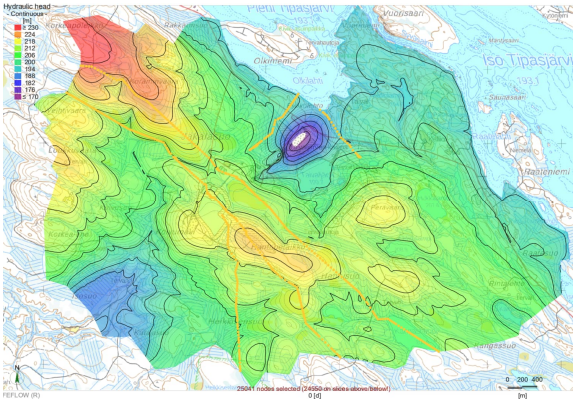


Kuva 13-6. Sotkamo Silverin numeerinen pohjavesimalli, laskettu pohjaveden pinnankorkeus vuonna 2023. Pohjavedenvirtaussuunnat esitetty sinisillä nuolilla ja pohjavesiputket palkkeina. Palkin korkeus kuvaa mitatut ja lasketun pohjavesipinnan eroa.

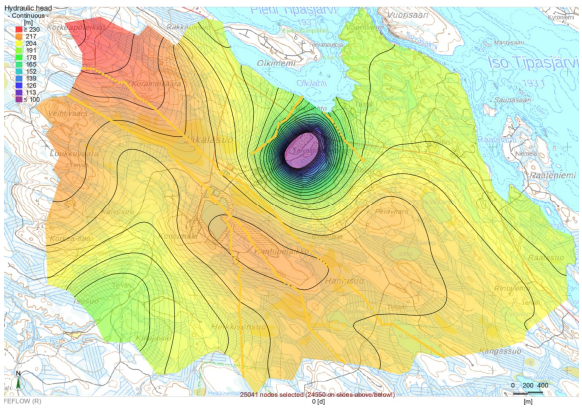
a)



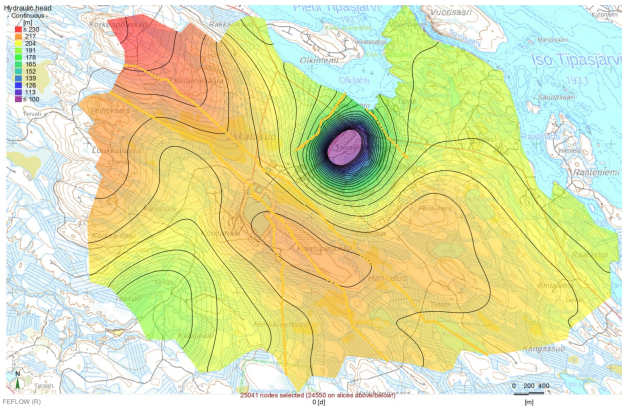
b)



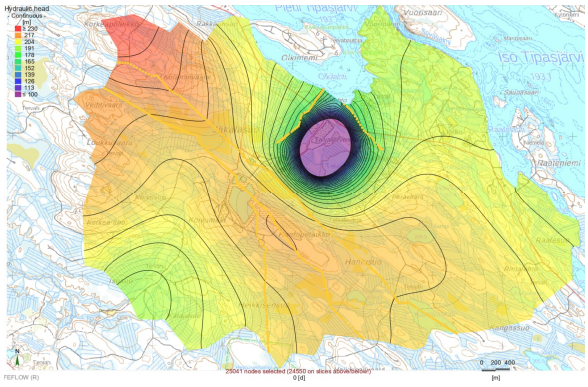
c)



d)



e)



Kuva 13-7. Painekorkeus (m mpy) a) moreenikerroksen yläpinnassa (kerros kaksi), b) kallionpinnassa sekä syvyyksillä c) 0 m mpy, d) –100 m mpy ja e) –180 m mpy. Kuvat c–d) on esitetty samalla asteikolla, 230–100 m mpy, jotta kaivoksen ympäristössä esiintyvät erot tulevat näkyville. Kalliokerroksissa ruhjeet on esitetty keltaisella pisteviivalla.

13.2.3 Maa- ja kallioperän vedenjohtavuus

Materiaalin hydraulinen johtavuus on nesteen huokoisessa väliaineessa virtaamisen helppoutta kuvaava suure (tavallisesti m/s). Maaperän hydraulinen johtavuus riippuu maalajista. Karkearakeisten maalajien hydraulinen johtavuus voi olla

korkea, kun taas moreenin hydraulinen johtavuus voi vaihdella paljon riippuen sekoittuneiden maalajien suhteesta ja erityisesti saven määrästä. Turpeen hydraulinen johtavuus vaihtelee myös paljon riippuen turvetyypistä ja maatuneisuusasteesta. Sotkamo Silverin kaivosalueen maaperäolosuhteita, maakerroksen paksuutta ja vedenjohtavuutta on kuvattu luvussa 12.2.2 Maaperä.

Kallioperässä rakoilu vaikuttaa vedenjohtavuuteen. Rakojen vedenjohtavuus riippuu rakojen avoimuudesta, täytteisyydestä, ulottuvuudesta ja yhteydestä muihin rakoihin. Kairasydännäytteen kartoituksen yhteydessä määritellyistä geoteknisistä parametreistä RQD-luku ja rakotiheys kuvaavat kiven rikkonaisuutta, ja niitä voidaan pitää viitteenä kallion hydraulisesta johtavuudesta ja sen alueellisesta ja syvyyssuuntaisesta vaihtelusta. Kallion yläosa on tyypillisesti rakoilleempaa kuin kallio syvemmällä, ja siten hydraulinen johtavuus on suurempi kallioperän yläosassa kuin syvällä kalliossa. Koska RQD-luvun ja vedenjohtavuuden välillä ei kuitenkaan ole suoraa suhdetta, hydraulisen johtavuuden määrittämiseen tarvitaan myös paikkakohtaisia hydrogeologisia mittauksia. Sotkamo Silverin kairasydännäytteistä kartoitettujen RQD-arvojen perusteella tehtiin tilastollinen analyysi alueen kallioperän rakoilusta merkkinä vedenjohtavuudesta ja sen syvyyssuuntaisesta vaihtelusta. Analyysi on esitetty luvussa 12.2.1 Kallioperä.

Kallion hydraulisen johtavuuden mittauksia ei ole tehty kaivoksen alueella. Nykytilanteessa maanalainen kaivos on noin 440 metriä syvä. Ennen tuotannon aloittamista tutkimustunnelin kuivatusvesimäärä oli noin 50 m^3/h. Maanalaisesta kaivoksesta tehtyjen havaintojen perusteella pohjavettä purkautuu tunneliin ennen kaikkea ensimmäisen sadan metrin matkalla, ja kaivokseen kerääntyvän kallio-pohjaveden määrä vähenee selvästi tason 175 metriä alapuolella, koska kallioperän rikkonaisuus ja rakoilu vähenee. Nämä havainnot sopivat hyvin yhteen RQD-arvoihin perustuvan analyysin kanssa (luku 12.2.1).

Hopeakaivoksen toiminnan alkuvaiheessa avolouhos on pysynyt kuivana, eikä noin 30 metriä syvästä avolouhoksesta ole toistaiseksi ollut tarpeen pumpata lainkaan kuivanapitovesiä puhdistettavaksi. Tämä on seurausta maanalaisen kaivoksen kuivatuksesta, joka pitää myös maanpäällisen avolouhoksen kuivana. Maanalainen kaivos alkaa suoraan avolouhoksen alapuolelta, ja avolouhoksen pohjasta on yhteys maanalaiseen kaivokseen.

Kaivoksen pohjavesiolosuhteita simuloivan numeerisen mallin (AFRY Finland Oy 2024b, liite 7) maaperän vedenjohtavuuden arvot perustuvat vedenjohtavuuden mittauksiin, kirjallisuuteen ja kalibrointiin. Mallin kallioperän vedenjohtavuuden arvot perustuvat mallin kalibroitiin ja RQD-analyysiin. Malli kalibroitiin mitattujen pohjavesipintojen ja kaivoksen suotovesimäärän perusteella. Mallissa käytetyt vedenjohtavuuden arvot on esitetty taulukoissa 13-1 ja 13-2.

Taulukko 13-1. Mallissa käytetyt maa- ja kallioperäkerrosten hydrauliset johtavuudet.

Kerros	Maalaji	K (m/s) maaperän slug-testien perusteella
Kerros 1	Moreeni	$3{,}0 \times 10^{-7}$
	Turve	$2{,}0 \times 10^{-6}$
	Kallio	$1{,}0 \times 10^{-6}$
Kerros 2	Moreeni	$3{,}0 \times 10^{-7}$
	Turve	$2{,}0 \times 10^{-6}$
	Kallio	$1{,}0 \times 10^{-6}$
Kerros 3	Moreeni	$3{,}0 \times 10^{-7}$
	Kallio	1×10^{-6}
Kerros 4	Moreeni	$1{,}4 \times 10^{-7}$
	Kallio	1×10^{-6}

Taulukko 13-2. Pohjavesimallin kalliokerroksissa käytetyt hydraulisen johtavuuden arvot, jotka tuottivat hyvin kaivoksen nykytilan suotovesimäärää ja pohjavesipintoja vastaavan laskentatuloksen.

Syvyys kallion pinnasta, m	Kallio Kxy, m/s	Kallio Kz, m/s
0–20	1×10^{-6}	$3{,}3 \times 10^{-7}$
20–60	2×10^{-7}	$6{,}7 \times 10^{-8}$
60–90	3×10^{-8}	1×10^{-8}
90–120	1×10^{-8}	$3{,}3 \times 10^{-9}$
120–280	5×10^{-9}	$1{,}7 \times 10^{-9}$
280–560	1×10^{-9}	$3{,}3 \times 10^{-10}$
560–1000	3×10^{-10}	1×10^{-10}
1000–1080	1×10^{-10}	$3{,}3 \times 10^{-11}$

13.2.4 Pohjaveden laatu

Pohjaveden laatua on tutkittu ja tarkkailtu vuodesta 2017 lähtien kaivospiirin alueen pohjavesiputkista (7 kpl) sekä lähialueen talousvesikaivoista (5 kpl). Putket 301–303 sijaitsevat rikastamon pohjoispuolella, ja putket 304–307 rikastushiekka-alueen ympärillä.

Pohjavesiputkien mittaustulosten keskiarvot (v. 2020–2023) on esitetty taulukossa 13-3. Pohjavesiputkien vesi on sameaa ja väriltään tummaa. Happipitoisuus on hyvin alhainen ja pohjavesi sisältää runsaasti eloperäistä aineista, mikä on hyvin tyypillistä suovaltaisen alueen pohjavesille. Pohjaveden pH on ollut keskimäärin hapan tai hieman hapan (pH 5,6–6,6). Kemiallinen hapenkulutus on pääosassa putkista korkea, suurimmillaan putkessa 301 (81 mg/l).

Pohjavesiputkien vesissä on tulosten mukaan runsaasti rautaa ja sinkkiä. Pohjavesiputkessa 304 ammoniumtypen pitoisuudet (1,4–2,2 mg/l) ovat huomattavasti muita putkia korkeammat. Sinkkipitoisuus ylittää reilusti ympäristönlaatunormin tason (60 µg/l) kaikissa muissa paitsi pohjavesiputkessa 305. Nikkelin, sulfaatin, nitraatti- ja nitriittitypen sekä mangaanin pitoisuudet ovat putkessa 301 huomattavasti korkeammat kuin muissa pohjavesiputkissa. Pohjavesiputki 301 sijaitsee

kaivosalueen pohjoispuolella Kissaniementien välittömässä läheisyydessä. Nikkelipitoisuus putkissa 302–307 on ollut keskimäärin 1,6 µg/l.

Pohjavesiputkien veden laadussa ei ole ollut havaittavissa selkeää muutosta vuosien 2020 ja 2023 aikana.

Taulukko 13-3. Pohjavesiputkista 301, 302, 303, 304, 305, 306 ja 307 otettujen näytteiden analyysitulosten keskiarvot vuosina 2020–2023.

		Pohjavesiputket, keskiarvo v. 2020–2023						
Tunnus		301	302	303	304	305	306	307
Lämpötila	°C	4,9	5,3	6	5,2	5,6	6,6	5,4
O_2	mg/l	0,5	0,3	0,5	0,7	0,3	2,5	0,4
O_2 kyll%	%	7,1	4,9	4,4	7,3	3	20	3,9
pH		6,1	6,2	6,4	5,6	6,3	5,9	6,6
Sähk.joht.	mS/m	22	7,8	9,7	7,5	17	3,6	13
Väri	mg Pt/l	164	219	100	225	82	36	109
COD_{Mn}	mg/l	19	34	21	81	25	6,4	6
Sameus	FNU	92	393	77	113	123	43	87
Al liuk	µg/l	268	267	9,4	579	7,3	28	9,2
As liuk	µg/l	1,4	0,6	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3
Ca liuk	mg/l	22	4,6	4,4	2,8	11	2	11
Cd liuk	µg/l	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Co liuk	µg/l	5,6	1	0,2	0,3	1,1	1,9	0,3
Cr liuk	µg/l	1,9	4,2	0,3	1,9	1,1	0,4	0,5
Cu liuk	µg/l	2,4	2,3	1,4	1,8	0,9	3,1	1
F-	µg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Fe liuk	µg/l	8730	11000	1360	6300	27700	808	3760
Hg liuk	µg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
K liuk	µg/l	2,6	0,8	1,3	1,3	1,5	1,2	2,3
Mg liuk	mg/l	7,1	0,9	2	0,8	2,6	0,6	3,2
Mn liuk	µg/l	831	113	88	42	285	204	236
Na liuk	µg/l	2,7	2,2	3,2	1,5	3,9	1,5	4,2
Ni liuk	µg/l	25	1,9	0,9	1	2,8	2,5	0,8
NH_4-N	µg/l	294	345	1050	1900	1020	36	435
Kok.N	µg/l	925	976	1270	2960	1210	193	554
NO_2+NO_3-N	µg/l	119	5,3	6,9	6,2	11	5,8	5,8
Pb liuk	µg/l	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Kok.P	µg/l	91	544	136	360	469	227	307
PO_4-P	µg/l	22	160	40	158	123	68	50
Sb liuk	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S kok	µg/l	11100	1140	815	683	1700	1080	455
SO_4	mg/l	38	1,2	1,3	0,3	4,2	3,6	0,8
Th liuk	µg/l	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
U liuk	µg/l	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Zn liuk	µg/l	447	5090	9250	5970	46	1330	3540
Öljyhv1021	mg/l			0,03				
Öljyhv1040	mg/l			0,03				
Öljyhv2140	mg/l			0,04				
Kiintoaine	mg/l	60	145	98	43	101	33	570

Talousvesikaivojen vuosikeskiarvot viimeisen neljän vuoden ajalta (v. 2020–2023) on esitetty taulukossa 13-4. Talousvesikaivoissa pohjavesi on kirkasta/lievästi

sameaa (FNU 0,3–3) ja happipitoista (4,3–9,4 mg/l). Pohjaveden pH on ollut keskimäärin 6,6–7,6. Kaivojen veden laadussa ei ole havaittavissa selkeää muutosta vuosien 2020 ja 2023 aikana. Kaivojen A ja D vesi puhdistetaan suodattimilla ja UV-käsittelyllä. Näiden kaivojen näytetulos edustaa puhdistettua vesilaatua.

Taulukko 13-4. Kaivoista A, B, C, D ja E otettujen näytteiden analyysitulosten keskiarvot v. 2020–2023.

		Talousvesikaivot, keskiarvo v. 2020–2023				
		Kaivo A	Kaivo B	Kaivo C	Kaivo D	Kaivo E
Lämpötila	°C	12	6,5	7,2	8,2	7,3
O_2	mg/l	4,9	9,4	4,7	4,3	6
O_2 kyll%	%	44	77	38	38	50
pH		7,1	7	6,6	7,6	7,2
Sähk.joht.	mS/m	35	30	4,5	20	20
SO_4	mg/l	36	18	3,4	8,5	2,6
Väri	mg Pt/l	8,2	5	7,4	8,2	57
CODMn	mg/l	2	1	1	2,1	11
Sameus	FNU	1,6	0,3	0,4	1,2	3
Al liuk	µg/l	7,1	6	16	11	128
As liuk	µg/l	0,3	0,3	0,2	4,6	1,8
Ca liuk	µg/l	31800	27100	3780	16200	27500
Ca mg/l		39	37	4,2	27	29
Cd liuk	µg/l	0,07	0,02	0,02	0,03	0,03
Co liuk	µg/l	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3
Cr liuk	µg/l	0,2	2,1	0,2	0,6	1,6
Cu liuk	µg/l	40	20	8,1	21	39
F^-	µg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Fe liuk	µg/l	12	8,3	46	15	125
Fek.koli pmy/100 ml	kpl/ 100 ml	0	0	1,4	0	1,2
Fosfaatti µg/l	µg/l	3,7	2,7	2,8	5,7	6,7
Fosfori µg/l	µg/l	6,4	4,9	7,7	9,2	18
Hg liuk	µg/l	0,1	0,1	0,08	0,1	0,1
K liuk	µg/l	3600	6790	501	1260	4940
Mg liuk	µg/l	12	5,7	0,6	6,7	888
Mg mg/l	mg/l	12	5,5	0,6	6,8	1,2
Mn liuk	µg/l	8,3	2,5	5,6	8,2	18
Na liuk	µg/l	4900	2340	1320	1600	1470
NH_4-N	µg/l	6,5	4,6	4,8	9,3	8,1
Ni liuk	µg/l	15	33	0,9	3,7	2,5
NO_2+NO_3-N	µg/l	103	7380	8,9	452	73
Pb liuk	µg/l	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5
S kok	µg/l	10400	4820	834	2540	853
Sb liuk	µg/l	0,6	0,5	0,3	0,4	0,7
Th liuk	µg/l	0,8	0,8	0,8	1	1
Th kok	µg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	
Typpi µg/l	µg/l	206	8260	48	545	283
U liuk	µg/l	0,6	0,3	0,2	0,2	0,4
Zn liuk	µg/l	76	321	19	40	23
Kiintoaine	mg/l	0,6	0,2	0,3	1,4	1,7

13.3 Vaikutusten arviointi

13.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 rikastushiekka-allasta laajennetaan. Rakentamisen aikana vaikutuksia pohjaveteen muodostuu rikastushiekka-altaan laajennuksen maanrakennustöistä ja altaan pohjan tiivisrakenteista siten, että pohjaveden muodostuminen vähenee laajennuksen alueella. Vaihtoehdossa VE1 vaikutukset pohjaveden muodostumiseen kohdistuvat Hanhipetäikön pohjoispuolelle ja vaihtoehdossa VE2 Hanhipetäikön eteläpuolelle.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 rikastushiekka-altaan ja tarvittavan tiestön rakentamista varten kaivosalueella tehdään pintamaiden poistoa. Vaihtoehdossa VE1 pintamaita ja kasvukerrosta on arvioitu poistettavan yhteensä noin 20 000 m^3 ja vaihtoehdossa VE2 noin 32 500 m^3. Kasvukerroksen poistaminen vähentää pintakerroksissa tapahtuvaa haihduntaa, mikä voisi johtaa pintamaista valumavesien mukana irtoavien haitta-aineiden kasvuun rakentamisen aikana. Alueella tehtyjen pintamaatutkimusten perusteella pintamaiden metallipitoisuudet ovat kuitenkin alhaisia. Rakentamisen aikaiset vaikutukset pohjaveden laatuun arvioidaan pieniksi.

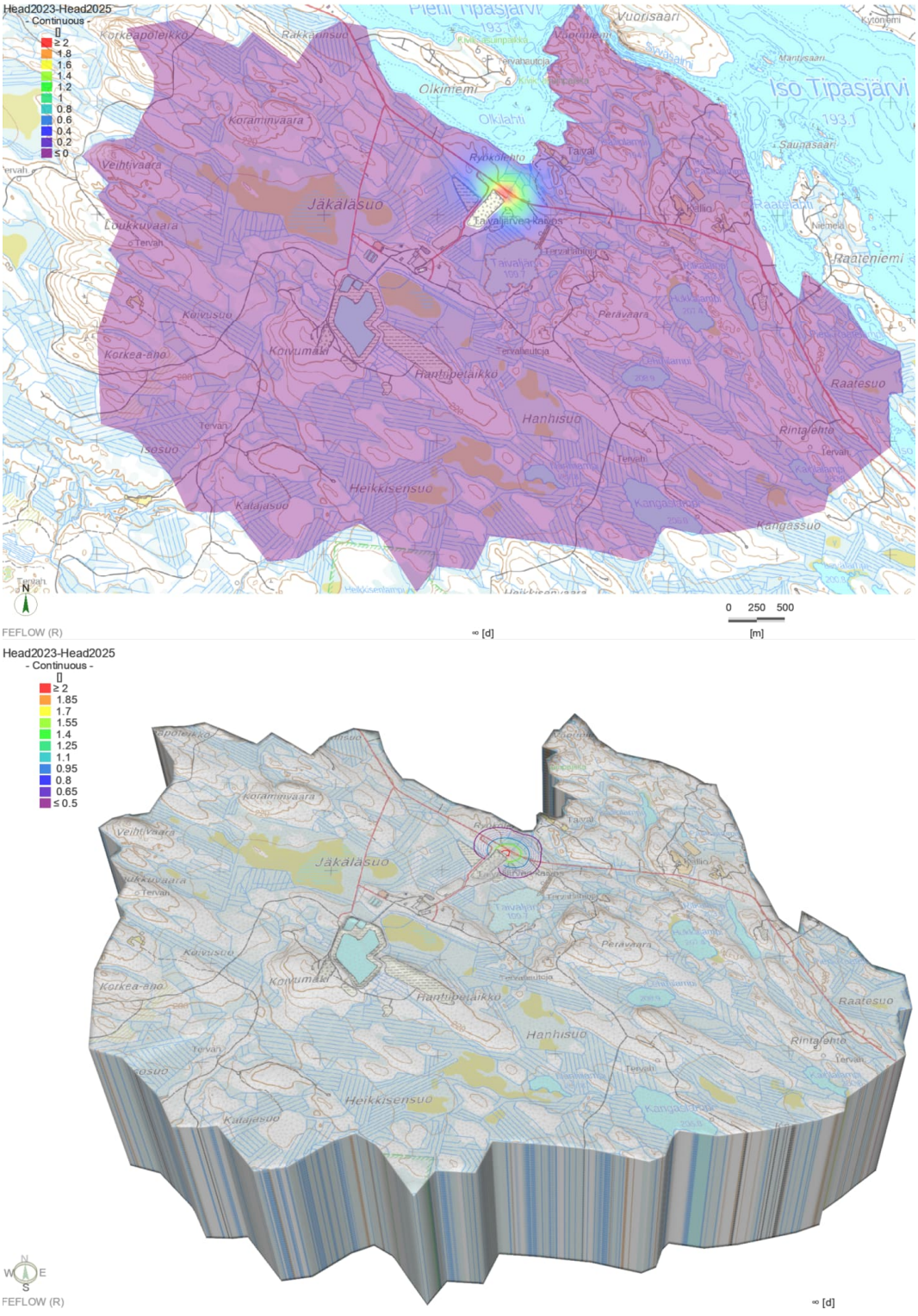
13.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 maanalaista louhosta syvennetään 1 km maanpinnan alapuolelle ja täyttövaihtoehdossa Kaivostäyttö 2 avolouhosta laajennetaan nykyisestä 4 hehtaarista 11,4 hehtaariin. Kuivatuspumppauksen seurauksena pohjaveden alenemakartio laajenee ja kuivatusvesimäärät kasvavat. Kaivoksen syventämisen ja avolouhoksen laajentamisen vaikutuksia pohjavesiolosuhteisiin eli pohjavesipintoihin ja suotovesimääriin on simuloitu numeerisella pohjavesimallilla (AFRY Finland Oy 2024b, liite 7). Ennustesimuloinnit tehtiin vuosille 2025 ja 2035 hankevaihtoehdolle VE1 ja täyttövaihtoehdolle Kaivostäyttö 2. Täyttövaihtoehdossa Kaivostäyttö 2 mallissa on mukana laajennettu avolouhos, jolloin simuloidaan laajimman louhosvaihtoehdon vaikutusta. Hankevaihtoehdossa VE1 laajennettu rikastushiekka-allas sijaitsee lähempänä louhosta kuin vaihtoehdossa VE2. Simuloinnissa avolouhos ja maanalaiset louhitut tilat mallinnettiin avoimina ja tyhjinä tilavuuksina, mikä kuvaa louhinnan aiheuttamia pohjavesivaikutuksia riittävällä tarkkuudella sekä louhe- ja rikastushiekkatäytön (Kaivostäyttö 1) että louhe- ja täyttökivitäytön (Kaivostäyttö 2) vaihtoehtojen osalta.

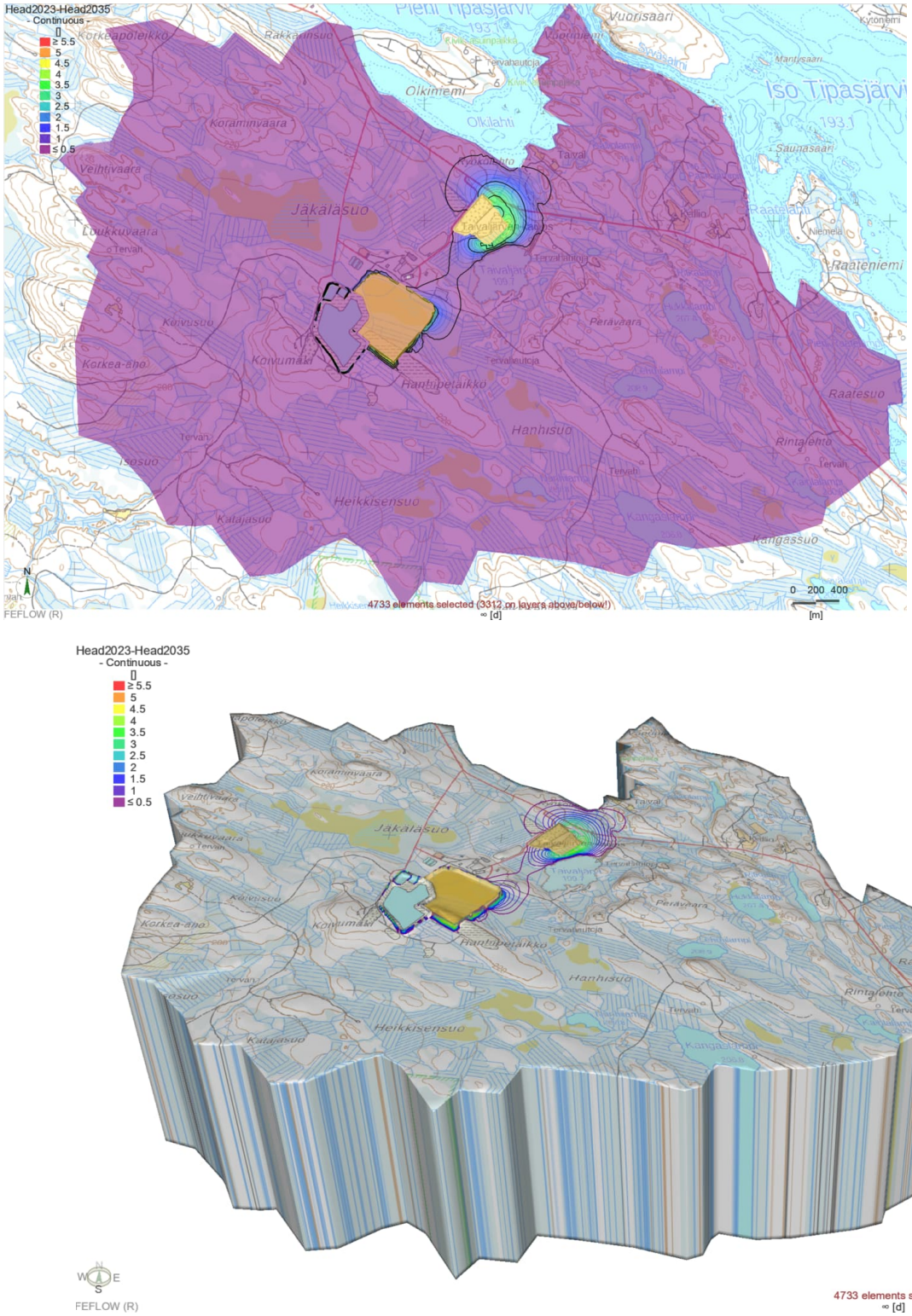
Kuvassa 13-8 esitetään mallin laskema pohjavedenpinnan alenema maaperässä vuonna 2025 verrattuna vuoden 2023 pohjavesipintaan. Avolouhos ja rikastushiekka-allas ovat simuloinnissa samat kuin vuoden 2023 tilanteessa. 2025 laskennassa alenemaa syntyy avolouhoksen koillisreunalle ja suotovesimäärä on yhteensä 1322 m^3/vrk, kun sadannan mukana avolouhoksen kautta kaivokseen tuleva vesi lasketaan mukaan.

Kuvassa 13-9 esitetään pohjavedenpinnan alenema maaperässä vuonna 2035 verrattuna vuoden 2023 pohjavesipintaan. Mallissa on mukana VE1 mukainen rikastushiekka-allas ja laajennettu avolouhos (Kaivostäyttö 2) sekä maanalaisen kaivoksen laajennus 1 km syvyyteen. Alenemakartio on laajentunut vuoden 2023 tilanteesta, ja alenemaa syntyy myös laajennetun rikastushiekka-altaan ja avolouhoksen välille. Kuivatuspumppauksen vaikutusalue ei ulotu kaivoksen läheisyydessä sijaitseville Natura-alueille, eikä vaikutusalue laajene Jäkäläsuon suuntaan. Taivaljärven suuntaan pohjaveden painekorkeuden alenemaa syntyy kalliperässä. Taivaljärvi saa kuitenkin vetensä pintavalunnasta, eikä kalliopohjavesillä ole vaikutusta sen vesitalouteen. Pohjavedenpinnan alenemaa tapahtuu avolouhoksen pohjois- ja koillispuolella, jossa sijaitsevat myös kaivot A–D (Kuva 13-1). Kaivo A (Kissaniementie 87), Kaivo B (Kissaniementie 92) ja Kaivo D (Taipaleentie 7) ovat porakaivoja. Kaivo C (Kissaniementie 88) ja Kaivo E (Taipaleentie 11) ovat matalia rengaskaivoja, ja ne ovat kesälomakäytössä. Kaivo B on vakituisessa asuinkäytössä olevalla kiinteistöllä. Simuloinnin mukaan kaivoksen laajimmassa vaiheessa, jossa myös avolouhosta on laajennettu (Kaivostäyttö 2), pientä pohjavesipinnan alenemaa voi olla havaittavissa kaivojen E ja D alueella (Kuva 13-1 ja Kuva 13-9). Kaivo D on Silverin oma porakaivo, ja kaivo E on matala rengaskaivo yksityisellä lähimmällä lomakiinteistöllä. Mallin laskema suotovesimäärä kaivokseen on 1470 m^3/vrk, kun sadannan mukana avolouhoksen kautta kaivokseen tuleva vesi lasketaan mukaan. Mallin voidaan katsoa kuvaavan myös vaihtoehdon VE2 tilannetta riittävällä tarkkuudella, sillä rikastushiekka-altaan sijainti ei vaikuta louhokseen suotautuvan veden määrään.

Mallinnuksessa rikastushiekka-altaan pohjarakenteelle asetettiin vedenjohtavuuden arvoksi 1×10^{-9} m/s. Vaihtoehdon VE1 rikastushiekka-altaan alueella tiivistyneen turpeen vedenjohtavuus voi olla tätäkin pienempi, mutta vaihtoehdon VE2 rikastushiekka-altaan alueella luontaisen moreenipohjan vedenjohtavuus on taas korkeampi (mittauksissa alueen moreenin vedenjohtavuus on keskimäärin $1,4 \times 10^{-7}$ m/s, Kuva 12-7). Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-allas sijaitsee samalla pintavesien pienvaluma-alueella kuin louhos, mutta vaihtoehdossa VE2 rikastushiekka-allas sijaitsee eri pienvaluma-alueella kuin louhos (Kuva 13-5). Vaihtoehdossa VE1 altaasta suotautuu vettä laskennallisesti pohjan läpi noin 242 m^3/d, kun altaan alla on keskiosassa 2,5 m ja reunoilla 1 m paksu turvekerros (5×10^{-10} m/s), jonka alla on 2 m moreenia (3×10^{-7} m/s). Vaihtoehdossa VE2 altaasta suotautuu laskennallisesti läpi enemmän vettä kuin vaihtoehdossa VE1, mutta läpisuotautuvan veden määrään voidaan vaikuttaa juurisalaojilla ja veden pois pumppauksella.



Kuva 13-8. Pohjavedenpinnan alenema maaperässä vuonna 2025 verrattuna vuoden 2023 pohjavedenpintaan.



Kuva 13-9. Pohjavedenpinnan alenema maaperässä vuonna 2035 verrattuna vuoden 2023 pohjavedenpintaan. Avolouhos ja uusi rikastushiekka-allas esitetty keltaisella.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 rikastushiekka-allasta laajennetaan ja kaivostäyttömateriaalina käytetään sivukiveä ja avolouhoksesta louhittavaa täyttökiveä

(Kaivostäyttö 2) tai vaihtoehtoisesti sivukiveä ja rikastushiekkaa yhdessä (Kaivostäyttö 1). Rikastushiekka-altaalla muodostuvien suotovesien laatua on arvioitu geokemiallisen mallinnuksen avulla (AFRY Finland Oy 2024a, liite 2). Rikastushiekka-altaalla muodostuvat suotovedet ovat mallinnuksen perusteella emäksisiä (pH 8,8–8,9), mutta sulfaattipitoisuudet ovat suhteellisen korkeat (960–1200 mg/l). Rikastushiekka-altaan laajennuksen alueella muodostuvat suotovedet pyritään ottamaan mahdollisimman suurilta osin kiinni ojituksilla. Altaan pohjan kautta maaperään suotautuvan ja karkaavan vesimäärän on arvioitu olevan noin 40 % kokonaissuotaumasta eli noin 134 m^3/pv.

Rikastushiekka-altaan laajennuksen alueelta maaperään suotautuvan veden vaikutukset pohjaveteen arvioidaan samankaltaisiksi kuin nykyisen rikastushiekka-altaan vaikutukset. Kaivoksen lähialueen pohjavesiputkissa ja kaivoissa ei ole havaittu merkittäviä laadullisia muutoksia nykyisen toiminnan aikana (v. 2019–2023). Vaikutus pohjaveden laatuun tulee olemaan suurimmillaan rikastushiekka-altaan laajennuksen ensimmäisinä läjitysvuosina, jolloin nykyistä rikastushiekka-allasta ei ole vielä suljettu. Rikastushiekka-altaan laajennuksen alueella läjityksessä tapahtuvat reaktiot ovat toisaalta tässä vaiheessa vasta suhteellisen alussa, eikä suotovesi ole vielä mallinnetun maksimitilanteen tasolla.

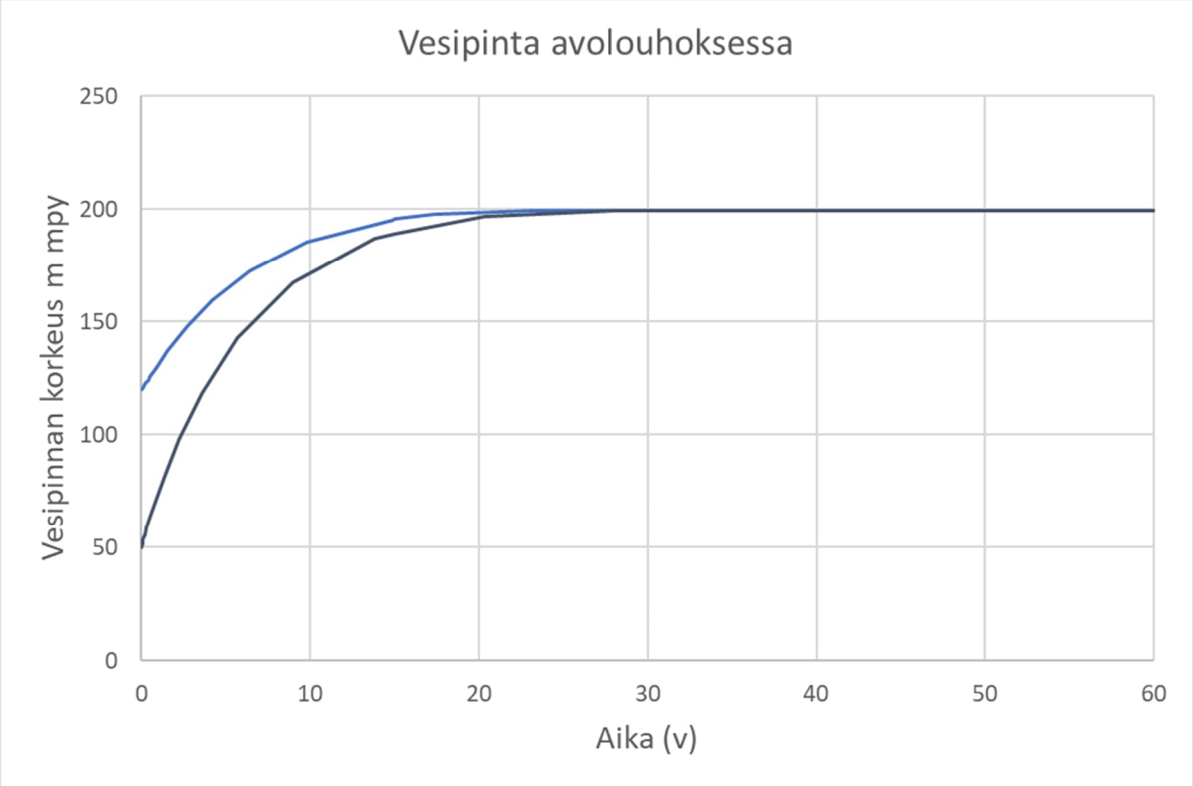
VE1/VE2 vaihtoehdoissa pohjaveden laadun muutos voi olla mitattavissa, mutta muutos arvioidaan pieneksi. Pohjaveden nykyiseen tai suunniteltuun hankintaan ei arvion perusteella aiheudu vaikutuksia. Toiminnanaikaiset vaikutukset arvioidaan vähäisiksi ja kielteisiksi.

13.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan lopettamisen jälkeen sulkemissuunnitelman mukaisesti (liite 6) louhoksen kuivatuspumppaus lopetetaan, jolloin maanalainen kaivos sekä avolouhos täyttyvät vähitellen vedellä ja pohjavesipinta palautuu vähitellen lähelle kaivostoimintaa edeltävää tilaa. Sivukivialue ja selkeytysaltaat poistetaan ja rikastushiekka-allas peitetään. Rikastushiekka-altaalta johdetaan oja louhosjärveen ja louhosjärven ylivuotovedet ohjataan ojaa pitkin Tipasjärveen.

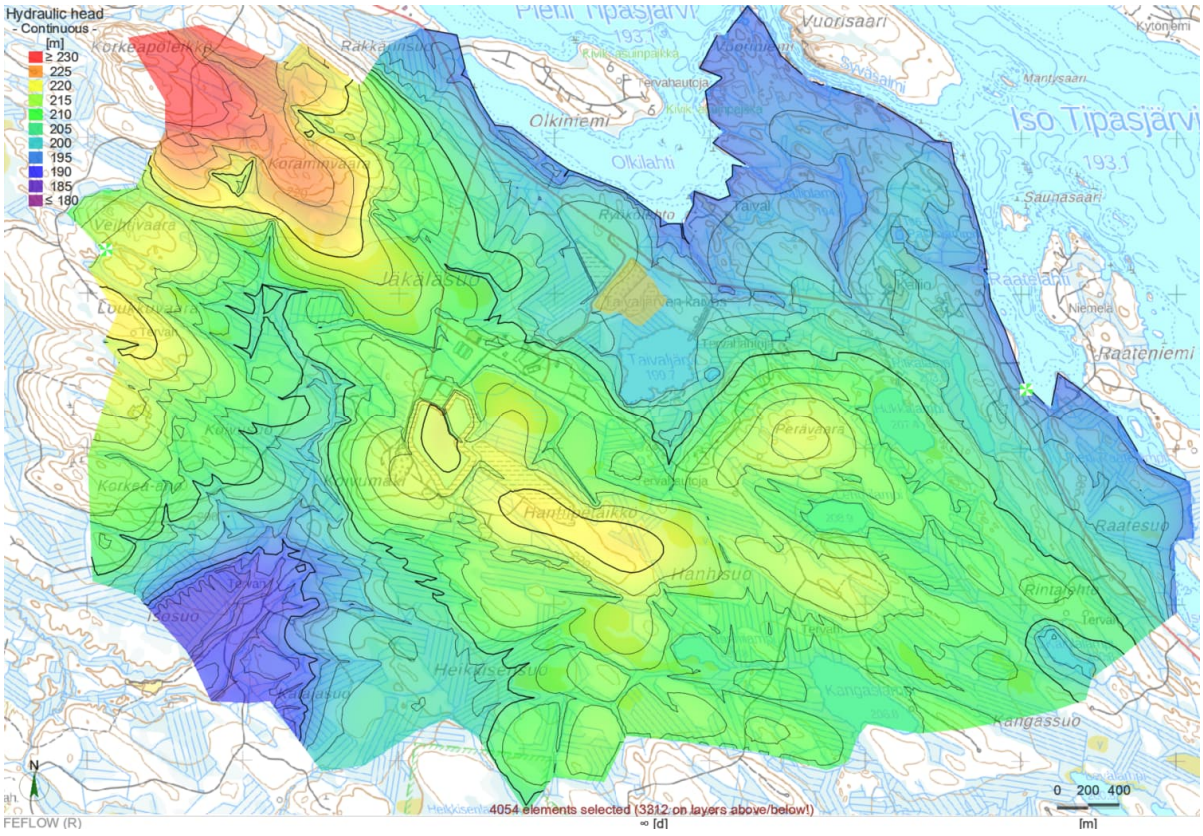
Maanalaisen kaivoksen ja louhosjärven täyttymisnopeuden arvioimiseksi tehtiin numeerisella pohjavesimallilla simulaatio, jossa käytettiin alkutilanteena kuivana pidettyä, suunnitelman täyteen laajuuteen louhittua maanalaista kaivosta ja laajennettua avolouhosta eli vuoden 2035 mallia (VE1 ja Kaivostäyttö 2) ja sen aiheuttamaa pohjaveden painekorkeuden alenemaa (AFRY Finland Oy 2024b, liite 7). Laskennan perusteella louhoksen vedellä täyttyminen on nopeinta ensimmäisen 10 vuoden aikana (Kuva 13-10). Vedenpinnan nousu hidastuu tämän jälkeen ja loppuu noin 25–30 vuoden kohdalla. Avolouhoksessa vesipinta nousee noin tasolle +199…+200 m mpy tai Tipasjärveen suuntautuvan purku-uoman tasoon. Simuloinnin tulos on kuitenkin hyvin karkea arvio, koska avolouhoksen täyttymiseen

vaikuttaa merkittävästi maanalaisten tilojen täytön tiiveys, avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen välisen yhteyden tiiveys sekä muualta alueelta avolouhokseen johdettavan veden määrä.



Kuva 13-10. Avolouhoksen täyttyminen vedellä kaivoksen sulkemisen jälkeen. Täyttymisnopeuteen vaikuttaa lähtötilanteen pohjaveden painekorkeus avolouhoksen kohdalla.

Sulkemisen jälkeistä tilaa mallinnettiin myös tasapainotilan mallilla, jolla simuloitiin pohjaveden virtausta, kun kaivos on täyttynyt vedellä. Pohjavesipinta sulkemisen jälkeisessä tasapainotilassa on esitetty kuvassa 13-11. Louhosjärven alueelta pohjaveden gradientti on kohti koillista Taivalpuroa ja Tipasjärveä. Pohjaveden virtaama louhosjärveen on mallinnuksen mukaan noin 90 m^3/vrk ja virtaama järvestä pois on luokkaa 190 m^3/vrk, kun oletetaan että pohjaveden läpivirtauksen lisäksi puolet suorasta sadannasta jää järveen (noin 95 m^3/vrk). Pääosa järvestä poistuvasta virtauksesta tapahtuu purkuojaa pitkin. Pohjaveden virtaus maaperässä on hidasta ja kalliossa hyvin vähäistä. Esitetyt vesimäärät eivät sisällä louhosjärveen pintavaluntana tulevia tai muualta alueelta järveen johdettavia vesiä. Vaihtoehdon VE1 mukaisen rikastushiekka-altaan alueelta pohjaveden virtaussuunnat ovat kohti avolouhosta ja Tipasjärveä. Vaihtoehdon VE2 mukaisen rikastushiekka-altaan alueelta pohjaveden virtaussuunta on kohti etelää ja lounasta sekä altaan pohjoisreunalta myös pohjoiseen avolouhoksen ja Tipasjärven suuntaan. Toiminnan päättymisen jälkeisessä tilanteessa pohjavesivaikutuksia kaivoihin D ja E ei todennäköisesti aiheudu (Kuva 13-1 ja Kuva 13-11).



Kuva 13-11. Pohjavedenpinnan korkeus sulkemisen jälkeisessä tilanteessa, kun kaivos on täyttynyt vedellä. Louhosjärvi on korostettu keltaisella.

Toiminnan päätyttyä rikastushiekka-altaan laajennukselle rakennetaan peittorakenne, jonka tavoitteena on läpivirtaaman tasaus ja hapen pääsyn rajoittaminen. Rikastushiekka-altaan pohja- ja peittorakenteet on esitetty kappaleessa 5.5 ja 3.1.8.3. Toiminnan päätyttyä rikastushiekka-allasta ympäröivistä suotovesiojista vedet ohjataan louhosjärveen. Rikastushiekka-altaan pohjan kautta tapahtuu edelleen suotautumista, joka ei ole kiinniotettavissa, mistä aiheutuu vaikutuksia suoraan pohjaveteen. Pohjan läpi maaperään suotautuvan veden osuus kokonaisvesimäärästä on arvioitu olevan noin 40 %.

Rikastushiekka-altaalla sulkemisen jälkeen muodostuvien suotovesien laatua on arvioitu geokemiallisen mallinnuksen avulla (Taulukko 13-5, AFRY Finland Oy 2024a, liite 2). Mallinnetun suotovesilaadun perusteella laskettu pohjan kautta maaperään kohdistuva kuormitus on esitetty taulukossa 13-6. Toiminnan päättymisen jälkeisinä vuosina suotovedessä korostuu prosessiveden haitta-ainepitoisuudet (vaihe 1). Prosessivesi korvautuu hiljalleen sadevedellä, minkä jälkeen suotoveden laatu muodostuu sadevedestä ja rikastushiekan rapautumistuotteista (vaihe 2).

Taulukko 13-5. Rikastushiekka-altaan laajennuksen suotovesilaatu (VE1/VE2). Vaihe 1 = suotovesi juuri peittorakenteen asentamisen jälkeen, kun pääosa huokosvedestä on vielä prosessivettä. Vaihe 2 = suotovesi pitkällä aikavälillä, huokosvedestä on poistunut tuotannonaikaisen prosessiveden vaikutus.

Rikastushiekka-altaan laajennus VE1 / VE2, suotoveden koostumus							
		Vaihe 1	Vaihe 2			Vaihe 1	Vaihe 2
pH		8,3	9,1	Mo	mg/l	0,008	0,008
Ag	mg/l	0,001	0,0001	Na	mg/l	50	4,8
Al	mg/l	3,3	3	Ni	mg/l	0,01	0,005
As	mg/l	0,3	0,3	P	mg/l	1,1	0,5
B	mg/l	0,1	0,1	Pb	mg/l	0,02	0,08
Ba	mg/l	0,08	0,08	Rb	mg/l	0,2	0,2
Be	mg/l	0,001	0,001	Sb	mg/l	1,9	1,7
Ca	mg/l	659	371	Se	mg/l	0,1	0,1
Cd	mg/l	0,004	0,003	Si	mg/l	55	55
Cl	mg/l	68	4,9	Sn	mg/l	0,002	0,002
Co	mg/l	0,005	0,001	Sr	mg/l	0,4	0,4
Cr	mg/l	0,004	0,005	Th	mg/l	0,001	0,001
Cu	mg/l	0,001	0,004	Ti	mg/l	0,003	0,003
F	mg/l	1,4	1,4	U	mg/l	0,03	0,03
Fe	mg/l	0,6	0,1	V	mg/l	0,005	0,005
Alk. as HCO_3^-	mg/l	1740	838	W	mg/l	0,01	0,01
Hg	mg/l	0	0	Zn	mg/l	0,4	0,06
K	mg/l	260	157	SO_4	mg/l	1240	509
Li	mg/l	0,01	0,01	NO_3-N	mg/l	28	0,05
Mg	mg/l	43	38	NH_4-N	mg/l	12	0,06
Mn	mg/l	2,2	1,7				

Taulukko 13-6. Rikastushiekka-altaan laajennuksen alueelta pohjan kautta maaperään kohdistuva kuorma vaihtoehdossa VE1. Vaihe 1 = suotovesi juuri peittorakenteen asentamisen jälkeen, kun pääosa huokosvedestä on vielä prosessivettä. Vaihe 2 = suotovesi pitkällä aikavälillä, huokosvedestä on poistunut tuotannonaikaisen prosessiveden vaikutus.

Rikastushiekka-altaan laajennus VE1/VE2, kuorma maaperään							
		Vaihe 1	Vaihe 2			Vaihe 1	Vaihe 2
pH		8,3	9,1	Mo	kg/a	0,30	0,30
Ag	kg/a	0,040	0,0040	Na	kg/a	1800	170
Al	kg/a	120	110	Ni	kg/a	0,40	0,20
As	kg/a	11	11	P	kg/a	37	18
B	kg/a	3,5	3,5	Pb	kg/a	0,8	2,8
Ba	kg/a	2,8	2,8	Rb	kg/a	7,1	7,1
Be	kg/a	0,04	0,04	Sb	kg/a	68	60
Ca	kg/a	23000	13000	Se	kg/a	3,5	3,5
Cd	kg/a	0,10	0,10	Si	kg/a	1900	1900
Cl	kg/a	2400	180	Sn	kg/a	0,070	0,070
Co	kg/a	0,20	0,040	Sr	kg/a	15	15
Cr	kg/a	0,10	0,20	Th	kg/a	0,050	0,040
Cu	kg/a	0,040	0,10	Ti	kg/a	0,10	0,10
F	kg/a	52	52	U	kg/a	1,0	1,0
Fe	kg/a	20	3,5	V	kg/a	0,20	0,20
Alk. as HCO_3^-	kg/a	62000	30000	W	kg/a	0,5	0,5
Hg	kg/a	0	0	Zn	kg/a	13	2,3
K	kg/a	9300	5600	SO_4	kg/a	44000	18000
Li	kg/a	0,40	0,40	NO_3-N	kg/a	980	1,8
Mg	kg/a	1500	1400	NH_4-N	kg/a	420	2,1
Mn	kg/a	78	61				

Sulkemisvaiheessa avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen hydrologinen yhteys estetään toiminnan loputtua niin, että avolouhos pääsee täyttymään vedellä. Vaikka maanalaisen kaivoksen ja avolouhoksen yhteys tukittaisiin hyvin tiiviisti, hydrologinen yhteys säilyy vähintään kallioperän luontaisen rakoilun kautta. Maanalaiseen kaivokseen muodostuva syvä kalliopohjavesi on suolaisempaa kuin avolouhokseen johdettavat vedet ja on oletettavaa, että avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen täyttyessä niiden väliin syntyy luontainen halokliini. Avolouhokseen muodostuvan louhosjärven vedenlaatua on arvioitu geokemiallisen mallinnuksen avulla (AFRY Finland Oy 2024a, liite 2).

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 maanalaisen kaivoksen täyttömateriaalina käytetään joko sivukiveä ja avolouhoksesta louhittavaa täyttökiveä (Kaivostäyttö 2) tai sivukiveä ja rikastushiekkaa yhdessä (Kaivostäyttö 1). Maanalaisen kaivoksen

täyttyessä vedellä kaivostäyttöihin varastoituneet rapautumistuotteet purkautuvat louhosveteen. Vesilaatumallinnuksen perusteella käytettävien kaivostäyttövaihtoehtojen välillä ei ole suuria eroja muodostuvan louhosveden kokonaispitoisuuksissa, mutta rikastushiekan hyvä puskurointikyky nostaa veden pH-arvoa ja vaikuttaa näin liukoisiin pitoisuuksiin. Täyttymisvaiheessa kaivostäytöstä liukenevat päästöt vähenevät vedellä kyllästymisen jälkeen melko nopeasti ja rapautumisreaktiot loppuvat kokonaan hapettomissa olosuhteissa. Maanalaisen kaivoksen täytyttyä pohjaveden virtaus on kohti koillista ja Tipasjärveä, mutta virtaus syvällä kallioperässä on pohjavesimallinnuksen (liite 7) tulosten perusteella hyvin hidasta.

13.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 rikastushiekka-altaan laajennusta ei toteuteta eikä maanalaista louhosta syvennetä. Toiminnan jatkuessa nykyisellään pohjaveteen kohdistuvat vaikutukset eivät olennaisesti muutu nykytilanteeseen verrattuna, ja ne vastaavat pohjaveden osalta vuosien 2023 ja 2025 mallinnettuja tilanteita (luvut 13.2 ja 13.3.2).

13.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Pohjavesiolosuhteet kaivoksen lähiympäristössä arvioidaan herkkyydeltään vähäisiksi, sillä vaikutusalueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesi- tai Natura-alueita eikä lähteitä tai talousvesikaivoja, vaikutusalueen kallioperä on kohtuullisen ehjää, merkittäviä ruhjevyöhykkeitä ei ole havaittu ja maaperän vedenjohtavuus on alhainen. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 louhoksen kuivatuspumppauksen vaikutusalue ei laajene Jäkäläsuon suuntaan. Taivaljärven suuntaan pohjaveden painekorkeuden alenemaa syntyy kallioperässä, mutta koska Taivaljärvi saa vetensä pintavalunnasta, pohjaveden painekorkeuden alenemalla syvällä kalliossa ei ole vaikutusta sen vesitaseeseen. Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaasta läpi suotautuva vesimäärä on luontaisen turvepohjan takia todennäköisesti pienempi kuin vaihtoehdossa VE2. Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-allas sijaitsee samalla pintavesien pienvaluma-alueella kuin louhos, mutta vaihtoehdossa VE2 rikastushiekka-allas sijaitsee eri pienvaluma-alueella kuin louhos. Vaihtoehdossa VE2 läpisuotautuvan veden määrää voidaan pienentää juurisalaojilla ja veden pois pumppauksella. Vaikutukset ovat kokonaisuudessaan arvioituna merkittävyydeltään vähäisiä ja kielteisiä kaikissa vaihtoehdoissa, sillä ne kohdistuvat lähinnä toimintavaiheeseen ja ovat väliaikaisia ja eivät vaikuta nykyiseen tai suunniteltuun vedenhankintaan. Pohjavesipinta palautuu lähelle toimintaa edeltävää tilaa toiminnan lopettamisen jälkeen.

VE1/VE2 vaihtoehdoissa pohjaveden laadun muutos voi olla mitattavissa, mutta muutos arvioidaan pieneksi. Pohjaveden nykyiseen tai suunniteltuun hankintaan ei arvion perusteella aiheudu vaikutuksia.

Taulukko 13-7. Vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys			VE1 Kaivostäyttö 1 ja 2, VE2 Kaivostäyttö 1 ja 2	VE0			
	Kohtalainen herkkyys							
	Suuri herkkyys							

13.5 Arvioinnin epävarmuudet

Pohjavesimalli on aina yksinkertaistettu kuvaus todellisuudesta. Maanalaisen louhoksen geometriaa jossain määrin yksinkertaistettiin mallinnusta varten. Toiminnan aikaisissa simuloinneissa (VE0, VE1 ja VE2) maanalaiset louhitut tilat mallinnettiin avoimina ja tyhjinä tilavuuksina. Tämän kuitenkin voidaan katsoa kuvaavan louhinnan aiheuttamia pohjavesivaikutuksia riittävällä tarkkuudella sekä louhe- ja rikastushiekkalouhostäytön että louhe- ja täyttökivilouhostäytön osalta (Kaivostäyttö 1 ja Kaivostäyttö 2).

Hydraulisen johtavuuden ja sadannan vaikutusta laskettuihin kaivoksen suotovesimääriin arvioitiin tekemällä pohjavesimallilla herkkyysanalyysiä. Herkkyystarkastelut tehtiin kallion ja maaperän hydraulisen johtavuuden sekä pohjaveden muodostumisen suhteen.

Numeerisessa pohjavesimallinnuksessa merkittävä epävarmuuden lähde tuloksissa on usein kallioperän hydraulinen johtavuus, mikä on vaikea mitata tarkasti ja kattavasti koko mallinnettavalle kalliotilavuudelle. Mallilla tehdyn herkkyystarkastelun perusteella maaperän ja ruhjeiden hydraulisen johtavuuden merkitys vuotovesien määrään on selkeästi pienempi kuin kallion hydraulisen johtavuuden arvojen. Ruhjeiden merkitys mallissa on pienehkö, sillä GTK:n tekemän ruhjetulkinnan mukaiset ruhjeet eivät ulotu louhokseen. Olemassa olevassa louhoksessa ei myöskään ole havaittu runsaasti vettä vuotavia ruhjeita.

Sotkamo Silverin kaivoksen pohjavesimallissa kallioperän hydraulinen johtavuus perustuu mitattujen kuivatusvesimäärien perusteella tehtyyn mallin kalibrointiin, mitattuihin pohjavesipintoihin sekä alueella tehtyyn RQD-arvoihin perustuvaan kallioanalyysiin. Kairarei'issä tehtyjä vedenjohtavuusmittauksia kallioperästä ei ole saatavilla. Kalibroinnissa saatu mallin tulosten hyvä vastaavuus kuivatuspumppausten mittauksiin perustuvaan laskennalliseen suotovesimäärään lisää kuitenkin mallin luotettavuutta.

Laskennallisiin suotovesimääriin liittyy myös epävarmuuksia. Avolouhoksen kautta maanalaiseen louhokseen kulkeutuvan veden määrä vaikuttaa suoraan kuivanapitoveden määrään. Mallissa käytettiin Sotkamo Silveriltä saatua arviota avolouhoksen kautta maanalaiseen kaivokseen kulkeutuvan veden määrästä. Sadannasta pohjavedeksi imeytyvän veden määrää on myös vaikea mitata tai arvioida tarkasti. Mallin herkkyysanalyysissä tarkasteltiin sekä avolouhoksesta kulkeutuvan veden määrän että sadannasta pohjavedeksi imeytyvän veden määrän vaikutusta suotovesimääriin. Kummankin vaikutus suotovesimääriin on pienehkö verrattuna kallion hydraulisen johtavuuden vaikutukseen.

Pohjaveden laatuun kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa epävarmuudet liittyvät geokemiallisessa mallinnuksessa käytettäviin lähtötietoihin, jotka korostuvat erityisesti sulkemisen jälkeisen suotovesilaadun arvioinnissa. Mallinnushetkellä rikastushiekan pitkäaikaiskäyttäytymistä tutkivan kosteuskammiokokeen tuloksia oli käytettävissä ensimmäisen 28 viikon ajalta, mikä on suhteellisen lyhyt aika kuvaamaan rikastushiekan käyttäytymistä pitkällä aikavälillä, sillä kaikki keskeiset pitkän ajan kuluessa tapahtuvat hapettumis- ja rapautumisreaktiot eivät ole välttämättä vielä käynnistyneet. Pitkäaikaiskäyttäytymisen lisäksi sulkemisen jälkeisten sääolosuhteiden ennustamiseen tässä vaiheessa liittyy epävarmuuksia. Vesilaatujen arvioimiseen liittyvät epävarmuudet on esitetty kattavammin vesilaatujen mallinnusraportin kappaleessa 7 (AFRY Finland Oy 2024a, liite 2).

13.6 Vaikutusten lieventäminen

Pohjaveden laatuun tai määrään kohdistuvien haittojen ehkäisemisessä ja lieventämisessä ovat avainasemassa pohjavesipintojen ja laadun seuranta pohjavesiputkista sekä kaivoksen kuivatusvesimäärän mittaaminen. Kaivoksen kuivatusvesimääriä seurataan ja mittauksia kohdistetaan kaivoksen eri syvyystasoille, mikä mahdollistaa vuotovesimäärän seurannan syvyyden suhteen. Mikäli havaitaan ennakoitua selkeästi suurempia vesivuotoja, merkittäviä uusia vettä johtavia ruhjevyöhykkeitä tai vaikutuksia maaperän pohjavesipinnassa, voidaan harkita numeerisen pohjavesimallin päivittämistä uusien tietojen perusteella ja mahdollisten rikkonaisuusvyöhykkeiden injektointia. Mikäli vanhat Taivaljärven pohjasta kairatut kairareiät vuotavat runsaasti vettä louhokseen, voidaan harkita reikien tulppaamista.

Sivukivi- ja rikastushiekka-alueista aiheutuvia mahdollisia laadullisia pohjavesivaikutuksia ehkäistään alueille toteutettavilla pohjarakenteilla. Pintakallion vedenjohtavuusmittauksia voidaan tarvittaessa tehdä avolouhoksen ja Tipasjärven välisellä alueella tai mahdollisuuksien mukaan nykyisen louhintatason alapuolella.

14 Vesistöt ja vedenlaatu

YHTEENVETO

- Rikastushiekka-alueen laajennuksen sijainnilla ei ole vaikutusta vesistökuormituksen suuruuteen, ja pintavesiin kohdistuvat vaikutukset ovat siten toiminnan aikana vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 samansuuruiset.
- Vesistökuormitus ja vesistövaikutukset ovat eri parametrien osalta pääosin pienempiä kaivostäyttövaihtoehdolla sivukivi + rikastushiekka (Kaivostäyttö 1) kuin pelkällä sivukivellä (Kaivostäyttö 2).
- Kuormituksen vaikutukset ovat Koivupuron purkureitillä voimakkaat Koivupurossa, mutta laimenevat merkittävästi jo Ollinjoessa.
- Johdettaessa 100 % kuormituksesta Koivupuron reitille, Ollinjoessa voi esiintyä vuosikeskiarvona ympäristönlaatunormin (AA-EQS) ylitys kadmiumin osalta runsaan sadannan kuormitustasoilla. Laskennallisen tarkastelun perustella ei voida poissulkea kuormituksen heikentäviä vaikutuksia Hietasen - Pienen Hietasen ekologiseen tilaluokitukseen.
- Johdettaessa 60 % kuormituksesta Koivupuron reitille ympäristönlaatunormin ylityksiä ei Ollinjoessa todeta. Laskennallisen tarkastelun perusteella voidaan arvioida, että kuormituksella ei ole todennäköisesti heikentävää vaikutusta Hietasen - Pienen Hietasen ekologiseen tilaluokitukseen.
- Pienen Tipasjärven Olkilahdessa ei todeta mallinnuksen perusteella ympäristönlaatunormien ylityksiä, kun reitille johdetaan 40 % kuormituksesta. Mallinnuksen perusteella voidaan arvioida, ettei kuormituksella ole todennäköisesti heikentävää vaikutusta Pienen ja Ison Tipasjärven vesimuodostuman ekologiseen tilaluokitukseen.
- Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys pintavesiin arvioidaan nykytilaan nähden *kohtalaiseksi kielteiseksi*, kun kuormituksesta johdetaan 100 % Koivupuron purkureitille (Purkureitti 1) ja *vähäiseksi kielteiseksi*, kun kuormitus johdetaan jaetusti Koivupuron (60 %) ja Taivaljärven (40 %) purkureiteille (Purkureitti 2).

14.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

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

Vesistövaikutusarvion suurimmat epävarmuustekijät liittyvät laimennuslaskelmien ja mallinnuksen perustana oleviin kuormitus- ja vesimäärätietoihin. Kokonaisuutena vesistövaikutusarvio perustuu konservatiivisiin lähtötietoihin, ja keskimääräistä tilannetta kuvaavia arvioita voidaan pitää luotettavampina kuin hetkellisiä ääritilanteita kuvaavia arvioita. Vesistömallinnukseen liittyvä tarkempi kuvaus lähtötiedot, epävarmuudet ja kaikki tulostukset on esitetty tarkemmin erillisessä raportissa (liite 4).

Vesistövaikutusarviossa on pyritty tunnistamaan kuormituksen aiheuttamat olennaiset, suuruusluokaltaan merkittävät pitoisuusmuutokset, joiden on arvioitu aiheuttavan joko mitattavissa olevia tai muuten havaittavissa olevia muutoksia purkureittien vedenlaadussa tai vesieliöstössä. Hankkeen vaikutusalue kattaa Koivupuron purkureitillä Koivupuron ja Hietasen luusuan välisen alueen ja Taivaljärven purkureitillä Pienen Tipasjärven. Tarkastelussa on myös arvioitu eri hankevaihtoehtojen eroavaisuuksia toisiinsa nähden sekä pyritty tunnistamaan vesistön kannalta paras hankevaihtoehto.

Koivupuron purkureitti

Koivupuron purkureitillä vesistövaikutusarviot pohjautuvat laimennuslaskelmiin, jotka on tehty neljälle eri kuormitusvaihtoehdolle:

- Keskimääräisen sadannan kuormitus
- Runsaan sadannan (1/100 vuodessa toistuva) kuormitus
- Kaivostäyttövaihtoehtona sivukivi
- Kaivostäyttövaihtoehtona sivukivi + rikastushiekka

Eri kuormitusvaihtoehtojen vaikutuksia on tarkasteltu Koivupuron purkureitillä neljässä pisteessä: Koivupurossa, Ollinjoessa, Nimisenjoessa ja Hietasen luusuassa. Vesistövaikutuksen suuruutta on tarkasteltu vesistön keskivirtaamatilanteessa sekä keskialivirtaamatilanteessa. Lisäksi on tarkasteltu kahta kuormituksen johtamisvaihtoehtoa:

- Kuormituksesta 100 % Koivupuron purkureitille
- Kuormituksesta 60 % Koivupuron purkureitille

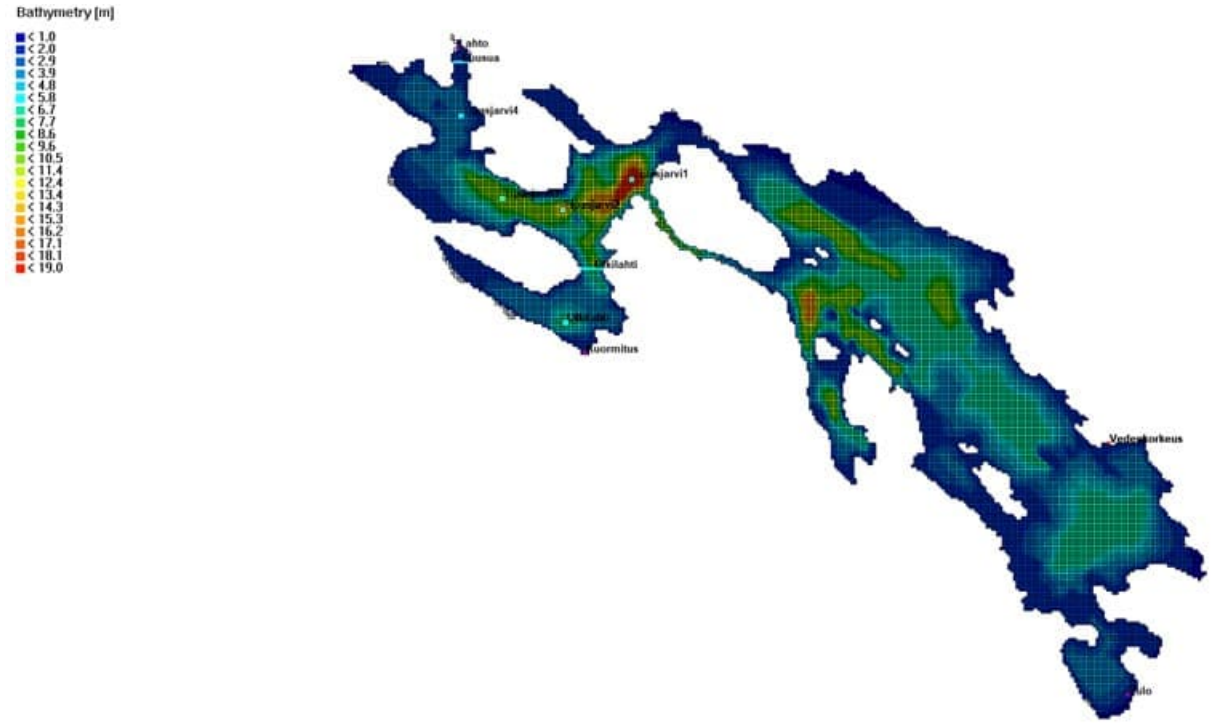
Luvussa 14.4.2.2 on esitetty yksityiskohtaisesti laimennuslaskelmissa käytetyt virtaamat ja eri kuormitusvaihtoehdot taulukossa 14-17.

Taivaljärven purkureitti

Pienessä Tipasjärvessä vesistövaikutusarviot pohjautuvat vesistömallinnukseen. Vesistömallissa on tarkasteltu kaivoksen purkuvesien sekoittumista Pienessä Tipasjärvessä virtausmallia käyttäen. Mallilaskennat suoritettiin Delft 3D -laskentamallilla, joka perustuu hydrostaattisten 3D-virtausyhtälöiden ratkaisemiseen differenssimenetelmällä. Mallihila koostui pystysuunnassa suorakulmaisista laskentaelementeistä. Käytetty laskentamalli soveltuu hyvin Suomen järvi- ja jokialueiden kuvaamiseen, ja sitä on käytetty lukuisissa vastaavanlaisissa tilanteissa. Mallilaskentaa varten alueelle laadittiin mallihila saatavilla olleita rantaviiva- ja syvyystietoja käyttäen. Rantaviivana käytettiin MML:n kartta-aineistoa (Maanmittauslaitos 2023). Syvyystiedot ovat Liikennevirasto ylläpitämästä järvien ja jokien syvyysaineistosta (Väylävirasto 2023). Laskennassa käytetty mallihila on esitetty kuvassa 14-1.

Mallilaskennassa veteen vaikuttavista voimista huomioitiin tuulen aiheuttama sekoittuminen, ilmanpaineen vaikutus sekä virtaamat. Virtaukset laskettiin dynaamisesti, ts. säähistoriasta valittiin edustava ajanjakso (toukokuu-lokakuu 2022), jota simuloitiin mallilaskennan avulla käyttämällä mitattuja säätietoja ja reuna-arvoja (esim. jokivirtaamat). Laskennan lopputuloksena saatiin valitun simulointijakson ajalta jokaiselle mallihilan hilaruudulle virtaus-, lämpötila- ja vedenlaatuarvo valitulla aikatarkkuudella (tunnin välein).

Mallinnusalueeksi rajattiin Iso ja Pieni Tipasjärvi. Mallinnuksessa alueelle sijoitettiin 5 aikasarjapistettä (Kuva 14-1), joilta koostettiin vedenlaatutuloksia eri kuormitusskenaarioissa (luku 14.4). Taivalpuron purkupaikkaa lähinnä sijaitsi Olkilahden syvänteen aikasarjapiste. Pienen Tipasjärven pääaltaan puolella oli neljä aikasarjapistettä. Pienen Tipasjärven pääsyvänteelle sijoitettiin yksi aikasarjapiste ja kolme muuta syvänteeltä kohti järven luusuaa.



Kuva 14-1. Mallinnusalueen syvyysprofiili sekä vedenlaadun aikasarjapisteiden sijainti.

Kuormitusskenaariossa VE1 tarkasteltiin tilannetta, jossa 40 % kaivosalueen vesistä johdetaan Taivaljärveen ja siitä edelleen Pienen Tipasjärven Olkilahteen. Kuormitusskenaario edusti runsassateista vuotta (kerran 100 vuodessa) ja pelkän sivukiven kaivostäyttövaihtoehtoa. Kokonaisuutena tämä mallinnuksessa käytetty kuormitus edusti suurinta mahdollista kuormitusta. Mallinnuksessa käytetty kuormitustaso on esitetty taulukossa 14-17.

Mallinnuksessa käytetyt purkuvesien virtaamat saatiin kaivokselle simuloiduista purkuvesimääristä (kts. luku 3.1.5.3). Kaivoksen purkuvesimäärät kasvavat skenaariossa vuosien 2022–2025 välillä, ja tasaantuvat sen jälkeen. Mallinnuksessa

käytettiin avovesikauden keskiarvoa vuosilta 2026–2036, jolloin purkuvesimäärät ovat suurimmillaan. Pienen Tipasjärven osalta käytettiin ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-vesistömallista poimittuja Pienen Tipasjärven virtaamatietoja. Vuosien 1990–2020 välillä Pienen Tipasjärven lähtövirtaama on ollut keskimäärin 0,99 m^3/s. Keskialivirtaama on ollut vastaavasti 0,87 m^3/s ja keskiylivirtaama 1,09 m^3/s. Vuoden 2022 virtaamat olivat normaalia suuremmat, joten olosuhteet vastasivat runsassateisen vuoden tilannetta, jota käytettiin myös kaivosalueen purkuvesien osalta.

Mallilaskennassa kaivoksen purkuvesiä simuloitiin käyttämällä mallissa purkuvetenä merivettä, jonka tiheys asetettiin vastaavaksi kuin purkuvedelle arvioitu tiheys. Purkuveden tiheydet on laskettu Ca, K, Mg, Na, Cl ja SO_4 -ainepitoisuuksien perusteella. Muilla aineilla oli vain marginaalinen vaikutus veden tiheyteen. RHOMV-laskurilla (Boehrer ym. 2010) arvioidut tiheydet ja vastaavat kokonaissuolapitoisuudet olivat kuormitusskenaariossa VE0 0,0001 g/l ja kuormitusskenaariossa VE1 0,793 g/l. Purkuveden ionikoostumuksella ei tässä tapauksessa ole vaikutusta veden sekoittumiseen mallilaskennassa, sillä suolapitoisuutta käsiteltiin mallissa reagoimattomana ja täysin liukoisena (ns. konservatiivinen merkkiaine).

14.2 Veden laatua säätelevät asetukset ja ohjearvot

14.2.1 Vedenlaadulle asetettuja raja-arvoja

Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006) sekä sen muutosasetukset (868/2010 ja 1308/2015) on asetettu suojelemaan pintavesiä sekä parantamaan niiden laatua ehkäisemällä vaarallisista ja haitallisista aineista aiheutuvaa pilaantumista. Asetuksessa annetut ympäristönlaatunormit määrittelevät vesistössä tavattavan aineen suurimman sallitun pitoisuustaso (MAC-EQS) sekä aineen pitoisuuden suurimman sallitun vuosikeskiarvon (AA-EQS) (Taulukko 14-1). Kadmiumin ja elohopean osalta tarkastelussa käytetään metallien liukoisia pitoisuuksia. Nikkelin ja lyijyn osalta tarkastellaan metallien biosaatavaa pitoisuutta. Metallin biosaatava osuus voidaan määritellä Bio-Met-mallin (www.bio-met.net) avulla, kun tunnetaan metallin liukoinen pitoisuus, vesistön kalsiumpitoisuus, liukoisen orgaanisen aineksen määrä (DOC) ja veden pH.

Taulukko 14-1. Valtioneuvoston asetuksessa 1308/2015 annetut vesistövesien ympäristönlaatunormit sekä sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 1352/2015 annetut talousveden laatuvaatimukset ja -suositukset. Lisäksi esitetty ehdotetut ympäristönlaatunormit kuparille ja sulfaatille (Mehtonen ym. 2023) AA-EQS=vuosikeskiarvo, MAC-EQS= sallittu enimmäispitoisuus.

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

** Raja-arvo riippuu veden kovuudesta*

*** Biosaatava pitoisuus*

Metallien luontaiset taustapitoisuudet vaihtelevat suuresti riippuen mm. kallio- ja maaperän sekä valuma-alueen ominaisuuksista. Asetuksen 1022/2006 ja sen muutossäädösten mukaisesti kohteissa, joissa pitoisuudet ovat geologisista syistä korkeita, voidaan asiantuntija-arviolla poiketa taustapitoisuuden arvoista. Arvioitaessa vesinäytteiden seurantatuloksia voidaan asetuksen mukaiseen ympäristölaatunormiin (AA-EQS) lisätä arvio luontaisesta taustapitoisuudesta valtioneuvoston asetuksen 1308/2015 mukaisesti (Taulukko 14-2).

Taulukko 14-2. VNA 1308/2015 mukaiset ympäristönlaatunormit (tausta + AA EQS) kadmiumille, nikkelille, lyijylle ja elohopealle (kalat) järvi- ja jokiolosuhteissa.

	Kadmium	Nikkeli 2)	Lyijy 2)	Elohopea
	µg/l (vesi) tausta+ AA EQS	µg/l (vesi) tausta+ AA EQS	µg/l (vesi) tausta+ AA EQS	µg/kg (ahven/silakka) tausta + EQS
Järvet				
vähähumuksiset (väriluku Pt mg/l< 30)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1ja 2)	1+4 = 5	0,1+1,2= 1,3	180+20=200
humuksiset (väriluku Pt mg/l30 – 90)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1 ja 2)	1+4 = 5	0,2+1,2= 1,4	200+20=220
runsashumuksiset (väriluku Pt mg/l> 90)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1 ja 2)	1+4 = 5	0,7+1,2= 1,9	230+20=250
Joet				
kangas- ja savimaat (väriluku Pt mg/l <90, valuma-alueen suo-% < 25)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1 ja 2)	1+4 = 5	0,3+1,2= 1,5	180+20=200
turvemaat (väriluku Pt mg/l >90, valuma- alueen suo-% > 25)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1 ja 2)	1+4 = 5	0,5+1,2= 1,7	230+20=250

1) luokka 1 <40 mg/l CaCO3, luokka 2: 40–<50 mg/l CaCO3

2) biosaatava pitoisuus

Liukoisen kadmiumin ympäristönlaatunormi riippuu veden kovuudesta ja on kovuusluokissa 1 ja 2 0,02+0,08=0,1 µg/l. Suurin sallittu pitoisuus (MAC-EQS) on kovuusluokissa 1 ja 2 liukoiselle kadmiumille 0,45 µg/l. Biosaatavan lyijyn ympäristönlaatunormi on humuksen määrän mukaan jokivesissä 1,5–1,7 µg/l ja järvissä 1,3–1,9 µg/l. Suurin sallittu enimmäispitoisuus (MAC-EQS) on liukoiselle lyijylle 14 µg/l (Taulukko 14-2). Biosaatavan nikkelin ympäristölaatunormi on 1+4=5 µg/l, josta 4 µg/l on havaintojen vuosikeskiarvo (AA-EQS) ja 1 µg/l on liukoisen nikkelin asetuksessa annettu ohjeellinen taustapitoisuus (Taulukko 13-5). Sallittu enimmäispitoisuus (MAC-EQS) liukoiselle nikkelille on 34 µg/l (Taulukko 14-1).

Valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 ja sen muutosasetusten mukaan vesiympäristön elohopeapitoisuuksia mitataan ahvenen tai silakan lihasta. Laatunormeissa on huomioitu vesistön humuksisuus, ja elohopean ympäristönlaatunormi kaloille vaihtelee välillä 200–250 µg/kg (Taulukko 14-2).

Suomessa talousveden laatuvaatimukset on kirjattu sosiaali- ja terveysministeriön asetukseen 1352/2015 (Taulukko 14-1). Talousveden tulee täyttää kemialliset laatuvaatimukset, ja veden käyttökelpoisuutta ohjataan myös laatusuosituksilla. Järvi- tai jokivesiä ei tulisi sellaisenaan käyttää juomavetenä tai ruoanlaittoon (OpasNet Suomi 2018).

Ruotsissa on laadittu vesimuodostuman fysikaalis-kemiallisen tilan arvioimiseen liittyvät ohjearvot (Taulukko 14-3). Arseenin, uraanin ja sinkin osalta tarkastelussa tulee huomioida taustapitoisuus, eli havaitusta pitoisuudesta poistetaan luontainen taustapitoisuus ennen vertaamista raja-arvoon. Aineita tarkastellaan koko vesisyvyyden osalta vuosikeskiarvona, ja lisäksi arseenin ja uraanin osalta on ilmoitettu suurin hyväksyttävä pitoisuustaso yksittäiselle näytteelle.

Taulukko 14-3. Ruotsin sisävesien hyvän fysikaalis-kemiallisen tilan raja-arvot alkuaineille sekä alkuaineyhdisteille (HVMFS 2019).

	Vuosi-keskiarvo µg/l	Maksimi-pitoisuus µg/l
As (liuk.)*	0,5	7,9
Cu (liuk.)	0,5°	
Cr (liuk.)	3,4	
U (liuk.)*	0,17	8,6
Zn (liuk.)*	5,5°	

*taustapitoisuus vähennetään havaitusta pitoisuudesta ennen vertailua raja-arvoon

°biosaatava pitoisuus

Kanadan liittovaltion, Brittiläisen Kolumbian provinssin ja Yhdysvaltain liittovaltion määrittelemiä vesistöjen ympäristönlaatunormeja on esitetty taulukossa 14-4. Joidenkin metallien osalta laatunormi vaihtelee pH-tason tai veden kovuuden mukaan. Näiden metallien osalta taulukossa on esitetty laatunormien vaihteluväli. Kaikki kolme tahoa ovat määritelleet metallipitoisuuksille pitkän ja lyhyen ajan laatunormit. Lyhyen ajan laatunormi määrittelee yksittäisten näytteiden metallipitoisuuksille enimmäistason, jonka ylitys todennäköisesti aiheuttaa haittavaikutuksia vesieliöstölle. Pitkän ajan laatunormi määrittelee suurimman pitoisuustason, joka on todennäköisesti turvallinen kaikille vesieliöille.

Taulukko 14-4. Vesistöjen ympäristönlaatunormit Kanadassa, Yhdysvalloissa sekä Australiassa ja Uudessa-Seelannissa (British Columbia Ministry of Environment 2016, Canadian Council of Ministers of the Environment 2016, US Environmental Protection Agency 2016, Australia and New Zealand Environment and Conservation Council 2000).

		Brittiläinen Kolumbia[a]		Kanada[b]		USA[c]		ANZECC[d] - hälytysarvot			
		ka (30 vrk)	max	pitkä-aikainen	lyhyt-aikainen	jatkuva	max	99 %	95 %	90 %	80 %
Ag	µg/l	0,05–1,50*	0,1–3,0*	0,25			3,2	0,02	0,05	0,1	0,2
Ag (liuk.)											
Al	µg/l			5–100		87	750	27°	55°	80°	150°
Al (liuk.)	µg/l	≤50[1]	≤100[2]								
As	µg/l	5		5		150	340	0,8-1,0	13-24	42-94	140-360
B	mg/l	1,2		1,5	29			90	370	680	1300
Cd	µg/l			0,09	1	0,72	1,8	0,06*	0,2*	0,4*	0,8*
Cd (liuk.)	µg/l	0,02–0,46*	0,04–2,80*								
Cl^-	mg/l	150	600	120	640	230	860				
Co	µg/l	4	110								
Cr (III)	µg/l			8,9		74	570				
Cr (VI)	µg/l			1		11	16	0,01	1	6	40
Cu	µg/l	2–10*	6,7–25,5*	2–4				1*	1,4*	1,8*	2,5*
Cu (liuk.)	µg/l	0,2-1,0[+]	0,9-6,8[+]								
Fe	µg/l		1000	300		1000					
Fe (liuk.)	µg/l		350								
F^-	mg/l		0,4–1,9*	0,12							
Hg	µg/l	≤0,02[3]		0,026		0,77	1,4	0,06	0,6	1,9	5,4
Hg (liuk.)	µg/l										
Mn	µg/l	768–2585*	816–3394*					1200	1900	2500	3600
Mo	µg/l	1000	2000	73							
Ni	µg/l			25–150		52	470				
Ni (liuk).	µg/l							8	11	13	17
Pb	µg/l	3,4–19,6*	1,2–6,0*	1–7		2,5	65	1*	3,4*	5,6*	9,4*
Se	µg/l	2[4]		1				5	11	18	34
SO_4^{2-}	mg/l	128–429*									
U	µg/l			15	33						
Zn	µg/l	7,5–187*	33–341*	30		120	120	2,4	8	15	31

[1]*Kun pH ≥ 6,5, raja-arvo on 50 µg/l; kun pH 4,0–6,5, raja-arvo on 5–50 µg/l*

[2]*Kun pH ≥ 6,5, raja-arvo on 100 µg/l; kun pH 4,0–6,5, raja-arvo on* °kun pH>6,5

[3]*Raja-arvo riippuu veden kovuudesta ja metyylielohopean esiintymisestä*

[4]*Hälytysraja on 1 µg/l*

** Raja-arvo riippuu veden kovuudesta*

Hieman tai kohtalaisesti häiriintyneille ympäristöille soveltuva arvo

14.2.2 Haitta-aineiden vaikutusten määrittely

Metallien haitallisuutta eliöstölle tutkitaan kokeilla, joissa eliö altistetaan metallille laboratorio-olosuhteissa. Kokeiden tuloksena saadaan selville pitoisuustaso, joka vaurioittaa eliötä. EC50-taso on pitoisuus, jossa puolella koe-eliöistä ilmenee koe-aikana jokin erikseen määriteltävä vaikutus (esim. kasvun hidastuminen tai lisääntymiskyvyn heikkeneminen). LC50-tasolla puolet tutkittavista koe-eliöistä kuolee tietyssä ajassa. LOEC-taso (Lowest Observed Effect Concentration) viittaa pienimpään ainepitoisuuteen, jossa haitallisia vaikutuksia havaitaan.

Laboratorio-olosuhteissa tehtävien kokeiden rajoituksiin kuuluu, että ne koskevat yleensä vain tiettyä eliötä, eivätkä tulokset siten ole yleistettävissä käsittämään suurempia eliöyhteisöjä. Laboratorio-olosuhteissa koeolosuhteet ovat usein yksinkertaisia verrattuna luonnonvesissä havaittuihin fysikaalis-kemiallisiin olosuhteisiin, mikä vaikuttaa tuloksiin. Monet metallit eivät myöskään esiinny vesistöissä alkuainemuodossa, ja kokeissa käytetään erilaisia yhdisteitä. Tällöin

toksisuusvaikutus voi johtua myös esimerkiksi metallin suolan kationiosasta (esim. $NaSO_4$, $CuSO_4$).

PNEC-taso (Predicted No Effect Concentration) tarkoittaa pitoisuustasoa, jonka alapuolella ei havaita haitallisia vaikutuksia koe-eliöissä. PNEC-arvo voidaan laskea joko käyttämällä arviointikertoimia (AF, Assessment factor) tai lajiherkkyysjakaumaa (SSD, Species Sensitive Distribution). Arviointikertoimia 10–1000 käytetään, mikäli tutkimustietoa on saatavilla vähän. Jos tutkimustietoa on saatavilla runsaasti, aineistoon voidaan soveltaa tilastollista arviointimenetelmää ja pienempää arviointikerrointa. Arviointikertoimet toimivat turvakertoimena ja kuvaavat aineiston luotettavuuden rajallisuutta. (European Commission 2003, OpasNet Suomi 2014) PNEC lasketaan jakamalla vähintään kolmesta ravintoketjun tasosta saatu pienin LC50-, EC50- tai NOEC-arvo sopivalla arviointikertoimella:

Toksisuusaineiston saatavuus	Arviointi-kerroin
Vähintään yksi akuutti LC50/EC50-arvo jokaisesta kolmesta ravintoketjun tasosta (esim. levät, äyriäiset, kalat)	1000
Krooninen NOEC-arvo yhdestä ravintoketjun tasosta (kalat tai äyriäiset)	100
Krooninen NOEC-arvo lajeista, jotka edustavat kahta ravintoketjun tasoa (kalat ja/tai äyriäiset ja/tai levät)	50
Krooninen NOEC-arvo vähintään kolmesta ravintoketjun tasosta	10

Taulukossa 14-5 on esitetty toksisuustestien avulla määriteltyjä raja-arvoja eri eliöryhmille. Tiedot ovat peräisin Euroopan kemikaaliviraston tietokannasta (ECHA 02/2024) ellei toisin mainita.

Taulukko 14-5. Toksisuustestien perusteella määriteltyjä pitoisuusraja-arvoja eri alkuaineille (ECHA 02/2024).

	LC50 Kalat ug/l	EC10 Kalat ug/l	LC50 Selkärangattomat ug/l	EC50 Selkärangattomat ug/l	EC50 Levät ug/l	PNEC Sisävesi ug/l
Ag	1,2	0,190-1,230	0,22		0,016-5,36	0,04
Al	22-218600		5,7-99600		0,054-4,980	
As	10300-126500		1500-1740		254-38669	5,6
B	74000-79700	6900-18000	64000-544000		40200-66000	2900
Cd	34-6470		5-1820	1900	18-120	0,19
Cl						
Co	1512-85300		2240-429000	890-100000	20-71314	1,06
Cr				0-18900		6,5
Cr (III) oksidi	1-10000000		3711	14-18300	13,3-848,6	
Cu	2,8-9150		0,5-302	1-1213	16,5-987	6,3
Fe						
F						900
Hg	26-1210			0,3-91	9-1030	0,0574
Mn	170-15610			1600	2800-4500	22-34
Mo	609100-681400		1006000-2729000	130900-2847500	218000-2453600	11900
Na						
Ni	15300		13-276		40,7-1430	7,1
Pb	40,8-40540		26-27850		20,5-364	2,4
Sb	6900-20800		1770-4770	3820-4860	36600	113
Se						
Sn	12,4		3200	1303	19,2	
U						
V	693-44000		1520-13300		989,4-2907	17,8
Zn	102-35980		41-4500	155-22000	42-1036	14,4

Sulfaatti on ehdotettu lisättäväksi vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun Valtioneuvoston asetuksen (1022/2006) liitteeseen 1D. Ehdotus AA-EQS-arvoksi sisävesille on 39 mg/l liukoisena pitoisuutena ja MAC-EQS-arvoksi sisävesille 279 mg/l liukoisena pitoisuutena (Mehtonen ym. 2023). Kanadan Brittiläisessä Kolumbiassa sulfaatin ohjearvot erittäin pehmeälle ja pehmeälle vedelle ovat 115 ja 195 mg/l. Ohjearvot määrittelevät suurimman vesieliöstölle turvallisen sulfaattipitoisuuden vesistössä 30 päivän keskiarvona, kun vesistöstä on otettu vähintään viisi näytettä, tasaisin väliajoin 30 päivän aikana. Veden kovuus vaikuttaa sulfaatin toksisuuteen useimmilla eliölajeilla, mutta eri lajit reagoivat muutokseen yksilöllisesti. (Meyas & Nordin 2013).

Jyväskylän yliopiston suorittaman 175 päivää kestäneen, pitkäkestoisen natriumsulfaattialtistuksen vaikutuksia Kokemäenjoen vaellussiialle tutkineen tutkimuksen (Karjalainen ym. 2021) tulosten perusteella mätimunien hedelmöitys- ja alkionkehityksen varhaisvaiheet ovat Kokemäenjoen vaellussiian herkimmät kehitysvaiheet, mutta haitallisia vaikutuksia havaittiin vasta korkeimmissa tutkituissa natriumsulfaattipitoisuuksissa (2000 mg/l). Sulfaatin LC50-arvo on alkionkehityksen varhaisvaiheessa 1413 mg/l ja alkionkehityksen myöhemmässä vaiheessa sekä

poikasvaiheessa 1161 mg/l. NOEC-arvot vastaavissa vaiheissa ovat 1207 mg/l. Alkionkehityksen myöhäisvaiheessa kuolleisuus oli matala ja kaikki kuoriutuneet poikaset alkoivat syödä normaalisti eikä sulfaattipitoisuudella ollut vaikutusta syömiseen tai kuoriutuneiden poikasten kasvuun. Vaellussiian varhaisvaiheiden sietokyky sulfaatin myrkyllisyydelle todettiin vastaavan muita lohikaloja sekä aiemmin tehtyjä tutkimuksia (Karjalainen ym. 2021).

14.2.3 Haitta-aineiden ominaisuuksia

Alumiini

Alumiini on maankuoren kolmanneksi yleisin alkuaine. Sen liukoisuusominaisuuksista johtuen vesistöjen alumiinipitoisuudet ovat pääosin hyvin pieniä, koska pH-alueella 5,5–8,0 alumiinin liukoisuus on pieni. Alumiini voi esiintyä vedessä vapaana monomeerisenä alumiinina, orgaaniseen aineeseen sitoutuneena, saostuneena ja mineraaliainekseen sitoutuneena. Monomeerinen alumiini muodostaa herkästi komplekseja epäorgaanisten ligandien kanssa. Epävakaan epäorgaanisen alumiinin esiintyminen on sitä suurempaa, mitä happamampaa vesi on. Alumiini on toksista eliöstölle, mutta sen esiintymismuodolla on suuri merkitys alumiinin biosaatavuuteen ja sitä kautta toksisuuteen. Toksisin muoto on ionimuotoinen Al^{3+}. Alumiinin esiintymismuoto on toksisuuden kannalta tärkeämpi kuin alumiinin pitoisuustaso (Butcher 1988, Lahermo ym. 1996).

Arseeni

Maa- ja vesiympäristöissä olevan arseenin esiintymismuoto riippuu ympäristön pH:sta ja hapetus-pelkistyspotentiaalista, erilaisista adsorptio-, desorptio- ja ioninvaihtoreaktioista ja saostumis- ja pelkistymistapahtumista. Lisäksi arseenin olomuotoon ja kulkeutumiseen vaikuttavat myös kompleksoituminen epäorgaanisten ja orgaanisten ligandien kanssa ja ympäristön bakteeritoiminta. Vesiympäristössä kulkeutuva arseeni on yleensä sitoutunut savimineraaleihin tai esimerkiksi rautaoksidihiukkasiin ja lisäksi arseeni sitoutuu tehokkaasti pohjasedimenttiin (Lahermo ym. 1996). Arseeni on toksinen vesieliöstölle, mutta arseenin pitoisuuksien lisäksi toksisuuteen vaikuttaa voimakkaasti myös arseenin esiintymismuoto. (Lahermo ym. 1996)

Elohopea

Elohopeaa esiintyy kallioperässä eniten mustaliuskeissa. Metallinen elohopea ja elohopeasulfidit ovat vaikealiukoisia, mutta pieniä määriä elohopeaioneja ja metallista elohopeaa kulkeutuu vesiin. Happamuudeltaan tavanomaisissa ja vähän klorideja sisältävissä vesissä elohopea esiintyy useimmiten muodossa $Hg(OH)_2$. Elohopea sitoutuu useimmista muista raskasmetalleista poiketen sitä tiukemmin maaperään, mitä happamampaa maa on. Elohopea sitoutuu orgaaniseen

ainekseen ja humukseen, joten niiden hajotessa elohopeaa vapautuu maahan ja veteen (Lahermo ym. 1996, Canadian Council of Ministers of the Environment 2003).

Elohopea voi biologisten prosessien (mikrobitoiminta) kautta muuntua metyylielohopeaksi (MeHg). Se on hyvin toksista eliöstölle ja kertyy vesieliöihin. Noin 10 % vesistöjen kokonaiselohopeasta on metyylielohopeaa, mutta häiriintyneissä ympäristöissä kuten uusissa tekoaltaissa osuus voi olla yli 30 %. Metyylielohopean tuotantoa vesistöissä säätelevät mm. elohopean (Hg^{2+}) pitoisuus ja saatavuus ympäristössä, mikrobiyhteisön koostumus, ravinteiden ja mineraalien määrä, pH, lämpötila, redox-potentiaali, liuenneen orgaanisen materiaalin ja partikkelimaisen orgaanisen materiaalin määrä, suolapitoisuus, raudan määrä sekä sulfaatin määrä. Metylaatio on suurinta pintasedimentissä, joissa on tuoretta orgaanista materiaalia ja sedimentin lämpötila on tarpeeksi korkea (Canadian Council of Ministers of the Environment 2003).

Kadmium

Alkuainemuotoinen kadmium ei liukene veteen, mutta kadmium-ioni (Cd^{2+}) muodostaa suoloja, joista monet ovat vesiliukoisia. Kadmium on vesiympäristössä suhteellisen liikkuva verrattuna useimpiin muihin raskasmetalleihin. Luonnonvesissä kadmiumpitoisuudet ovat yleensä hyvin pieniä lukuun ottamatta alueita, joiden kallioperässä kadmiumia esiintyy tavallista enemmän. Kadmiumin kulkeutumiseen, olomuotoon ja toksisuuteen vesiympäristössä vaikuttavat pH-taso, veden kovuus, alkaliniteetti ja orgaanisen aineksen määrä. Kadmiumin tiedetään olevan välttämätön hivenaine yhdelle merelliselle piilevälajille, mutta muuten kadmium on vesieliöstölle toksinen. Kadmiumia kertyy kaloihin ja selkärangattomiin eliöihin, ja se voi rikastua ravintoketjussa. (Lahermo ym. 1996, Canadian Council of Ministers of the Environment 2014).

Kupari

Kupari ei ole erityisen liikkuva metalli vesistöissä, sillä se muodostaa helposti niukkaliukoisia yhdisteitä. Erityisen happamissa olosuhteissa (pH < 3,5) kupari voi kuitenkin liueta veteen. Kuparin olomuotoon vesistössä vaikuttavat fysikaalis-kemialliset olosuhteet kuten vesistön pH-taso, veden kovuus, alkaliniteetti sekä karbonaattien ja veteen liuenneiden partikkelien määrä. Suuri osa pintavesien kuparista on sitoutuneena orgaanisiin komplekseihin. Kupari on eliöille välttämätön hivenaine. Sen toksisuus riippuu pitoisuuksien lisäksi myös olomuodosta. Kuparin rikastumisesta ravintoketjussa ei ole viitteitä (Singleton 1987, Lahermo ym. 1996, Eisler 1998a).

Lyijy

Lyijyä esiintyy pieninä määrinä kaikkialla ympäristössä, ja sen määrä luonnossa on lisääntynyt ihmisen toiminnan vaikutuksesta suhteellisesti enemmän kuin

minkään muun metallin määrä. Lyijyn liukeneminen on voimakkaasti riippuvainen ympäristön pH-tasosta. Vedessä lyijy on liukoisimmillaan ja sen biosaatavuus on suurimmillaan, kun pH-taso on hyvin alhainen (<3,5) sekä orgaanista ainesta, suoloja ja kiintoainesta on vedessä vähän. Lyijy ei ole helposti liikkuva metalli, ja se kulkeutuu ionimuodossa lähinnä happamissa vesissä. Pintavesissä lyijy kulkeutuu lähinnä humukseen ja savipartikkeleihin sitoutuneena. Lyijy on haitallinen vesieliöstölle, ja yleisesti ottaen orgaaniset lyijy-yhdisteet ovat toksisempia kuin epäorgaaniset yhdisteet. Lyijy kerääntyy eliöiden kudoksiin, mutta sen ei tiedetä rikastuvan ravintoketjussa merkittävissä määrin (Eisler 1988, Lahermo ym. 1996).

Nikkeli

Nikkeli esiintyy kallioperässä pääosin ultramafisiin ja mafisiin silikaattimineraaleihin ja sulfideihin rikastuneena. Vesiympäristössä nikkeli esiintyy yleisimmin Ni^{2+}-muodossa yhdisteenä $(Ni(H_2O)_6)^{2+}$. Vedessä oleva nikkeli kompleksoituu humus- ja fulvahappoligandin kanssa. Nikkeli on melko liikkuva happamassa ympäristössä (pH < 6,5), ja ympäristön happamoituessa nikkeliä liukenee usein maaperästä vesistöihin. Nikkelin liikkuvuus ja pitoisuudet maaperässä tai vesistössä riippuvat sorptio- ja desorptioreaktioista, osallistumisesta saostumisreaktioihin sekä sitoutumisesta orgaanisten tai epäorgaanisten ligandien kanssa. Pintavedessä suuri osa nikkelistä kulkeutuu hienojakoiseen savi- tai humusainekseen tai rauta-mangaanisaostumahiukkasiin sitoutuneena. Nikkeli on tärkeä hivenaine monille eläin- ja kasvilajeille sekä mikro-organismeille, mutta kohonneet pitoisuudet ovat haitallisia. (Lahermo ym. 1996, Eisler 1998b).

Rauta

Vesistöihin päätyvä rauta on suurelta osin peräisin maakerrosten ja sedimenttien rautasaostumista, joiden rauta on alun perin lähtöisin rapautuvista mineraaleista. Raudan liukeneminen veteen on riippuvainen vesistön fysikaalis-kemiallisista ominaisuuksista. Raudan kulkeutumiseen vedessä vaikuttaa erityisesti kompleksoituminen humuksen kanssa, ja humuspitoisten vesien rautapitoisuudet ovat siten tavanomaista suurempia. Raudan kiertoon vaikuttavat myös rautayhdisteitä hapettavat ja pelkistävät bakteerit. Rauta on välttämätön aine useimmille eliöille, mutta suuret rautapitoisuudet voivat olla myös toksisia eliöstölle (Lahermo ym. 1996, Phippen ym. 2008).

Sulfaatti

Sulfaatti on rikkihapon suola ja hyvin liikkuva yhdiste. Liukoinen sulfaatti voi pelkistyä sulfidiksi, haihtua ilmaan vetysulfidiksi, saostua liukenemattomiksi suoloiksi tai siirtyä eläviin organismeihin. Rikki on eräs fotosynteesin ja kemosynteesin tärkeimmistä komponenteista ja sitä on entsyymeissä, aminohapoissa ja valkuaisaineissa. Rikki on kasveille välttämätön aine, ja sitä on kasveissa 0,2–1 %. Sulfaatti ei ole sellaisenaan toksinen yhdiste, mutta se voi aiheuttaa vesistöjen

suolaantumista ja lisätä järvien kerrostumista. Kerrostuminen ja täyskierron estyminen heikentävät alusveden happitilannetta ja voivat johtaa happikatoon. Sulfaatti voi hapettomissa olosuhteissa pelkistyä mikrobiologisesti sulfideiksi (H_2S ja HS^-). Rikkivety on myrkyllinen eliöille jo erittäin pieninä pitoisuuksina. Se myös kertyy pohjan lähellä oleviin vesikerroksiin. (Lahermo ym. 1996, Singleton 2000)

Sulfaatin pelkistyminen sulfidiksi johtaa hapettomissa olosuhteissa myös niukkaliukoisten metallisulfidien (esim. FeS) muodostumiseen. Tämä voi johtaa pohjasedimentin raudan kierron tyrehtymiseen, koska ferrosulfidien muodostuminen vähentää ferriraudasta (Fe^{3+}) pelkistävissä olosuhteissa muodostuvan liukoisen ferroraudan (Fe^{2+}) määrää. Ferroraudan määrä on ravinnekuormituksen kannalta oleellista, koska se sitoo liukoisen fosfaattifosforin niukkaliukoisempaan muotoon ja ferroraudan määrän väheneminen voi siten johtaa fosforin sisäisen kuormituksen kasvuun. Sulfaattipitoisuuden kasvu ei tosin suoraan johda sisäisen fosforikuormituksen kasvuun, vaan se on riippuvainen myös pohjasedimentteihin sitoutuneista muista metalleista. (Lahermo ym. 1996, Singleton 2000)

Kerrostuneiden järvien alusveden happitilanteen paraneminen ja hapetus-pelkistysolosuhteiden muuttuminen pelkistävistä hapettaviin voi myös aiheuttaa alusveden pH:n laskua ferrosulfidin ja ferroraudan reaktioiden myötä. Sedimenttiin sitoutuneen ferrosulfidin hapettuminen rikin oksidien kautta rikkihapoksi voi johtaa alusveden pH:n alenemiseen. Vastaavasti ferrorauta hapettuu ferriraudaksi, joka veden kanssa hydrolysoituessaan happamoittaa myös alusvettä. Hapan vesi liuottaa myös muita metalleja sedimentistä lisäten niiden pitoisuuksia alusvedessä. (Lahermo ym. 1996, Singleton 2000)

Sulfaatilla on todettu olevan vaikutusta elohopean metyloitumiseen, joka on yleinen luonnossa tapahtuva mikrobivälitteinen reaktio. Sulfaatinpelkistäjäbakteerit metyloivat elohopeaa ’sivutuotteena’ pelkistäessään sulfaattia sulfidiksi, ja tällöin sulfaattipitoisuuden kasvaminen tehostaa metyylielohopean muodostumista sopivissa ympäristöolosuhteissa (ks. elohopea).

Sinkki

Sinkki on raudan ja mangaanin ohella yleinen raskasmetalli hydrologisessa kierrossa. Sinkki esiintyy luonnossa sulfideina, oksideina ja karbonaatteina ja vesiympäristössä sen liikkuvuus on riippuvainen pH:sta, komplekseja muodostavien ligandien määrästä, raudan ja mangaanin esiintymisestä sekä sedimenttiaineksen laadusta ja määrästä sekä sinkin kokonaismäärästä ympäristössä. Makeissa vesissä sinkki on liukoisimmillaan alhaisen pH:n ja alkaliniteetin vallitessa. Vesiympäristössä suurin osa sinkistä sorboituu vesipitoisiin rauta- ja mangaanioksideihin, savimineraalihiukkasiin ja orgaaniseen aineeseen. Sinkki on monille eliöille välttämätön hivenaine, mutta korkeat sinkkipitoisuudet ovat myrkyllisiä. Liukoiset sinkin yhdisteet ovat vesieliöstölle kaikkien myrkyllisimpiä ja myös helpoiten eliöstön käytettävissä. (Eisler 1993, Lahermo ym. 1996).

Uraani

Uraani on radioaktiivinen raskasmetalli, joka ei esiinny luonnossa alkuainemuodossa. Luonnonvesissä uraani esiintyy valensseilla +4 ja +6. Hapettavassa ympäristössä uraani liikkuu vedessä kompleksisena uranyyli-ionina UO_2^{2+}, jonka syntymistä edistävät alhainen pH ja orgaanisen aineksen vähyys vedessä. Voimakkaasti mineralisoituneissa vesissä uraani muodostaa liukoisia komplekseja mm. fluoridi- ja sulfaatti-ionien kanssa. Uraani kulkeutuu vedessä myös orgaanisina komplekseina humuksen kanssa, ja arviolta 90 % jokivesien mukana mereen joutuvasta uraanista kulkee kiintoainekseen sitoutuneena. Ihmiselle ja korkeammille eläimille uraani on ensisijaisesti kemiallinen myrkky, jonka säteilyvaikutus on pieni. Uraanin ei tiedetä olevan tarpeellinen hivenaine eliöille. Uraani kertyy eliöihin, mutta ravintoketjussa rikastuminen on todennäköisesti vähäistä (Lahermo ym. 1996, Canadian Council of Ministers of the Environment 2011).

Ksantaatit

Ksantaatit ovat haitallisia vesieliöille ja liukoisten metallien läsnäolo lisää niiden haitallisuutta. Myös ksantaattien hajoamistuotteena muodostuva hiilisulfidi eli rikkihiili on haitallista eliöille. Aineiden haitallisuutta on pyritty arvioimaan erilaisten arvojen avulla (Leinonen 2014 ja https://www.biomi.org/biologia/ymparistomyrkyt/). On osoitettu, että ksantaatit voivat bioakkumuloitua eli kerääntyä organismeihin (Xu et al., 1988, Bach 2016 mukaan). Toisaalta taulukossa 12-8 esitetyt ksantaattien Log Kow arvot ovat alhaisia (< 4), minkä perusteella voisi olettaa niiden kertyvän eliöihin heikosti. Kemikaalit voivat kerääntyä eliöiden kudoksiin esimerkiksi joko ravinnon kautta tai suoraan ympäristöstä.

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

Bach ym. (2016) ovat keränneet ksantaattien myrkyllisyyteen, hajoamiseen ja bioakkumulaatioon liittyviä tutkimustuloksia (Taulukko 14-6). Natriumetyyliksantaatti on erittäin myrkyllistä vesieliöille. Bachin ym. (2016) eri tutkimuksista kokoamien tulosten mukaan se on pienempinä pitoisuuksina myrkyllisempää esimerkiksi vesikirpuille kuin kaliumamyyli- tai natriumisopropyyliksantaatti. EC50-arvo vesikirpulle on 0,35 mg/l.

Taulukko 14-6. Ksantaattien myrkyllisyys, hajoaminen ja bioakkumulaatio (Bach ym. 2016)

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

Ksantaatit hajoavat nopeasti ja niiden puoliintumisaika vedessä on noin 2–8 päivää riippuen alkyyliketjun pituudesta. Hajoamisnopeuteen vaikuttavat mm. pH, lämpötila, liuoksen ksantaattipitoisuus, liuoksen ja metallisuolojen läsnäolo (SNF FlominTM 2013, Commonwealth of Australia 1995). Toistaiseksi ei tiedetä tarkkaan, kuinka kauan ksantaattien hajoaminen kestää kylmässä ilmastossa (Bach ym. 2016). Vaikka kylmyyden vaikutusta hajoamiseen ei tunneta tarkasti, tiedetään kylmyyden hidastavan ksantaattien hajoamista.

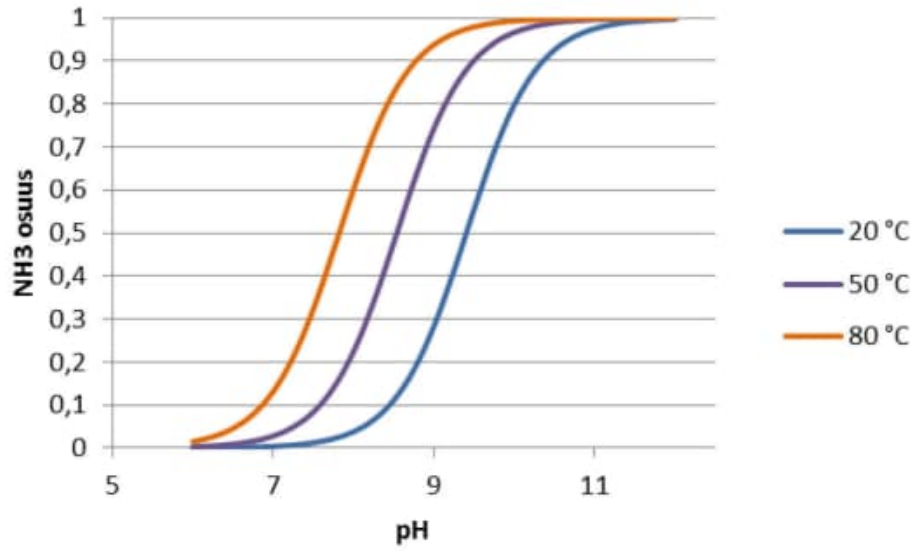
Natriumetyyliksantaatin tärkeimmät hajoamistuotteet ovat etanoli ja rikkihiili sekä happamissa olosuhteissa mahdollisesti rikkivety. Neutraaleissa ja emäksisissä olosuhteissa hajoamistuotteita ovat etanolin ja rikkihiilen lisäksi karbonaatti- ja tritiokarbonaatti-ionit. Natriumetyyliksantaatin hajoamisnopeus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

Euroopan kemikaaliviraston tietokannasta (ECHA 2022) saatavien tietojen mukaan natriumetyyliksantaatin (CAS 140-90-9) PNEC-arvo (ennustettu haitattoman pitoisuuden taso) makean veden eliöstölle on 0,47 µg/l (Assessment factor, arviointikerroin 100) tai 4,7 µg/l (AF 10).

14.2.4 Ravinnekuormitus

Ravinnekuormitus aiheuttaa rehevöitymistä etenkin, jos ravinteet ovat epäorgaanisessa, perustuottajille suoraan käyttökelpoisessa muodossa. Ravinteet esiintyvät joko liukoisena epäorgaanisessa muodossa, partikkeleihin sitoutuneena tai biomassaan sitoutuneena. Perustuotannon määrään vaikuttavat ravinnepitoisuuksien lisäksi merkittävästi myös muut tekijät kuten lämpötila, valon määrä ja pohjan laatu. Virtavesissä ravinnekuormituksen vaikutukset voimakkuuteen vaikuttavat virtausolosuhteet ja järvissä veden viipymä. Rehevöityminen ilmenee pohjan limoittumisena sekä kasviplanktonin ja vesikasvillisuuden runsastumisena. Rehevöityminen vaikuttaa myös pohjaeläimistön määrään ja koostumukseen sekä kalastoon. Selvimmin rehevöittävät vaikutukset näkyvät yleensä keski- ja loppukesällä, jolloin vedet ovat lämpimimmillään ja perustuotanto voimakkaimmillaan. (Bothwell 1989, Dodds ym. 2002, Dodds & Smith 2016)

Sekä orgaanisen aineksen että jätevesien sisältämän ammoniumtypen hajoaminen kuluttaa vesistöstä happea. Luonnonvesissä ammoniumtyppeä on yleensä vain vähän (<30 µg/l), mutta esimerkiksi turvetuotantoalueiden alapuolella pitoisuudet saattavat olla koholla (tasoa 100–300 µg/l) (Oravainen 1999). Oravaisen (1999) havaintojen mukaan suomalaisissa vesissä vaikutus happipitoisuuteen on kuitenkin vähäinen, mikäli ammoniumtypen pitoisuudet jäävät tason 100 µg/l alapuolelle. Mikäli vesistön pH-taso nousee tason 7–8 yläpuolelle, ammoniumin rinnalle alkaa muodostua ammoniakkia. Ammoniakki on kaloille myrkyllistä ja aiheuttaa kalakuolemia tilanteessa, jossa ammoniumtyppeä on runsaasti ja veden happamuuden taso (pH) ylittää 8,5. Tappava vaikutus perustuu kidusten tuhoutumiseen. Tasapaino ammoniummuodon ja ammoniakkimuodon välillä on mm. lämpötila- ja pH-riippuvainen (kuva 13-2). (Mason 1997, Wetzel 2001)



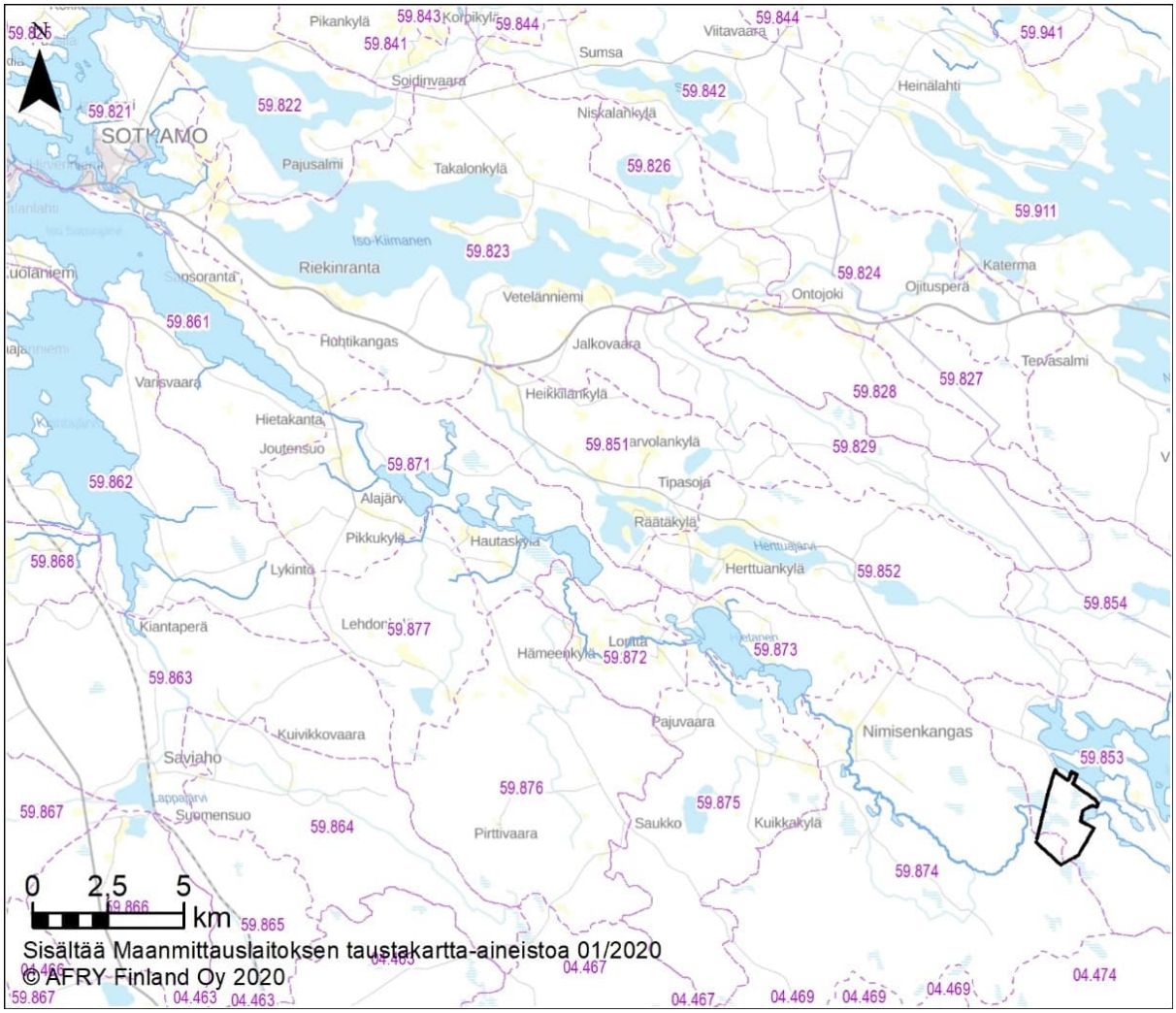
Kuva 14-2. Ammoniakin osuus ammoniumtypestä eri pH- ja lämpötilaolosuhteissa (Ervasti ym. 2018).

Jätevesikuormitukseen usein liittyvä kiintoainekuormitus voi aiheuttaa pohjan elinympäristöjen muutoksia. Ravinnekuormituksen nousu ja happipitoisuuden lasku karsivat eliöstöstä näille muutoksille herkkiä lajeja ja lajisto voi muuttua hyvin yksipuoliseksi. Kuormituksesta johtuva hapenpuute voi etenkin järvissä johtaa myös sisäiseen kuormitukseen, jossa pohjasedimenttiin varastoituneet aineet alkavat vapautua vesipatsaaseen. (Mason 1997, Wetzel 2001).

14.3 Nykytila

14.3.1 Yleiskuvaus

Kaivosalue sijaitsee Oulujoen vesistöalueella (59) vedenjakaja-alueella, pääosin Tipasjärven vesistöalueen (59.85) Tipasjärven valuma-alueella (59.853) (pinta-ala 77,39 km^2, järvisyys 16,2 %) ja pieneltä osin Sapsojoen vesistöalueen (59.87) Nimisenjoen valuma-alueella (59.874) (pinta-ala 91,6 km^2 ja järvisyys 1,3 %) (Kuva 14-3).



Kuva 14-3. Valuma-aluejako ja Sotkamo Silver Oy:n hopeakaivoksen sijainti.

Nykytilanteessa (VE0) kaivosalueen puhdistetut ylijäämävedet johdetaan luoteeseen suuntautuvalle Koivupuron purkureitille (Kuva 14-17). Koivupurosta vedet laskevat Ollinjoen, Pirttilammen, Pirttijoen ja Nimisenjoen kautta Pieneen-Hietaseen. Pienestä-Hietasesta vedet laskevat useiden järvialtaiden kautta kohti Isoa Sapsojärveä.

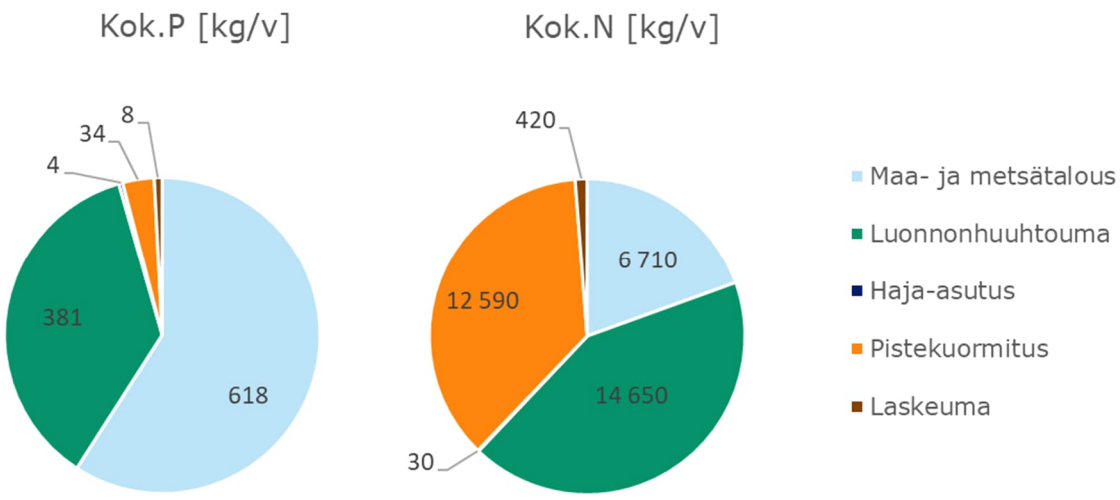
Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kaivosalueen vedet on tarkoitus johtaa joko nykytilanteen mukaisesti Koivupuron purkureitille tai vaihtoehtoisesti jaetusti Koivupuron (60 %) ja Taivaljärven (40 %) purkureiteille (Kuva 14-17 ja Kuva 14-18). Taivaljärvestä vedet laskevat Taivalpuroa pitkin Pienen Tipasjärven Olkilahteen. Pienestä Tipasjärvestä vedet virtaavat Tipasjokeen, ja edelleen useiden järvialtaiden kautta kohti Isoa-Kiimasta.

14.3.2 Purkuvesistöön kohdistuva kuormitus

Nykytilanteessa (VE0) kaivosalueen puhdistetut ylijäämävedet johdetaan Koivupuroon. Vuonna 2022 Koivupuroon johdettiin vesiä yhteensä 426 539 m^3, ja vesistöön kohdistuva ravinnekuormitus oli kokonaisfosforin osalta 10,57 kg/v ja kokonaistypen osalta 11 887–12 170 kg/v (Sotkamo Silver Oy 2023).

Sotkamo Silver Oy:n pistekuormitus on merkitty ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmässä virheellisesti Tipasjärven valuma-alueelle. Seuraavissa kappaleissa esitetyt luvut on korjattu siten, että Tipasjärven valuma-alueelta on poistettu ja Nimisenjoen valuma-alueelle on lisätty Sotkamo Silver Oy:n kuormitus.

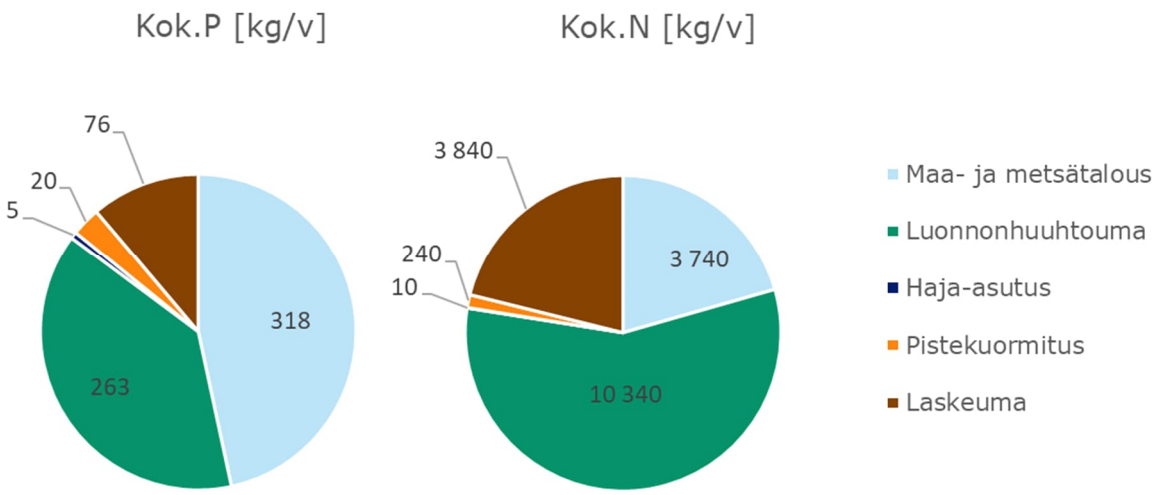
Nimisenjoen valuma-alueelta (59.874) lähtevästä kokonaisravinnekuormituksesta 36–43 % on luonnonhuuhtoumaa ja noin 20–59 % on peräisin maa- ja metsätaloudesta (Kuva 14-4). Pistekuormituksen osuus valuma-alueelta lähtevästä kuormituksesta on kokonaisfosforin osalta vain 3 prosenttia. Kokonaistypen osalta osuus on selvästi suurempi. Kokonaistyppikuormituksesta 37 % on peräisin pistekuormituksesta. Pistekuormituksen aiheuttajina ovat kaivostoiminta, turvesuo sekä hulevedet. Sotkamo Silver Oy:n kuormitustasona on käytetty edellä esitettyä vuoden 2022 kuormitustasoa. Kokonaistypen vuosikuormitus oli vuosina 2013–2022 keskimäärin 34 400 kg/v ja kokonaisfosforin kuormitus 1 045 kg/v. (SYKE 2023a).



Kuva 14-4. Nimisenjoen valuma-alueelta (59.874) lähtevä keskimääräinen kokonaisravinnekuormitus vuosina 2013–2022 (SYKE 2022a). Pistekuormitus sisältää pistekuormituksen lisäksi hulevedet. Sotkamo Silver Oy:n kuormituksena on käytetty vuoden 2022 kuormitusta (10,57 kg P/v ja 12 170 kg N/v) (Sotkamo Silver Oy 2023).

Tipasjärven valuma-alueelta (59.853) lähtevästä ravinnekuormituksesta 39–57 % on luonnonhuuhtoumaa ja noin 21–47 % on peräisin maa- ja metsätaloudesta (Kuva 14-5). Pistekuormituksen osuus valuma-alueelta lähtevästä kuormituksesta on 1–3 %, ja pistekuormituksen aiheuttajana on hulevedet. Kokonaistypen vuosikuormitus oli vuosina 2013–2022 keskimäärin 18 170 kg/v ja kokonaisfosforin kuormitus 683 kg/v. (SYKE 2023a)

Suurin osa luonnonhuuhtoumasta sekä maa- ja metsätalouden kuormituksesta päätyy järveen suurten valumien mukana kevättulvan aikaan (SYKE 2023a). Muiden aineiden osalta vertailua ei ole mahdollista tehdä, sillä ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmästä ei ole tällä hetkellä saatavilla luotettavaa arviota esimerkiksi alueen metallikuormituksesta.



Kuva 14-5. Tipasjärven valuma-alueelta (59.853) lähtevä keskimääräinen kokonaisravinnevuosina 2013–2022 (SYKE 2023a). Pistekuormitus sisältää pistekuormituksen lisäksi hulevedet.

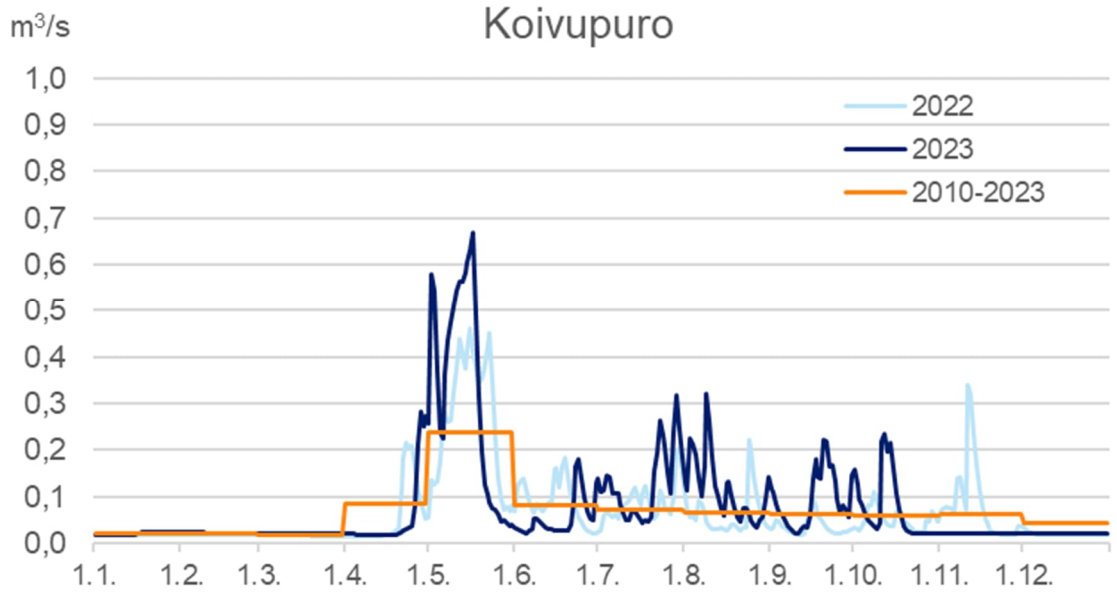
14.3.3 Virkistyskäyttö ja vesistöjen muu käyttö

Koivupuron purkureitillä laskuojan, Koivupuron, Ollinjoen, Pirttilammen tai Pirttijoen varrella ennen Syvä-Nimistä ei ole tiettävästi erityisessä käytössä olevia kiinteistöjä. Ensimmäiset merkittävät virkistyskäytössä olevat vesistöt ovat Pieni-Hietanen ja Hietanen. Niiden rannoilla on useita loma-asuntoja ja runsaasti loma-asuntokäyttöön kaavoitettuja tontteja. (Aluehallintovirasto 2020)

Taivaljärven purkureitillä Taivaljärven kautta Tipasjärven Olkilahteen ensimmäinen merkittävä virkistyskäytössä oleva vesistö on Pieni Tipasjärvi, jonka rannalla on useita loma-asuntoja. Kaavoitustilannetta on kuvattu luvussa 10. Virkistyskalastusta harjoitetaan Tipasjoella ja Tipasjärvellä. Tipasjoella harjoitetaan myös kalastusmatkailua, sillä se on suosittu koskikalastusalue luontaisen harjus- ja taimenkannan vuoksi. Isolla ja Pienellä Tipasjärvellä kalastetaan pääasiassa muikkua, siikaa, kuhaa ja taimenta. Tipasjoen varrella sekä Ison ja Pienen Tipasjärven rannalla sijaitsee kiinteistöjä.

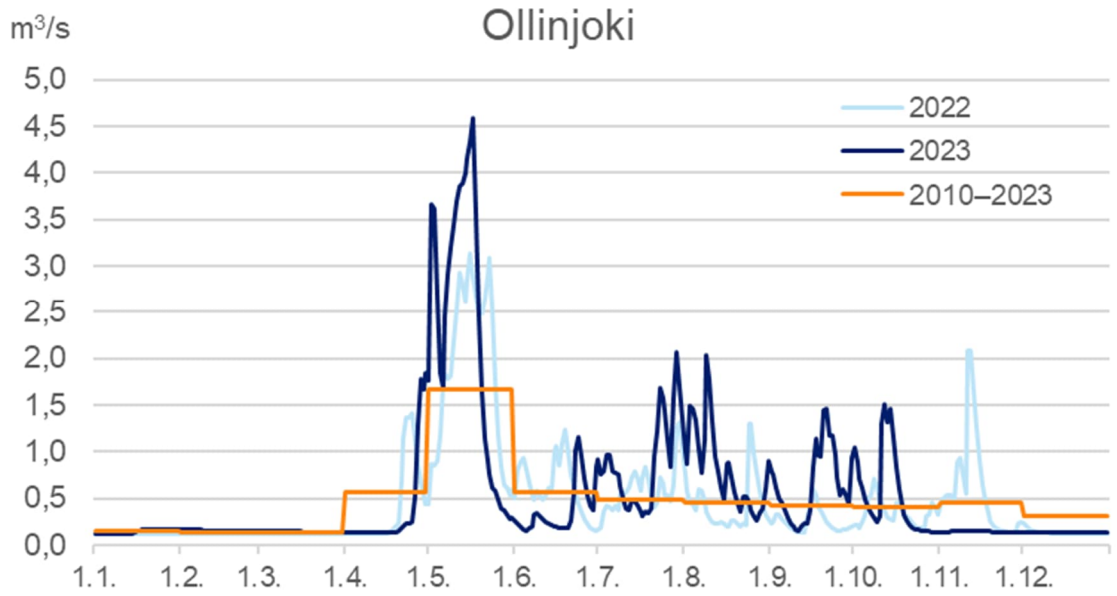
14.3.4 Virtaamat

Koivupuro alkaa kaivosalueen länsipuolelta Jäkäläsuon viereiseltä ojitusalueelta. Koivupuron pituus on noin 4 km ja valuma-alueen koko noin 6 km^2. Koivupuron virtaamaa ei mitata. Koivupuron vuosien 2010–2023 keskimääräinen simuloitu virtaama oli ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmän mukaan alajuoksulla ennen sen laskua Ollinjokeen 0,07 m^3/s (Kuva 14-6). Koivupuron yläosalla virtaama jää tätä vähäisemmäksi.



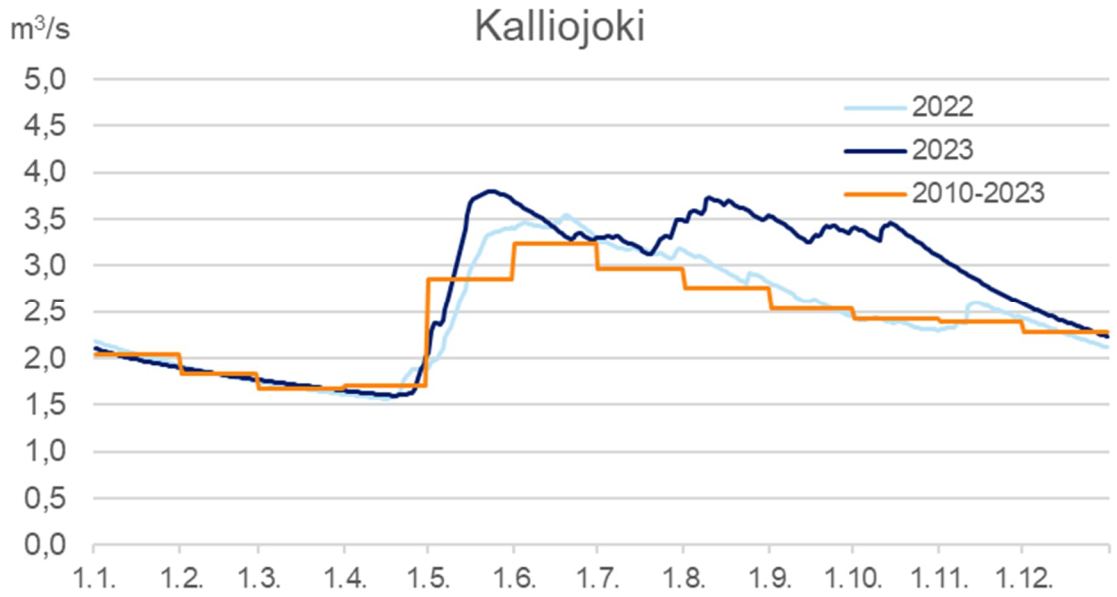
Kuva 14-6. Koivupuron alajuoksun (uoma 59.874U0024) simuloitu virtaama vuosina 2022 ja 2023 sekä kuukausitasolla keskimäärin vuosina 2010–2023 (SYKE 2023a).

Ollinjoen pituus on noin 5 km ja joki laskee Pirttilampeen. Koivupuron liittymän yläpuolella Ollinjoen valuma-alue on noin 12 km^2 ja ennen sen laskua Pirttilampeen noin 30 km^2. Ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmän simuloima Ollinjoen virtaama alajuoksulla ennen sen laskua Pirttilampeen on esitetty kuvassa 14-7. Vuosien 2010–2023 simuloitu keskivirtaama oli 0,48 m^3/s. Ennen Koivupuron suuta Ollinjokeen laskee pienialaisen (< 5 ha) turvetuotantoalueen vesiä. Koivupuron suun ja Pirttilammen välinen alue on ojitettua suoaluetta.



Kuva 14-7. Ollinjoen alajuoksun (uoma 59.874U0005) simuloitu virtaama vuosina 2022 ja 2023 sekä kuukausitasolla keskimäärin vuosina 2010–2023 (SYKE 2023a).

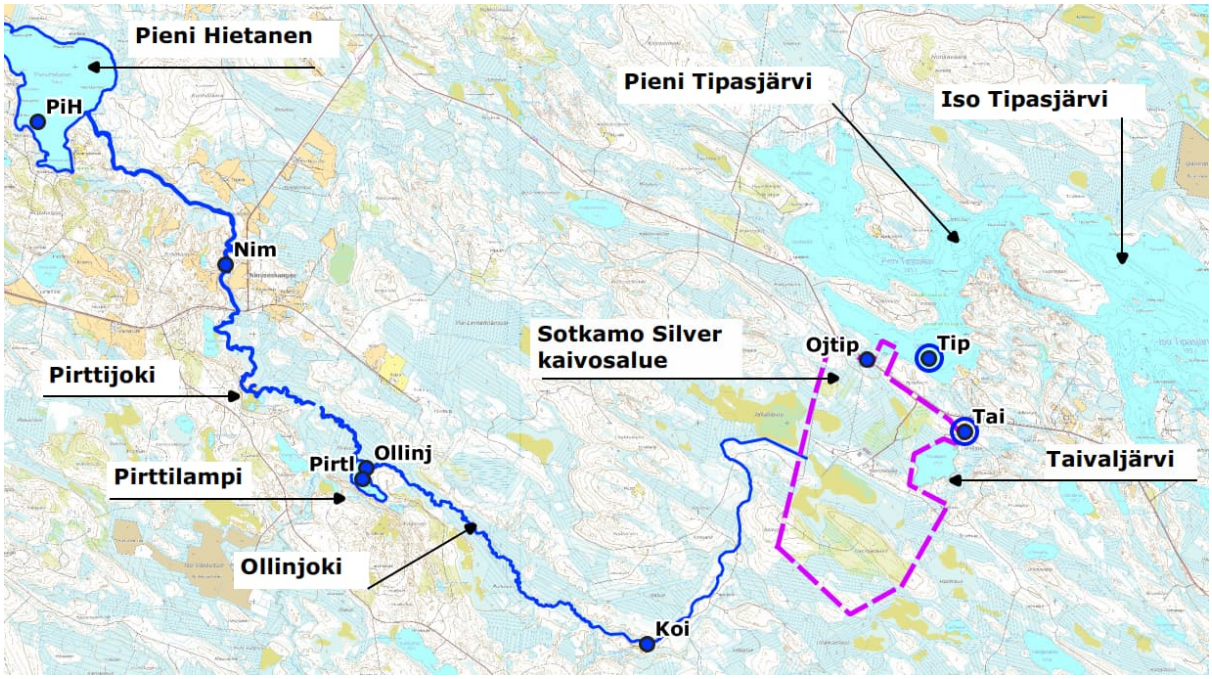
Taivaljärven purkureitillä keskivirtaama on ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmän simuloimana Taivaljärven lasku-uomassa jaksolla 2010–2023 0,09 m^3/s. Keskivirtaamassa on mukana virheellisesti kaivoksen purkuvedet, joten todellisuudessa Taivaljärven lasku-uoman keskivirtaama on pienempi. Kalliojoen keskivirtaama on jaksolla 2010–2023 vastaavasti 2,4 m^3/s (Kuva 14-8). Kalliojoki sijaitsee Tipasjoen vesimuodostumassa Kalliojärven ja Herttuajärven välillä.



Kuva 14-8. Kallionjoen (uoma 59.852U0002) (osa Tipasjoen vesimuodostumaa) simuloitu virtaama vuosina 2022 ja 2023 sekä kuukausitasolla keskimäärin vuosina 2010–2023 (SYKE 2023a).

14.3.5 Vedenlaatu ja vesistöt

Sotkamo Silver Oy:n vesistötarkkailua toteutetaan 30.9.2021 laaditun tarkkailuohjelman mukaisesti. Nykytilassa Sotkamo Silver Oy:n puhdistetut ylijäämävedet johdetaan Koivupuroon. Tarkkailuohjelma sisältää Koivupuron purkureitillä yhteensä 7 vedenlaadun tarkkailupistettä. Taivaljärven purkureitillä vedenlaatua tutkitaan tarkkailuohjelman mukaisesti 3 tarkkailupisteellä. Velvoitetarkkailun vedenlaadun tarkkailupisteet on merkitty kuvaan 14-9. Koivupuron ja Taivaljärven purkureitit on esitetty kuvassa 5-8.



Kuva 14-9. Sotkamo Silver Oy velvoitetarkkailun vedenlaadun tarkkailupisteet.

14.3.5.1 Vesistöjen herkkyys

Koivupuron purkureitin herkkyyttä muutoksille voimistaa, etenkin purkureitin yläjuoksulla, melko vähäinen virtaama, joka heikentää laimennusolosuhteita. Nykytilassa Sotkamo Silver Oy:n pistekuormitus kohdistuu Koivupuron purkureitille.

Koivupuron purkureitin pienten virtavesien luonnontilan muuttuneisuutta arvioitiin PUROHELMI-hankkeessa (*SYKE 2024c*) tuotetun paikkatietopohjaisen mallinnetun aineiston avulla, joka kuvaa pienten virtavesien habitaatin ja pohjaeläinlajiston luonnontilan muuttuneisuutta. Koivupuro on luokiteltu PUROHELMI-aineistossa luonnontilaisuusluokkaan 1 (suojeluarvo vähäinen, keskitarkka). Ollinjoki on luokiteltu Koivupuron liittymän alapuolella luonnontilaisuusluokkaan 4 (tila vain hieman heikentynyt, keskitarkka). Ollinjoen ja Pienen-Hietasen välisellä alueella on lisäksi luokiteltu joitakin lyhyitä uomaosuuksia eniten muuttuneisiin luonnontilaisuusluokkiin 1 (suojeluarvo vähäinen) ja 2 (tila voimakkaasti heikentynyt).

Ensimmäinen luokiteltu vesimuodostuma on purkureitillä Hietasen – Pienen-Hietasen vesimuodostuma, joka on luokiteltu erinomaiseen ekologiseen tilaan vesienhoidon kolmannella kaudella (SYKE 2024d). Sekä pohjaeläimistö että kasviplanktonlajiston on luokiteltu erinomaiseen tilaan. Fysikaalis-kemialliset muuttujat (kokonaistyppi ja kokonaisfosfori) ovat niin ikään luokiteltu erinomaiseksi. Fysikaalis-kemiallisten muuttujien luokittelu on tehty havaintopaikan Hietanen 1 vedenlaatutulosten perusteella. Tilan arviointi perustuu kolmannella kaudella ajanjaksoon 2012–2017.

Koivupuron ja Hietasen välisellä alueella ei sijaitse Natura 2000 -verkostoon kuuluvia alueita. Hietasen itärantaan rajautuu Seesrannan luonnonsuojelualue (YSA263214), johon ei sisälly lainkaan Hietasen vesialuetta.

Purkureitin alapuolisista virtavesissä ja pienistä järvissä ei ole havaittu herkkiä kalalajeja. Tosin koekalastustietoja löytyy vain Nimisenjoesta ja sen alapuolisesta Lontanjoesta. Lontanjoesta on tavattu koekalastuksissa herkäksi lajiksi luokiteltavaa taimenta, mikä lienee kuitenkin istutusperäistä. Lontanjoen vapakalastajien saaliiseen kuuluu myös istutettua kirjolohta. Kaivosalueen lähivesistä Kantaluomajärvestä lähtevä Ollinjoki on merkitty virtavesien lohikalakannat -aineistossa lohikalapitoiseksi vesistöksi (Syke ja ELY-keskukset 2020). Samoin vesireitillä alavirtaan sijaitsevat Pirttijoki ja Nimisenjoki. Tiedossa ei ole mitä lohikalalajeja vesireitillä elää tai on elänyt.

Edellä kuvatun perusteella Koivupuron purkureitin herkkyys on arvioitu kokonaisuutena kohtalaiseksi. Arviossa on huomioitu purkureitin yläjuoksun heikot laimennusolosuhteet sekä Pienessä-Hietasessa havaitut kohonneet ravinnepitoisuudet.

Taivaljärven purkureitin suunnalla laimennusolosuhteet ovat paremmat kuin Koivupuron purkureitin suunnalla, sillä vastaanottava vesistö on suurempi. Purkuvedet on tarkoitus johtaa Taivaljärven kautta Olkilahteen. Olkilahdessa veden vaihtuvuus on heikompaa kuin Pienen Tipasjärven pääaltaan puolella, johon kohdistuu vesiä myös Ison Tipasjärven suunnalta.

Ison ja Pienen Tipasjärven vesimuodostuma on luokiteltu vesienhoidon kolmannella kaudella hyvään ekologiseen tilaan ja myös alapuolinen Tipasjoki on luokiteltu hyvään ekologiseen tilaan (SYKE 2024d). Ison ja Pienen Tipasjärven vesimuodostuman biologisten muuttujien ja fysikaalis-kemiallisten muuttujien tila on arvioitu erinomaiseksi. Fysikaalis-kemiallisten muuttujien luokittelu on tehty Iso Tipasjärven havaintopaikan vedenlaatutulosten perusteella. Tilan arviointi perustuu kolmannella kaudella ajanjaksoon 2012–2017.

Taivaljärven alapuolinen Taivalpuro on luokiteltu PUROHELMI-aineistossa luonnontolaisuusluokkaan 2 (tila voimakkaasti heikentynyt).

Pienen ja Ison Tipasjärven vesimuodostuman alueella ei sijaitse luonnonsuojelualueita eikä Natura 2000 -verkostoon kuuluvia alueita. Pienen Tipasjärven kaakkoispuolella Vuoriniemessä sijaitsee Vuoriniemen Natura 2000 -alue, joka muodostuu kahdesta erillisestä alueesta. Toinen alueista sijaitsee Kalliolampea ympäröivällä lettorämeellä ja toinen rantakallioilla. Purkuvesien mahdolliset vaikutukset eivät siten kohdistu näille alueille. Pieni Tipasjärvi ja Tipasjoki ovat paikallisesti merkittäviä vesistöjä vapaa-ajan kalastuksen kannalta. Tipasjoella on myös luontaista taimen- ja harjuskantaa, jonka vuoksi jokea on kunnostettu lohikalojen luonnonlisääntymisen parantamiseksi. Tipasjärven kalasto on sinällään melko

tyypillinen humuspitoiselle järvelle, jossa kalastajien yleisinä saalislajeina ovat hauki, ahven ja kuha.

Edellä kuvatun perusteella Taivaljärven purkureitin herkkyys on arvioitu kokonaisuutena kohtalaiseksi. Arviossa on huomioitu Olkilahden heikompi veden vaihtuvuus suhteessa Pienen Tipasjärven pääaltaaseen. Olkilahden rannalla sijaitsevat mökit/asutus painottuvat lahden kaakkoispuolelle. Tipasjärvestä alkunsa saava Tipasjoki on Tipasjärvien ohella paikallisesti tärkeä virkistyskalastuskohde. Tipasjokea on kunnostettu vaelluskaloille paremmin soveltuvaksi elinympäristöksi.

14.3.5.2 Koivupuron purkusuunta

Kaivoksen toiminnan aikana, ajanjaksolla 2019–2023, Koivupuron vesi on ollut keskimäärin lievästi sameaa, ruskeaa ja humuspitoista (Taulukko 14-7). Alueen vedet ovat luontaisesti pehmeitä, melko happamia ja puskurikyky on verrattain huono. Kaivokselta tulevat purkuvedet ovat vesienkäsittelyn jäljiltä usein neutraaleja tai lievästi emäksisiä ja melko kovia. Veden sähkönjohtavuudet ja sulfaattipitoisuudet ovat olleet kaivoksen purkuvesien vaikutuksesta selvästi luonnontasoa suuremmat, ja kokonaistyppipitoisuudet ovat olleet korkeat. Myös kokonaisfosforipitoisuudessa on todettu nousua luonnontasoon nähden.

Ollinjoessa ja Pirttilammessa on myös todettu kaivokselta tulevien purkuvesien vaikutuksia, vaikka vedenlaatu on ollut selvästi parempi kuin Koivupurossa. Vaikutukset ovat näkyneet selvimmin veden sähkönjohtavuuksissa, sulfaattipitoisuuksissa ja kokonaistyppipitoisuuksissa. Ollinjoen ja Pirttilammen vesi on ollut keskimäärin erittäin ruskeaa ja humuspitoista (Taulukko 14-7). Ollinjoen vesi on ollut huomattavasti Koivupuroa ja Pirttilampea sameampaa.

Taulukko 14-7. Koivupuron ja Ollinjoen vedenlaatu vuosina 2019–2023 sekä Pirttilammen pintaveden vedenlaatu vuosina 2018–2023 (SYKE 2024b), n=näytemäärä

	Syv.	Happi		pH	Alkalinisteetti	Sähkönjohtavuus	Sameus	COD_{Mn}	Kiintoaine, karkea
	m	mg/l	%		mmol/l	mS/m	FNU	mg/l	mg/l
Koivupuro									
ka	0,2	11	85	5,2	0,2	35	3,0	25	2,6
min	0,0	8	74	4,4	0,005	4,2	1,1	1,9	0,5
max	0,5	14	94	7,4	1,4	100	11	62	6,4
n	48	31	29	44	32	33	33	32	32
Ollinjoki									
ka	0,4	6,1	51	5,7	0,1	8	14	29	4,7
min	0,0	1,4	15	4,9	0,01	2,0	1,2	7,5	0,5
max	1,0	12	92	6,8	0,4	19	270	47	16
n	47	33	33	43	35	35	35	35	35
Pirttilampi									
ka	0,8	6,8	59	6,0	0,13	6,8	4,6	27	3,5
min	0,2	2,9	29	5,0	0,01	2,1	1,2	2,1	0,5
max	1	11,6	95	7,0	0,3	39,5	15	43	8,0
n	42	35	35	39	37	38	38	37	36

	Syv.	Väri	Kok.P	PO4-P	Kok.N	NO2+ NO3-N	NH4-N	Kloro-fylli	Näkö-syv.
	m	mg/l Pt	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	m
Koivupuro									
ka	0,2	179	40	5,2	9490	7297	753		0,4
min	0,0	37	10	1	660	280	2,0		0,2
max	0,5	360	210	24	27 000	27 000	4800		0,7
n	48	33	35	33	35	35	35		24
Ollinjoki									
ka	0,4	251	36	10	1622	832	199		0,4
min	0,0	130	14	3,0	360	2,0	4,0		0,2
max	1,0	500	94	32	5100	4100	850		0,7
n	47	35	37	37	37	37	37		22
Pirttilampi									
ka	0,8	223	31	6,8	1023	477	89		
min	0,2	35	7,3	1	180	2,0	2,0		
max	1	450	100	19	7000	6700	950		
n	42	38	38	38	38	38	38		

Koivupurosta ja Ollinjoesta vuosina 2019–2023 sekä Pirttilammesta vuosina 2018–2023 otettujen näytteiden alkuainepitoisuudet on esitetty taulukossa 14-8. Pirttilammen osalta taulukossa on esitetty vuosien 2018–2023 tulokset. Koivupuron rauta-, mangaani- ja alumiinipitoisuudet ovat olleet keskimäärin alueelle tyypilliseen tapaan suuria. Voimassa olevan ympäristölupapäätöksen mukaan Koivupuro ei ole vesilain mukainen virtaavan vesistön osa, eikä siihen siten sovelleta valtioneuvoston asetuksen (868/2010) 6 §:ssä tarkoitettua ympäristölaatunormia koskevia säännöksiä. Seuraavassa on kuitenkin esitetty Koivupuron ainepitoisuuksien vertailu ympäristönlaatunormeihin pitoisuustasojen havainnollistamiseksi.

Vuosina 2020–2023 liukoisen kadmiumin vuosikeskiarvot ovat ylittäneet Koivupurossa pitkänajan ympäristönlaatunormin (AA-EQS). Hetkellinen suurin sallittu enimmäispitoisuus vaihtelee veden kovuuden mukaan (MAC-EQS 0,45–1,5 µg/l) Liukoisen kadmiumin enimmäispitoisuudet eivät ole Koivupurossa ylittäneet hetkellistä suurinta sallittua enimmäispitoisuutta. Lyijyn, nikkelin tai elohopean osalta ei ole myöskään todettu ympäristönlaatunormien (AA-EQS, MAC-EQS) ylityksiä. Ollinjoessa metallien pitoisuudet ovat pääosin pienempiä kuin Koivupurossa. Raudan ja alumiinin pitoisuudet ovat kuitenkin olleet suuremmat kuin Koivupurossa. Ollinjoessa ei ole todettu kadmiumin, lyijyn, nikkelin tai elohopean osalta ympäristönlaatunormien ylityksiä. Pirttilammessa ei myöskään ole todettu ympäristönlaatunormien ylityksiä.

Taulukko 14-8. Koivupuron ja Ollinjoen alkuainepitoisuudet vuosina 2019–2023 ja Pirttilammen pintaveden alkuainepitoisuudet vuosina 2018–2023 (SYKE 2024b), n=näytemäärä.

Koivupuro											
	Ca mg/l	Cd µg/l	Cd liuk. µg/l	Cl mg/l	Hg liuk. µg/l	Mg mg/l	Ni µg/l	Ni liuk. µg/l	Pb µg/l	Pb liuk. µg/l	SO_4 liuk. mg/l
ka	46	0,3	0,3	6,2	0,05	5,1	3,8	3,9	0,4	0,3	109
min	4,0	0,046	0,027	0,4	0,01	0,55	1,0	0,94	0,077	0,025	7,9
max	250	1,2	1,1	23	0,065	16	20	19	0,9	0,83	360
n	43	33	48	33	36	33	33	48	33	48	33
	Al µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Na mg/l	Sb µg/l	Zn µg/l	U µg/l
ka	225	0,5	1,7	0,5	0,81	1081	133	12,2	11,8	52	0,16
min	28	0,25	0,17	0,31	0,3	290	15	1,3	1,3	7,1	0,018
max	530	2,4	5,6	1,1	8,6	1700	400	35	33	170	0,25
n	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Ollinjoki											
	Ca mg/l	Cd µg/l	Cd liuk. µg/l	Cl mg/l	Hg liuk. µg/l	Mg mg/l	Ni µg/l	Ni liuk. µg/l	Pb µg/l	Pb liuk. µg/l	SO_4 liuk. mg/l
ka	9	0,1	0,048	1,6	0,05	1,4	1,5	1,3	0,4	0,3	20
min	2,3	0,005	0,005	0,2	0,01	0,4	0,5	0,3	0,18	0,075	2,6
max	21	0,19	0,18	4,2	0,065	2,4	5,8	9,9	1,9	1,4	71
n	43	35	47	35	35	35	35	47	35	47	35
	Al µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Na mg/l	Sb µg/l	Zn µg/l	U µg/l
ka	322	0,3	0,6	0,6	0,87	2445	97	15,2	1,7	13	0,20
min	104	0,25	0,15	0,43	0,21	120	6	0,86	0,38	2,3	0,017
max	4100	0,62	1,3	1,1	9,6	5300	240	430	5,7	51	1,9
n	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Pirttilampi											
	Ca mg/l	Cd µg/l	Cd liuk. µg/l	Cl mg/l	Hg liuk. µg/l	Mg mg/l	Ni µg/l	Ni liuk. µg/l	Pb µg/l	Pb liuk. µg/l	SO_4 liuk. mg/l
ka	8	0,048	0,033	1,3	0,04	1,3	1,9	1,4	0,3	0,2	16,0
min	2,1	0,005	0,005	0,2	0,01	0,4	0,5	0,3	0,055	0,039	2,2
max	48	0,2	0,25	7,8	0,065	5,1	22	18	1,3	0,6	150
n	39	39	42	36	33	38	38	42	38	42	38
	Al µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Na mg/l	Sb µg/l	Zn µg/l	U µg/l
ka	203	0,3	0,5	0,7	0,8	2025	74	2,8	1,2	10	0,15
min	25	0,07	0,1	0,15	0,18	370	22	0,73	0,058	2,2	0,005
max	430	0,6	1,2	2,8	10,5	4100	170	19	11	34	0,25
n	38	38	36	36	38	38	38	38	38	38	36

Nimisenjoen näytepistettä siirrettiin tarkkailuohjelman päivityksen yhteydessä loppuvuodesta 2021, joten Nimisenjoen tarkkailutulokset käsittävät ajanjakson 2022–2023 (Taulukko 14-9). Nimisenjoen vesi on ollut keskimäärin hapanta, erittäin ruskeaa ja humuspitoista. Nimisenjoessa veden sähkönjohtavuus on ollut sisävesien tavanomaisella tasolla. Sen sijaan sulfaattipitoisuudessa on todettavissa nousua luonnontasoon verrattuna. Myös typpipitoisuuksissa on todettavissa nousua, mikä viittaa kaivosvesien vaikutukseen.

Hietasen ja Pienen-Hietasen vedenlaatu on kokonaisuudessaan samankaltaista, mutta Pienen-Hietasen vesi on hieman ravinteikkaampaa, humuspitoisempaa ja ruskeampaa kuin Hietasen altaan vesi (Taulukko 14-9). Järvien vesi on ollut keskimäärin hapanta, erittäin ruskeaa ja humuspitoista.

Kokonaisfosforipitoisuudet ovat vaihdelleet kaivoksen toiminnan aikana Hietasessa keskimäärin lievästi rehevien ja Pienessä-Hietasessa lievästi rehevien tai rehevien vesien tasolla (Kuva 14-11). Kokonaistyppipitoisuudet ovat puolestaan vaihdelleet Hietasessa keskimäärin karujen ja lievästi rehevien tasolla sekä Pienessä-Hietasessa lievästi rehevien ja rehevien vesien tasolla (Kuva 14-10). Ekologisen luokituksen luokkarajoihin verrattuna kokonaisravinnepitoisuudet ovat ilmentäneet Hietasessa erinomaista ekologista tilaa. Pienessä-Hietasessa kokonaisravinnepitoisuudet ovat ilmentäneet erinomaista tai hyvää ekologista tilaa lukuun ottamatta vuotta 2020, jolloin Pienen-Hietasen keskimääräinen kokonaistyppipitoisuus kohosi voimakkaammin ja ilmensi tyydyttävää ekologista tilaa.

Hietasessa ja Pienessä-Hietasessa ei ole havaittu kaivoksen purkuvesien selviä vaikutuksia. Veden sähkönjohtavuudessa ja sulfaattipitoisuudessa on todettavissa kuitenkin loiva nouseva suuntaus, etenkin Pienessä-Hietasessa, mikä viittaa kaivosvesien lievään vaikutukseen (Kuva 14-14 ja Kuva 14-15). Pienessä-Hietasessa on todettu melko säännöllisesti happivajausta alemmissa vesikerroksissa kerrosteisuuskausien aikana. Hietasessakin on happivajausta todettu, mutta se jää lievemmäksi kuin Pienen-Hietasen puolella.

Taulukko 14-9. Nimisenjoen (vuosina 2022–2023), Pieni-Hietasen ja Hietasen vedenlaatu vuosina 2019–2023 (SYKE 2024b), n=näytemäärä

	Syv.	Happi		pH	Alkalinisteetti	Sähkönjohtavuus	Sameus	COD_{Mn}	Kiintoaine, karkea
	m	mg/l	%		mmol/l	mS/m	FNU	mg/l	mg/l
Nimisenjoki									
ka	0,4	6,8	56	5,7	0,10	4,4	3,7	28	4,3
min	0,1	3,9	41	5	0,01	1,8	0,8	15	0,5
max	1	10,2	78	6,4	0,21	6,1	12	45	10
n	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Pieni-Hietanen									
ka	1,0	7,9	69	5,3	0,09	3,1	2,6	27	2,6
min	0,4	4,6	46	3,9	0,021	1,9	1,1	17	0,5
max	1,0	11	92	6,8	0,17	4,7	14	41	13
n	36	31	31	33	32	32	32	32	32

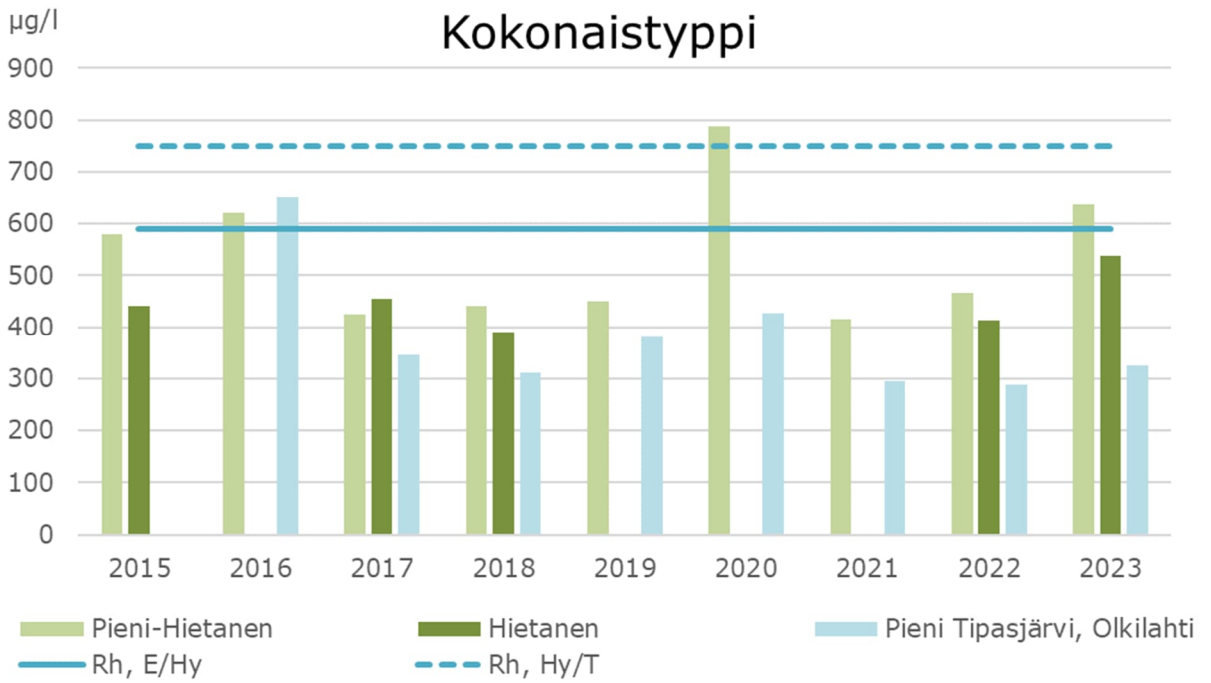
	Syv.	Happi		pH	Alka-linii-teetti	Sähkön-johta-vuus	Sameus	COD_{Mn}	Kiinto-aine, karkea
	m	mg/l	%		mmol/l	mS/m	FNU	mg/l	mg/l
Hietanen									
ka	1,0	8,8	76	5,9	0,07	3,2	1,6	25	1,7
min	1,0	6,5	61	5,5	0,033	2,6	0,81	18	0,5
max	1,0	11,9	94	6,3	0,1	4,0	3,3	34	3
n	16	15	15	16	15	15	15	15	15
	Syv.	Väri	Kok.P	PO4-P	Kok.N	NO2+ NO3-N	NH4-N	Kloro-fylli	Näkö-syv.
	m	mg/l Pt	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	m
Nimisenjoki									
ka	0,4	277	36	10	828	279	72	0,5	0,4
min	0,1	150	15	1,5	330	9	2	0,5	0,2
max	1	400	68	25	1500	830	190	0,5	1
n	18	18	18	18	18	18	18	1	8
Pieni-Hietanen									
ka	1,0	217	23	6,2	605	129	28	6	0,8
min	0,4	150	14	2,0	380	2,0	2,0	1	0,4
max	1,0	360	38	16	1400	510	96	13	1,4
n	36	32	32	31	32	31	31	15	24
Hietanen									
ka	1,0	195	24	4,9	595	170	17	4	0,9
min	1,0	150	6,4	1,0	370	32	2	1	0,5
max	1,0	300	44	10	830	390	34	11	1,3
n	16	15	15	14	15	14	14	13	17

Nimisenjoesta, Pienestä-Hietasesta ja Hietasesta otetuista näytteistä on määritetty myös alkuainepitoisuudet (Taulukko 14-10). Alkuainepitoisuudet ovat keskimäärin luonnonvesille tyypillistä tasoa, lukuun ottamatta rautaa ja alumiinia, joita todetaan melko runsaasti. Ympäristönlaatunormien tason ylityksiä ei ole havaittu nikkelin, kadmiumin, lyijyn tai elohopean osalta.

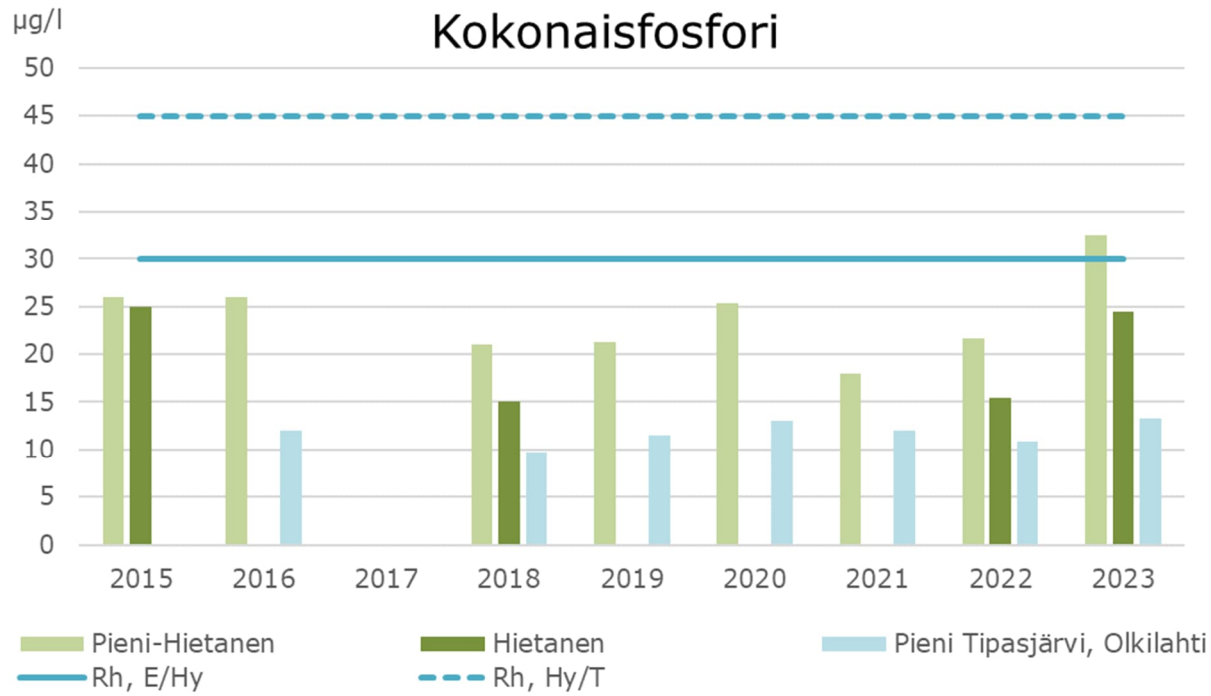
Taulukko 14-10. Nimisenjoen, Pieni-Hietasen ja Hietasen alkuainepitoisuudet vuosina 2019–2023 (SYKE 2024b), n=näytemäärä.

Nimisenjoki											
	Ca mg/l	Cd µg/l	Cd liuk. µg/l	Cl mg/l	Hg liuk. µg/l	Mg mg/l	Ni µg/l	Ni liuk. µg/l	Pb µg/l	Pb liuk. µg/l	SO_4 liuk. mg/l
ka	5	0,04	0,018	1,0	0,065	1,0	1,7	1,0	0,29	0,21	7,4
min	1,8	0,021	0,012	0,20	0,065	0,46	0,9	0,78	0,22	0,075	1,9
max	6,7	0,05	0,032	1,9	0,065	1,4	7,8	2,2	0,48	0,33	15
n	18	18	18	18	10	18	18	18	18	18	18
	Al µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Na mg/l	Sb µg/l	Zn µg/l	U µg/l
ka	258	0,3	0,5	0,8	0,9	2383	67	1,9	0,8	6,0	0,16
min	160	0,24	0,3	0,5	0,41	1000	39	0,8	0,41	2,5	0,033
max	400	0,6	0,82	1,3	4,2	4200	100	2,6	2,6	14	0,25
n	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

Pieni-Hietanen											
	Ca mg/l	Cd µg/l	Cd liuk. µg/l	Cl mg/l	Hg liuk. µg/l	Mg mg/l	Ni µg/l	Ni liuk. µg/l	Pb µg/l	Pb liuk. µg/l	SO_4 liuk. mg/l
ka	2,9	0,036	0,015	0,7	0,05	0,9	1,3	0,8	0,3	0,2	4,2
min	1,5	0,005	0,005	0,3	0,01	0,5	0,8	0,5	0,18	0,075	1,4
max	4,8	0,05	0,073	1,1	0,065	1,1	1,8	1,8	0,54	0,54	9,7
n	33	33	36	32	28	32	32	36	32	36	32
	Al µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Na mg/l	Sb µg/l	Zn µg/l	U µg/l
ka	262	0,27	0,36	0,8	0,9	1751	63	1,4	0,5	5,5	0,16
min	206	0,21	0,14	0,5	0,31	1100	27	0,74	0,1	2,5	0,029
max	440	0,45	0,8	1,4	10	3000	170	2,1	2,5	8,1	0,25
n	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Hietanen											
	Ca mg/l	Cd µg/l	Cd liuk. µg/l	Cl mg/l	Hg liuk. µg/l	Mg mg/l	Ni µg/l	Ni liuk. µg/l	Pb µg/l	Pb liuk. µg/l	SO_4 liuk. mg/l
ka	3,2	0,04	0,015	0,8	0,065	0,9	1,2	1,0	0,25	0,18	4,8
min	2,4	0,016	0,01	0,4	0,065	0,69	0,8	0,74	0,16	0,075	1,5
max	4,1	0,05	0,021	1	0,065	1,2	1,5	1,3	0,41	0,28	7,3
n	16	16	16	15	8	15	15	16	15	16	15
	Al µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Na mg/l	Sb µg/l	Zn µg/l	U µg/l
ka	257	0,28	0,3	0,7	0,6	1659	80	1,4	0,4	4,9	0,14
min	190	0,22	0,15	0,5	0,48	930	29	1	0,31	2,5	0,032
max	390	0,38	0,63	1,2	1,1	2800	150	1,9	0,51	8,4	0,25
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15



Kuva 14-10. Kokonaistyppipitoisuus keskimäärin kesä-syyskuussa Pienen-Hietasen, Hietasen ja Pienen Tipasjärven Olkilahden havaintopaikoilla vuosina 2015–2023. Rh = runsashumuksiset järvet, E/Hy = erinomaisen ja hyvän ekologisen luokan raja-arvo, Hy/T = hyvän ja tyydyttävän ekologisen luokan raja-arvo.



Kuva 14-11. Kokonaisfosforipitoisuus keskimäärin kesä-syyskuussa Pienen-Hietasen, Hietasen ja Pienen Tipasjärven Olkilahden havaintopaikoilla vuosina 2015–2023. Rh = runsashumuksiset järvet, E/Hy = erinomaisen ja hyvän ekologisen luokan raja-arvo, Hy/T = hyvän ja tyydyttävän ekologisen luokan raja-arvo.

14.3.5.3 Taivaljärven purkusuunta

Kaivosalueen itäpuolella, kaivospiirin rajan tuntumassa sijaitseva Taivaljärvi on entinen luonnonravintolammikko, jossa paikallinen toimija on kasvattanut kuhanpoikasia. Allas on täytetty keväisin sulamisvesillä ja tyhjennetty Pienen Tipasjärven Olkilahteen vuosittain elo-syyskuussa poikasten keräämistä varten. Keväällä 2022 Taivaljärvi on kunnostettu kosteikoksi. Taivaljärven luusuassa (purkukanavan pohjukka) sijaitsevalla havaintopaikalla uoma on ollut kalankasvatustoiminnan aikana ajoittain kokonaan kuiva.

Taivaljärven vedenlaatua on tarkkailtu järven koillisosasta lähtevän purkukanavan pohjukasta. Taivaljärven vedenlaatu on ollut keskimäärin hapanta, erittäin tummaa ja humuspitoista (Taulukko 14-11). Kokonaisravinnepitoisuudet ovat olleet keskimäärin lievästi rehevien vesien tasoa. Veden sähkönjohtavuudet ovat olleet keskimäärin alueelle tyypillistä tasoa.

Taulukko 14-11. Taivaljärven (purkukanavan pohjukka) vedenlaatu vuosina 2019–2023 (SYKE 2024b), n=näytemäärä.

	Syv.	Happi		pH	Alkaliniteetti	Sähkönjohtavuus	Sameus	COD_{Mn}	Kiintoaine, karkea
	m	mg/l	%		mmol/l	mS/m	FNU	mg/l	mg/l
ka	0,2	8	66	5,1	0,04	5,2	2,8	37	4,0
min	0,0	2,1	14	4,3	0,005	2,6	0,49	3,6	0,5
max	0,5	10,5	95	6,7	0,1	16	15	59	14,0
n	27	22	21	24	23	23	23	23	23
	Syv.	Väri	Kok.P	PO4-P	Kok.N	NO2+NO3-N	NH4-N	Klorofylli	Näkösyv.
	m	mg/l Pt	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	m
ka	0,2	254	22	5,1	583	15	12		0,3
min	0,0	20	2,5	1	130	2,0	2,0		0,1
max	0,5	400	46	17	840	73	58		0,4
n	27	23	23	23	23	23	23		15

Pienen Tipasjärven Olkilahden vesi on ollut vuosina 2019–2023 keskimäärin hapanta, ruskeaa ja humuspitoista (Taulukko 14-12). Olkilahdessa on todettu melko säännöllisesti happivajausta alemmissa vesikerroksissa kerrosteisuuskausien aikana. Sähkönjohtavuudet ovat olleet sisävesille tyypillisellä tasolla. Kokonaisfosforipitoisuudet ovat vaihdelleet keskimäärin kaivoksen toiminnan aikana 2019–2023 keskimäärin karujen vesien tasolla (Kuva 14-11). Myös kokonaistyppipitoisuudet ovat olleet keskimäärin karujen vesien tasoa, lukuun ottamatta vuotta 2020, jolloin keskimääräinen kokonaistyppipitoisuus kohosi lievästi rehevien vesien tasolle (Kuva 14-10). Ekologisen luokituksen luokkarajoihin verrattuna kokonaisravinnepitoisuudet ovat ilmentäneet Olkilahdessa kaivoksen toiminnan aikana

erinomaista ekologista tilaa. Ympäristönlaatunormien tason ylityksiä ei ole havaittu nikkelin, kadmiumin, lyijyn tai elohopean osalta (Taulukko 14-13) Tipasjoen vedenlaadusta on käytettävissä suhteellisen vähän vedenlaatuaineistoa. Vuosina 2002–2016 joen yläjuoksulla sijaitsevalta havaintopaikalta Tipasjoki 13 on otettu näytteet kolmena ajankohtana, ja tulokset on esitetty taulukossa

14-14. Vesi on ollut tutkittuina ajankohtina kirkasta, mutta humussävytteistä. Ravinnetaso on ollut matala.

Taulukko 14-12. Pienen Tipasjärven päällysveden ja alusveden vedenlaatu vuosina 2019–2023 (SYKE 2024b), n=näytemäärä

	Syv.	Happi		pH	Alkaliniteetti	Sähkönjohtavuus	Sameus	COD_{Mn}	Kiintoaine, karkea
	m	mg/l	%		mmol/l	mS/m	FNU	mg/l	mg/l
Pieni Tipasjärvi, Olkilahti (päällysvesi)									
ka	0,9	10	84	6,0	0,1	2	3	15	5,4
min	0,0	7,5	69	5,1	0,01	1,6	0,4	1,3	0,5
max	1,0	13,7	96	7,1	0,1	5	65	43	140
n	40	33	33	36	35	36	35	35	35
Pieni Tipasjärvi, Olkilahti (alusvesi)									
ka	5,4	7	57	6,0	0,1	2	2	17	1,3
min	5,0	1,4	14	5,59	0,039	1,7	0,8	1,3	0,5
max	6,0	11,3	89	6,5	0,2	4	7,2	28	5
n	22	21	21	22	21	21	21	21	21
	Syv.	Väri	Kok.P	PO4-P	Kok.N	NO2+NO3-N	NH4-N	Klorofylli	Näkösyv.
	m	mg/l Pt	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	m
Pieni Tipasjärvi, Olkilahti (päällysvesi)									
ka	0,9	113	22	3,6	431	39	23	4	1,2
min	0,0	76	5,0	1,0	250	2	2,0	0,5	0,5
max	1,0	200	340	47	2300	120	170	8,6	2,0
n	40	35	35	35	35	33	35	16	32
Pieni Tipasjärvi, Olkilahti (alusvesi)									
ka	5,4	144	13	2,9	402	58	24		
min	5,0	100	2,5	1,0	250	2	3,0		
max	6,0	200	21	12	580	110	110		
n	22	21	21	21	21	19	21		

Taulukko 14-13. Pienen Tipasjärven alkuainepitoisuudet vuosina 2019–2023 (SYKE 2024b), n=näytemäärä.

	Ca	Cd	Cd liuk.	Cl	Hg liuk.	Mg	Ni	Ni liuk.	Pb	Pb liuk.	SO_4 liuk.
	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
ka	2	0,037	0,017	0,6	0,05	0,6	1,5	1,0	0,4	0,3	2,2
min	1,6	0,005	0,005	0,2	0,01	0,42	0,8	0,3	0,25	0,16	0,4
max	3,9	0,056	0,052	1,1	0,065	1,0	5,3	3,8	1,9	0,9	9,2
n	37	37	40	36	32	36	36	40	36	40	36
	Al µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Na mg/l	Sb µg/l	Zn µg/l	U µg/l
ka	184	0,6	0,2	0,7	1,1	1275	92	0,8	0,3	6	0,16
min	109	0,25	0,08	0,45	0,5	673	34	0,58	0,025	2,1	0,018
max	1100	1,6	1,5	3,8	9,0	14000	170	1,4	0,5	17	0,25
n	36	36	36	36	36	35	36	36	36	36	36

Taulukko 14-14. Tipasjoen vedenlaatu vuosina 2002–2016 (SYKE 2024b), n=näytemäärä.

	Syv.	Happi		pH	Alkaliniteetti	Sähkönjohtavuus	Sameus	COD_{Mn}	Kiintoaine, karkea
	m	mg/l	%		mmol/l	mS/m	FNU	mg/l	mg/l
ka	0,2	7,7	90	6,3	0,05	2,0	0,7	13	4,7
min	0,1	8,2	88	6,2	0,04	1,7	0,56	11	1,3
max	0,3	9,1	91	6,4	0,1	2,2	0,85	15	8,0
n	3	2	2	3	2	2	3	3	2
	Syv.	Väri	Kok.P	PO4-P	Kok.N	NO2+NO3-N	NH4-N	Klorofylli	Näkösyv.
	m	mg/l Pt	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	m
ka	0,2	93	11	2,7	343	17	6		
min	0,1	70	9	2,5	280	6,0	2,0		
max	0,3	130	13	3,1	420	27	10		
n	3	3	3	3	3	3	3		

14.3.5.4 Vedenlaadun kehitys

Koivupuron vedenlaadussa on ollut todettavissa kaivostoiminnan alkamisen jälkeen selvä muutos veden sähkönjohtavuudessa, sulfaattipitoisuuksissa sekä myös kokonaisravinnepitoisuuksissa, sillä pitoisuuksissa on ollut todettavissa voimakasta nousua (Kuva 14-12). Kaivoksen purkuvesien vaikutukset ovat näkyneet myös sinkin, kadmiumin ja nikkelin pitoisuuksissa (Kuva 14-13).

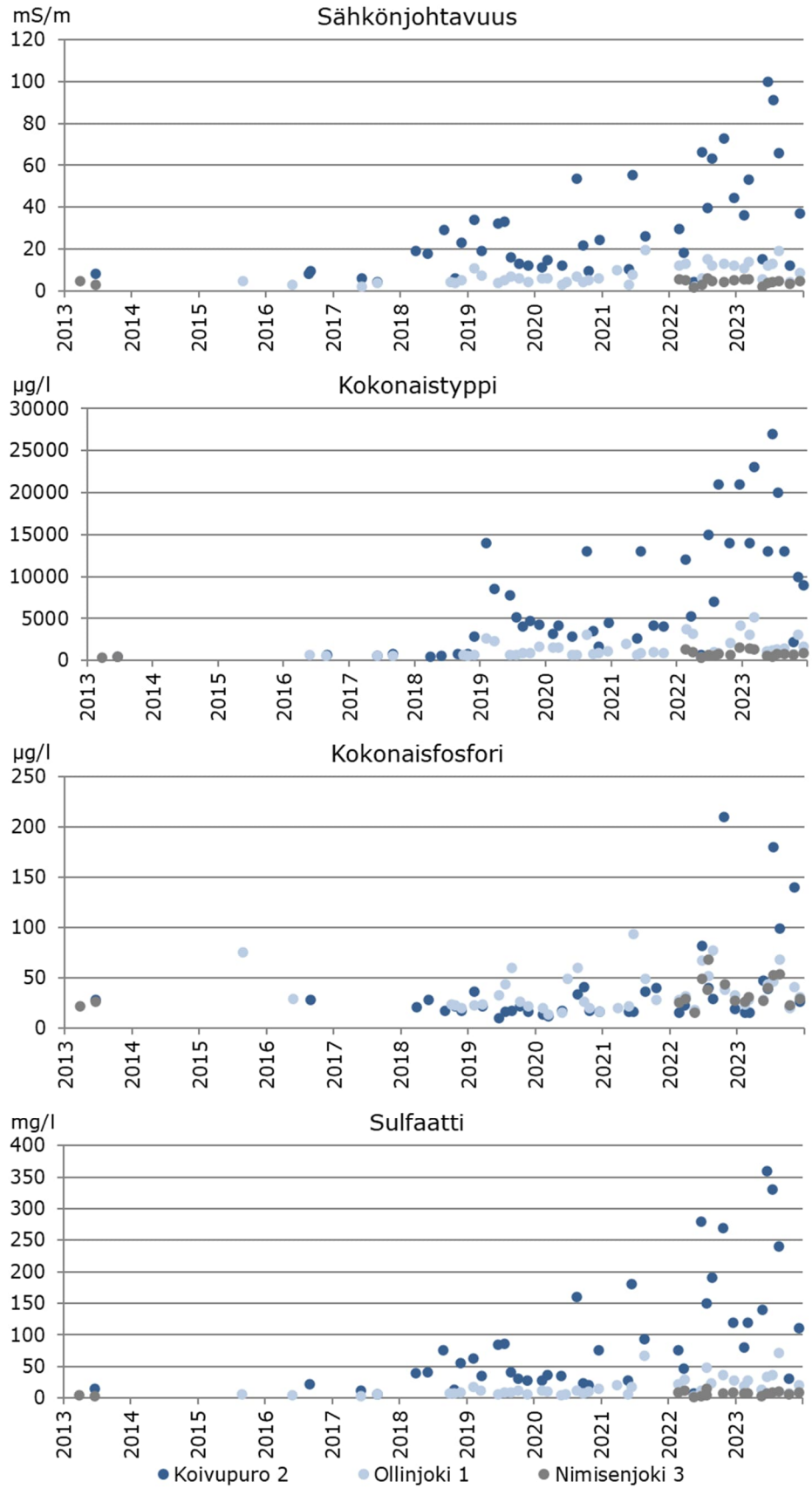
Myös Ollinjoessa kaivoksen purkuvesien vaikutukset ovat olleet nähtävissä erityisesti veden sähkönjohtavuuksien ja sulfaattipitoisuuksien perusteella, vaikka

vaikutukset ovat jääneet selvästi vähäisemmiksi kuin Koivupurossa. Ollinjoessa on todettu sähkönjohtavuudessa ja sulfaattipitoisuudessa nouseva suuntaus, ja myös typpitasossa on nähtävissä nousua. Koivupuron tavoin myös sinkin, kadmiumin ja nikkelinpitoisuudet ovat nousseet kaivostoiminnan alkamisen jälkeen. Nimisenjoessa selvää muutossuuntaa ei ole ollut veden sähkönjohtavuudessa, sulfaattipitoisuudessa tai ravinnepitoisuuksissa todettavissa.

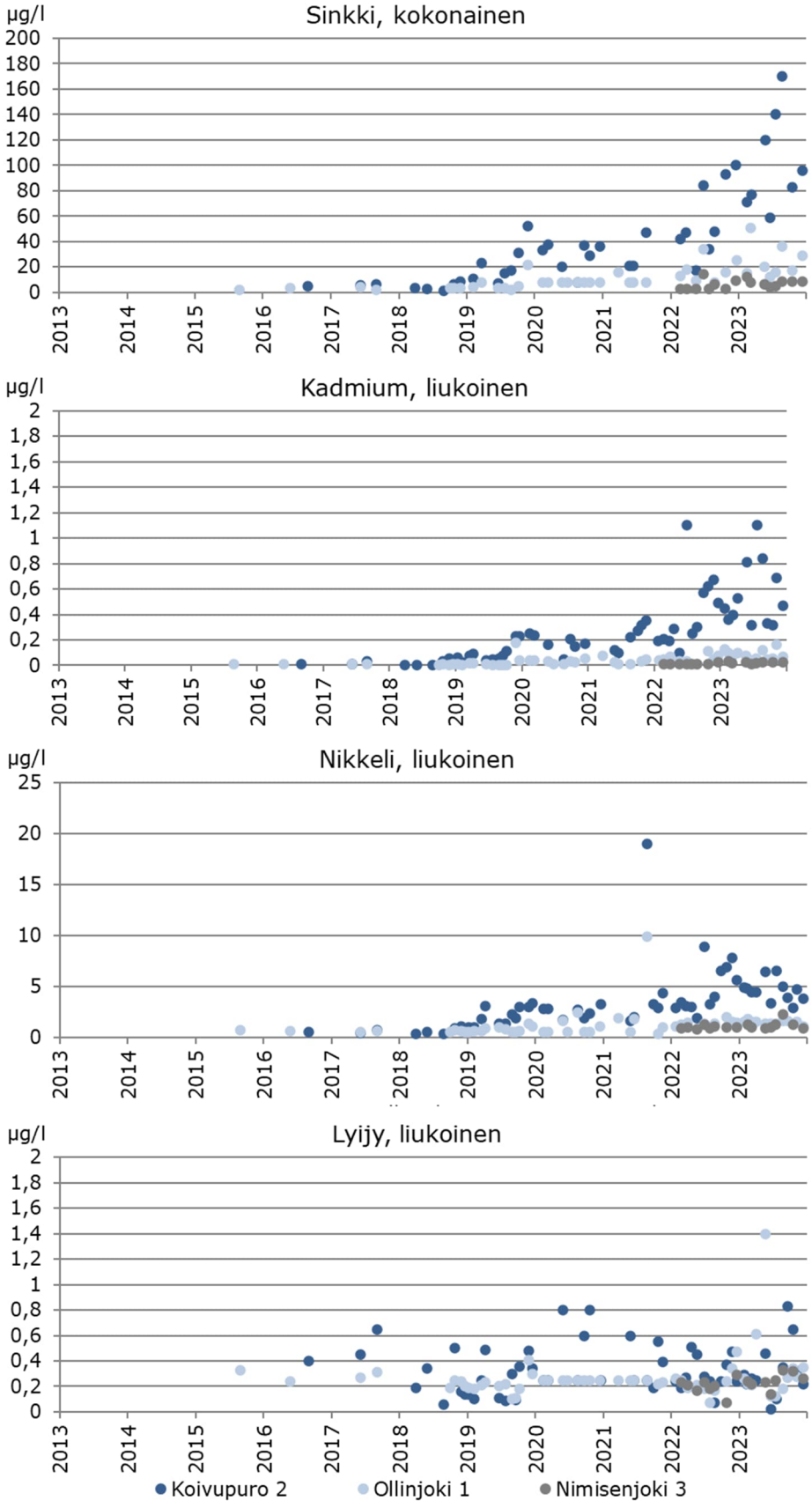
Pienessä-Hietasessa on ollut todettavissa loiva nouseva suuntaus sekä sähkönjohtavuudessa että sulfaattipitoisuuksissa, mikä viittaa lievään kaivoksen purkuvesien vaikutukseen (Kuva 14-14). Pintaveden kokonaistyppipitoisuudessa on ollut todettavissa melko voimakasta vaihtelua sekä nouseva suuntaus. Kokonaisfosforipitoisuudessa vastaavaa ei ole ollut todettavissa.

Hietasessa ei ole ollut veden sähkönjohtavuudessa todettavissa selvää muutosta, mutta sulfaattipitoisuuksissa on ollut nähtävissä tasoero ennen kaivostoiminnan alkamista ja sen jälkeen (Kuva 14-15). Kokonaisravinnepitoisuuksissa selvää muutosta ei ole todettu.

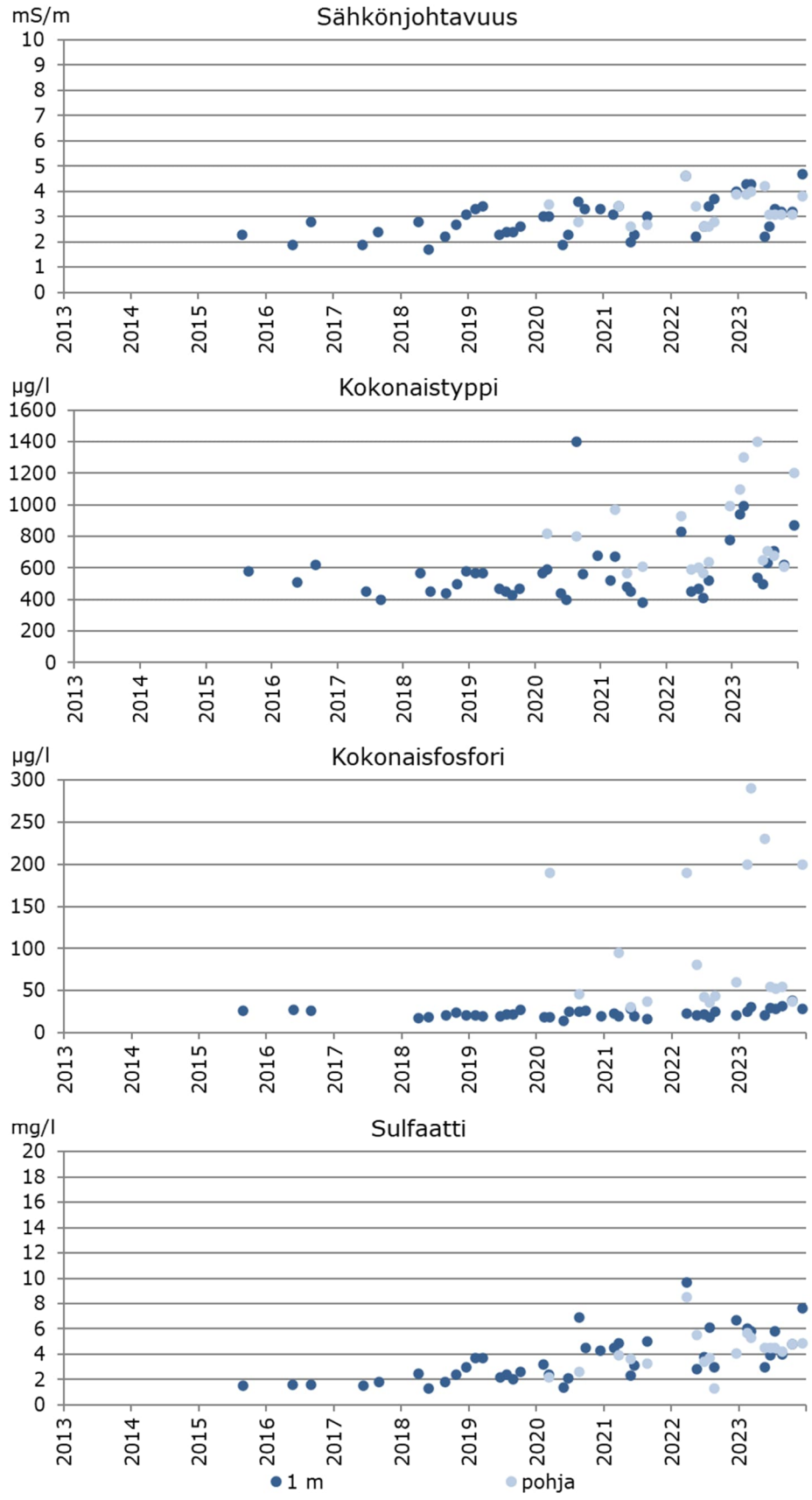
Pienen Tipasjärven Olkilahdessa veden sähkönjohtavuudessa, sulfaattipitoisuudessa tai kokonaisravinnepitoisuuksissa ei ole ollut todettavissa selvää muutossuuntaa (Kuva 14-16). Ajoittain on todettu yksittäisiä suurempia tuloksia.



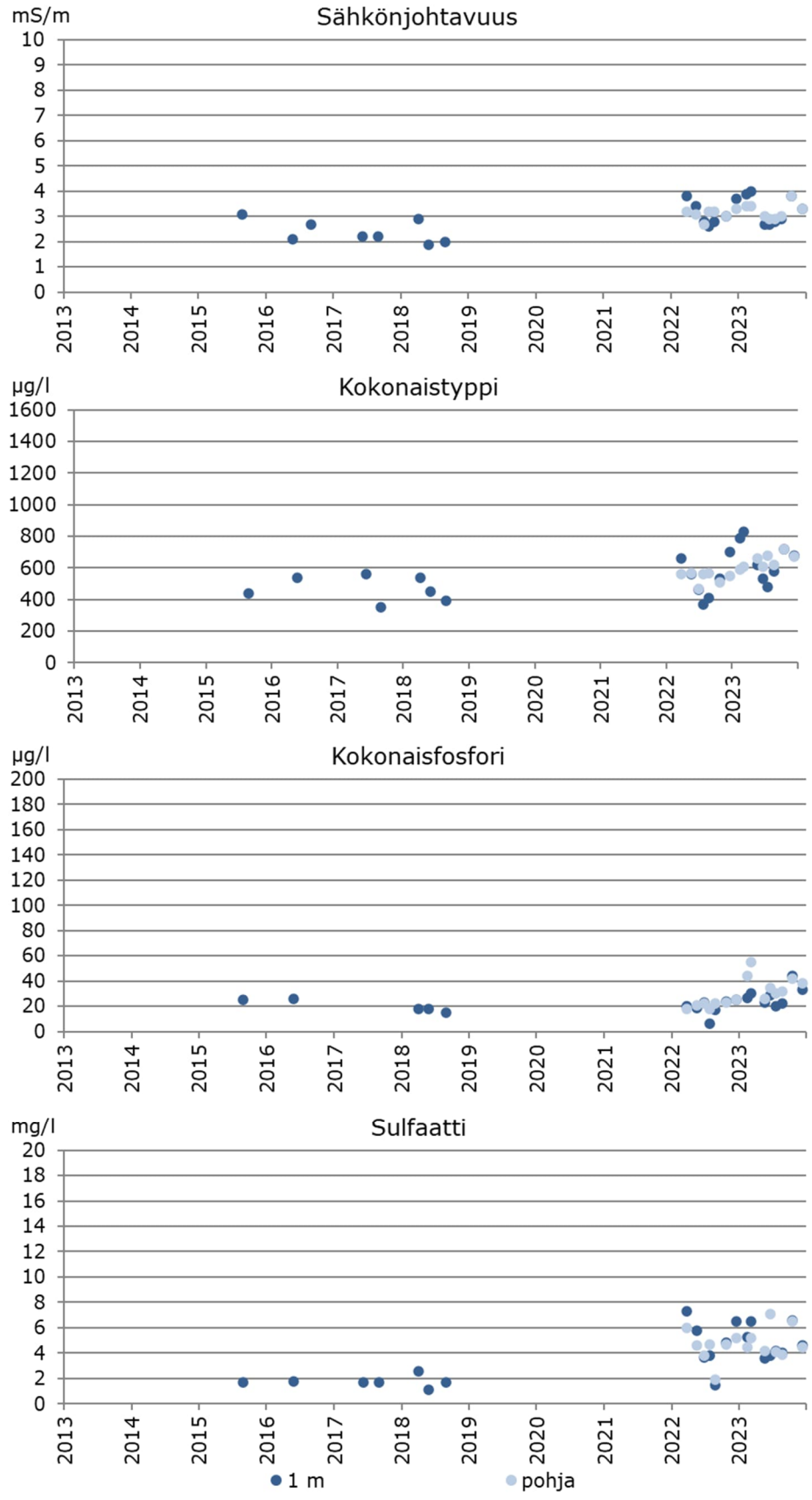
Kuva 14-12. Koivupuron, Ollinjoen ja Nimisenjoen sähkönjohtavuus, kokonaisravinnepitoisuudet ja sulfaattipitoisuus vuosina 2013–2023 (SYKE 2023b).



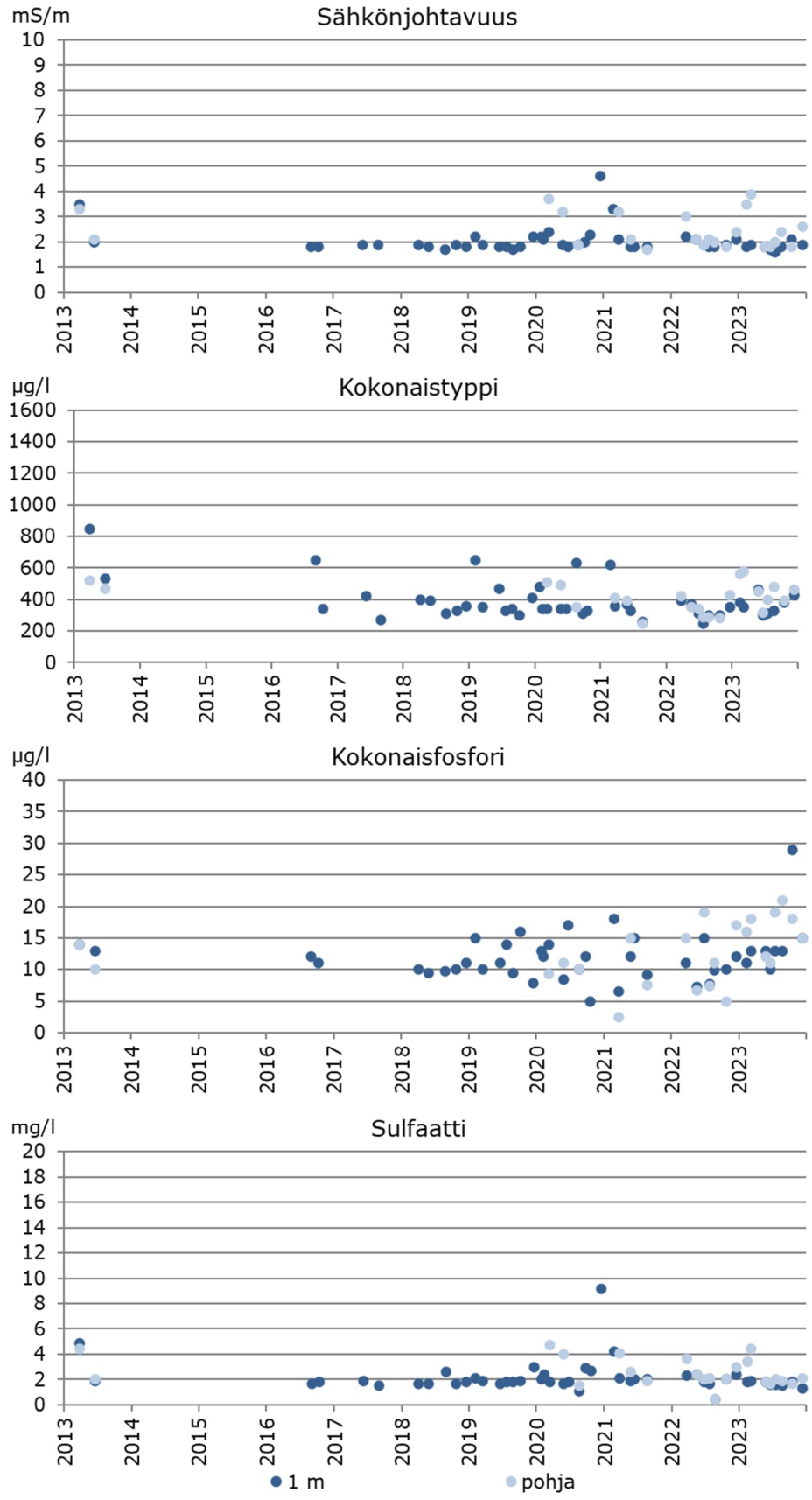
Kuva 14-13. Koivupuron, Ollinjoen ja Nimisenjoen metallipitoisuuksia vuosina 2013–2023 (SYKE 2023b).



Kuva 14-14. Pienen-Hietasen sähkönjohtavuus, kokonaisravinnepitoisuudet ja sulfaattipitoisuus vuosina 2013–2023 (SYKE 2023b).



Kuva 14-15. Hietasen sähkönjohtavuus, kokonaisravinnepitoisuudet ja sulfaattipitoisuus vuosina 2013–2023 (SYKE 2023b).



Kuva 14-16. Pienen Tipasjärven Olkilahden sähkönjohtavuus, kokonaisravinnepitoisuudet ja sulfaattipitoisuus vuosina 2013–2023 (SYKE 2023b).

14.3.6 Sedimentit

Kaivoksen vaikutuksia alapuolisten vesistöjen sedimentin laatuun ja ainepitoisuuksiin seurataan seitsemällä tarkkailupisteellä. Edellinen sedimenttitutkimus on vuodelta 2021 (AFRY Finland Oy 2022c). Tätä edeltävät sedimenttitutkimukset ovat vuosilta 2008 ja 2013 (Pöyry Environment Oy 2008, Geologian tutkimuskeskus 2013). Hopeakaivoksen tuotanto alkoi vuonna 2019, joten vuosien 2008 ja 2013 tutkimukset edustavat tilannetta ennen tuotannon aloittamista. Vuosien 2008, 2013 ja 2021 tulokset on esitetty taulukossa 14-15.

Kuivatusvesien laskeutusaltaasta vuonna 2012 otettujen sedimenttinäytteiden perusteella kuivatusvesien indikaattorina voidaan pitää rikkiä, lyijyä, rautaa, kalsiumia, fosforia, strontiumia, hopeaa sekä räjähdeainejäämistä peräisin olevia typpeä ja natriumia (Geologian tutkimuskeskus 2014). Purkuvesissä suurimmat pitoisuudet on todettu sulfaatilla, kalsiumilla, kaliumilla, kloridilla, natriumilla, piillä, magnesiumilla, sinkillä, raudalla ja typpiyhdisteillä (NO_3-N ja NH_4-N).

Vuosina 2008 ja 2013 Tipasjärven sedimenttinäytteistä mitattiin selvästi suurempia alkuainepitoisuuksia kuin Pieni-Hietasessa ja Pirttilammessa. Tipasjärvessä todettiin Pieni-Hietasen ja Pirttilammen sedimenttejä suuremmat rikki-, rauta-, sinkki-, lyijy-, arseeni-, nikkeli-, koboltti- ja kuparipitoisuudet. Myös mangaanin, kromin, bariumin, kadmiumin ja molybdeenin pitoisuudet olivat suuremmat. Pitoisuusero on seurausta Tipasjärven metallisulfidipitoisesta kallioperästä. Vertailtaessa vuosien 2008 ja 2013 alkuainepitoisuuksia, niissä ei todettu yhdenmukaisia muutoksia, mikä viittasi esim. ojitusten vaikutukseen. Muutosten epäyhdenmukaisuus voi selittyä myös sedimentin erodoitumisella ja uudelleen laskeutumisella. Osaltaan erot voivat selittyä myös näytepistekohtaisilla pitoisuusvaihtelueroilla (ei rinnakkaisnäytteitä). (GTK 2013)

Tipasjärvi erottui vuoden 2021 tulosten perusteella aiempaan tapaan selvästi muista tutkituista alueista, sillä useiden tutkittujen alkuaineiden pitoisuudet olivat selvästi suurempia. Tutkittujen alkuaineiden pitoisuudet olivat vuonna 2021 Tipasjärvessä pääasiassa samaa tasoa tai pienempiä kuin vuosina 2008 ja 2013 tehdyissä mittauksissa. Laskeutusaltaan sedimenttinäytteiden perusteella tunnistettujen kuivatusvesien indikaattorien pitoisuudet eivät olleet kohonneet vuonna 2021 aiempaan nähden. Myöskään purkuvesissä todettujen merkittävimpien jakeiden pitoisuuksissa ei todettu nousua. Fosforin, typen ja rikin pitoisuustaso oli kuitenkin suurempi kuin suomalaisten purosedimenttien mediaanitaso (Tenhola & Tarvainen 2008).

Purkuvesien laskusuunnassa kalsiumin ja lievästi myös natriumin pitoisuudet olivat suurimmillaan Koivupuron tarkkailupisteellä viitaten kuivatusvesien vaikutukseen. Typen ja rikin osalta pitoisuustaso oli Koivupurossa vuonna 2021 suurempi kuin aiemmin, mutta taso oli purosedimenttien mediaanitasoa (Tenhola & Tarvainen 2008) pienempi. Typen ja rikin osalta kuivatusvesien purkureitillä

maksimipitoisuudet mitattiin Pieni-Hietasen syvänteen tarkkailupisteellä, mikä selittynee paremmilla sedimentaatio-olosuhteilla. Puro- ja jokivesistöissä sekä pienikokoisessa Pirttilammessa sedimentaatio-olosuhteet ovat heikommat nopean virtauksen sekä veden vaihtuvuuden seurauksena. Fosforin, kaliumin ja raudan osalta ei ole Koivupuron tarkkailupisteeltä käytettävissä aiempia tuloksia, mutta pitoisuustaso oli vuonna 2021 purosedimenttien mediaanitasoon verrattuna pieni. Etenkin fosforin, mutta myös raudan ja lyijyn osalta alempana vesistössä todettiin suurempia pitoisuuksia kuin Koivupurossa. Lyijyn ja sinkin osalta pitoisuudet olivat vuonna 2021 Koivupurossa hiukan pienemmät kuin vuonna 2013, ja myös kadmiumin ja arseenin osalta pitoisuudet olivat erittäin pienet tai alle laboratorion määritysrajan.

Sedimenttien metallipitoisuuksien suuruutta voidaan arvioida suuntaa antavasti vertailemalla pitoisuuksia PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) raja-arvoihin. Vuoden 2021 sedimenttinäytteiden metallipitoisuudet alittivat PIMA-asetuksen alemman ohjearvon kaikissa näytteissä. Kynnysarvo ylittyi arseenin osalta vuonna 2021 Tipasjärven Olkilahdessa, jossa kynnysarvo on ylittynyt myös vuosina 2008 ja 2013.

Taulukko 14-15. Sedimenttitarkkailun havaintopaikkojen kemiallinen laatu (*) vuosina 2008, 2013 ja 2021. Vuoden 2013 näytteet syvyydeltä 10–12 cm edustavat alueen taustapitoisuutta.

Havainto-paikka	Vuosi	Syvyys cm	Kuiva-aine paino-%	Hehk.-jäännös paino-% ka	Hehk.-jäännös g/kg	Hehkutus häviö paino-% ka	Hehkutus häviö g/kg	Red/Ox mV Ag/AgCl3MKCl	pH	TOC paino-% ka	C % ka
Tipasjärvi, Olkilahti, S3	2021	0–3	5,6	59,2		40,8			6	13	
	2013	0–3						273	5,4		13,2
	2013	10–12						193	5,7		22,1
	2008	0–3	14			18					
Pieni-Hietanen, S4	2021	0–3	28,7	90,8		9,2			6	4,1	
	2013	0–3						207	5,4		5,76
	2013	10–12						112	6,1		4,99
	2008	0–3	25			14					
Pieni-Hietanen, syvänne, S5	2021	0–3	20,6	83,5		16,5			5,8	8,5	
Pirttilampi, S7	2021	0–3	76,6	98,9		1,1			6,7	<0,6	
	2013	0–3						87	5,5		18,5
	2013	10–12						98	6,2		12,4
	2008	0–3	19			18					
Koivupuro, S8	2021	0–3	34,7	89,3		10,7			6,5	4,1	
	2013	0–3			827		11	200	5,7		5,6
Ollinjoki, S9	2021	0–3	Näytettä ei saatu								
	2013	0-3			535		23	300	5,4		3,3
Nimisen-joki,. S10	2021	0-3	37,2	90		10			5,7	5,2	
	2013	0-3			464		29	400	5,7		0,32

Havainto-paikka	Vuosi	Syvyys cm	Kok.N mg/kg ka	N %	S mg/kg ka	S %	Al mg/kg	B mg/kg	Ba mg/kg	Ca mg/kg	Ca %
Tipasjärvi, Olkilahti, S3	2021	0-3	16000	1,6	2000	0,20	19700			4701	0,5
	2013	0-3		0,95		0,28	15700	<5	111	6320	0,6
	2013	10–12		1,6		0,32	19800	<5	98,1	4690	0,5

	2008	0–3		0,6	1600		16000	24	94	6500	0,7
Pieni-Hietanen, S4	2021	0–3	3000	0,3	457	0,05	13180			5081	0,5
	2013	0–3		0,33		0,07	12900	<5	99	4490	0,4
	2013	10–12		0,28		0,05	9950		95	3140	0,3
	2008	0–3		0,5	580	0,06	13000	4	72	3800	0,5
Pieni-Hietanen, syvänne, S5	2021	0–3	6200	0,6	1219		15080			5660	0,6
Pirttilampi, S7	2021	0–3	310	0,03	112	0,01	4574			1544	0,2
	2013	0-3		1,08		0,43	16100	<5	177	5860	0,6
	2013	10-12		0,81		0,16	12800	<5	83,2	4780	0,5
	2008	0-3		0,6	920	0,09	10000	<3	58	3600	0,6
Koivupuro, S8	2021	0-3	4200	0,4	740	0,07	8087			7488	
	2013	0-3	2870	0,29	350	0,04					
Ollinjoki, S9	2021	0-3									
	2013	0-3	760	0,08	180	0,02					
Nimisenjoki, S10	2021	0-3	3000	0,3	564	0,06	7468			3794	
	2013	0-3	<100		<50						

Havainto-paikka	Vuosi	Syvyys cm	Fe mg/kg	Fe %	K mg/kg	Mg mg/kg	Mn mg/kg	Mo mg/kg	Na mg/kg	P mg/kg	Si mg/kg
Tipasjärvi, Olkilahti, S3	2021	0-3	-		628	1546	1246	<10	166	1953	
	2013	0-3	61100		1650	3830	1900	1,99	311	1330	
	2013	10–12	80200		500	1230	1270	3,45	102	2110	
	2008	0–3	49000		1800	4300	850	1,6	740		630
Pieni-Hietanen, S4	2021	0–3	-		1996	5098	989	<10	368	731	
	2013	0–3	40900		1920	5020	1370	1,08	272	1010	
	2013	10–12	20000		1540	3960	967	0,62	185	615	
	2008	0–3	24000	0,5	1700	4300	330		320		310
Pieni-Hietanen, syvänne, S5	2021	0–3	-		2659	5834	384	<10	405	853	
Pirttilampi, S7	2021	0–3	9102		743	1654	77		132	95	
	2013	0–3	50700		1340	3980	295	1,97	286	2950	
	2013	10–12	24500		1040	3600	240	0,45	294	1090	
	2008	0–3	17000	0,6	440	2900	170	1	340		290
Koivupuro, S8	2021	0–3	9664		817	2516	159	<10	395	334	
	2013	0–3					140	<1			
Ollinjoki, S9	2021	0–3									
	2013	0–3					99	<1			
Nimisenjoki, S10	2021	0–3	13030	1,30	1048	3569	150	<10	284	349	
	2013	0–3					49	1,2			

Havainto-paikka	Vuosi	Syvyys cm	Zn mg/kg	Ag mg/kg	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg
Tipasjärvi, Olkilahti, S3	2021	0–3	150		29	<0,3	52	20	<10	19	24
	2013	0–3	189		28,7	1,02	48,7	18	1,99	29	53,7
	2013	10–12	162		26,5	0,74	51,8	20,1	3,45	18,1	39,4
	2008	0–3	150	<1	20	0,6	47	21		24	54
Pieni-	2021	0–3	56		2	<0,3	39	12	<10	18	8,4

Hietanen, S4	2013	0–3	53,1		7,33	0,29	38,4	8,5	1,08	19,6	10,7
	2013	10–12	53,7		2,82	0,22	31,8	6,8	0,62	16,4	6,48
	2008	0–3	46	<1	1,8	0,2	37	13		16	9
Pieni-Hietanen, syvänne, S5	2021	0–3	54		2,7	<0,3	45	17	<10	21	14
Pirttilampi, S7	2021	0–3	8,4		<0,7	<0,3	21	3,8	<10	5,2	1,2
	2013	0–3	63,7		8,25	0,36	41	17,2	1,97	20,8	31,8
	2013	10–12	49,6		4,18	0,24	36,6	6,5	0,45	14,6	13,8
	2008	0–3	43	<1	1,3	0,1	30	8,2		11	6
Koivupuro, S8	2021	0–3	11		0,9	<0,3	21	3,3	<10	5,8	6,8
	2013	0–3	15	0,06	<3	<0,3	16	3,4		5,8	7,4
Ollinjoki, S9	2021	0–3									
	2013	0–3	13	0,063	<3	<0,3	16	3,7		6,9	<3
Nimisenjoki, S10	2021	0–3	20		1,7	<0,3	40	7,4	<10	12	3,9
	2013	0–3	8	<0,02	<3	<0,3	5	<2		2,8	<3

Havainto-paikka	Vuosi	Syvyys cm	Sb mg/kg	Se mg/kg	Th mg/kg	U mg/kg	V mg/kg
Tipasjärvi, Olkilahti, S3	2021	0–3	<1,0	<10			59
	2013	0–3	<0,1	1,74	3,24	1,01	54,1
	2013	10–12	<0,1	2	2,23	1,06	67,5
	2008	0–3	<2	<2		1,8	
Pieni-Hietanen, S4	2021	0–3	<1,0	<10			53
	2013	0–3	<0,1	1,2	3,96	0,9	50,2
	2013	10–12	<0,1	1,08	3,52	0,79	40,9
	2008	0–3	<2	<2		0,9	
Pieni-Hietanen, syvänne, S5	2021	0–3	<1,0	<10			65
Pirttilampi, S7	2021	0–3	<1,0	<10			17
	2013	0–3	<0,1	2,03	3,51	1,14	108
	2013	10–12	<0,1	2,15	2,76	0,86	58,6
	2008	0–3	<2	<2		0,6	
Koivupuro, S8	2021	0–3	<1,0	<10			27
	2013	0–3	<3	<3		0,61	22
Ollinjoki, S9	2021	0–3					
	2013	0–3	<3	<3		0,43	18
Nimisenjoki, S10	2021	0–3	<1,0	<10			20
	2013	0–3	<3	<3		0,28	9,6

** Metallien esikäsittely: vuonna 2013 typpihappo, 2021 kuningasvesi*

14.3.7 Purkuvesien toksisuus ja perustuotantokyky

Vedenpuhdistamolta ja selkeytysaltaasta lähtevän veden myrkyllisyyttä on selvitetty vesikirppu- ja valobakteeritestein vuosina 2019, 2021 ja 2022. Vuodesta 2022 lähtien testausta tehdään kolmen vuoden välein. Vedenpuhdistamolta vedet johdetaan bioreaktorille 1 ja edelleen pintavalutuskentälle 1. Selkeytysaltaan 2 vedet johdetaan bioreaktorille 2 ja edelleen pintavalutuskentälle 6. Pintavalutuskentiltä vedet johdetaan mittakaivolle 1, josta vedet johdetaan vesistöön.

Vedenpuhdistamon vedessä ei havaittu vuosina 2019 ja 2021 akuuttia vesieliötoksisuutta, mutta selkeytysaltaan S2 vesi oli vuoden 2019 selvityksen mukaan ekotoksista eliöille. Vuonna 2022 selkeytysaltaan S2 toksisuutta selvitettiin kesäkuussa ja joulukuussa sekä vesienkäsittelystä lähtevän veden toksisuutta marraskuussa. Selkeytysaltaalta S2 ja vesienkäsittelystä lähtevälle vedelle tehtiin *Daphnia magna* -vesikirpun liikkuvuustesti (standardi ISO 6341), *Vibrio fischeri* -valobakteerin bioluminesenssitesti (standardi ISO 11348-3) ja levän kasvutesti (standardi ISO 8692). (Sotkamo Silver 2023)

Vuoden 2022 tulosten perusteella selkeytysaltaan S2 vesi ja vesienkäsittelystä pintavalutuskentälle PVK1 purettava vesi eivät olleet vesikirpuille tai valobakteereille myrkyllistä (Taulukko 14-16). Selkeytysaltaan vedestä määritettiin vuosittain kesäkuussa lisäksi rikkihiili (0,1 µg/l), tiosulfaatti (10 mg/l) ja helposti vapautuva sulfidi, joiden kaikkien pitoisuudet alittivat määritysrajan <0,03 mg/l. (Sotkamo Silver 2024)

Taulukko 14-16. Kaivosalueen vesien toksisuustestien tulokset vuonna 2022 (Sotkamo Silver 2023).

Määritys /yksikkö	Selkeytysallas S2		Vesienkäsittelystä lähtevä vesi
	26.7.22	20.12.22	3.11.22
Toksisuus, vesikirppu-testi (Daphnia magna) / % (EC50)	>100	>100	>100
Toksisuus, vesikirppu-testi (Daphnia magna) / Equitox/m^3	<1	<1	<1
Toksisuustesti, valobakteeri V. fischeri (30 min) % (EC50) / % (EC50)	>80	>80	>80
Toksisuus, valobakteeri V. fischeri / Equitox/m^3			<1,25
pH	7,8 / 7,0*	7,5 / 8,2*	7,8 / 7,1**

**Säädetty pH vesikirpputesti / valobakteeritesti*
***Säätämätön pH vesikirpputestissä / säädetty pH bakteeritestissä*

Vesien levänmuodostuskykyä tutkittiin vuonna 2022. Tulosten perusteella kaivosvedet eivät lisää levätuotantoa, sillä perustuotantokyky oli vesienkäsittelystä lähtevässä vedessä alle 40 mg C/m^3d. Mittakaivolla MK1 havaittiin kesäkauden mesotrofiaan viittaava perustuotantokyky (150 mg C/m^3d), joten leväkasvua voi esiintyä kosteikolla kesäisin. Epäorgaanisen hiilen määrä on kaivosalueen vesissä pieni, mutta levätuotantoa kosteikkoalueella lisäävät kaivosvesissä esiintyvät ravinteet fosfori ja typpi. Kaivoksen vesissä ei ole merkittäviä määriä rehevöittävää fosfaattifosforia. Koivupuron vedellä ei todettu leväkasvua lisäävää vaikutusta, sillä perustuotantokyky oli mittakaivon MK2 vedessä 41 mg C/m^3d. (Sotkamo Silver 2023)

14.4 Vaikutusten arviointi

14.4.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rikastushiekka-altaan laajennuksen maanrakennustöiden sekä kaivosvesien johtamiseksi kaivettavan purkuojan kaivuutöiden aikana voi aiheutua työalueen pintavesiin tilapäistä ja paikallista samentumista ja ainepitoisuuksien nousua. Työskenneltäessä Taivaljärven läheisyydessä vaikutukset voivat ulottua Taivaljärveen saakka. Haitan arvioidaan olevan kuitenkin lyhytkestoinen ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen. Merkittävää samentumista tai muuta ainepitoisuuksien nousua ei arvioida esiintyvän.

14.4.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

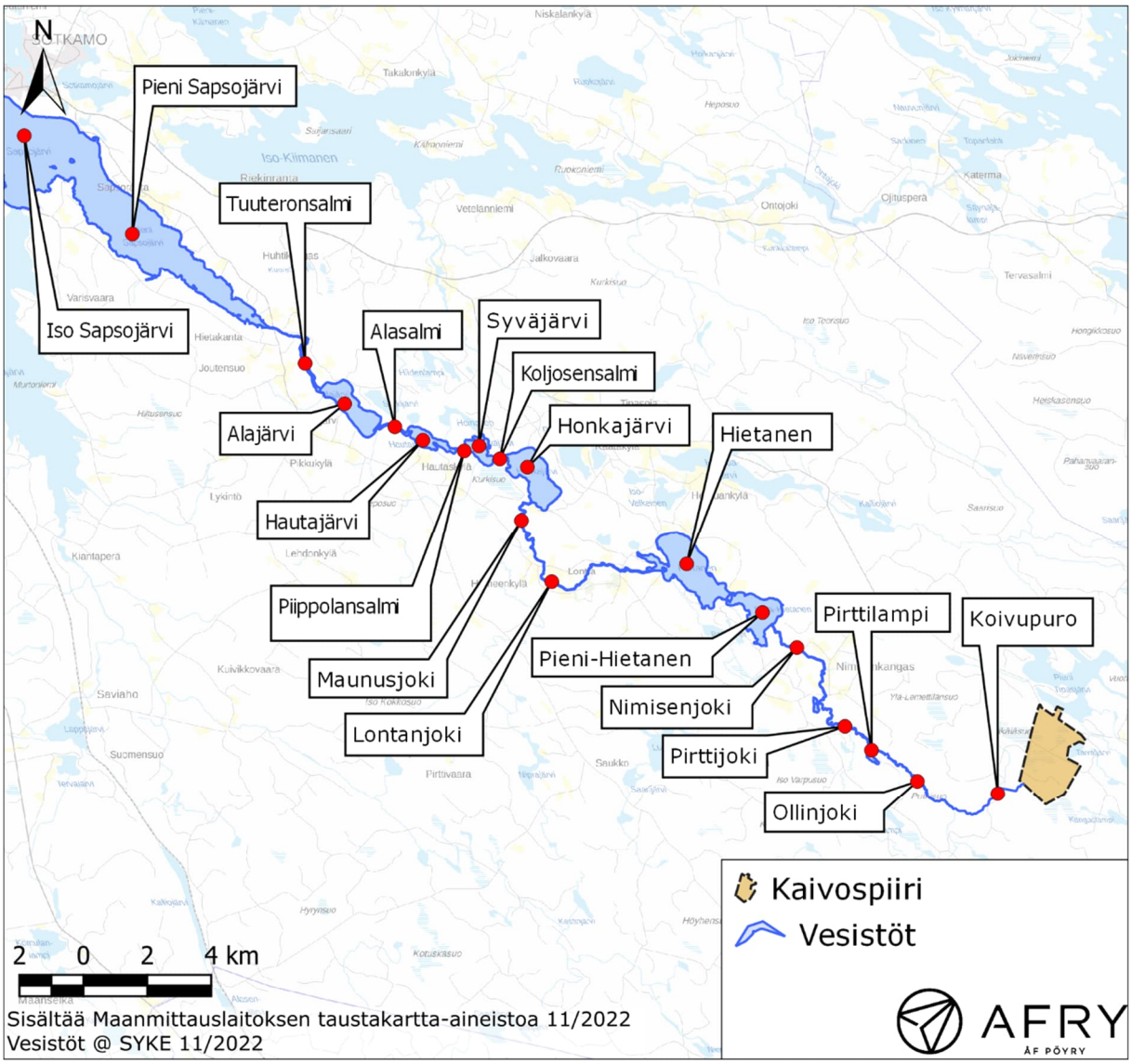
14.4.2.1 Vaihtoehto VE0

Kaivoksen toiminta jatkuu voimassa olevan luvan mukaisesti 600 000 t/v malmituotantokapasiteetilla vuoden 2025 loppuun asti. Malmituotannon nostoa ei toteuteta eikä tuotantoaikaa jatketa. Rikastushiekka-altaan laajennusta ei toteuteta. Nykyistä rikastushiekka-allasta korotetaan tasoon +234 m mpy toiminnan aikana.

Vaihtoehdossa (VE0) kaivosalueen puhdistetut ylijäämävedet johdetaan luoteeseen suuntautuvalle Koivupuron purkureitille (Kuva 14-17). Koivupurosta vedet laskevat Ollinjoen, Pirttilammen, Pirttijoen ja Nimisenjoen kautta Pieneen-Hietaseen. Pienestä-Hietasesta vedet laskevat useiden järvialtaiden kautta kohti Isoa Sapsojärveä.

Vaihtoehdossa VE0 vaikutukset ovat kuten nykytilassa, ja ne on kuvattu pintavesien nykytilaa kuvaavassa luvussa 14.3.

Kuormataseen mukainen kuormitus poikkeaa joiltakin osin vaihtoehdossa VE0 päästötarkkailun mukaisesta toteutuneesta kuormituksesta. Keskimääräisen sadantatilanteen mukainen kuormitus on vaihtoehdossa VE0 fosforin osalta samaa tasoa kuin vuonna 2023 mitattu kuormitus. Typen osalta kuormitus on vaihtoehdossa VE0 matalampi kuin vuonna 2023, sillä bioreaktorin käyttöönoton huomioiminen vähentää typpikuormitusta kuormataseessa. Metallien osalta kuormitustaso on kuormataseen mukaisesti pääosin suurempaa kuin päästötarkkailun mukaan, joten seuraavissa luvuissa esitetyt vaikutusarviot voivat yliarvioida vaikutuksen suuruutta. Suurin ero kuormataseen ja päästötarkkailun mukaisessa kuormitustasossa todetaan arseenin, kuparin ja lyijyn osalta. Vesi- ja kuormatase on esitetty liitteessä 3.



Kuva 14-17. Koivupuron purkureitti (Sapsojoen vesistöalue).

14.4.2.2 Vaihtoehdot VE1 ja VE2

Vaihtoehdossa VE1 malmituotanto nostetaan maksimissaan 800 000 t:iin/v ja tuotantoaikaa jatketaan vuoteen 2035 asti. Maanalaista kaivosta syvennetään 1 km maanpinnan tason alapuolelle. Pyriittiallasta korotetaan ja laajennetaan. Rikastushiekka-altaan laajennus toteutetaan Hanhipetäikön pohjoispuolelle. Kaivostäyttömateriaalina käytetään peränajosta muodostuvaa sivukiveä ja rikastushiekkaa tai pelkkää sivukiveä.

Vaihtoehto VE2 on samanlainen kuin VE1 lukuun ottamatta rikastushiekka-altaan laajennuksen sijaintia. Rikastushiekka-altaan laajennus toteutetaan vaihtoehdossa VE2 Hanhipetäikön eteläpuolelle. Pintavesiin kohdistuvaan kuormitukseen ei aiheudu kuormataseen mukaisesti eroa altaan sijainnista, ja kuormitus on siten

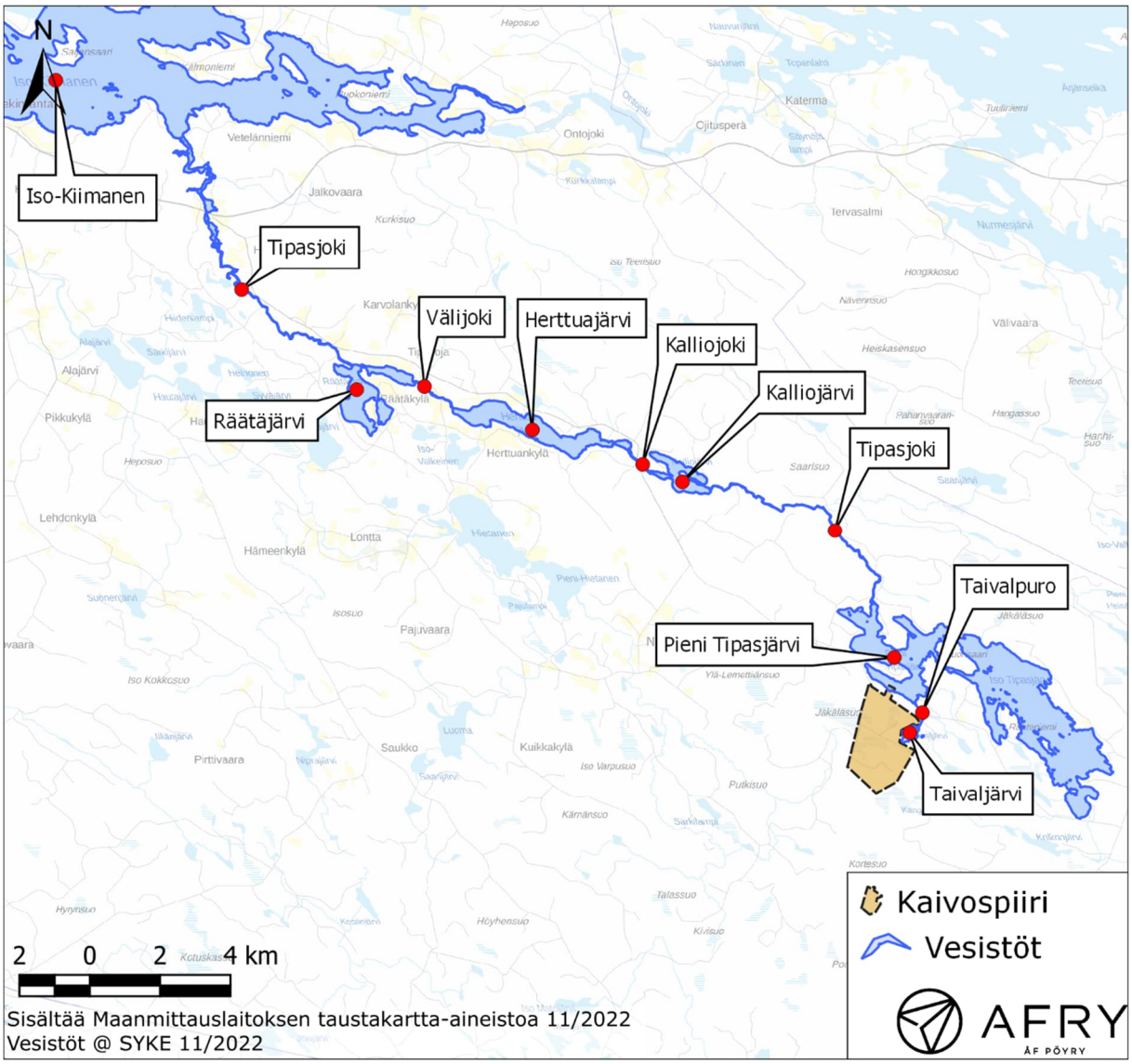
vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 samansuuruinen. Vesistövaikutusarviot tehdään siten seuraavissa kappaleissa vain vaihtoehdolle VE1.

Kuormituksen suuruutta on arvioitu kuormataseessa keskimääräisellä sadannalla ja kerran sadassa vuodessa toistuvalla sadannalla (vrt. vesi- ja kuormatasemallinnus, liite 3). Lisäksi on tarkasteltu kaivostäyttömateriaalin vaikutusta vesistökuormituksen määrään. Eri vaihtoehtojen mukainen kuormitustaseen mukainen kuormitustaso on esitetty taulukossa 14-17. Pääosin kuormitus on eri parametrien osalta pienempää kaivostäyttövaihtoehdolla sivukivi ja rikastushiekka kuin pelkällä sivukivellä. Kerran sadassa vuodessa toistuvana sadantavuotena kuormitus on suurempaa kuin keskimääräisen sadannan vuonna.

Taulukko 14-17. Kokonaiskuormitus vaihtoehdoissa VE0 ja VE1 (=VE2) keskimääräisellä sadannalla (ka) ja kerran sadassa vuodessa toistuvalla sadannalla (1/100) sekä käyttäen kaivostäyttömateriaalina sivukiveä (SK) ja sivukiveä + rikastushiekkaa (SK+RK).

Parametri	Kuormitus VE0	Kuormitus VE1, täyttö SK+RH		Kuormitus VE1, täyttö SK	
	ka sadanta	ka sadanta	runsas sadanta	ka sadanta	runsas sadanta
Al kg/a	124	188	220	202	234
As kg/a	2,95	4,46	6,31	5,58	7,44
Cd kg/a	0,92	1,27	2,03	1,44	2,20
Cl kg/a	7482	12867	17402	11838	16365
Cu kg/a	3	8	10	13	15
Hg kg/a	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
N kg/a	6877	9042	10422	9845	11231
Ni kg/a	6	9	11	13	14
P kg/a	44	112	154	112	154
Pb kg/a	2	13	14	24	24
Sb kg/a	31	68	82	63	77
SO_4 kg/a	133032	214140	270769	245199	302059
Zn kg/a	154	250	444	263	457
Ca kg/a	38734	90018	112404	87008	109372
Na kg/a	8004	11799	15180	11261	14638
K kg/a	12678	25763	33706	25699	33642
Mg kg/a	5110	5697	6241	5280	5820

Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kaivosalueen vedet on tarkoitus johtaa joko nykytilanteen mukaisesti Koivupuron purkureitille tai vaihtoehtoisesti jaetusti Koivupuron (60 %) ja Taivaljärven (40 %) purkureiteille. Koivupurosta vedet laskevat Ollinjoen, Pirttilammen, Pirttijoen ja Nimisenjoen kautta Pieneen-Hietaseen (Kuva 14-17). Pienestä-Hietasesta vedet laskevat useiden järvialtaiden kautta kohti Isoa Sapsojärveä. Taivaljärvestä vedet laskevat Taivalpuroa pitkin Pienen Tipasjärven Olkilahteen. Pienestä Tipasjärvestä vedet virtaavat Tipasjokeen, ja edelleen useiden järvialtaiden kautta kohti Isoa-Kiimasta (Kuva 14-18).



Kuva 14-18. Taivaljärven purkureitti (Tipasjoen vesistöalue).

Vesistövaikutukset Koivupuron purkureitillä, koko kuormitus Koivupuroon

Toiminnan aikaisen vesistökuormituksen vaikutuksia Koivupuron purkureitillä on arvioitu laimennuslaskelmien avulla. Kuormituksen aiheuttamat pitoisuusnousut on laskettu purkureitillä neljässä pisteessä: Koivupurossa (59.874U0024), Ollinjoessa (59.874U0005), Nimisenjoessa (59.874U0001) ja Hietasen luusuassa (59.873.1.001). Vesistöjen keski- ja keskialivirtaamat on laskettu vuosien 2010–2020 ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmän simuloimien päiväkohtaisten virtaamien keskiarvona (Taulukko 14-18) (SYKE 2024 a). Kaivosalueen purkuvesien määrä vaihtelee eri kuormitusskenaarioissa 625 868–739 134 m^3/a. Jos oletetaan, että purkuvedet johdetaan tasaisesti vesistöön, ne lisäävät Koivupuron purkureitillä vesistön virtaamaa noin 0,02 m^3/s tilanteessa, jossa koko kuormitus

johdetaan Koivupuroon. Vastaavasti, jos purkuvesistä 60 % johdetaan Koivupuron reitille, ne lisäävät virtaamaa noin 0,012 m^3/s.

Taulukko 14-18. Koivupuron purkureitin laimennuslaskelmissa käytetyt ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmän simuloimat vuosien 2010–2020 keski (MQ)- ja keskialivirtaamat (MNQ) ilman lisävesiä (SYKE 2024a) sekä tilanteissa, joissa purkuvedet johdetaan joko 100 % tai 60 % Koivupuron reitille.

	Ei lisävesiä		Kuormitus 100 % Koivupuroon		Kuormitus 60 % Koivupuroon	
	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MNQ
Koivupuro	0,069	0,017	0,089	0,037	0,081	0,029
Ollinjoki	0,478	0,115	0,498	0,135	0,490	0,127
Nimisenjoki	1,535	0,365	1,555	0,385	1,547	0,377
Hietanen, luusua	2,459	0,425	2,479	0,445	2,471	0,437

Kuormituksen suuruuteen vaikuttavat sadannan määrä sekä käytettävä kaivostäyttömateriaali. Vesistövaikutuksia on tarkasteltu laimennuslaskelmien avulla taulukossa 14-17 ilmenevissä kuormitustilanteissa. Taulukoissa 14-19 ja 14-20 on esitetty laskennalliset pitoisuusnousut ja taulukoissa 14-21 ja 14-22 vesistön pitoisuudet eri kuormitustilanteissa. Laskennallisessa tarkastelussa on kuormituksen oletettu kohdistuvan tasaisesti vesistöön vuositasolla.

Laskennallisessa tarkastelussa on arvioitu vuoden keskimääräinen pitoisuusnousu sekä pitoisuus vesistössä eri virtaamatilanteissa. Ympäristönlaatunormien (AA-EQS) mahdollisia ylityksiä on tarkasteltu vesistössä keskivirtaamatilanteessa ja hetkellisten maksimipitoisuuksien (MAC-EQS) mahdollisia ylityksiä alivirtaamatilanteessa eri kuormitusvaihtoehdoilla. Kerran sadassa vuodessa tapahtuvan sadannan kuormitustasolla pitoisuusvaikutuksia on tarkasteltu vain keskivirtaamalla. Kokonaisuutena keskimääräistä tilannetta kuvaavia arvioita voidaan pitää luotettavampina kuin hetkellisiä ääritilanteita kuvaavia arvioita. Vesistön taustapitoisuutena on käytetty sekä keskivirtaamalla että keskialivirtaamalla vuosien 2016–2018 keskimääräisiä vedenlaatutuloksia. Tuloksia on käytettävissä suhteellisen niukasti, mikä tuo taustapitoisuuden laskentaan epävarmuutta.

Pitoisuusnousut ovat selvästi suurimmat pelkän sivukiven kaivostäyttövaihtoehdolla. Esimerkiksi typen osalta pitoisuusnousu on Koivupurossa noin 1,4-kertainen keskimääräisen sadannan kuormitustilanteessa ja noin 1,6-kertainen kerran sadassa vuodessa toistuvan sadannan kuormitustilanteessa verrattuna vaihtoehdon VE0 kuormitustason pitoisuusnousuun. Fosforin osalta pitoisuusnousu on typpeä suurempi. Fosforin osalta pitoisuusnousu on noin 2,6-kertainen keskimääräisen sadannan kuormitustilanteessa ja noin 3,5-kertainen kerran sadassa vuodessa toistuvan sadannan kuormitustilanteessa verrattuna vaihtoehdon VE0 kuormitustason pitoisuusnousuun. Lyijyllä pitoisuusnousu on metalleista suurin, ja on

laskennallisesti sekä keskimääräisessä kuormitustilanteessa että kerran sadassa vuodessa toistuvassa kuormitustilanteessa noin 12-kertainen.

Taulukko 14-19. Skenaarion VE1 aiheuttamat pitoisuusnousut keski- ja keskialivirtaamatilanteessa Koivupurossa ja Ollinjoessa keskimääräisellä sadannalla (ka) ja kerran sadassa vuodessa toistuvalla sadannalla (1/100) sekä käyttäen kaivostäyttömateriaalina sivukiveä (SK) ja sivukiveä + rikastushiekkaa (SK+RK). Kuormitus johdetaan kokonaan Koivupuroon.

Koivupuro	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	44,4	108,1	67,2	163,3	78,7	72,1	175,2	83,6
As µg/l	1,1	2,6	1,6	3,9	2,3	2,0	4,8	2,7
Cd µg/l	0,33	0,80	0,45	1,10	0,73	0,51	1,25	0,79
Cl µg/l	2,7	6,5	4,6	11,2	6,2	4,2	10,3	5,8
Cu µg/l	1,2	3,0	2,7	6,6	3,7	4,5	10,9	5,4
Hg µg/l	0,03	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N µg/l	2456,1	5972,2	3229,3	7852,2	3722,1	3516,0	8549,3	4010,9
Ni µg/l	2,3	5,5	3,3	8,0	3,8	4,6	11,1	5,1
P µg/l	15,6	37,8	39,9	97,1	55,0	39,9	96,9	54,9
Pb µg/l	0,7	1,7	4,6	11,2	4,8	8,5	20,6	8,7
Sb µg/l	11,0	26,8	24,4	59,2	29,3	22,6	55,0	27,6
SO_4 mg/l	47,5	115,5	76,5	186,0	96,7	87,6	212,9	107,9
Zn µg/l	54,9	133,5	89,2	216,9	158,5	94,0	228,6	163,3
Ollinjoki	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	7,9	29,3	12,0	44,3	14,0	12,8	47,5	14,9
As µg/l	0,2	0,7	0,3	1,1	0,4	0,4	1,3	0,5
Cd µg/l	0,06	0,22	0,08	0,30	0,13	0,09	0,34	0,14
Cl µg/l	0,5	1,8	0,8	3,0	1,1	0,8	2,8	1,0
Cu µg/l	0,2	0,8	0,5	1,8	0,7	0,8	2,9	1,0
Hg µg/l	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N µg/l	437,6	1620,1	575,4	2130,2	663,2	626,5	2319,3	714,6
Ni µg/l	0,4	1,5	0,6	2,2	0,7	0,8	3,0	0,9
P µg/l	2,8	10,3	7,1	26,3	9,8	7,1	26,3	9,8
Pb µg/l	0,13	0,5	0,8	3,0	0,9	1,5	5,6	1,6
Sb µg/l	2,0	7,3	4,3	16,1	5,2	4,0	14,9	4,9
SO_4 mg/l	8,5	31,3	13,6	50,4	17,2	15,6	57,8	19,2
Zn µg/l	9,8	36,2	15,9	58,8	28,2	16,8	62,0	29,1

Taulukko 14-20. Skenaarion VE1 aiheuttamat pitoisuusnousut keski- ja keskialivirtaamatilanteessa Nimisenjoessa ja Hietasen luusuassa keskimääräisellä sadannalla (ka) ja kerran sadassa vuodessa toistuvalla sadannalla (1/100) sekä käyttäen kaivostäyttömateriaalina sivukiveä (SK) ja sivukiveä + rikastushiekkaa (SK+RK). Kuormitus johdetaan kokonaan Koivupuroon.

Nimisenjoki	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	2,5	10,2	3,8	15,5	4,5	4,1	16,6	4,8
As µg/l	0,1	0,2	0,1	0,4	0,1	0,1	0,5	0,2
Cd µg/l	0,02	0,08	0,03	0,10	0,04	0,03	0,12	0,04
Cl µg/l	0,2	0,6	0,3	1,1	0,4	0,2	1,0	0,3
Cu µg/l	0,1	0,3	0,2	0,6	0,2	0,3	1,0	0,3
Hg µg/l	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N µg/l	140,2	566,2	184,4	744,5	212,5	200,8	810,6	229,0
Ni µg/l	0,1	0,5	0,2	0,8	0,2	0,3	1,1	0,3
P µg/l	0,9	3,6	2,3	9,2	3,1	2,3	9,2	3,1
Pb µg/l	0,04	0,2	0,3	1,1	0,3	0,5	2,0	0,5
Sb µg/l	0,6	2,5	1,4	5,6	1,7	1,3	5,2	1,6
SO_4 mg/l	2,7	11,0	4,4	17,6	5,5	5,0	20,2	6,2
Zn µg/l	3,1	12,7	5,1	20,6	9,1	5,4	21,7	9,3
Hietanen, luusua	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	1,6	8,9	2,4	13,4	2,8	2,6	14,4	3,0
As µg/l	0,04	0,21	0,06	0,32	0,08	0,07	0,40	0,10
Cd µg/l	0,01	0,07	0,02	0,09	0,03	0,02	0,10	0,03
Cl µg/l	0,1	0,5	0,2	0,9	0,2	0,2	0,8	0,2
Cu µg/l	0,04	0,24	0,10	0,54	0,13	0,16	0,89	0,19
Hg µg/l	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N µg/l	88,0	490,5	115,7	644,9	133,3	125,9	702,2	143,7
Ni µg/l	0,08	0,46	0,12	0,65	0,14	0,16	0,91	0,18
P µg/l	0,6	3,1	1,4	8,0	2,0	1,4	8,0	2,0
Pb µg/l	0,03	0,14	0,16	0,92	0,17	0,30	1,69	0,31
Sb µg/l	0,4	2,2	0,9	4,9	1,1	0,8	4,5	1,0
SO_4 mg/l	1,7	9,5	2,7	15,3	3,5	3,1	17,5	3,9
Zn µg/l	2,0	11,0	3,2	17,8	5,7	3,4	18,8	5,8

Kuormituksen kohdistuessa kokonaisuudessaan Koivupuron purkureitille, vesistövaikutukset ovat laskennallisen tarkastelun perusteella Koivupurossa voimakkaat. Ravinnetaso kohoaa merkittävästi etenkin kokonaistypen, mutta myös kokonaisfosforin osalta. Keskimääräisen sadantatilanteen kuormitustasolla, kaivostäyttömateriaalina sivukivi ja rikastushiekka kokonaistypen pitoisuustaso on laskennallisesti keskivirtaamatilanteessa Koivupurossa noin 3900 µg/l ja keskialivirtaamatilanteessa noin 8500 µg/l. Kokonaisfosforin pitoisuustaso on vastaavasti

keskivirtaamatilanteessa laskennallisesti Koivupurossa noin 60 µg/l ja keskialivirtaamatilanteessa noin 120 µg/l. On kuitenkin huomattava, että laskennallinen tarkastelu ei huomioi aineiden sedimentaatiota tai sitoutumista kasvillisuuteen eikä typen osalta denitrifioitumista. Vesistötarkkailun tuloksiin verrattuna keskimääräinen laskennallinen fosforipitoisuus on samaa suuruusluokkaa kuin vesistötarkkailussa mitattu pitoisuus, mutta alivirtaamalla pitoisuustaso on pienempi kuin vesistötarkkailussa mitatut maksimipitoisuudet. Kuten edellä todettiinkin, keskialivirtaamalla laskennallisiin pitoisuuksiin liittyy enemmän epävarmuutta. Typen osalta laskennallinen pitoisuus on sekä keskimäärin että alivirtaamatilanteessa bioreaktorin käyttöönoton vuoksi pienempi kuin vesistötarkkailun perusteella.

Ravinnetaso on Ollinjoessakin selvästi luonnontasoa suurempi, vaikka laimennusolosuhteet ovat jo selvästi paremmat kuin Koivupurossa. Hietasen luusuassa ravinnetaso on selvästi pienempi, ja on kokonaistypen osalta laskennallisesti keskivirtaamatilanteessa noin 580 µg/l ja kokonaisfosforin osalta noin 20 µg/l. Pienen Hietasen - Hietasen vesimuodostuma on luokiteltu erinomaiseen ekologiseen tilaan, jonka luokkarajat kokonaistypen ja kokonaisfosforin osalta ovat 590 µg N/l ja 30 µg P/l. Laskennallisen tarkastelun perusteella veden keskimääräiset kokonaistyppi- ja fosforipitoisuudet eivät vuositasolla ylittäisi Hietasen luusuassa keskimääräisessä sadantatilanteessa ja kaivostäyttömateriaalina sivukivi ja rikastushiekka ekologisen luokituksen luokkarajoja. Kerran sadassa vuodessa tapahtuvan sadannan kuormitustilanteessa sen sijaan kokonaistypen osalta vuoden keskimääräinen pitoisuus voi laskennallisesti ylittää luokkarajan. Käytettäessä kaivostäyttömateriaalina pelkkää sivukiveä, kuormitustaso on suurempi kuin käytettäessä sekä sivukiveä että rikastushiekkaa. Sivukivitäytöllä Hietasen luusuan vuoden keskimääräinen kokonaistyppipitoisuus voi ylittää ekologisen luokituksen luokkarajan sekä keskimääräisessä että kerran sadassa vuodessa tapahtuvan sadannan kuormitustilanteessa.

Vesistössä suolaantumista aiheuttavista ioneista vesistöön päätyy purkuvesien mukana eniten sulfaattia, mutta myös kloridia, natriumia, kalsiumia, kaliumia ja magnesiumia (Taulukko 14-17). Sulfaattipitoisuudet kohoavat Koivupurossa laskennallisen tarkastelun perusteella keskimäärin suuriksi. Keskivirtaamalla sulfaatin pitoisuustaso vaihtelee eri kuormitustilanteissa välillä 109–141 mg/l. Sulfaatille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 39 mg/l) ylittyy Koivupurossa molemmissa sadantatilanteissa ja molemmilla täyttövaihtoehdoilla vesistön keskivirtaamatilanteessa. Sulfaatille ehdotettu hetkellinen maksimipitoisuus (MAC-EQS, 279 mg/l) ei ylity laskennallisesti keskimääräisen sadannan kuormitustilanteessa vesistön alivirtaamalla kummassakaan täyttövaihtoehdossa. Koivupuro ei ole voimassa olevan ympäristölupapäätöksen mukaan vesilain mukainen virtaavan vesistön osa, eikä siihen siten sovelleta valtioneuvoston asetuksen (868/2010) 6 §:ssä tarkoitettua ympäristölaatunormia koskevia säännöksiä.

Ollinjoessa sulfaatin pitoisuustaso (19,3–24,9 mg/l) jää laskennallisesti eri kuormitusvaihtoehdoilla keskivirtaamalla selvästi pienemmäksi kuin Koivupurossa, eikä ylitä sulfaatille ehdotettua ympäristönlaatunormia keskivirtaamalla tai hetkellistä maksimipitoisuutta keskialivirtaamalla millään kuormitusvaihtoehdolla. Hietasen luusuassa sulfaatin pitoisuustaso vaihtelee eri kuormitustilanteissa keskivirtaamalla 4,5–5,6 mg/l ja keskimääräisen sadannan kuormitustilanteessa keskialivirtaamalla 17,0–19,2 mg/l. Laskennalliset sulfaattipitoisuudet arvioidaan pieniksi, eikä niiden arvioida aiheuttavan vaikutuksia Pienen Hietasen tai Hietasen kerrosteisuusolosuhteisiin.

Metallipitoisuuksien osalta merkittävimmät vesistövaikutukset todetaan arseenin, kadmiumin, lyijyn ja sinkin osalta. Arseenin pitoisuusnousu ylittää Koivupurossa Ruotsin sisävesien liukoisen arseenin pitoisuusnousulle asetetun hyvän fysikaaliskemiallisen tilan raja-arvon (0,5 µg/l) molemmissa sadantatilanteissa ja molemmilla kaivostäyttövaihtoehdoilla. Arseenille asetettu hetkellinen maksimipitoisuus (7,9 µg/l) ei sen sijaan laskennallisesti ylittyisi tarkastelluissa alivirtaamatilanteissa. Ollinjoessa laskennalliset pitoisuusnousut alittavat asetetut ruotsalaiset raja-arvot. Vastaavaa pitoisuusrajaa liukoiselle arseenille ei ole asetettu Suomessa. Euroopan kemikaaliviraston arvioima suurin haitaton arseenin pitoisuus (ns. PNEC-arvo) on sisävesille pitkäaikaisessa altistuksessa 5,6 µg/l, joka ei ylity missään kuormitusvaihtoehdossa keskivirtaamalla Koivupurossa eikä sen alapuolisissa vesistöissä.

Kadmiumin taustapitoisuuden huomioiva ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 0,17 µg/l, luokka 4) ylittyy Koivupurossa molemmissa sadantatilanteissa ja molemmilla täyttövaihtoehdoilla vesistön keskivirtaamatilanteessa. Hetkellinen suurin sallittu maksimipitoisuus ylittyy Koivupurossa kaikissa kuormitusvaihtoehdoissa (MAC-EQS, 0,9 µg/l, luokka 4). Ollinjoessa kadmiumin taustapitoisuuden huomioiva ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 0,1 µg/l, luokat 1 ja 2) ylittyy laskennallisesti molemmilla täyttövaihtoehdoilla kerran sadassa vuodessa tapahtuvan sadannan kuormitustilanteessa. Ollinjoessa hetkellinen maksimipitoisuus ei ylity millään kuormitusvaihtoehdolla (MAC-EQS, 0,45 µg/l, luokat 1 ja 2). Nimisenjoessa ja Hietasen luusuassa kadmiumin ympäristönlaatunormi tai hetkellinen maksimipitoisuus eivät ylity millään kuormitusvaihtoehdolla.

Biosaatavan lyijyn ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 1,7 µg/l) ei ylity Koivupurossa eikä sen alapuolisissa vesistöissä. Sen sijaan liukoiselle lyijylle asetettu hetkellinen maksimipitoisuus (MAC-EQS, 14 µg/l) voi laskennallisesti ylittyä pelkän sivukiven täyttövaihtoehtoilla Koivupurossa keskialivirtaamatilanteessa. Ollinjoessa ja sen alapuolisessa vesistössä ympäristönlaatunormi ja hetkellinen maksimipitoisuus eivät laskennallisesti ylity.

Biosaatavalle sinkille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 14,4 µg/l) ylittyy Koivupurossa molemmissa sadantatilanteissa ja molemmilla täyttövaihtoehdoilla

keskivirtaamatilanteessa. Ollinjoessa, Nimisenjoessa ja Hietasen luusuassa biosaatavan sinkin ehdotettu ympäristönlaatunormi ei laskennallisesti ylity.

Taustapitoisuuden huomioivan biosaatavan nikkelin (AA-EQS, 5 µg/l) ympäristönlaatunormi sekä biosaatavalle kuparille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 1,1 µg/l) eivät ylity Koivupurossa eivätkä sen alapuolisessa vesistössä millään kuormitusvaihtoehdolla keskivirtaamatilanteessa. Liukoisen elohopean (MAC-EQS, 0,07 µg/l) ja liukoisen nikkelin (MAC-EQS, 34 µg/l) hetkelliset suurimmat sallitut maksimipitoisuudet eivät ylity keskialivirtaamalla.

Antimonille ei ole asetettu suomalaista ympäristönlaatunormia tai ruotsalaisia ohjearvoja. Euroopan kemikaaliviraston arvioima suurin haitaton antimonin pitoisuus (ns. PNEC-arvo) on sisävesille pitkäaikaisessa altistuksessa 113 µg/l, joka ei ylity missään kuormitusvaihtoehdossa keskivirtaamalla Koivupurossa eikä sen alapuolisissa vesistöissä.

Taulukko 14-21. Koivupuron ja Ollinjoen pitoisuudet (=tausta+pitoisuusnousu) keski- ja keskialivirtaamatilanteessa skenaariossa VE1 keskimääräisellä sadannalla (ka) ja kerran sadassa vuodessa toistuvalla sadannalla (1/100) sekä käyttäen kaivostäyttömateriaalina sivukiveä (SK) ja sivukiveä + rikastushiekkaa (SK+RK). Kuormitus johdetaan kokonaan Koivupuroon.

Koivupuro	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	274,4	338,1	297,2	393,3	308,7	302,1	405,2	313,6
As µg/l	2,0	3,5	2,6	4,8	3,2	3,0	5,8	3,6
Cd µg/l	0,35	0,82	0,48	1,13	0,75	0,54	1,27	0,81
Cl µg/l	3,9	7,7	5,8	12,4	7,4	5,5	11,5	7,1
Cu µg/l	1,6	3,4	3,1	7,0	4,1	4,9	11,3	5,8
Hg µg/l	0,05	0,09	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
N µg/l	3110,4	6626,5	3883,6	8506,5	4376,4	4170,3	9203,6	4665,2
Ni µg/l	2,9	6,2	3,9	8,6	4,4	5,2	11,8	5,7
P µg/l	37,7	60,0	62,1	119,3	77,1	62,0	119,1	77,0
Pb µg/l	1,2	2,2	5,1	11,7	5,3	9,0	21,1	9,2
Sb µg/l	11,6	27,4	25,0	59,8	30,0	23,3	55,6	28,2
SO_4 mg/l	80,4	148,4	109,3	218,8	129,6	120,4	245,8	140,7
Zn µg/l	59,8	138,4	94,1	221,8	163,4	98,9	233,5	168,2
Ollinjoki	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	246,8	268,2	250,8	283,2	252,9	251,7	286,4	253,8
As µg/l	0,6	1,1	0,7	1,5	0,8	0,8	1,8	0,9
Cd µg/l	0,07	0,23	0,09	0,31	0,14	0,10	0,35	0,15
Cl µg/l	1,1	2,4	1,4	3,7	1,7	1,4	3,4	1,7
Cu µg/l	0,6	1,1	0,8	2,1	1,0	1,1	3,3	1,3
Hg µg/l	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N µg/l	1037,6	2220,1	1175,4	2730,2	1263,2	1226,5	2919,3	1314,6
Ni µg/l	1,0	2,1	1,2	2,8	1,3	1,4	3,6	1,5
P µg/l	37,0	44,5	41,3	60,5	44,0	41,3	60,5	44,0
Pb µg/l	0,5	0,8	1,2	3,4	1,2	1,9	5,9	1,9
Sb µg/l	2,0	7,4	4,4	16,1	5,3	4,1	15,0	5,0
SO_4 mg/l	14,1	37,0	19,3	56,1	22,9	21,3	63,4	24,9
Zn µg/l	12,9	39,3	19,0	61,9	31,3	19,9	65,1	32,2

Taulukko 14-22. Nimisenjoen ja Hietasen luusuan pitoisuudet (=tausta+pitoisuusnousu) keski- ja keskialivirtaamatilanteessa skenaariossa VE1 keskimääräisellä sadannalla (ka) ja kerran sadassa vuodessa toistuvalla sadannalla (1/100) sekä käyttäen kaivostäyttömateriaalina sivukiveä (SK) ja sivukiveä + rikastushiekkaa (SK+RK). Kuormitus johdetaan kokonaan Koivupuroon.

Nimisenjoki	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	257,5	265,2	258,8	270,5	259,5	259,1	271,6	259,8
As µg/l	0,5	0,6	0,5	0,8	0,5	0,5	0,8	0,5
Cd µg/l	0,03	0,09	0,04	0,11	0,05	0,04	0,13	0,05
Cl µg/l	0,6	1,1	0,7	1,5	0,8	0,7	1,5	0,8
Cu µg/l	0,5	0,8	0,6	1,1	0,7	0,7	1,5	0,8
Hg µg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
N µg/l	635,2	1061,2	679,4	1239,5	707,5	695,8	1305,6	724,0
Ni µg/l	0,9	1,3	1,0	1,5	1,0	1,0	1,8	1,1
P µg/l	30,4	33,1	31,8	38,7	32,6	31,8	38,7	32,6
Pb µg/l	0,3	0,4	0,5	1,3	0,5	0,7	2,2	0,7
Sb µg/l	0,7	2,6	1,4	5,7	1,7	1,3	5,3	1,6
SO_4 mg/l	4,7	12,9	6,3	19,6	7,5	7,0	22,1	8,1
Zn µg/l	6,6	16,2	8,6	24,1	12,6	8,9	25,2	12,8
Hietanen, luusua	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	249,3	256,6	250,1	261,1	250,5	250,3	262,1	250,7
As µg/l	0,31	0,48	0,33	0,59	0,35	0,35	0,67	0,37
Cd µg/l	0,03	0,08	0,03	0,11	0,04	0,03	0,12	0,04
Cl µg/l	0,7	1,1	0,7	1,5	0,8	0,7	1,4	0,8
Cu µg/l	0,69	0,89	0,75	1,19	0,78	0,81	1,54	0,84
Hg µg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
N µg/l	555,1	957,7	582,8	1112,1	600,5	593,1	1169,3	610,8
Ni µg/l	0,84	1,21	0,87	1,41	0,89	0,92	1,67	0,94
P µg/l	21,0	23,5	21,8	28,4	22,4	21,8	28,4	22,4
Pb µg/l	0,23	0,35	0,37	1,12	0,38	0,51	1,90	0,52
Sb µg/l	0,4	2,3	0,9	4,9	1,1	0,9	4,6	1,0
SO_4 mg/l	3,5	11,2	4,5	17,0	5,2	4,9	19,2	5,6
Zn µg/l	4,9	13,9	6,1	20,8	8,6	6,3	21,7	8,8

Vesistövaikutukset Koivupuron purkureitillä, 60 % kuormituksesta Koivupuroon

Toiminnan aikaisen vesistökuormituksen vaikutuksia Koivupuron purkureitillä on arvioitu laimennuslaskelmien avulla. Kuormituksen aiheuttamat pitoisuusnousut on laskettu purkureitillä neljässä pisteessä: Koivupurossa (59.874U0024), Ollinjoessa (59.874U0005), Nimisenjoessa (59.874U0001) ja Hietasen luusuassa (59.873.1.001). Vesistöjen keski- ja keskialivirtaamat on laskettu vuosien 2010–2020 ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmän simuloimien päiväkohtaisten

virtaamien keskiarvona (Taulukko 14-18). Kaivosalueen purkuvesien määrä vaihtelee eri kuormitusskenaarioissa 625 868–739 134 m^3/a. Jos oletetaan, että purkuvedet johdetaan tasaisesti vesistöön, ne lisäävät Koivupuron purkureitin suunnalla vesistön virtaamaa noin 0,012 m^3/s tilanteessa, jossa kuormituksesta johdetaan 60 % Koivupuroon.

Kuormituksen suuruuteen vaikuttavat sadannan määrä sekä kaivostäyttömateriaali. Vesistövaikutuksia on tarkasteltu laimennuslaskelmien avulla taulukossa 14-17 ilmenevissä kuormitustilanteissa. Taulukoissa huomioivan biosaatavan nikkelin (AA-EQS, 5 µg/l) ympäristönlaatunormi sekä biosaatavalle kuparille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 1,1 µg/l) eivät ylity Koivupurossa eivätkä sen alapuolisessa vesistössä millään kuormitusvaihtoehdolla keskivirtaamatilanteessa. Liukoisen elohopean (MAC-EQS, 0,07 µg/l) ja liukoisen nikkelin (MAC-EQS, 34 µg/l) hetkelliset suurimmat sallitut maksimipitoisuudet eivät ylity laskennallisesti keskialivirtaamalla.

Antimonille ei ole asetettu suomalaista ympäristönlaatunormia tai ruotsalaisia ohjearvoja. Euroopan kemikaaliviraston arvioima suurin haitaton antimonin pitoisuus (ns. PNEC-arvo) on sisävesille pitkäaikaisessa altistuksessa 113 µg/l, joka ei ylity missään kuormitusvaihtoehdossa keskivirtaamalla Koivupurossa eikä sen alapuolisissa vesistöissä.

Taulukoissa 14-23 ja 14-24 on esitetty laskennalliset pitoisuusnousut ja taulukoissa 14-25 ja 14-26 vesistön pitoisuudet. Laskennallisessa tarkastelussa on kuormituksen oletettu kohdistuvan tasaisesti vesistöön vuositasolla. Vesistön taustapitoisuutena on käytetty vuosien 2016–2018 keskimääräisiä vedenlaatutuloksia. Tuloksia on käytettävissä suhteellisen niukasti, mikä tuo taustapitoisuuden laskentaan epävarmuutta.

Laskennallisessa tarkastelussa on arvioitu vuoden keskimääräinen pitoisuusnousu sekä pitoisuus vesistössä eri virtaamatilanteissa. Ympäristönlaatunormien (AA-EQS) mahdollisia ylityksiä on tarkasteltu vesistössä keskivirtaamatilanteessa ja hetkellisten maksimipitoisuuksien (MAC-EQS) mahdollisia ylityksiä alivirtaamatilanteessa eri kuormitusvaihtoehdoilla. Kerran sadassa vuodessa tapahtuvan sadannan kuormitustasolla pitoisuusvaikutuksia on tarkasteltu vain keskivirtaamalla. Kokonaisuutena keskimääräistä tilannetta kuvaavia arvioita voidaan pitää luotettavampina kuin hetkellisiä ääritilanteita kuvaavia arvioita.

Pitoisuusnousut ovat myös tässä vesienjohtamisvaihtoehdossa selvästi suurimmat pelkän sivukiven kaivostäyttövaihtoehdolla. Typen osalta pitoisuusnousu on Koivupurossa noin 0,9-kertainen keskimääräisen sadannan kuormitustilanteessa ja noin 1,1-kertainen kerran sadassa vuodessa toistuvan sadannan kuormitustilanteessa verrattuna vaihtoehdon VE0 kuormitustason pitoisuusnousuun. Fosforin osalta pitoisuusnousu on typpeä suurempi. Fosforin osalta pitoisuusnousu on noin 1,7-kertainen keskimääräisen sadannan kuormitustilanteessa ja noin 2,3-

kertainen kerran sadassa vuodessa toistuvan sadannan kuormitustilanteessa verrattuna vaihtoehdon VE0 kuormitustason pitoisuusnousuun. Lyijyllä pitoisuusnousu on metalleista suurin, ja on laskennallisesti sekä keskimääräisessä kuormitustilanteessa että kerran sadassa vuodessa toistuvassa kuormitustilanteessa noin 8-kertainen.

Vesistövaikutukset jäävät Koivupuron reitillä luonnollisesti vähäisemmiksi vaihtoehdossa, jossa reitille johdetaan 60 % kokonaiskuormituksesta. Keskimääräisen sadantatilanteen kuormitustasolla, kaivostäyttömateriaalina sivukivi ja rikastushiekka kokonaistypen pitoisuustaso on laskennallisesti keskivirtaamatilanteessa Koivupurossa noin 2800 µg/l ja keskialivirtaamatilanteessa noin 6700 µg/l. Kokonaisfosforin pitoisuustaso on vastaavasti keskivirtaamatilanteessa laskennallisesti Koivupurossa noin 50 µg/l ja keskialivirtaamatilanteessa noin 100 µg/l. Ravinnetaso on laskennallisesti vesistössä Koivupurossa edellä mainitulla kuormitusskenaariolla typen osalta hiukan pienempi ja fosforin osalta hiukan suurempi kuin vaihtoehdossa VE0.

Ravinnetaso on Ollinjoessakin luonnontasoa suurempi, vaikka laimennusolosuhteet ovat jo selvästi paremmat kuin Koivupurossa. Hietasen luusuassa ravinnetaso jää selvästi pienemmäksi ja on keskimääräisen sadantatilanteen kuormitustasolla, kaivostäyttömateriaalina sivukivi ja rikastushiekka kokonaistypen osalta laskennallisesti keskivirtaamatilanteessa noin 540 µg/l ja kokonaisfosforin osalta noin 20 µg/l. Pienen Hietasen - Hietasen vesimuodostuma on luokiteltu erinomaiseen ekologiseen tilaan, jonka luokkarajat kokonaistypen ja kokonaisfosforin osalta ovat 590 µg N/l ja 30 µg P/l. Laskennallisen tarkastelun perusteella Hietasen luusuan vuoden keskimääräiset kokonaistyppi- ja fosforipitoisuudet eivät ylittäisi ekologisen luokituksen luokkarajoja millään kuormitusvaihtoehdolla. Hetkellisesti voidaan todeta luokkarajoja ylittäviä pitoisuuksia.

Sulfaattipitoisuudet kohoavat Koivupurossa laskennallisen tarkastelun perusteella keskimäärin suuriksi. Keskivirtaamalla sulfaatin pitoisuustaso vaihtelee eri kuormitustilanteissa välillä 83–104 mg/l. Sulfaatille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 39 mg/l) ylittyy Koivupurossa molemmissa sadantatilanteissa ja molemmilla täyttövaihtoehdoilla vesistön keskivirtaamatilanteessa. Sulfaatille ehdotettu hetkellinen maksimipitoisuus (MAC-EQS, 279 mg/l) ei ylity laskennallisesti keskimääräisen sadannan kuormitustilanteessa vesistön alivirtaamalla kummassakaan täyttövaihtoehdossa. Koivupuro ei ole voimassa olevan ympäristölupapäätöksen mukaan vesilain mukainen virtaavan vesistön osa, eikä siihen siten sovelleta valtioneuvoston asetuksen (868/2010) 6 §:ssä tarkoitettua ympäristölaatunormia koskevia säännöksiä.

Ollinjoessa sulfaatin pitoisuustaso (14,0–17,4 mg/l) jää laskennallisesti eri kuormitusvaihtoehdoilla keskivirtaamalla selvästi pienemmiksi kuin Koivupurossa, eikä ylitä sulfaatille ehdotettua ympäristönlaatunormia keskivirtaamalla tai hetkellistä

maksimipitoisuutta keskialivirtaamalla millään kuormitusvaihtoehdolla. Hietasen luusuassa sulfaatin pitoisuudet vaihtelevat eri kuormitustilanteissa keskivirtaamalla 3,6–4,1 mg/l ja keskimääräisen sadannan kuormitustilanteessa keskialivirtaamalla 11,1–12,4 mg/l. Laskennalliset sulfaattipitoisuudet arvioidaan pieniksi, eikä niiden arvioida aiheuttavan vaikutuksia Pienen Hietasen tai Hietasen kerrosteisuusolosuhteisiin.

Metallipitoisuuksien osalta merkittävimmät vesistövaikutukset todetaan arseenin, kadmiumin, lyijyn ja sinkin osalta. Arseenin pitoisuusnousu ylittää Koivupurossa Ruotsin sisävesien liukoisen arseenin pitoisuusnousulle asetetun hyvän fysikaaliskemiallisen tilan raja-arvon (0,5 µg/l) molemmissa sadantatilanteissa ja molemmilla kaivostäyttövaihtoehdoilla. Arseenille asetettu hetkellinen maksimipitoisuus (7,9 µg/l) ei sen sijaan laskennallisesti ylittyisi tarkastelluissa alivirtaamatilanteissa. Ollinjoessa ja sen alapuolisessa vesistössä laskennalliset pitoisuusnousut alittavat asetetut ruotsalaiset raja-arvot. Euroopan kemikaaliviraston arvioima suurin haitaton arseenin pitoisuus (ns. PNEC-arvo) on sisävesille pitkäaikaisessa altistuksessa 5,6 µg/l, joka ei ylity missään kuormitusvaihtoehdossa keskivirtaamalla Koivupurossa eikä sen alapuolisissa vesistöissä.

Kadmiumin taustapitoisuuden huomioiva ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 0,17 µg/l, luokka 4) ylittyy Koivupurossa molemmissa sadantatilanteissa ja molemmilla täyttövaihtoehdoilla vesistön keskivirtaamatilanteessa. Myös hetkellinen suurin sallittu maksimipitoisuus (MAC-EQS, 0,9 µg/l, luokka 4) ylittyy lukuun ottamatta keskimääräisen sadannan kuormitustilanteen alivirtaamatilannetta. Ollinjoessa ja sen alapuolisissa vesistössä kadmiumin ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 0,1 µg/l, luokat 1 ja 2) tai hetkellinen maksimipitoisuus (MAC-EQS, 0,45 µg/l, luokat 1 ja 2) eivät ylity millään kuormitusvaihtoehdolla.

Biosaatavan lyijyn ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 1,7 µg/l) ei ylity Koivupurossa eikä sen alapuolisessa vesistössä. Sen sijaan liukoiselle lyijylle asetettu hetkellinen maksimipitoisuus (MAC-EQS, 14 µg/l) voi laskennallisesti ylittyä pelkän sivukiven täyttövaihtoehtoilla Koivupurossa keskialivirtaamatilanteessa. Alempana vesistössä hetkellinen maksimipitoisuus ei laskennallisesti ylity.

Biosaatavalle sinkille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 14,4 µg/l) ylittyy Koivupurossa molemmissa sadantatilanteissa ja molemmilla täyttövaihtoehdoilla keskivirtaamatilanteessa. Ollinjoessa, Nimisenjoessa ja Hietasen luusuassa biosaatavan sinkin ehdotettu ympäristönlaatunormi ei laskennallisesti ylity.

Taustapitoisuuden huomioivan biosaatavan nikkelin (AA-EQS, 5 µg/l) ympäristönlaatunormi sekä biosaatavalle kuparille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 1,1 µg/l) eivät ylity Koivupurossa eivätkä sen alapuolisessa vesistössä millään kuormitusvaihtoehdolla keskivirtaamatilanteessa. Liukoisen elohopean (MAC-EQS, 0,07 µg/l) ja liukoisen nikkelin (MAC-EQS, 34 µg/l) hetkelliset suurimmat sallitut maksimipitoisuudet eivät ylity laskennallisesti keskialivirtaamalla.

Antimonille ei ole asetettu suomalaista ympäristönlaatunormia tai ruotsalaisia ohjearvoja. Euroopan kemikaaliviraston arvioima suurin haitaton antimonin pitoisuus (ns. PNEC-arvo) on sisävesille pitkäaikaisessa altistuksessa 113 µg/l, joka ei ylity missään kuormitusvaihtoehdossa keskivirtaamalla Koivupurossa eikä sen alapuolisissa vesistöissä.

Taulukko 14-23. Skenaarion VE1 aiheuttamat pitoisuusnousut keski- ja keskialivirtaamatilanteessa Koivupurossa ja Ollinjoessa keskimääräisellä sadannalla (ka) ja kerran sadassa vuodessa toistuvalla sadannalla (1/100) sekä käyttäen kaivostäyttömateriaalina sivukiveä (SK) ja sivukiveä + rikastushiekkaa (SK+RK). Kuormituksesta 60 % johdetaan Koivupuroon.

Koivupuro	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	44,4	108,1	44,3	125,5	51,9	47,5	134,6	55,1
As µg/l	1,1	2,6	1,1	3,0	1,5	1,3	3,7	1,8
Cd µg/l	0,33	0,80	0,30	0,85	0,48	0,34	0,96	0,52
Cl µg/l	2,7	6,5	3,0	8,6	4,1	2,8	7,9	3,9
Cu µg/l	1,2	3,0	1,8	5,1	2,4	2,9	8,4	3,6
Hg µg/l	0,03	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N µg/l	2456,1	5972,2	2129,4	6033,1	2454,4	2318,5	6568,7	2644,9
Ni µg/l	2,3	5,5	2,2	6,1	2,5	3,0	8,6	3,4
P µg/l	15,6	37,8	26,3	74,6	36,2	26,3	74,5	36,2
Pb µg/l	0,7	1,7	3,0	8,6	3,2	5,6	15,8	5,8
Sb µg/l	11,0	26,8	16,1	45,5	19,3	14,9	42,3	18,2
SO_4 mg/l	47,5	115,5	50,4	142,9	63,8	57,7	163,6	71,1
Zn µg/l	54,9	133,5	58,8	166,7	104,5	62,0	175,6	107,7
Ollinjoki	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	7,9	29,3	7,3	28,3	8,5	7,8	30,3	9,1
As µg/l	0,2	0,7	0,2	0,7	0,2	0,2	0,8	0,3
Cd µg/l	0,06	0,22	0,05	0,19	0,08	0,06	0,22	0,09
Cl µg/l	0,5	1,8	0,5	1,9	0,7	0,5	1,8	0,6
Cu µg/l	0,2	0,8	0,3	1,1	0,4	0,5	1,9	0,6
Hg µg/l	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N µg/l	437,6	1620,1	350,9	1358,9	404,4	382,0	1479,5	435,8
Ni µg/l	0,4	1,5	0,4	1,4	0,4	0,5	1,9	0,6
P µg/l	2,8	10,3	4,3	16,8	6,0	4,3	16,8	6,0
Pb µg/l	0,13	0,5	0,5	1,9	0,5	0,9	3,6	0,9
Sb µg/l	2,0	7,3	2,6	10,2	3,2	2,5	9,5	3,0
SO_4 mg/l	8,5	31,3	8,3	32,2	10,5	9,5	36,8	11,7
Zn µg/l	9,8	36,2	9,7	37,5	17,2	10,2	39,6	17,7

Taulukko 14-24. Skenaarion VE1 aiheuttamat pitoisuusnousut keski- ja keskialivirtaamatilanteessa Nimisenjoessa ja Hietasen luusuassa keskimääräisellä sadannalla (ka) ja kerran sadassa vuodessa toistuvalla sadannalla (1/100) sekä käyttäen kaivostäyttömateriaalina sivukiveä (SK) ja sivukiveä + rikastushiekkaa (SK+RK). Kuormituksesta 60 % johdetaan Koivupuroon.

Nimisenjoki	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	2,5	10,2	2,3	9,5	2,7	2,5	10,2	2,9
As µg/l	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1
Cd µg/l	0,02	0,08	0,02	0,06	0,03	0,02	0,07	0,03
Cl µg/l	0,2	0,6	0,2	0,6	0,2	0,1	0,6	0,2
Cu µg/l	0,1	0,3	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	0,2
Hg µg/l	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N µg/l	140,2	566,2	111,2	456,2	128,2	121,1	496,7	138,1
Ni µg/l	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,2	0,6	0,2
P µg/l	0,9	3,6	1,4	5,6	1,9	1,4	5,6	1,9
Pb µg/l	0,04	0,2	0,2	0,6	0,2	0,3	1,2	0,3
Sb µg/l	0,6	2,5	0,8	3,4	1,0	0,8	3,2	1,0
SO_4 mg/l	2,7	11,0	2,6	10,8	3,3	3,0	12,4	3,7
Zn µg/l	3,1	12,7	3,1	12,6	5,5	3,2	13,3	5,6
Hietanen, luusua	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	1,6	8,9	1,4	8,2	1,7	1,6	8,8	1,8
As µg/l	0,04	0,21	0,03	0,19	0,05	0,04	0,24	0,06
Cd µg/l	0,01	0,07	0,01	0,06	0,02	0,01	0,06	0,02
Cl µg/l	0,1	0,5	0,1	0,6	0,1	0,1	0,5	0,1
Cu µg/l	0,04	0,24	0,06	0,33	0,08	0,10	0,55	0,12
Hg µg/l	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N µg/l	88,0	490,5	69,6	394,1	80,2	75,8	429,0	86,5
Ni µg/l	0,08	0,46	0,07	0,40	0,08	0,10	0,56	0,11
P µg/l	0,6	3,1	0,9	4,9	1,2	0,9	4,9	1,2
Pb µg/l	0,03	0,14	0,10	0,56	0,10	0,18	1,03	0,19
Sb µg/l	0,4	2,2	0,5	3,0	0,6	0,5	2,8	0,6
SO_4 mg/l	1,7	9,5	1,6	9,3	2,1	1,9	10,7	2,3
Zn µg/l	2,0	11,0	1,9	10,9	3,4	2,0	11,5	3,5

Taulukko 14-25. Koivupuron ja Ollinjoen pitoisuudet (=tausta+pitoisuusnousu) keski- ja keskiali-virtaamatilanteessa skenaariossa VE1 keskimääräisellä sadannalla (ka) ja kerran sadassa vuodessa toistuvalla sadannalla (1/100) sekä käyttäen kaivostäyttömateriaalina sivukiveä (SK) ja sivukiveä + rikastushiekkaa (SK+RK). Kuormituksesta 60 % johdetaan Koivupuroon.

Koivupuro	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	274,4	338,1	274,3	355,5	281,9	277,5	364,6	285,1
As µg/l	2,0	3,5	2,0	3,9	2,4	2,3	4,7	2,7
Cd µg/l	0,35	0,82	0,32	0,87	0,50	0,36	0,98	0,54
Cl µg/l	3,9	7,7	4,3	9,8	5,3	4,0	9,1	5,1
Cu µg/l	1,6	3,4	2,2	5,5	2,8	3,4	8,8	4,0
Hg µg/l	0,05	0,09	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
N µg/l	3110,4	6626,5	2783,7	6687,4	3108,7	2972,8	7223,0	3299,2
Ni µg/l	2,9	6,2	2,8	6,7	3,1	3,6	9,2	4,0
P µg/l	37,7	60,0	48,5	96,8	58,4	48,4	96,6	58,3
Pb µg/l	1,2	2,2	3,5	9,1	3,7	6,1	16,3	6,2
Sb µg/l	11,6	27,4	16,7	46,1	20,0	15,5	42,9	18,8
SO_4 mg/l	80,4	148,4	83,3	175,7	96,6	90,6	196,4	104,0
Zn µg/l	59,8	138,4	63,7	171,5	109,4	66,9	180,5	112,6
Ollinjoki	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	246,8	268,2	246,2	267,1	247,4	246,7	269,2	247,9
As µg/l	0,6	1,1	0,6	1,1	0,7	0,7	1,3	0,7
Cd µg/l	0,07	0,23	0,06	0,20	0,09	0,07	0,23	0,10
Cl µg/l	1,1	2,4	1,1	2,6	1,3	1,1	2,4	1,3
Cu µg/l	0,6	1,1	0,6	1,5	0,7	0,8	2,2	0,9
Hg µg/l	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N µg/l	1037,6	2220,1	950,9	1958,9	1004,4	982,0	2079,5	1035,8
Ni µg/l	1,0	2,1	1,0	2,0	1,0	1,1	2,6	1,2
P µg/l	37,0	44,5	38,5	51,0	40,2	38,5	51,0	40,2
Pb µg/l	0,5	0,8	0,8	2,3	0,9	1,3	3,9	1,3
Sb µg/l	2,0	7,4	2,7	10,3	3,3	2,5	9,6	3,1
SO_4 mg/l	14,1	37,0	14,0	37,8	16,2	15,2	42,5	17,4
Zn µg/l	12,9	39,3	12,8	40,6	20,3	13,3	42,7	20,8

Taulukko 14-26. Nimisenjoen ja Hietasen luusuan pitoisuudet (=tausta+pitoisuusnousu) keski- ja keskialivirtaamatilanteessa skenaariossa VE1 keskimääräisellä sadannalla (ka) ja kerran sadassa vuodessa toistuvalla sadannalla (1/100) sekä käyttäen kaivostäyttömateriaalina sivukiveä (SK) ja sivukiveä + rikastushiekkaa (SK+RK). Kuormituksesta 60 % johdetaan Koivupuroon.

Nimisenjoki	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	257,5	265,2	257,3	264,5	257,7	257,5	265,2	257,9
As µg/l	0,5	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5
Cd µg/l	0,03	0,09	0,03	0,07	0,04	0,03	0,08	0,04
Cl µg/l	0,6	1,1	0,6	1,1	0,7	0,6	1,1	0,7
Cu µg/l	0,5	0,8	0,6	0,9	0,6	0,6	1,1	0,7
Hg µg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
N µg/l	635,2	1061,2	606,2	951,2	623,2	616,1	991,7	633,1
Ni µg/l	0,9	1,3	0,9	1,2	0,9	0,9	1,4	0,9
P µg/l	30,4	33,1	30,9	35,1	31,4	30,9	35,1	31,4
Pb µg/l	0,3	0,4	0,4	0,9	0,4	0,5	1,4	0,5
Sb µg/l	0,7	2,6	0,9	3,5	1,1	0,8	3,2	1,0
SO_4 mg/l	4,7	12,9	4,6	12,8	5,3	5,0	14,3	5,7
Zn µg/l	6,6	16,2	6,6	16,1	9,0	6,7	16,8	9,1
Hietanen, luusua	Kuormitus VE0		Kuormitus VE1, täyttö SK+RH			Kuormitus VE1, täyttö SK		
	ka		ka		1/100	ka		1/100
Parametri	MQ	MNQ	MQ	MNQ	MQ	MQ	MNQ	MQ
Al µg/l	249,3	256,6	249,2	255,9	249,4	249,3	256,5	249,5
As µg/l	0,31	0,48	0,31	0,47	0,32	0,32	0,52	0,33
Cd µg/l	0,03	0,08	0,03	0,07	0,03	0,03	0,08	0,03
Cl µg/l	0,7	1,1	0,7	1,1	0,7	0,7	1,1	0,7
Cu µg/l	0,69	0,89	0,71	0,98	0,73	0,74	1,19	0,77
Hg µg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
N µg/l	555,1	957,7	536,8	861,2	547,4	542,9	896,2	553,6
Ni µg/l	0,84	1,21	0,82	1,15	0,84	0,85	1,31	0,86
P µg/l	21,0	23,5	21,3	25,3	21,6	21,3	25,3	21,6
Pb µg/l	0,23	0,35	0,31	0,77	0,31	0,39	1,24	0,40
Sb µg/l	0,4	2,3	0,6	3,0	0,7	0,5	2,8	0,6
SO_4 mg/l	3,5	11,2	3,4	11,1	3,8	3,6	12,4	4,1
Zn µg/l	4,9	13,9	4,9	13,8	6,4	5,0	14,4	6,5

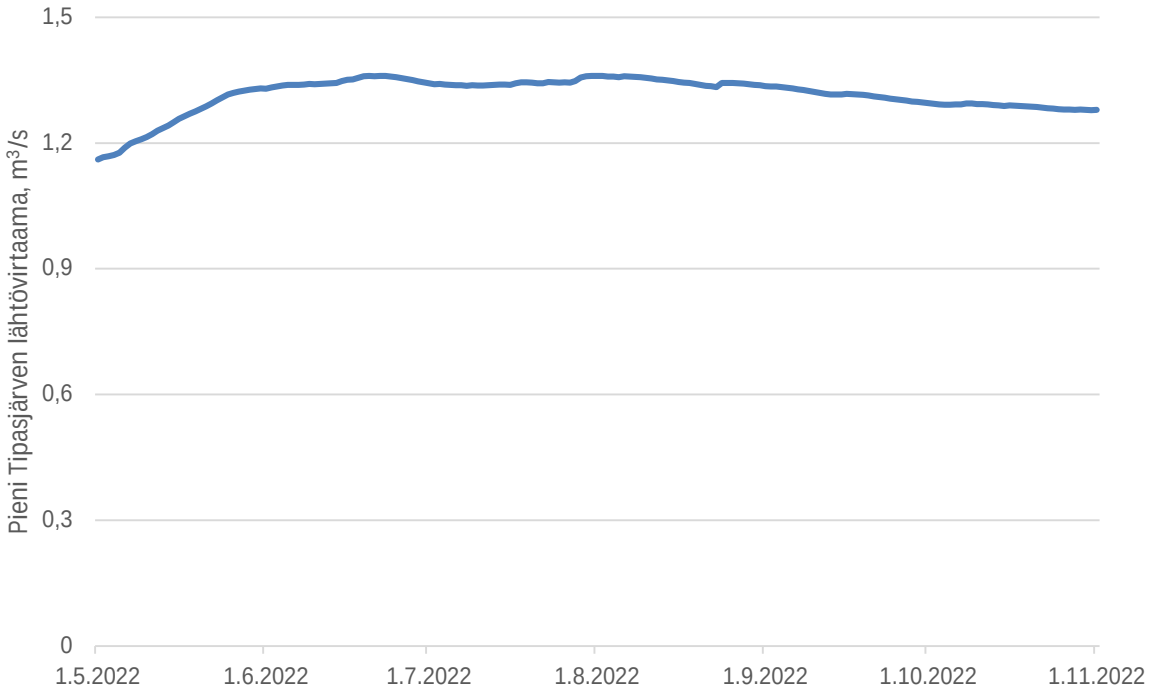
Vesistövaikutukset Taivaljärven purkureitillä, 40 % kuormituksesta Taivaljärveen

Toiminnan aikaisen vesistökuormituksen vaikutuksia Taivaljärven purkureitillä on arvioitu vesistömallinnuksen perusteella. Mallinnusraportti on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 4.

Purkuvedet johdetaan kaivosalueelta uuden kaivettavan purkuojan kautta kaivosalueen itäpuolella sijaitsevaan Taivaljärveen. Taivaljärvi on entinen

luonnonravintolammikko, jossa paikallinen toimija on kasvattanut kuhanpoikasia. Allas on täytetty keväisin sulamisvesillä ja tyhjennetty Pienen Tipasjärven Olkilahteen vuosittain elo-syyskuussa poikasten keräämistä varten. Keväällä 2022 Taivaljärvi on kunnostettu kosteikoksi. Taivaljärven luusuassa (purkukanavan pohjukka) sijaitsevalla havaintopaikalla uoma on ollut kalankasvatustoiminnan aikana ajoittain kokonaan kuiva. Veden korkeutta on säädelty aiemmin pohjapadon avulla. Pohjapato on purettu, eikä kosteikkoalueella säädellä nykytilassa vedenkorkeutta. Purkuvesien määrä on keskimäärin noin kymmenesosa Taivaljärven vuosien 2010–2023 keskivirtaamasta, joten kaivoksen purkuvedet laimenevat jo Taivaljärvessä merkittävästi. Lisäksi kosteikossa purkuvesistä poistuu ravinteita sekä mahdollisesti muitakin aineita.

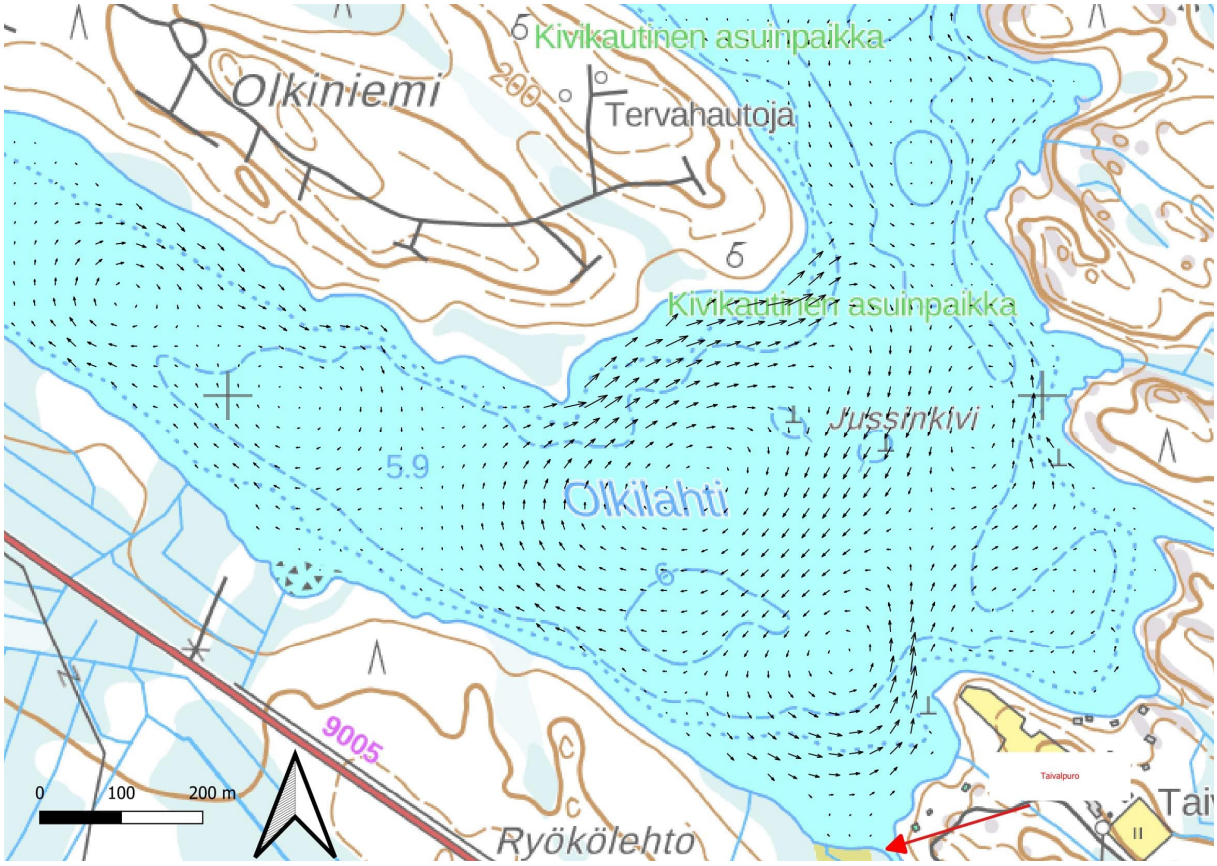
Taivaljärvestä vedet purkautuvat Taivalpuroa pitkin Pienen Tipasjärven Olkilahteen. Vuosien 1990–2020 välillä Pienen Tipasjärven lähtövirtaama on ollut keskimäärin 0,99 m^3/s. Keskialivirtaama on ollut vastaavasti 0,87 m^3/s ja keskiylivirtaama 1,09 m^3/s. Vuoden 2022 virtaamat olivat normaalia suuremmat (Kuva 14-19), joten olosuhteet vastasivat mallinnusjaksolla runsassateisen vuoden tilannetta.



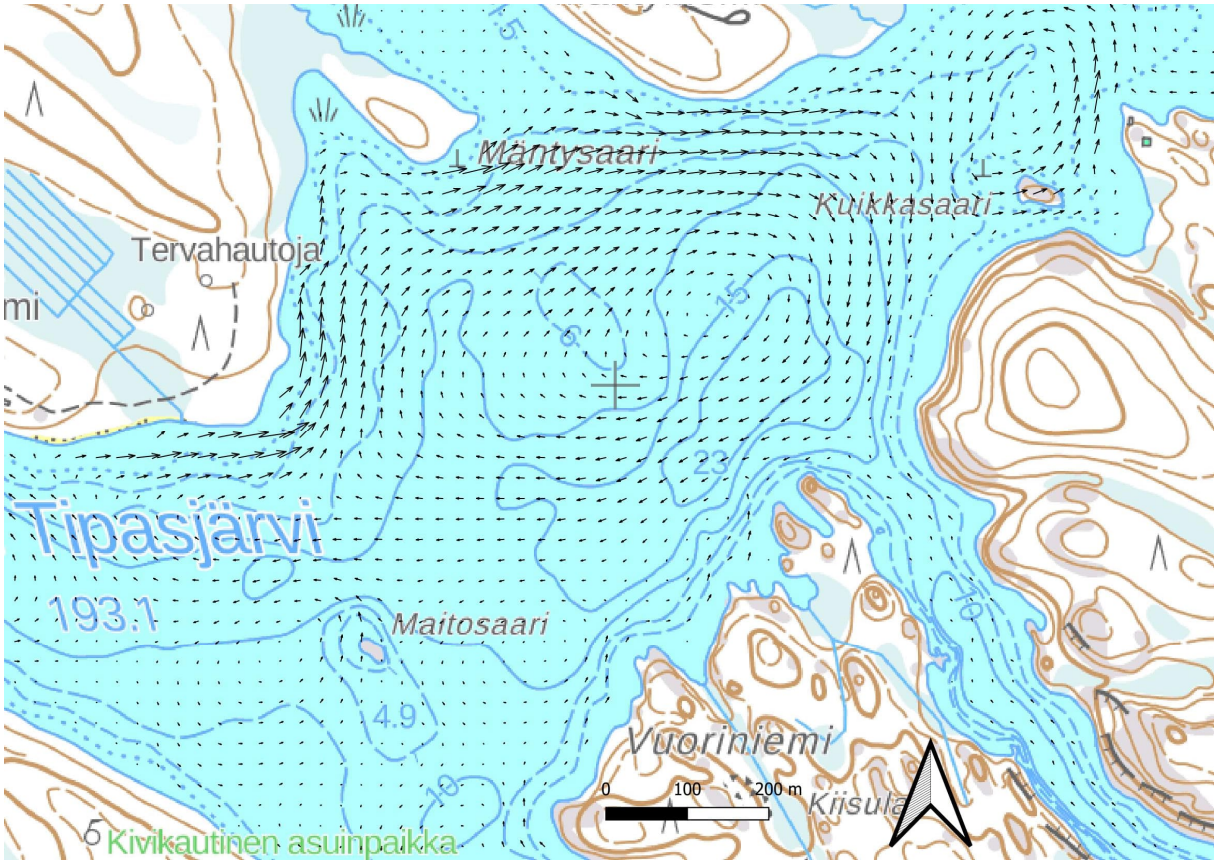
Kuva 14-19. Pienen Tipasjärven luusuan lähtövirtaama mallinnusjakson 1.5.–1.11.2022 aikana.

Pienellä Tipasjärvellä vallinneita virtausoloja tarkasteltiin virtausmallin avulla avovesikaudella jaksolla 1.5.–1.11.2022. Avovesikaudelta 2022 koostettiin kuvaajia syvyyden suhteen keskiarvotetuista virtaussuunnista ja -nopeuksista. Olkilahdella, Taivalpuron suulla muodostuu vastapäivään kiertävä pyörre, josta vedet suuntaavat kohti Pienen Tipasjärven pääallasta salmen itäreunaa myöten (Kuva 14-20).

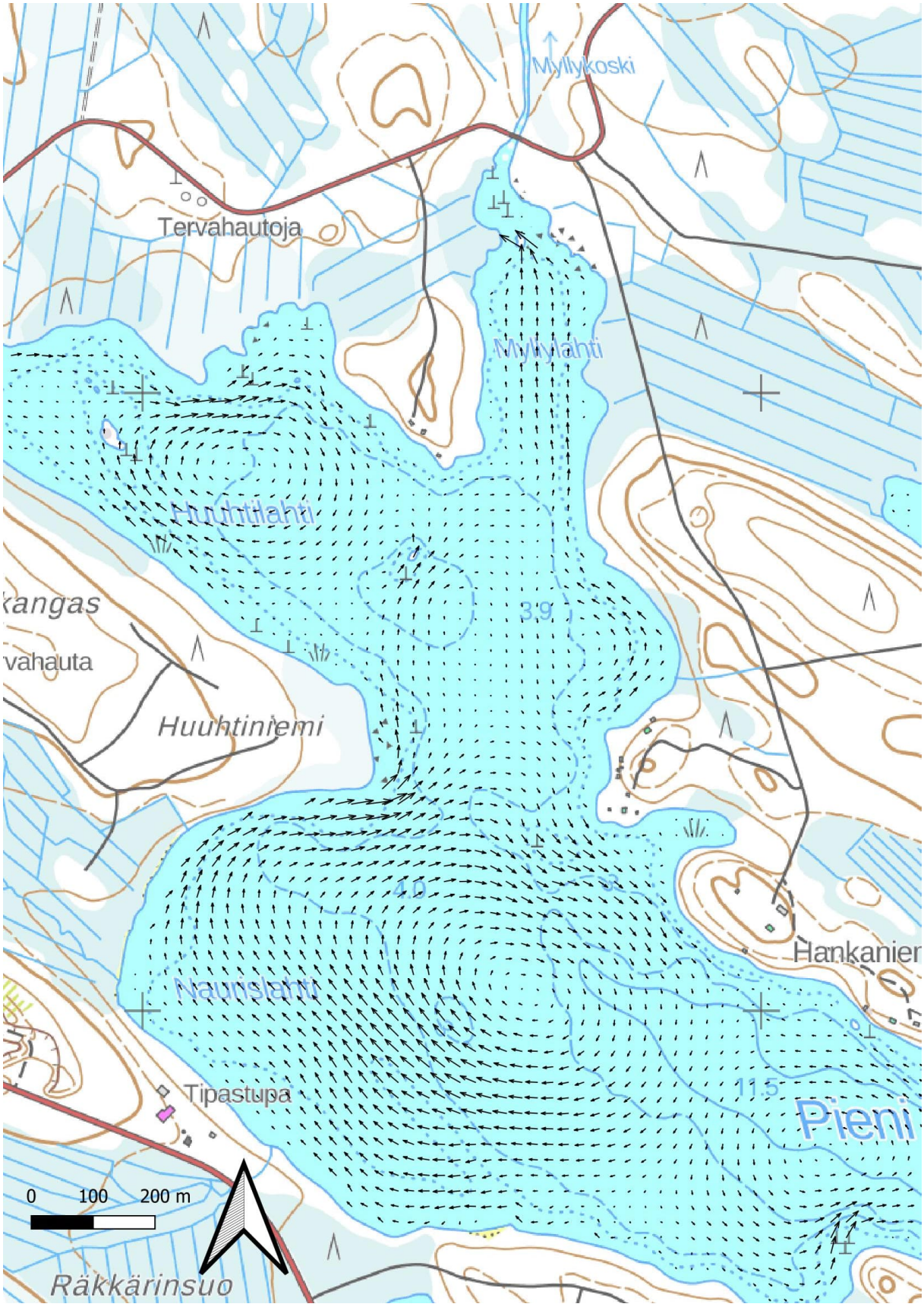
Olkilahden pääsyvänteelle muodostuu vastaavasti myötäpäivään kiertävä laajempi pyörre. Pienen Tipasjärven pääaltaalle vedet virtaavat Olkilahdelta sekä Ison Tipasjärven puolelta Vuorisaaren molemmin puolin (Kuva 14-21). Pääsyvänteellä vallitsee myötäpäivään kiertävä virtaus, jossa suurimmat virtausnopeudet ovat altaan pohjoisosassa (Kuva 14-21). Vesimassat purkautuvat Pienen Tipasjärven pohjoisosaan Olkiniemen muodostaman kapean salmen pohjoisosaa myöten. Järven pohjoisosan pääaltaalle muodostuu laaja myötäpäivään kiertävä pyörre (Kuva 14-22).



Kuva 14-20. Pienen Tipasjärven Olkilahden syvyyden suhteen keskiarvotetut virtaussuunnat ja -nopeudet.

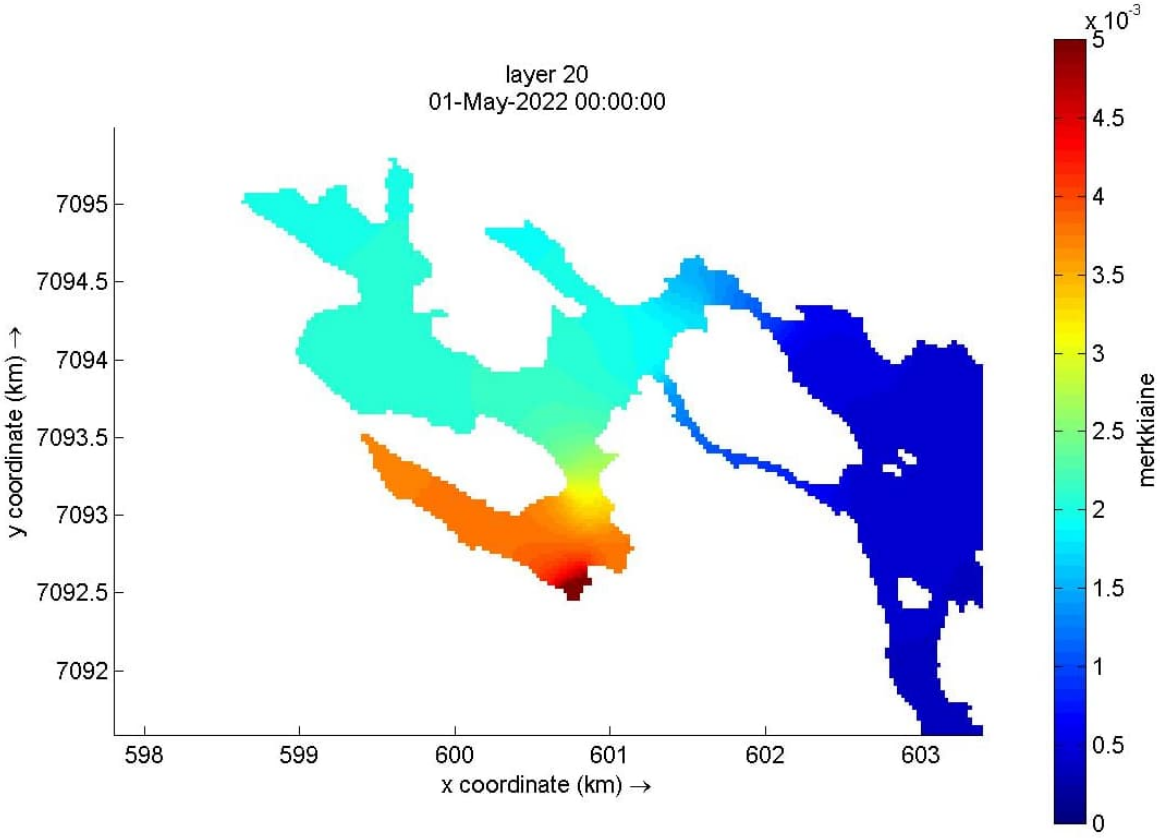


Kuva 14-21. Pienen Tipasjärven pääaltaan syvyyden suhteen keskiarvotetut virtaussuunnat ja -nopeudet.



Kuva 14-22. Pienen Tipasjärven Naurislahti-Myllylahti-alueen syvyyden suhteen keskiarvotetut virtaussuunnat ja -nopeudet.

Mallilaskennassa kaivoksen purkuvettä simuloitiin käyttämällä mallissa purkuvetenä merivettä, jonka tiheys asetettiin vastaavaksi kuin purkuvedelle arvioitu tiheys. Purkuveden tiheydet on laskettu Ca, K, Mg, Na, Cl ja SO4 -ainepitoisuuksien perusteella. Muilla aineilla oli vain marginaalinen vaikutus veden tiheyteen. RHOMV-laskurilla (Boehrer ym. 2010) arvioidut tiheydet ja vastaavat kokonaissuolapitoisuudet olivat kuormitusskenaariossa VE0 0,0001 g/l ja kuormitusskenaariossa VE1 0,793 g/l. Purkuveden ionikoostumuksella ei tässä tapauksessa ole vaikutusta veden sekoittumiseen mallilaskennassa, sillä suolapitoisuutta käsiteltiin mallissa reagoimattomana ja täysin liukoisena (ns. konservatiivinen merkkiaine). Aikasarjapisteiltä simuloinnin havaitut suolapitoisuudet muunnettiin takaisin ainepitoisuuksiksi skenaariokohtaisten kuormituspitoisuuksien perusteella. Laskennallinen pitoisuus oli tällöin pitoisuusnousu. Ainekohtaiset kokonaispitoisuudet laskettiin lisäämällä laskennallinen pitoisuusnousu taustapitoisuuteen. Taustapitoisuutena käytettiin Tipasjärven Olkilahden vesianalyysituloksia vuosilta 2016–2018, eli ennen kaivoksen toiminnan aloittamista. Tuloksista koostettiin ainekohtaiset keskiarvot em. vuosilta, jotka edustivat tässä työssä taustapitoisuuksia. Jätevesikuormitusta simuloivan merkkiaineen leviämistä Pienellä Tipasjärvellä on havainnollistettu kuvassa 14-23.



Kuva 14-23. Sotkamo Silver Oy:n jätevesikuormituksen leviäminen skenaarion VE1 mukaisessa tilanteessa Pienellä Tipasjärvellä. Pitoisuudet kuvaavat jätevesien aiheuttamaa keskimääräistä kokonaissuolaisuuslisää (g/l) avovesikaudella (1.5.-1.11.2022) päällysvedessä (1 m), jota simuloitiin konservatiivisen merkkiaineen avulla.

Nykytilassa kaivosalueelta ei johdeta vesiä Taivaljärven suuntaan, joten Taivalpuron ainevirtaama koostuu nykytilassa sen valuma-alueelta tulevasta luonnonhuuhtoumasta ja hajakuormituksesta.

Mallinnuksessa tarkasteltiin kahta kuormitusskenaariota. Kuormitusskenaariossa VE0 tarkasteltiin nykytilaa, eli Taivalpuron ainevirtaaman vaikutuksia Pienessä Tipasjärvessä. Kuormitusskenaariossa VE1 tarkasteltiin tilannetta, jossa purkuvesistä 40 % johdetaan Taivaljärven purkureitille. Kuormitusskenaario edusti runsassateisen vuoden (kerran 100 vuodessa) kuormitustilannetta sekä pelkän sivukiven kaivostäyttövaihtoehtoa. Kokonaisuutena mallinnuksessa käytetty kuormitus edusti suurinta mahdollista kuormitustilannetta.

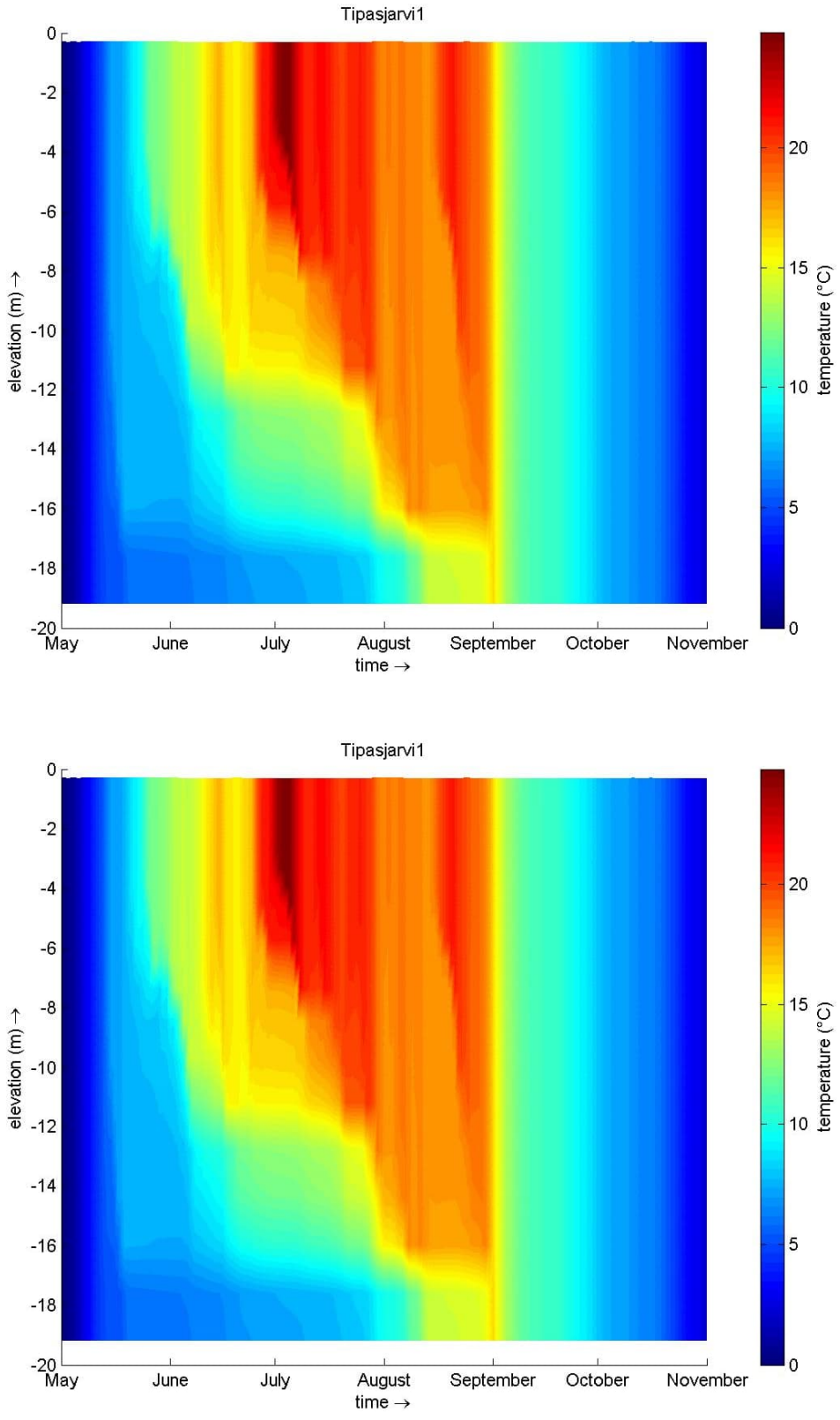
Mallinnuksen perusteella Taivaljärvestä Pieneen Tipasjärveen virtaavat vedet nostavat nykytilanteessa (VE0) hieman järven ravinnepitoisuuksia. Olkilahdessa kokonaistyppipitoisuuden nousu on päällysvedessä keskimäärin noin 35 µg/l ja kokonaisfosforin noin 1,3 µg/l. Pienen Tipasjärven pääaltaan puolella, lähellä Pienen Tipasjärven luusuaa pitoisuusnousut ovat kokonaistypen osalta vastaavasti noin 21 µg/l ja kokonaisfosforin osalta noin 0,8 µg/l.

Kuormitusskenaariossa VE1 purkuvesien kuormitus nostaa noin kaksinkertaisesti Pienen Tipasjärven päällysveden kokonaistyppipitoisuutta Taivaljärvestä nykytilassa virtaaviin ainevirtaamiin nähden. Olkilahdessa kokonaistypen pitoisuusnousu on päällysvedessä keskimäärin 77 µg/l ja lähellä Pienen Tipasjärven luusuaa (aikasarjapiste Tipasjärvi 4) pitoisuusnousu on keskimäärin 40 µg/l. Kokonaisfosforin osalta pitoisuusnousu jää vähäisemmäksi. Olkilahdessa kokonaisfosforin pitoisuusnousu on päällysvedessä keskimäärin 1 µg/l ja lähellä Pienen Tipasjärven luusuaa 0,6 µg/l. On kuitenkin huomattava, että mallinnus ei huomioi aineiden muuntumista, sitoutumista eliöstöön eikä niiden sedimentoitumista. Todellisuudessa ravinnepitoisuuksien nousut jäisivät siten mallinnuksessa arvioitua pienemmiksi molemmissa kuormitusskenaarioissa.

Ravinnetaso jää vesistössä mallinnuksen perusteella mallinnetulla ajanjaksolla kuormitusskenaariossa VE1 matalaksi. Olkilahdella kokonaistyppipitoisuus on päällysvedessä keskimäärin 463 µg/l ja lähellä Pienen Tipasjärven pääaltaan puolella, lähellä luusuaa keskimäärin 426 µg/l. Kokonaisfosforipitoisuus Olkilahdessa on vastaavasti keskimäärin 11,5 µg/l ja lähellä Pienen Tipasjärven luusuaa 11,0 µg/l. Ero päällysveden ja alusveden välillä jää vähäiseksi. Ison ja Pienen Tipasjärven vesimuodostuma on luokiteltu hyvään ekologiseen tilaan, jonka luokkarajat kokonaistypen ja kokonaisfosforin osalta ovat 750 µg N/l ja 45 µg P/l. Mallinnuksen kuormitusskenaarion VE1 edustamassa suurimmassa mahdollisessa keskimääräisessä kuormitustilanteessa tulosten perusteella keskimääräiset kokonaistyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet eivät ylittäisi ekologisen luokituksen luokkarajoja.

Vesistössä suolapitoisuuden nousua aiheuttavista ioneista vesistöön päätyy purkuvesien mukana eniten sulfaattia, mutta myös kloridia, natriumia, kalsiumia, kaliumia ja magnesiumia (Taulukko 14-17). Sulfaatin pitoisuustaso jää Pienessä Tipasjärvessä mallinnuksen perusteella kuormitusskenaariolla VE1 mallinnetulla ajanjaksolla pieneksi. Olkilahdella sulfaattipitoisuus on päällysvedessä keskimäärin 3,9 mg/l ja enimmillään 4,6 mg/l sekä Pienen Tipasjärven pääaltaan puolella lähellä luusuaa keskimäärin 2,9 mg/l ja enimmillään 3,4 mg/l. Ero päällysveden ja alusveden välillä jää vähäiseksi. Sulfaatille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 39 mg/l) ja hetkellinen maksimipitoisuus (MAC-EQS, 279 mg/l) eivät mallinnuksen tulosten perusteella ylity edes kuormitusskenaarion VE1 mukaisessa maksimaalisessa kuormitustilanteessa.

Vedenlaadun ohella tarkasteltiin kuormitusskenaarion VE1 vaikutuksia syvänteiden kerrostumisoloihin. Voimakas suolakuormitus voi muuttaa järven syvänteiden sekoittumisoloja, jolla on suoria vaikutuksia mm. happitilanteeseen pohjan läheisessä vesikerroksessa. Ainepitoisuuksien osalta voitiin havaita, ettei kuormitusskenaarion VE1 mukainen kuormitus merkittävästi nostanut syvänteiden (Olkilahti ja Tipasjärvi 1) ainepitoisuuksia nykytilaan nähden. Pienen Tipasjärven pääsyvänteeltä muodostetut lämpötilan aikasarjat osoittivat, että vesistökuormituksella ei ollut vaikutusta järven kerrostumisoloihin (Kuva 14-24). Tulosten perusteella voidaan päätellä, että kerrostumista ei havaita myöskään vähäisemmän kuormituksen kuormitustilanteissa.



Kuva 14-24. Pienen Tipasjärven pääsyvänteen (Tipasjärvi 1) lämpötilaolot nykytilanteessa kuormitusskenaariossa VE0 (yläkuva) ja kuormitusskenaariossa VE1 (alakuva).

Kadmiumin, lyijyn, nikkelin ja elohopean pitoisuustaso on mallinnuksen tulosten perusteella sekä Olkilahdella, että Pienen Tipasjärven pääaltaan puolella matala eivätkä ympäristönlaatunormit (AA-EQS) ylity edes kuormitusskenaarion VE1 mukaisessa maksimaalisen kuormituksen tilanteessa. Mallinnuksen mukaiset enimmäispitoisuudet eivät myöskään ylitä hetkellisesti suurimpia sallittuja maksimipitoisuuksia (MAC-EQS). Myöskään kuparille ja sinkille ehdotetut ympäristönlaatunormit (AA-EQS) eivät ylittyisi.

Arseenin pitoisuusnousu ei ylitä Olkilahdessa eikä Pienen Tipasjärven pääaltaan puolella Ruotsin sisävesien liukoisen arseenin pitoisuusnousulle asetetun hyvän fysikaalis-kemiallisen tilan raja-arvoa (0,5 µg/l), eivätkä mallinnuksen mukaiset enimmäispitoisuudet arseenille asetettua hetkellistä maksimipitoisuutta (7,9 µg/l).

Antimonille ei ole asetettu suomalaista ympäristönlaatunormia tai ruotsalaisia ohjearvoja. Euroopan kemikaaliviraston arvioima suurin haitaton antimonin pitoisuus (ns. PNEC-arvo) on sisävesille pitkäaikaisessa altistuksessa 113 µg/l. Olkilahden ja Pienen Tipasjärven antimonipitoisuudet jäävät mallinnuksen tulosten perusteella erittäin pieniksi, eivätkä lähesty PNEC-arvoa.

Mallinnuksen tulosten perusteella vaikutukset jäävät maksimaalisen kuormitustilanteen kuormitusskenaariossa VE1 Pienessä Tipasjärvessä sekä Olkilahdessa että pääaltaan puolella kokonaisuutena vähäisiksi. Mallinnuksen tulosten perusteella kaivoksen kuormituksen vaikutukset vähenevät edelleen Tipasjoessa ja arvioidaan niin ikään vähäisiksi.

Taulukko 14-27. Eri aikasarjapisteiden pitoisuusnousut kuormitusskenaarioissa VE0 ja VE1 päällysvedessä ja alusvedessä kerran sadassa vuodessa toistuvan sadannan kuormitustilanteessa sekä käyttäen kaivostäyttömateriaalina sivukiveä (SK).

Parametri	Aikasarja-piste	Kuormitusskenaario VE0				Kuormitusskenaario VE1			
		Päällysvesi		Alusvesi		Päällysvesi		Alusvesi	
		Ka	Maks.	Ka	Maks.	Ka	Maks.	Ka	Maks.
Kok. N, µg/l	Olkilahti	35,32	60,67	34,90	59,40	77,17	102,69	76,12	101,96
	Tipasjärvi 1	19,39	26,37	13,93	23,60	38,24	55,51	28,88	55,65
	Tipasjärvi 2	21,57	29,87	19,34	26,11	42,70	58,76	38,52	58,98
	Tipasjärvi 3	21,09	28,22	20,14	26,39	41,33	57,82	39,65	57,81
	Tipasjärvi 4	20,67	27,61	20,67	27,61	40,15	57,55	40,15	57,55
Kok. P, µg/l	Olkilahti	1,32	2,26	1,30	2,21	1,06	1,40	1,04	1,39
	Tipasjärvi 1	0,72	0,98	0,52	0,88	0,52	0,76	0,40	0,76
	Tipasjärvi 2	0,80	1,11	0,72	0,97	0,58	0,80	0,53	0,81
	Tipasjärvi 3	0,79	1,05	0,75	0,98	0,57	0,79	0,54	0,79
	Tipasjärvi 4	0,77	1,03	0,77	1,03	0,55	0,79	0,55	0,79
SO4, µg/l	Olkilahti	821,9	1411,8	812,2	1382,1	2075,6	2761,8	2047,3	2742,1
	Tipasjärvi 1	451,2	613,7	324,2	549,1	1028,5	1493,0	776,6	1496,7
	Tipasjärvi 2	501,9	695,1	450,0	607,6	1148,4	1580,4	1036,0	1586,3
	Tipasjärvi 3	490,8	656,6	468,7	614,1	1111,6	1555,2	1066,5	1554,7
	Tipasjärvi 4	480,9	642,5	481,0	642,5	1079,9	1547,8	1079,9	1547,9

Parametri	Aikasarja-piste	Kuormitusskenaario VE0				Kuormitusskenaario VE1			
		Päällysvesi		Alusvesi		Päällysvesi		Alusvesi	
		Ka	Maks.	Ka	Maks.	Ka	Maks.	Ka	Maks.
Al, µg/l	Olkilahti	22,11	37,98	21,85	37,18	1,61	2,14	1,59	2,13
	Tipasjärvi 1	12,14	16,51	8,72	14,77	0,80	1,16	0,60	1,16
	Tipasjärvi 2	13,50	18,70	12,10	16,34	0,89	1,22	0,80	1,23
	Tipasjärvi 3	13,20	17,66	12,61	16,52	0,86	1,21	0,83	1,20
	Tipasjärvi 4	12,94	17,28	12,94	17,28	0,84	1,20	0,84	1,20
As, µg/l	Olkilahti	0,09	0,16	0,09	0,16	0,05	0,07	0,05	0,07
	Tipasjärvi 1	0,05	0,07	0,04	0,06	0,03	0,04	0,02	0,04
	Tipasjärvi 2	0,06	0,08	0,05	0,07	0,03	0,04	0,03	0,04
	Tipasjärvi 3	0,06	0,07	0,05	0,07	0,03	0,04	0,03	0,04
	Tipasjärvi 4	0,05	0,07	0,05	0,07	0,03	0,04	0,03	0,04
Cd, µg/l	Olkilahti	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
	Tipasjärvi 1	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Tipasjärvi 2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Tipasjärvi 3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Tipasjärvi 4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cl, µg/l	Olkilahti	24,13	41,45	23,85	40,58	112,45	149,63	110,92	148,56
	Tipasjärvi 1	13,25	18,02	9,52	16,12	55,72	80,89	42,08	81,09
	Tipasjärvi 2	14,74	20,41	13,21	17,84	62,22	85,62	56,13	85,95
	Tipasjärvi 3	14,41	19,28	13,76	18,03	60,22	84,26	57,78	84,23
	Tipasjärvi 4	14,12	18,86	14,12	18,86	58,51	83,86	58,51	83,86
Cu, µg/l	Olkilahti	0,07	0,11	0,07	0,11	0,10	0,14	0,10	0,14
	Tipasjärvi 1	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05	0,07	0,04	0,08
	Tipasjärvi 2	0,04	0,06	0,04	0,05	0,06	0,08	0,05	0,08
	Tipasjärvi 3	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,08	0,05	0,08
	Tipasjärvi 4	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,08	0,05	0,08
Hg, µg/l	Olkilahti	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tipasjärvi 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tipasjärvi 2	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tipasjärvi 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tipasjärvi 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ni, µg/l	Olkilahti	0,46	0,79	0,46	0,78	0,10	0,13	0,10	0,13
	Tipasjärvi 1	0,25	0,34	0,18	0,31	0,05	0,07	0,04	0,07
	Tipasjärvi 2	0,28	0,39	0,25	0,34	0,05	0,07	0,05	0,07
	Tipasjärvi 3	0,28	0,37	0,26	0,35	0,05	0,07	0,05	0,07
	Tipasjärvi 4	0,27	0,36	0,27	0,36	0,05	0,07	0,05	0,07
Pb, µg/l	Olkilahti	0,06	0,10	0,06	0,10	0,17	0,22	0,17	0,22
	Tipasjärvi 1	0,03	0,04	0,02	0,04	0,08	0,12	0,06	0,12
	Tipasjärvi 2	0,04	0,05	0,03	0,04	0,09	0,13	0,08	0,13
	Tipasjärvi 3	0,04	0,05	0,03	0,04	0,09	0,13	0,09	0,13
	Tipasjärvi 4	0,04	0,05	0,04	0,05	0,09	0,13	0,09	0,13
Sb, µg/l	Olkilahti	0,04	0,07	0,04	0,07	0,53	0,71	0,52	0,70
	Tipasjärvi 1	0,02	0,03	0,02	0,03	0,26	0,38	0,20	0,38
	Tipasjärvi 2	0,03	0,04	0,02	0,03	0,29	0,40	0,27	0,41
	Tipasjärvi 3	0,03	0,03	0,02	0,03	0,28	0,40	0,27	0,40
	Tipasjärvi 4	0,02	0,03	0,02	0,03	0,28	0,40	0,28	0,40

Parametri	Aikasarja-piste	Kuormitusskenaario VE0				Kuormitusskenaario VE1			
		Päällysvesi		Alusvesi		Päällysvesi		Alusvesi	
		Ka	Maks.	Ka	Maks.	Ka	Maks.	Ka	Maks.
Zn, µg/l	Olkilahti	7,75	13,32	7,66	13,04	3,14	4,18	3,10	4,15
	Tipasjärvi 1	4,25	5,79	3,06	5,18	1,56	2,26	1,18	2,27
	Tipasjärvi 2	4,73	6,56	4,24	5,73	1,74	2,39	1,57	2,40
	Tipasjärvi 3	4,63	6,19	4,42	5,79	1,68	2,35	1,61	2,35
	Tipasjärvi 4	4,54	6,06	4,54	6,06	1,64	2,34	1,64	2,34

Taulukko 14-28. Eri aikasarjapisteiden pitoisuudet kuormitusskenaariossa VE1 päällysvedessä ja alusvedessä kerran sadassa vuodessa toistuvan sadannan kuormitustilanteessa sekä käyttäen kaivostäyttömateriaalina sivukiveä (SK).

Parametri	Aikasarja-piste	Kuormitusskenaario VE1			
		Päällysvesi		Alusvesi	
		Ka	Maks.	Ka	Maks.
Kok. N, µg/l	Olkilahti	462,7	488,2	461,7	487,5
	Tipasjärvi 1	423,8	441,1	414,4	441,2
	Tipasjärvi 2	428,3	444,3	424,1	444,5
	Tipasjärvi 3	426,9	443,4	425,2	443,4
	Tipasjärvi 4	425,7	443,1	425,7	443,1
Kok. P, µg/l	Olkilahti	11,5	11,8	11,5	11,8
	Tipasjärvi 1	11,0	11,2	10,8	11,2
	Tipasjärvi 2	11,0	11,2	11,0	11,2
	Tipasjärvi 3	11,0	11,2	11,0	11,2
	Tipasjärvi 4	11,0	11,2	11,0	11,2
SO4, µg/l	Olkilahti	3897,8	4584,0	3869,5	4564,3
	Tipasjärvi 1	2850,7	3315,2	2598,8	3318,9
	Tipasjärvi 2	2970,6	3402,6	2858,2	3408,6
	Tipasjärvi 3	2933,8	3377,4	2888,7	3376,9
	Tipasjärvi 4	2902,1	3370,0	2902,1	3370,1
Al, µg/l	Olkilahti	148,3	148,8	148,3	148,8
	Tipasjärvi 1	147,5	147,8	147,3	147,8
	Tipasjärvi 2	147,6	147,9	147,5	147,9
	Tipasjärvi 3	147,5	147,9	147,5	147,9
	Tipasjärvi 4	147,5	147,9	147,5	147,9
As, µg/l	Olkilahti	0,9	0,9	0,9	0,9
	Tipasjärvi 1	0,8	0,9	0,8	0,9
	Tipasjärvi 2	0,8	0,9	0,8	0,9
	Tipasjärvi 3	0,8	0,9	0,8	0,9
	Tipasjärvi 4	0,8	0,9	0,8	0,9
Cd, µg/l	Olkilahti	0,03	0,03	0,03	0,03
	Tipasjärvi 1	0,02	0,02	0,02	0,02
	Tipasjärvi 2	0,02	0,02	0,02	0,02
	Tipasjärvi 3	0,02	0,02	0,02	0,02
	Tipasjärvi 4	0,02	0,02	0,02	0,02
Cl, µg/l	Olkilahti	637,5	674,6	635,9	673,6

Parametri	Aikasarja-piste	Kuormitusskenaario VE1			
		Päällysvesi		Alusvesi	
		Ka	Maks.	Ka	Maks.
	Tipasjärvi 1	580,7	605,9	567,1	606,1
	Tipasjärvi 2	587,2	610,6	581,1	610,9
	Tipasjärvi 3	585,2	609,3	582,8	609,2
	Tipasjärvi 4	583,5	608,9	583,5	608,9
Cu, µg/l	Olkilahti	0,9	0,9	0,9	0,9
	Tipasjärvi 1	0,8	0,8	0,8	0,8
	Tipasjärvi 2	0,8	0,8	0,8	0,8
	Tipasjärvi 3	0,8	0,8	0,8	0,8
	Tipasjärvi 4	0,8	0,8	0,8	0,8
Hg, µg/l	Olkilahti	0,03	0,03	0,03	0,03
	Tipasjärvi 1	0,03	0,03	0,03	0,03
	Tipasjärvi 2	0,03	0,03	0,03	0,03
	Tipasjärvi 3	0,03	0,03	0,03	0,03
	Tipasjärvi 4	0,03	0,03	0,03	0,03
Ni, µg/l	Olkilahti	1,1	1,1	1,1	1,1
	Tipasjärvi 1	1,1	1,1	1,0	1,1
	Tipasjärvi 2	1,1	1,1	1,1	1,1
	Tipasjärvi 3	1,1	1,1	1,1	1,1
	Tipasjärvi 4	1,1	1,1	1,1	1,1
Pb, µg/l	Olkilahti	0,5	0,6	0,5	0,6
	Tipasjärvi 1	0,4	0,5	0,4	0,5
	Tipasjärvi 2	0,5	0,5	0,4	0,5
	Tipasjärvi 3	0,5	0,5	0,4	0,5
	Tipasjärvi 4	0,4	0,5	0,4	0,5
Sb, µg/l	Olkilahti	0,6	0,7	0,6	0,7
	Tipasjärvi 1	0,3	0,4	0,2	0,4
	Tipasjärvi 2	0,3	0,4	0,3	0,4
	Tipasjärvi 3	0,3	0,4	0,3	0,4
	Tipasjärvi 4	0,3	0,4	0,3	0,4
Zn, µg/l	Olkilahti	7,1	8,1	7,0	8,1
	Tipasjärvi 1	5,5	6,2	5,1	6,2
	Tipasjärvi 2	5,7	6,3	5,5	6,3
	Tipasjärvi 3	5,6	6,3	5,6	6,3
	Tipasjärvi 4	5,6	6,3	5,6	6,3

14.4.2.3 Muut vedenlaatuun vaikuttavat ominaisuudet

Mittakaivolla MK1 mitataan veden sähkönjohtavuutta, happamuutta (pH-arvoa) ja kiintoainepitoisuutta jatkuvatoimisesti. Mittakaivolta otetaan lisäksi vedenlaatunäytteitä kerran kuukaudessa.

Kaivoksen kuormituksen vaikutuksia purkuvesistön kiintoainepitoisuuksiin arvioidaan mittakaivon MK1 vedenlaatutulosten perusteella. Vuosina 2021–2023 veden kiintoainepitoisuus on ollut mittakaivolla keskimäärin 2,7 mg/l ja vaihteluväli on

ollut 0,4–14 mg/l. Kiintoainepitoisuudet ovat olleet keskimäärin varsin matalat, ja koska purkuvedet laimenevat vielä sekoittuessaan Koivupuron vesitilavuuteen, kiintoainekuormituksen vaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

Happipitoisuudet ovat olleet vuosina 2021–2023 mittakaivolla MK1 keskimäärin 8,3 mg/l ja vaihteluväli on ollut 2,5–11,5 mg/l. Happipitoisuudet ovat olleet pääsääntöisesti korkeat, eikä niillä arvioida olevan happitilannetta heikentävää vaikutusta.

Veden pH-taso on vaihdellut vuosina 2021–2023 mittakaivolla MK1 5,9–8,8, ja pH-tason mediaani on 6,7. Koivupuron purkureitillä veden pH-taso on luonnostaan matala, ja purkuvesillä on ollut Koivupuron pH-tasoa kohottava vaikutus. Enimmillään Koivupuron pH-taso on kohonnut vuosina 2019–2023 lievästi emäksiseksi, joten vaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

Tiedossa ei ole tekijöitä, jotka muuttaisivat purkuveden kiintoainepitoisuutta, happipitoisuutta tai veden pH-tasoa tulevaisuudessa. Mikäli tarkkailussa havaitaan merkittäviä muutoksia veden kiintoainepitoisuuden, happipitoisuuden tai pH:n osalta, toiminnanharjoittaja selvittää syyn ja reagoi tarvittaessa toimenpiteillä.

14.4.2.4 Rikastuskemikaalijäämät

Vedenpuhdistamolta ja selkeytysaltaasta lähtevän veden myrkyllisyyttä on selvitetty toksisuustestein. Toksisuustestit huomioivat kaikkien aineiden yhteisvaikutuksen, mukaan lukien myös mahdolliset rikastuskemikaalijäämät. Vuonna 2023 toiminnassa käytettiin esimerkiksi natriumisobutyyliksantaattia 9,5 t/v, ja mikäli käyttö kasvaa tuotannon kasvun mukaisesti, käyttömäärä on jatkossa noin 15,2 t/v.

Vedenpuhdistamon vedessä ei havaittu vuosina 2019 ja 2021 akuuttia vesieliötoksisuutta, mutta selkeytysaltaan S2 vesi oli vuoden 2019 selvityksen mukaan ekotoksista eliöille. Vuoden 2022 tulosten perusteella selkeytysaltaan S2 vesi ja vesienkäsittelystä pintavalutuskentälle PVK1 purettava vesi eivät olleet vesikirpuille tai valobakteereille myrkyllistä. Vedenpuhdistamolta vedet johdetaan bioreaktorille 1 ja edelleen pintavalutuskentälle 1. Selkeytysaltaan 2 vedet johdetaan bioreaktorille 2 ja edelleen pintavalutuskentälle 6. Pintavalutuskentiltä vedet johdetaan mittakaivolle MK1, josta vedet johdetaan vesistöön. (Sotkamo Silver 2023)

14.4.2.5 Toimijoiden yhteisvaikutukset

Koivupuron purkureitille ei kohdistu muilta toimijoilta pistemäistä kuormitusta. Valuma-alueella sijaitsevan Varpusuon turvetuotantoalueen toiminta on loppunut. Alueella on tuotettu turvetta viimeisen kerran vuonna 2019. Alueen vedet laskevat Murtojokeen, joka laskee Pirttijokeen.

Pienen ja Ison Tipasjärven valuma-alueella sijaitseva Jäkäläsuon turvetuotanto-alueella toiminta on niin ikään loppunut. Viimeinen tuotantovuosi oli 2020. Jäkäläsuon alueen vedet laskevat Ison Tipasjärven pohjoispäähän Kutusalmen yläpuolelle. Pienen Tipasjärven rannalla Vuoriniemessä sijaitsee Kiisulan hylätty kaivos-alue, josta vedet laskevat avo-ojaa pitkin Pieneen Tipasjärveen. Kiisulan kaivos kuului Suomen ympäristökeskuksen KAJAK II -hankkeeseen, jossa kartoitettiin suljettujen ja hylättyjen kaivosten nykytilaa ja jatkotoimenpidetarpeita. Kartoituksen (Tornivaara ym. 2018) mukaan kaivosalueen kuormitus Tipasjärveen sisältää runsaasti liukoista rikkiä, rautaa ja alumiinia. Sen sijaan potentiaalisesti haitallisten alkuaineiden pitoisuudet Tipasjärven rantavedessä olivat pieniä. Jatkotoimenpiteeksi suositeltiin selvittämään kaivosalueen happaman vesikuormituksen vaikutuksia Tipasjärven veden ja pohjasedimenttien kemialliseen laatuun sekä järvieliöstöön.

Sekä Jäkäläsuon suljetulta turvetuotantoalueelta että Kiisulan kaivoksen alueelta laskevien vesien vaikutus on mukana Pienen Tipasjärven nykyisessä vedenlaadussa, joka on kuvattu nykytilakuvauksessa sekä huomioitu taustapitoisuuksina vaikutusarvioinnissa.

14.4.2.6 Haitta-aineiden yhteisvaikutukset

Haitta-aineiden yhteisvaikutusten arviointi on haasteellista, eikä ole olemassa yhtä kokonaisvaltaista menetelmää, jolla voitaisiin suoraan arvioida yhtäaikaisesti monista aineista koostuvan kuormituksen vaikutusta tiettyyn vesiekosysteemiin ja sen ainutlaatuisiin ominaisuuksiin. Tutkimustiedon perusteella tiedetään, että haitta-aineiden yhteisvaikutus voi olla yhteenlaskettava (additiivinen), vahvistava (synergistinen) tai vaimentava (antagonistinen). Haitta-aineiden yhteisvaikutus riippuu mm. haitta-aineista, niiden pitoisuustasoista, vaikutuksen kohteena olevasta eliölajista ja altistumisajasta. Tutkimusten mukaan suurin osa metallien yhteisvaikutuksesta on antagonistisia, eli metallien yhteisvaikutus on pienempi kuin niiden yhteen laskettu vaikutus, mutta myös synergistisiä ja additiivisia vaikutuksia on raportoitu. (esim. Norwood ym. 2003, Vijver ym. 2011)

GTK:n julkaiseman kaivoshankkeiden ympäristövaikutusten arviointioppaan (Kauppila 2015) mainitsema menetelmä haitta-aineiden yhteisvaikutusten arviointiin on ns. ”toksinen yksikkö” -menetelmä (toxic unit, TU). Menetelmässä kunkin aineen ennustettu ympäristöpitoisuus jaetaan sen ympäristölaatunormilla. Nämä TU-yksiköt voidaan laskea yhteen, ja jos summa ylittää luvun yksi, haittavaikutuksia voidaan olettaa ilmenevän. Tämä laskentatapa on kuitenkin hyvin pelkistetty, ja se olettaa kaikkien aineiden vaikutukset additiivisiksi. Johtopäätösten tekeminen laskennan tuloksista on epävarmaa, sillä vesistössä toteutuvat vaikutukset riippuvat haitta-ainepitoisuuksien lisäksi monista vesistön fysikaalis-kemiallisista ja biologisista ominaisuuksista.

TU-laskenta tehtiin Koivupuron purkureitin osalta vaihtoehdon VE1 keskimääräisen sadannan kuormitustilanteessa kaivostäyttövaihtoehdolle sivukivi + rikastushiekka. Maksimaalisen kuormituksen tilanteessa TU-arvot olisivat suuremmat. Taivaljärven purkureitin osalta TU-laskenta on tehty kerran sadassa vuodessa tapahtuvan sadannan kuormitustilanteessa pelkän sivukiven kaivostäyttövaihtoehdossa eli samassa skenaariossa, jota käytettiin vesistömallinnuksessa. Koivupurossa on siten tarkasteltu keskimääräistä tilannetta, ja Olkilahdessa maksimaalisen kuormituksen vaikutusta. Laskennassa on huomioitu ne alkuaineet ja yhdisteet, joille on olemassa suomalainen tai ruotsalainen ympäristönlaatunormi tai ohjearvo tai ehdotus niistä (luku 14.2). Muita ohjearvoja ei huomioitu, sillä niitä ei ole sovitettu pohjoismaisiin olosuhteisiin. Koivupuron, Ollinjoen, Nimisenjoen, Hietasen luusuan ja Olkilahden vuosien 2019–2023 vedenlaatuaineiston perusteella laskettiin Biomet-työkalun avulla biosaatavien metallien keskimääräiset prosenttiosuudet. Kuparille, nikkelille, lyijylle ja sinkille laskettiin taustapitoisuuden ja pitoisuuslisäyksen osalta biosaatava pitoisuus laskettujen prosenttiosuuksien avulla. Laskennan edellyttäminä lisätietoina (pH, DOC, kok.Ca) käytettiin näytteenottopaikan omia pitoisuuksia tai tarvittaessa vuosien 2019–2023 keskiarvopitoisuuksia. Laskennassa on huomioitu edellä mainitun kuormitustilanteen tuottamat keskimääräiset ainepitoisuudet vesistössä, ei hetkellisiä kuormitushuippuja.

Koivupuron TU-arvo on molemmissa vesien johtamisvaihtoehdoissa suuri, mikä viittaa siihen, että haitallisten yhteisvaikutusten esiintyminen on todennäköistä. Johdettaessa 100 % kuormituksesta Koivupuron purkureitille Ollinjoessakin haitallisten yhteisvaikutusten esiintyminen on mahdollista, mutta Nimisenjoessa ja Hietasen luusuassa haitallisten yhteisvaikutusten riski on tällä laskentatavalla pieni (<1) (Taulukko 14-29). Johdettaessa 60 % kuormituksesta Koivupuron purkureitille tilanne on purkuvesistön osissa samankaltainen, mutta riski haitallisille yhteisvaikutuksille pienenee (Taulukko 14-30). Olkilahdessa riski haitallisten yhteisvaikutusten esiintymiselle on pieni (Taulukko 14-31).

Taulukko 14-29. Suomalaiset ja ruotsalaiset ympäristönlaatunormit ja ohjearvot, Koivupuron, Ollinjoen, Nimisenjoen ja Hietasen luusuan keskimääräiset ainepitoisuudet (taustapitoisuus), hankevaihtoehto VE1:n kuormituksen seurauksena mitattavat ainepitoisuudet (taustapitoisuus + pitoisuuslisä) keskimääräisen sadannan kuormituksella sivukiven + rikastushiekan kaivostäyttövaihtoehdolla keskivirtaamalla sekä TU-laskennan tulokset. Kuormituksesta 100 % johdetaan Koivupuroon.

Koivupuro			Laatu-normi	Tausta-pitoisuus	VE1, ka sadanta lisäys	tausta+lisä	TU
As°	liuk.*	µg/l	0,5	0,96	1,59		3,18
Cd	liuk.	µg/l	0,1	0,02	0,45	0,48	4,76
Cu⁺	biosaatava	µg/l	1,1	0,01	0,09	0,10	0,09
Ni	biosaatava	µg/l	5	0,07	0,39	0,5	0,09
Pb	biosaatava	µg/l	1,7	0,02	0,16	0,18	0,10
SO4⁺	kok.	mg/l	39	32,85	76,48	109,3	2,80
Zn⁺	biosaatava	µg/l	14,4	1,12	20,52	21,6	1,50
							12,54
Ollinjoki			Laatu-normi	Tausta-pitoisuus	VE1, ka sadanta lisäys	tausta+lisä	TU
As°	liuk.*	µg/l	0,5	0,44	0,28		0,57
Cd	liuk.	µg/l	0,1	0,01	0,08	0,09	0,92
Cu⁺	biosaatava	µg/l	1,1	0,01	0,02	0,03	0,03
Ni	biosaatava	µg/l	5	0,07	0,06	0,13	0,03
Pb	biosaatava	µg/l	1,7	0,01	0,02	0,03	0,02
SO4⁺	kok.	mg/l	39	5,66	13,63	19,28	0,49
Zn⁺	biosaatava	µg/l	14,4	0,81	4,13	4,94	0,34
							2,39
Nimisenjoki			Laatu-normi	Tausta-pitoisuus	VE1, ka sadanta lisäys	tausta+lisä	TU
As°	liuk.*	µg/l	0,5	0,39	0,09		0,18
Cd	liuk.	µg/l	0,1	0,01	0,03	0,04	0,36
Cu⁺	biosaatava	µg/l	1,1	0,02	0,01	0,02	0,02
Ni	biosaatava	µg/l	5	0,07	0,02	0,1	0,02
Pb	biosaatava	µg/l	1,7	0,01	0,01	0,01	0,01
SO4⁺	kok.	mg/l	39	1,95	4,37	6,3	0,16
Zn⁺	biosaatava	µg/l	14,4	0,98	1,43	2,4	0,17
							0,92
Hietanen, luusua			Laatu-normi	Tausta-pitoisuus	VE1, ka sadanta lisäys	tausta+lisä	TU
As°	liuk.*	µg/l	0,5	0,27	0,06		0,11
Cd	liuk.	µg/l	0,1	0,02	0,02	0,03	0,32
Cu⁺	biosaatava	µg/l	1,1	0,02	0,004	0,03	0,02
Ni	biosaatava	µg/l	5	0,07	0,01	0,1	0,02
Pb	biosaatava	µg/l	1,9	0,01	0,00	0,01	0,01
SO4⁺	kok.	mg/l	39	1,76	2,74	4,50	0,12
Zn⁺	biosaatava	µg/l	14,4	0,62	0,67	1,29	0,09
							0,69

*taustapitoisuus vähennetään havaitusta pitoisuudesta ennen vertailua raja-arvoon

°Havs- och Vattenmyndigheten 2018

⁺Mehtonen ym. 2023

Taulukko 14-30. Suomalaiset ja ruotsalaiset ympäristönlaatunormit ja ohjearvot, Koivupuron, Ollinjoen, Nimisenjoen ja Hietasen luusuan keskimääräiset ainepitoisuudet (taustapitoisuus), hankevaihtoehto VE1:n kuormituksen seurauksena mitattavat ainepitoisuudet (taustapitoisuus + pitoisuuslisä) keskimääräisen sadannan kuormituksella sivukiven + rikastushiekan kaivostäyttövaihtoehdolla keskivirtaamalla sekä TU-laskennan tulokset. Kuormituksesta 60 % johdetaan Koivupuroon.

Koivupuro			Laatu-normi	Tausta-pitoisuus	VE1, ka sadanta lisäys	tausta+lisä	TU
As°	liuk.*	µg/l	0,5	0,96	1,05		2,10
Cd	liuk.	µg/l	0,1	0,02	0,30	0,32	3,21
Cu⁺	biosaatava	µg/l	1,1	0,01	0,06	0,07	0,07
Ni	biosaatava	µg/l	5	0,07	0,26	0,3	0,07
Pb	biosaatava	µg/l	1,7	0,02	0,11	0,12	0,07
SO4⁺	kok.	mg/l	39	32,85	50,43	83,3	2,14
Zn⁺	biosaatava	µg/l	14,4	1,12	13,53		0,94
							8,59
Ollinjoki			Laatu-normi	Tausta-pitoisuus	VE1, ka sadanta lisäys	tausta+lisä	TU
As°	liuk.*	µg/l	0,5	0,44	0,17		0,35
Cd	liuk.	µg/l	0,1	0,01	0,05	0,06	0,60
Cu⁺	biosaatava	µg/l	1,1	0,01	0,01	0,02	0,02
Ni	biosaatava	µg/l	5	0,07	0,04	0,11	0,02
Pb	biosaatava	µg/l	1,7	0,01	0,01	0,02	0,01
SO4⁺	kok.	mg/l	39	5,66	8,31	13,97	0,36
Zn⁺	biosaatava	µg/l	14,4	0,81	2,52		0,18
							1,53
Nimisenjoki			Laatu-normi	Tausta-pitoisuus	VE1, ka sadanta lisäys	tausta+lisä	TU
As°	liuk.*	µg/l	0,5	0,39	0,05		0,11
Cd	liuk.	µg/l	0,1	0,01	0,02	0,03	0,26
Cu⁺	biosaatava	µg/l	1,1	0,02	0,004	0,02	0,02
Ni	biosaatava	µg/l	5	0,07	0,01	0,1	0,02
Pb	biosaatava	µg/l	1,7	0,01	0,00	0,01	0,01
SO4⁺	kok.	mg/l	39	1,95	2,63	4,6	0,12
Zn⁺	biosaatava	µg/l	14,4	0,98	0,86		0,06
							0,59
Hietanen, luusua			Laatu-normi	Tausta-pitoisuus	VE1, ka sadanta lisäys	tausta+lisä	TU
As°	liuk.*	µg/l	0,5	0,27	0,03		0,07
Cd	liuk.	µg/l	0,1	0,02	0,01	0,03	0,26
Cu⁺	biosaatava	µg/l	1,1	0,02	0,002	0,03	0,02
Ni	biosaatava	µg/l	5	0,07	0,01	0,1	0,01
Pb	biosaatava	µg/l	1,9	0,01	0,003	0,01	0,004
SO4⁺	kok.	mg/l	39	1,76	1,65	3,41	0,09
Zn⁺	biosaatava	µg/l	14,4	0,62	0,40	1,02	0,07
							0,53

*taustapitoisuus vähennetään havaitusta pitoisuudesta ennen vertailua raja-arvoon

°Havs- och Vattenmyndigheten 2018

⁺Mehtonen ym. 2023

Taulukko 14-31. Suomalaiset ja ruotsalaiset ympäristönlaatunormit ja ohjearvot, Olkilahden keskimääräiset ainepitoisuudet (taustapitoisuus), hankevaihtoehto VE1:n kuormituksen seurauksena mitattavat ainepitoisuudet (taustapitoisuus + pitoisuuslisä) kerran sadassa vuodessa toistuvalla kuormituksella sivukiven kaivostäyttövaihtoehdolla sekä TU-laskennan tulokset. Kuormituksesta 40 % johdetaan Taivaljärven purkureitille.

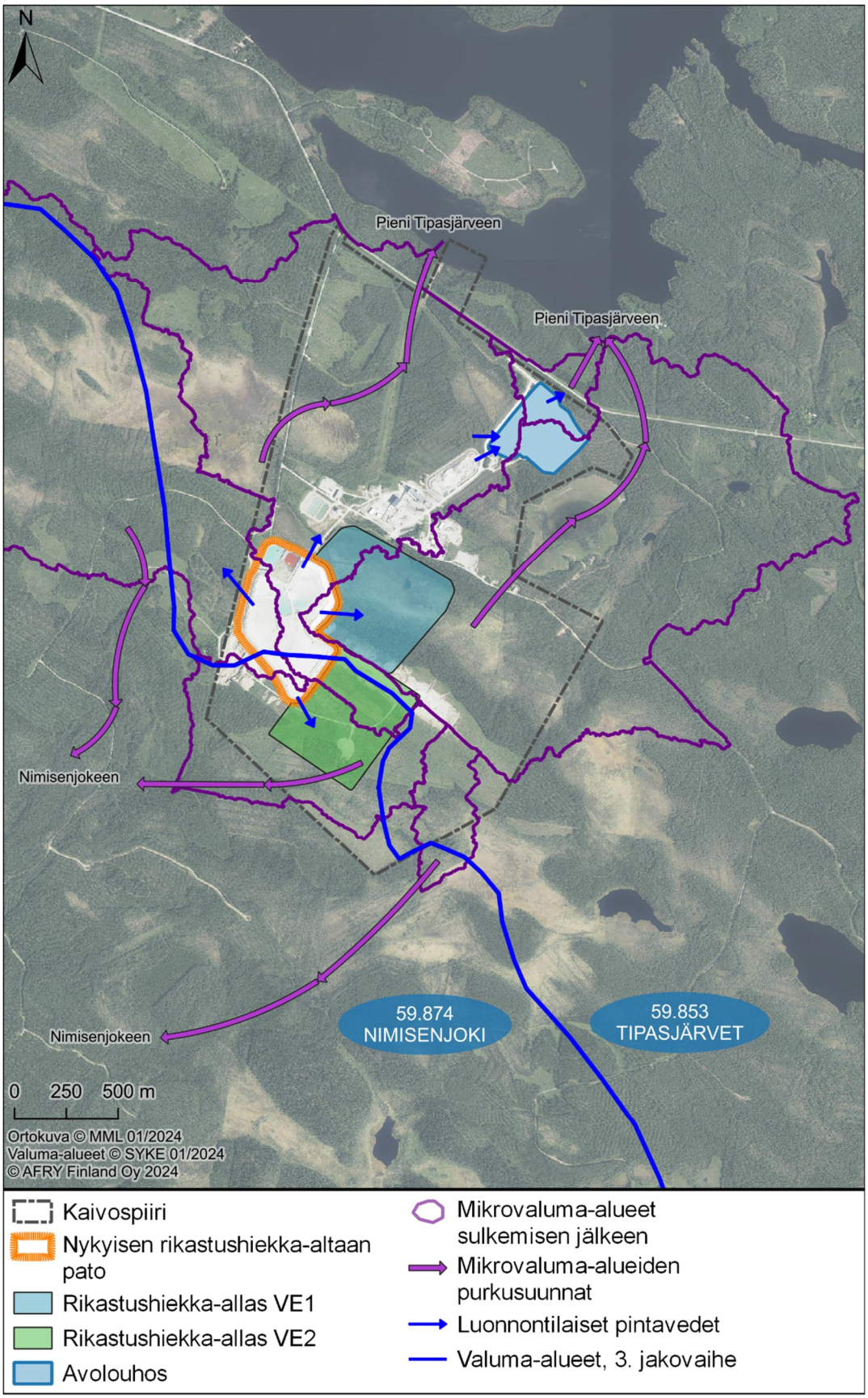
Olkilahti			Laatu-normi	Tausta-pitoisuus	VE1, sk 1:100 lisäys	tausta+lisä	TU
As°	liuk.*	µg/l	0,5	0,82	0,05		0,10
Cd	liuk.	µg/l	0,1	0,01	0,02	0,03	0,28
Cu⁺	biosaatava	µg/l	1,1	0,03	0,005	0,04	0,04
Ni	biosaatava	µg/l	5	0,12	0,01	0,1	0,03
Pb	biosaatava	µg/l	1,9	0,01	0,01	0,02	0,01
SO4⁺	kok.	mg/l	39	1,82	2,08	4	0,10
Zn⁺	biosaatava	µg/l	14,4	0,63	0,50	1,13	0,08
							0,63

*taustapitoisuus vähennetään havaitusta pitoisuudesta ennen vertailua raja-arvoon
°Havs- och Vattenmyndigheten 2018
⁺Mehtonen ym. 2023

14.4.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Kaivoksen sulkemisen jälkeisenä vesistöihin kohdistuvana tavoitteena on vedenlaadun heikentymisen estyminen. Sulkemistoimenpiteiden tavoitteeksi on asetettu, että alapuolisten vesistöjen ekologinen tila säilyy samana kuin ennen toiminnan aloittamista ja että niiden kemiallinen tila ei merkittävästi muutu. Alapuolisissa vesistöissä aineiden pitoisuudet pyritään pitämään tasolla, jossa vesipuitedirektiivissä (2000/60/EY) säädetyt ympäristönlaatunormit eivät ylity. Niiden aineiden kohdalla, joita ei ole mainittu vesipuitedirektiivissä, sovelletaan muita kansainvälisiä vedenlaatukriteereitä.

Kaivostoiminnan päättyessä maanalaisen kaivoksen kuivanapitopumppaus lopetetaan ja louhokset alkavat täyttyä vedellä. Vaihtoehdossa VE1 pyriittialtaan ja rikastushiekka-altaan laajennuksen vedet johdetaan louhosjärveen. Nykyisen rikastushiekka-altaan vesistä 75 % johdetaan louhosjärveen ja 25 % Nimisenjoen suuntaan (80 % Koivupuroon ja 20 % Heikkisenpuroon). Vaihtoehdossa VE2 vedet johdetaan samoin kuin edellä lukuun ottamatta rikastushiekka-altaan laajennuksen vesiä, joista 40 % johdetaan louhosjärveen ja 60 % Heikkisenpuroon. Vesien johtaminen ja kuormituksen jakautuminen pohjautuu sulkemisen jälkeisiin mikrovaluma-alueisiin, jotka on esitetty kuvassa 14-25. Sulkemissuunnitelma on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 6 ja vesilaadut kaivannaisjätteiden läjitysalueilla ja louhosjärvessä kaivosalueen sulkemisen jälkeen liitteessä 6.



Kuva 14-25. Hankealueen mikrovaluma-alueet ja niiden purkusuunnat sulkemisen jälkeen sekä eri vaihtoehtojen mukaisten rikastushiekka-altaiden sijainnit.

Kaivoksen sulkemisen jälkeen pintavesiin kohdistuvat kuormitukset vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on esitetty taulukoissa 14-32, Taulukko 14-33 ja 14-34. Kuormitukset on arvioitu laskennallisesti sekä rikastushiekka-altaan lyhyen aikavälin suotovesilaadun mukaisesti, jossa suotovedessä on vielä havaittavissa prosessiveden vaikutus (vaihe 1) että pitkän aikavälin suotovesilaadun mukaan, kun prosessivesi on korvautunut sadevedellä (vaihe 2). Seuraavissa kappaleissa esitetyt laskennalliset pitoisuuslisät purkuvesistöissä on laskettu rikastushiekka-altaan lyhyen aikavälin suotovesilaadun mukaisesti (vaihe 1). Vaiheen 2 mukaiset pitoisuuslisät jäävät pienemmiksi.

Taulukko 14-32. Louhosjärvestä Pieneen Tipasjärveen poistuva kuorma (VE1).

Pieni Tipasjärvi					
pH		8,9	Mo	kg/v	0,07
Ag	kg/v	0,001	Na	kg/v	44
Al	kg/v	27	Ni	kg/v	0,2
As	kg/v	2,3	P	kg/v	4,6
B	kg/v	0,9	Pb	kg/v	1,7
Ba	kg/v	0,8	Rb	kg/v	1,8
Be	kg/v	0,01	Sb	kg/v	15
Ca	kg/v	3300	Se	kg/v	0,9
Cd	kg/v	0,1	Si	kg/v	490
Cl	kg/v	44	Sn	kg/v	0,02
Co	kg/v	0,08	Sr	kg/v	3,8
Cr	kg/v	0,02	Th	kg/v	0,009
Cu	kg/v	0,04	Ti	kg/v	0,03
F	kg/v	13	U	kg/v	0,2
Fe	kg/v	10	V	kg/v	0,05
Alk. as HCO_3	kg/v	7400	W	kg/v	0,1
Hg	kg/v	0	Zn	kg/v	16
K	kg/v	1400	SO_4	kg/v	4600
Li	kg/v	0,1	NO_3-N	kg/v	0,5
Mg	kg/v	340	NH_4-N	kg/v	0,5
Mn	kg/v	22			

Taulukko 14-33. Kuormitus Heikkisenpuroon ja Koivupuroon vaiheissa 1 ja 2, rikastushiekka-altaan laajennuksen sijoittuessa Hanhipetäikön pohjoispuolelle (VE1).

		Heikkisenpuro (VE1)		Koivupuro (VE1)	
		Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 1	Vaihe 2
pH		9,1	9,1	9,1	9,1
Ag	kg/v	0,002	0,0002	0,007	0,0007
Al	kg/v	5,9	5,4	24	22
As	kg/v	0,6	0,5	2,2	2,1
B	kg/v	0,2	0,2	0,7	0,7
Ba	kg/v	0,1	0,1	0,6	0,6
Be	kg/v	0,002	0,002	0,007	0,007
Ca	kg/v	1200	660	4700	2600
Cd	kg/v	0,007	0,006	0,03	0,02
Cl	kg/v	120	8,8	490	35
Co	kg/v	0,009	0,002	0,04	0,007
Cr	kg/v	0,007	0,008	0,03	0,03
Cu	kg/v	0,003	0,007	0,01	0,03
F	kg/v	2,6	2,6	10	10
Fe	kg/v	1	0,2	4	0,7
Alk. as HCO_3^-	kg/v	3100	1500	13000	6000
Hg	kg/v	0	0	0	0
K	kg/v	470	280	1900	1100
Li	kg/v	0,02	0,02	0,09	0,09
Mg	kg/v	77	68	310	270
Mn	kg/v	3,9	3,1	16	12
Mo	kg/v	0,01	0,01	0,06	0,06
Na	kg/v	91	8,6	370	34
Ni	kg/v	0,02	0,009	0,09	0,04
P	kg/v	1,9	0,9	7,6	3,5
Pb	kg/v	0,04	0,1	0,1	0,6
Rb	kg/v	0,4	0,4	1,4	1,4
Sb	kg/v	3,4	3	14	12
Se	kg/v	0,2	0,2	0,7	0,7
Si	kg/v	97	97	390	390
Sn	kg/v	0,003	0,003	0,01	0,01
Sr	kg/v	0,8	0,8	3	3
Th	kg/v	0,003	0,002	0,01	0,007
Ti	kg/v	0,005	0,005	0,02	0,02
U	kg/v	0,05	0,05	0,2	0,2
V	kg/v	0,009	0,009	0,04	0,04
W	kg/v	0,02	0,02	0,1	0,1
Zn	kg/v	0,6	0,1	2,6	0,5
SO_4	kg/v	2200	910	8900	3600
NO_3-N	kg/v	50	0,09	200	0,4

Taulukko 14-34. Kuormitus Heikkisenpuroon ja Koivupuroon vaiheissa 1 ja 2, rikastushiekka-altaan laajennuksen sijoittuessa Hanhipetäikön eteläpuolelle (VE2).

		Heikkisenpuro		Koivupuro	
		Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 1	Vaihe 2
pH		8,3–9,1	9,1	9,1	9,1
Ag	kg/v	0,02	0,002	0,007	0,0007
Al	kg/v	77	70	24	22
As	kg/v	7,2	7	2,2	2,1
B	kg/v	2,3	2,3	0,7	0,7
Ba	kg/v	1,8	1,8	0,6	0,6
Be	kg/v	0,02	0,02	0,007	0,007
Ca	kg/v	15000	8600	4700	2600
Cd	kg/v	0,09	0,08	0,03	0,02
Cl	kg/v	1600	110	490	35
Co	kg/v	0,1	0,02	0,04	0,007
Cr	kg/v	0,09	0,1	0,03	0,03
Cu	kg/v	0,02	0,1	0,01	0,03
F	kg/v	33	33	10	10
Fe	kg/v	13	2,3	4	0,7
Alk. as HCO_3^-	kg/v	40000	19000	13000	6000
Hg	kg/v	0	0	0	0
K	kg/v	6000	3600	1900	1100
Li	kg/v	0,3	0,3	0,09	0,09
Mg	kg/v	1000	890	310	270
Mn	kg/v	51	40	16	12
Mo	kg/v	0,2	0,2	0,06	0,06
Na	kg/v	1200	110	370	34
Ni	kg/v	0,3	0,1	0,09	0,04
P	kg/v	24	11	7,6	3,5
Pb	kg/v	0,5	1,8	0,1	0,6
Rb	kg/v	4,6	4,6	1,4	1,4
Sb	kg/v	44	39	14	12
Se	kg/v	2,3	2,3	0,7	0,7
Si	kg/v	1300	1300	390	390
Sn	kg/v	0,04	0,04	0,01	0,01
Sr	kg/v	9,8	9,8	3	3
Th	kg/v	0,03	0,02	0,01	0,007
Ti	kg/v	0,07	0,07	0,02	0,02
U	kg/v	0,6	0,6	0,2	0,2
V	kg/v	0,1	0,1	0,04	0,04
W	kg/v	0,3	0,3	0,1	0,1
Zn	kg/v	8,2	1,5	2,6	0,5
SO_4	kg/v	29000	12000	8900	3600
NO_3-N	kg/v	640	1,1	200	0,4
NH_4-N	kg/v	270	1,3	85	0,4

14.4.3.1 Vaihtoehto VE1

Sulkemissuunnitelman mukaisesti sulkemisen jälkeen kaivokselta vesistöihin päätyvä kuormitus pienenee kaivoksen toiminnan aikaisista kuormituksista. Taulukossa 14-35 on esitetty Heikkisenpuroon ja Koivupuroon sulkemisen jälkeen kohdistuvan kuormituksen aiheuttama laskennallinen pitoisuuslisä eri virtaamatilanteissa. Taulukossa 14-36 on esitetty vastaavasti Nimisenjoen ja Pienen Tipasjärven luusuan laskennalliset pitoisuuslisät. Pitoisuuslisät on laskettu laimennuslaskelman avulla sekä Heikkisenpuron ja Koivupuron suuntaan että Pienen Tipasjärven suuntaan. Pienen Tipasjärven laskennalliset pitoisuusnousut on arvioitu järven luusuassa. Pienen Tipasjärven tarkastelussa arvioitiin laimennuslaskelmien riittävän tarkasteluun, sillä purkuvesien vaikutukset arvioitiin toiminnan aikana vähäisiksi, ja kuormitus on sulkemisen jälkeen pienempää kuin toiminnan aikana.

Laskennallisesti suurimmat pitoisuusnousut nähdään lähellä kaivosta olevassa Koivupurossa alivirtaamatilanteessa. Kuormituksen aiheuttamat pitoisuusnousut voivat vaikuttaa joissakin virtaamatilanteissa lievästi Koivupuron vesieliöstöön mm. suolaisuuden ja ravinnepitoisuuksien nousun seurauksena. Myös Heikkisenpurossa suolojen ja ravinteiden määrä kohoaa alivirtaamatilanteessa. Huomattavaa on, että alivirtaamatilanteet ovat lyhytaikaisia. Normaalivirtausolosuhteissa kuormitus ei aiheuta merkittäviä pitoisuusnousuja Koivupurossa tai Heikkisenpurossa. Poikkeuksen muodostaa arseeni, jonka pitoisuusnousu voi keskimääräisessä virtaamatilanteessa ylittää Koivupurossa Ruotsin sisävesille asetetun hyvän fysikaalis-kemiallisen tilan raja-arvon. Sulkemistoimenpiteiden jälkeen vedenlaatu Koivupurossa paranee selvästi verrattuna nykyiseen toimintavaiheen tilanteeseen, jossa kaivoksen jätevedet puretaan kokonaisuudessaan Koivupuroon. Sulkemisen jälkeen ainepitoisuudet laimenevat Koivupuron ja Heikkisenpuron alapuolisissa vesistöissä, eikä kuormitus nosta pitoisuuksia merkittävästi enää Nimisenjoessa.

Sulkemisen jälkeisellä kuormituksella ei arvioida olevan vaihtoehdossa VE1 Koivupuron ja Heikkisenpuron purkureiteillä vaikutusta alapuolisten luokiteltujen vesistöjen (Pienen Hietasen – Hietasen vesimuodostuma) ekologiseen tilaan. Sulkemisen jälkeinen kuormitus ei vaaranna pohjaeläimistön, planktonlevästön tai kalaston mahdollisuutta hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan luokitelluissa vesistöissä. Pienen Hietasen – Hietasen vesimuodostuman ekologinen tila on pysynyt erinomaisena myös nykytilanteen kuormitustasolla, ja sulkemisen jälkeen kuormitustaso on selvästi pienempi. Kuormitus ei myöskään haittaa mahdollista kalastusta tai muuta virkistyskäyttöä alapuolisissa vesistöissä. Kuormitus ei myöskään estä hyvän kemiallisen tilan saavuttamista, sillä asetuksen mukaiset laatunormit eivät arvion mukaan ylity.

Pienen Tipasjärven suuntaan menevä kuormitus on pientä sulkemistoimenpiteiden jälkeen. Pitoisuudet laimenevat nopeasti Pienessä Tipasjärvessä eivätkä vaikuta oleellisesti Pienen Tipasjärven tai sen alapuolisten vesistöjen vedenlaatuun. Suurin

kuormitus tulee erilaisista ioni-yhdisteistä eli metallisuoloista. Karkeasti arvioituna, Pienen Tipasjärven luusuan virtaamia ja keskimääräistä vuosikuormitusta käyttäen, suolaisuus kohoaa laskennallisesti 0,1 mg/l sulfaatin osalta Pienen Tipasjärven luusuassa. Muidenkin aineiden pitoisuusnousu jää laskennallisesti vähäiseksi. Pienen Tipasjärven veden todellisiin pitoisuuksiin vaikuttavat erityisesti Olkilahden virtaus- ja sekoittumisolosuhteet.

Sulkemisen jälkeisellä kuormituksella ei arvioida olevan vaikutusta Pienen Tipasjärven ekologiseen tilaan. Sulkemisen jälkeinen kuormitus ei vaaranna pohjaeläimistön, planktonlevästön tai kalaston mahdollisuutta hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan. Kuormituksen ei arvioida haittaavan kalastusta tai muuta virkistyskäyttöä Pienessä Tipasjärvessä tai sen alapuolisissa vesistöissä. Kuormitus ei myöskään estä hyvän kemiallisen tilan saavuttamista, sillä asetuksen mukaiset laatunormit eivät ylity.

Taulukko 14-35. Sulkemisen jälkeen kaivosalueelta tulevan kuormituksen (vaihtoehto VE1) aiheuttama laskennallinen pitoisuuslisä Koivupurossa ja Heikkisenpurossa keskivirtaama- (MQ), keskialivirtaama- (MNQ) ja keskiylivirtaamatilanteessa (MHQ).

		Pitoisuuslisä Koivupuro			Pitoisuuslisä Heikkisenpuro		
Parametri	yksikkö	MQ	MNQ	MHQ	MQ	MNQ	MHQ
Ag	µg/l	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Al	µg/l	11,06	46,08	1,05	2,72	11,33	0,26
As	µg/l	1,01	4,22	0,10	0,28	1,15	0,03
B	µg/l	0,32	1,34	0,03	0,09	0,38	<0,01
Ba	µg/l	0,28	1,15	0,03	0,05	0,19	<0,01
Be	µg/l	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ca	mg/l	2,17	9,02	0,21	0,55	2,30	0,05
Cd	µg/l	0,01	0,06	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
Cl	mg/l	0,23	0,94	0,02	0,06	0,23	<0,01
Co	µg/l	0,02	0,08	<0,01	<0,01	0,02	<0,01
Cr	µg/l	0,01	0,06	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
Cu	µg/l	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
F	µg/l	4,61	19,20	0,44	1,20	4,99	0,11
Fe	µg/l	1,84	7,68	0,18	0,46	1,92	0,04
Hg	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
K	mg/l	0,88	3,65	0,08	0,22	0,90	0,02
Li	µg/l	0,04	0,17	<0,01	<0,01	0,04	<0,01
Mg	mg/l	0,14	0,60	0,01	0,04	0,15	<0,01
Mn	mg/l	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mo	µg/l	0,03	0,12	<0,01	<0,01	0,02	<0,01
Na	mg/l	0,17	0,71	0,02	0,04	0,17	<0,01
NH4	µg/l	39,18	163,20	3,72	9,68	40,32	0,92
Ni	µg/l	0,04	0,17	<0,01	<0,01	0,04	<0,01
NO3	µg/l	92,19	384,00	8,75	23,05	96,00	2,19
P	µg/l	3,50	14,59	0,33	0,88	3,65	0,08
Pb	µg/l	0,05	0,19	<0,01	0,02	0,08	<0,01
Rb	mg/l	0,65	2,69	0,06	0,18	0,77	0,02
Sb	µg/l	6,45	26,88	0,61	1,57	6,53	0,15
Se	µg/l	0,32	1,34	0,03	0,09	0,38	<0,01
Si	mg/l	0,18	0,75	0,02	0,04	0,19	<0,01
Sn	µg/l	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
SO4	mg/l	4,10	17,09	0,39	1,01	4,22	0,10
Sr	µg/l	1,38	5,76	0,13	0,37	1,54	0,04
Th	µg/l	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ti	µg/l	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
U	µg/l	0,09	0,38	<0,01	0,02	0,10	<0,01
V	µg/l	0,02	0,08	<0,01	<0,01	0,02	<0,01
W	µg/l	0,05	0,19	<0,01	<0,01	0,04	<0,01
Zn	µg/l	1,20	4,99	0,11	0,28	1,15	0,03

Taulukko 14-36. Sulkemisen jälkeen kaivosalueelta tulevan kuormituksen (vaihtoehto VE1) aiheuttama laskennallinen pitoisuuslisä Nimisenjoessa ja Pienen Tipasjärven luusuassa keskivirtaama- (MQ), keskialivirtaama- (MNQ) ja keskiylivirtaamatilanteessa (MHQ).

		Pitoisuuslisä Nimisenjoki			Pieni Tipasjärvi Luusua	
Parametri	yksikkö	MQ	MNQ	MHQ	MQ	MNQ
Ag	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001
Al	µg/l	0,62	2,60	0,06	0,733	0,828
As	µg/l	0,06	0,24	<0,01	0,062	0,070
B	µg/l	0,02	0,08	<0,01	0,025	0,028
Ba	µg/l	0,01	0,06	<0,01	0,021	0,024
Be	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001
Ca	mg/l	0,12	0,51	0,01	0,088	0,099
Cd	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,003	0,003
Cl	mg/l	0,01	0,05	<0,01	0,001	0,001
Co	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,002	0,002
Cr	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001
Cu	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,001	0,001
F	µg/l	0,26	1,09	0,03	0,348	0,393
Fe	µg/l	0,10	0,43	0,01	0,269	0,304
Hg	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001
K	mg/l	0,05	0,21	<0,01	0,037	0,042
Li	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,003	0,003
Mg	mg/l	<0,01	0,03	<0,01	0,009	0,010
Mn	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001
Mo	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,002	0,002
Na	mg/l	<0,01	0,04	<0,01	0,001	0,001
NH4	µg/l	2,19	9,21	0,23	0,014	0,016
Ni	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,005	0,006
NO3	µg/l	5,16	21,71	0,54	0,014	0,015
P	µg/l	0,20	0,82	0,02	0,124	0,140
Pb	µg/l	<0,01	0,01	<0,01	0,045	0,051
Rb	mg/l	0,04	0,16	<0,01	0,047	0,053
Sb	µg/l	0,36	1,51	0,04	0,398	0,450
Se	µg/l	0,02	0,08	<0,01	0,024	0,027
Si	mg/l	0,01	0,04	<0,01	0,013	0,015
Sn	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001
SO4	mg/l	0,23	0,96	0,02	0,123	0,139
Sr	µg/l	0,08	0,33	<0,01	0,102	0,115
Th	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001
Ti	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001
U	µg/l	<0,01	0,02	<0,01	0,006	0,007
V	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,001	0,001
W	µg/l	<0,01	0,01	<0,01	0,003	0,004
Zn	µg/l	0,07	0,28	<0,01	0,429	0,485

14.4.3.2 Vaihtoehto VE2

Taulukossa 14-37 on esitetty Heikkisenpuroon ja Koivupuroon sulkemisen jälkeen kohdistuvan kuormituksen aiheuttama laskennallinen pitoisuuslisä eri virtaamatilanteissa. Taulukossa 14-38 on esitetty vastaavasti Nimisenjoen laskennalliset pitoisuuslisät.

Laskennallisesti suurimmat pitoisuusnousut nähdään lähellä kaivosta olevassa Heikkisenpurossa. Kuormituksen aiheuttamat pitoisuusnousut voivat vaikuttaa joissakin virtaamatilanteissa Heikkisenpuron vesieliöstöön mm. suolaisuuden ja ravinnepitoisuuksien nousun seurauksena. Myös Koivupurossa suolojen ja ravinteiden määrä kohoaa alivirtaamatilanteessa (samansuuruisesti kuin vaihtoehdossa VE1). Normaalivirtausolosuhteissakin kuormitus aiheuttaa selvää pitoisuusnousua Heikkisenpurossa. Arseenin laskennallinen pitoisuusnousu ylittää sekä Koivupurossa että Heikkisenpurossa keskimääräisessä virtaamatilanteessa Ruotsin sisävesien hyvän fysikaalis-kemiallisen tilan raja-arvon ja Heikkisenpurossa ylittyy alivirtaamalla myös suurin sallittu pitoisuus. Pitoisuudet laimenevat Koivupuron ja Heikkisenpuron alapuolisissa vesistöissä, mutta Nimisenjoessa saakka havaitaan ravinnepitoisuuksissa lievää nousua.

Sulkemisen jälkeisellä kuormituksella voi olla lievää vaikutusta vaihtoehdossa VE2 Koivupuron ja Heikkisenpuron purkureiteillä alapuolisten luokiteltujen vesistöjen (Pienen Hietasen – Hietasen vesimuodostuma) ekologisen tilan muuttujiin ravinnekuormituksen seurauksena. Pienen Hietasen – Hietasen vesimuodostuman ekologinen tila on pysynyt kuitenkin erinomaisena myös nykytilanteen kuormitustasolla, ja sulkemisen jälkeen kuormitustaso on selvästi pienempi, joten ekologisen luokituksen ei arvioida heikentyvän sulkemisen jälkeisellä kuormitustasolla myöskään vaihtoehdossa VE2. Kuormitus ei haittaa mahdollista kalastusta tai muuta virkistyskäyttöä alapuolisissa vesistöissä. Kuormitus ei myöskään estä hyvän kemiallisen tilan saavuttamista, sillä asetuksen mukaiset laatunormit eivät ylity.

Pienen Tipasjärven suuntaan menevä kuormitus on vaihtoehdossa VE2 pienempää kuin vaihtoehdossa VE1, sillä rikastushiekka-altaan laajennuksen vesistä vain 40 % johdetaan louhosjärveen ja 60 % Heikkisenpuroon. Vaikutusten arvioitiin jäävän vähäisiksi vaihtoehdon VE1 mukaisella kuormitustasolla, ja näin ollen vaikutukset jäävät vaihtoehdossa VE2 tätäkin vähäisemmiksi (kts. luku 14.4.3.1). Sulkemisen jälkeisellä kuormituksella ei arvioida olevan vaikutusta Pienen Tipasjärven ekologiseen tilaan. Sulkemisen jälkeinen kuormitus ei vaaranna pohjaeläimistön, planktonlevästön tai kalaston mahdollisuutta hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan. Kuormituksien ei arvioida haittaavan kalastusta tai muuta virkistyskäyttöä Pienessä Tipasjärvessä tai sen alapuolisissa vesistöissä. Kuormitus ei myöskään estä hyvän kemiallisen tilan saavuttamista, sillä asetuksen mukaiset laatunormit eivät ylity.

Taulukko 14-37. Sulkemisen jälkeen kaivosalueelta tulevan kuormituksen (vaihtoehto VE2) aiheuttama laskennallinen pitoisuuslisä Koivupurossa ja Heikkisenpurossa keskivirtaama- (MQ), keskialivirtaama- (MNQ) ja keskiylivirtaamatilanteessa (MHQ).

		Pitoisuuslisä Koivupuro			Pitoisuuslisä Heikkisenpuro		
Parametri	yksikkö	MQ	MNQ	MHQ	MQ	MNQ	MHQ
Ag	µg/l	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01
Al	µg/l	11,06	46,08	1,05	35,49	147,84	3,37
As	µg/l	1,01	4,22	0,10	3,32	13,82	0,32
B	µg/l	0,32	1,34	0,03	1,06	4,42	0,10
Ba	µg/l	0,28	1,15	0,03	0,83	3,46	0,08
Be	µg/l	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01
Ca	mg/l	2,17	9,02	0,21	6,91	28,80	0,66
Cd	µg/l	0,01	0,06	<0,01	0,04	0,17	<0,01
Cl	mg/l	0,23	0,94	0,02	0,74	3,07	0,07
Co	µg/l	0,02	0,08	<0,01	0,05	0,19	<0,01
Cr	µg/l	0,01	0,06	<0,01	0,04	0,17	<0,01
Cu	µg/l	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,04	<0,01
F	µg/l	4,61	19,20	0,44	15,21	63,36	1,44
Fe	µg/l	1,84	7,68	0,18	5,99	24,96	0,57
Hg	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
K	mg/l	0,88	3,65	0,08	2,77	11,52	0,26
Li	µg/l	0,04	0,17	<0,01	0,14	0,58	0,01
Mg	mg/l	0,14	0,60	0,01	0,46	1,92	0,04
Mn	mg/l	<0,01	0,03	<0,01	0,02	0,10	<0,01
Mo	µg/l	0,03	0,12	<0,01	0,09	0,38	<0,01
Na	mg/l	0,17	0,71	0,02	0,55	2,30	0,05
NH4	µg/l	39,18	163,20	3,72	124,46	518,40	11,81
Ni	µg/l	0,04	0,17	<0,01	0,14	0,58	0,01
NO3	µg/l	92,19	384,00	8,75	295,02	1228,79	28,00
P	µg/l	3,50	14,59	0,33	11,06	46,08	1,05
Pb	µg/l	0,05	0,19	<0,01	0,23	0,96	0,02
Rb	mg/l	0,65	2,69	0,06	2,12	8,83	0,20
Sb	µg/l	6,45	26,88	0,61	20,28	84,48	1,93
Se	µg/l	0,32	1,34	0,03	1,06	4,42	0,10
Si	mg/l	0,18	0,75	0,02	0,60	2,50	0,06
Sn	µg/l	<0,01	0,02	<0,01	0,02	0,08	<0,01
SO4	mg/l	4,10	17,09	0,39	13,37	55,68	1,27
Sr	µg/l	1,38	5,76	0,13	4,52	18,82	0,43
Th	µg/l	<0,01	0,02	<0,01	0,01	0,06	<0,01
Ti	µg/l	<0,01	0,04	<0,01	0,03	0,13	<0,01
U	µg/l	0,09	0,38	<0,01	0,28	1,15	0,03
V	µg/l	0,02	0,08	<0,01	0,05	0,19	<0,01
W	µg/l	0,05	0,19	<0,01	0,14	0,58	0,01
Zn	µg/l	1,20	4,99	0,11	3,78	15,74	0,36

Taulukko 14-38. Sulkemisen jälkeen kaivosalueelta tulevan kuormituksen (vaihtoehto VE2) aiheuttama laskennallinen pitoisuuslisä Nimisenjoessa keskivirtaama- (MQ), keskialivirtaama- (MNQ) ja keskiylivirtaamatilanteessa (MHQ).

		Pitoisuuslisä Nimisenjoki		
Parametri	yksikkö	MQ	MNQ	MHQ
Ag	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Al	µg/l	2,09	8,77	0,22
As	µg/l	0,19	0,82	0,02
B	µg/l	0,06	0,26	<0,01
Ba	µg/l	0,05	0,21	<0,01
Be	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Ca	mg/l	0,41	1,71	0,04
Cd	µg/l	<0,01	0,01	<0,01
Cl	mg/l	0,04	0,18	<0,01
Co	µg/l	<0,01	0,01	<0,01
Cr	µg/l	<0,01	0,01	<0,01
Cu	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
F	µg/l	0,89	3,73	0,09
Fe	µg/l	0,35	1,48	0,04
Hg	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
K	mg/l	0,16	0,69	0,02
Li	µg/l	<0,01	0,03	<0,01
Mg	mg/l	0,03	0,11	<0,01
Mn	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Mo	µg/l	<0,01	0,02	<0,01
Na	mg/l	0,03	0,14	<0,01
NH4	µg/l	7,33	30,83	0,77
Ni	µg/l	<0,01	0,03	<0,01
NO3	µg/l	17,35	72,95	1,81
P	µg/l	0,65	2,74	0,07
Pb	µg/l	0,01	0,05	<0,01
Rb	mg/l	0,12	0,52	0,01
Sb	µg/l	1,20	5,04	0,13
Se	µg/l	0,06	0,26	<0,01
Si	mg/l	0,03	0,15	<0,01
Sn	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
SO4	mg/l	0,78	3,29	0,08
Sr	µg/l	0,26	1,11	0,03
Th	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Ti	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
U	µg/l	0,02	0,07	<0,01
V	µg/l	<0,01	0,01	<0,01
W	µg/l	<0,01	0,03	<0,01
Zn	µg/l	0,22	0,94	0,02

14.4.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 kaivoksen toiminta jatkuu voimassa olevan luvan mukaisesti vuoden 2025 loppuun asti, ja vedet johdetaan nykykäytännön mukaisesti Koivupuroon. Rikastushiekka-altaan laajennusta ei toteuteta. Nykyistä rikastushiekka-allasta korotetaan tasoon +234 m mpy toiminnan aikana. Toiminnan jatkuessa nykyisellään pintavesiin kohdistuvat vaikutukset eivät olennaisesti muutu nykytilanteeseen verrattuna.

14.5 Vaihtoehtojen vertailu ja merkittävyys

Sekä Koivupuron että Taivaljärven purkureittien herkkyys on arvioitu kohtalaiseksi. Herkkyyteen vaikuttavia tekijöitä on tarkasteltu tarkemmin luvussa 14.3.5.1.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vesistökuormitus on toiminnan aikana samansuuruista. Molemmissa vaihtoehdoissa on tarkasteltu kahta erilaista vesien johtamisvaihtoehtoa. Toisessa vaihtoehdossa vedet johdetaan kokonaisuudessaan Koivupuron purkureitille ja toisessa vaihtoehdossa vedet johdetaan jaetusti Koivupuron purkureitille (60 %) ja Taivaljärven purkureitille (40 %).

Vaihtoehdossa, jossa 100 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron reitille, Ollinjoessa voi esiintyä vuosikeskiarvona ympäristönlaatunormin (AA-EQS) ylitys kadmiumin osalta runsaan sadannan kuormitustasoilla. Laskennallisen tarkastelun perustella ei voida typen osalta poissulkea kuormituksen heikentäviä vaikutuksia Hietasen - Pienen Hietasen ekologiseen tilaluokitukseen. Muutoksen suuruus suhteessa nykytilaan on arvioitu *kohtalaiseksi kielteiseksi*.

Vaihtoehdossa, jossa 60 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron reitille ympäristönlaatunormin ylityksiä ei todeta Ollinjoessa tai sen alapuolisessa vesistössä. Laskennallisen tarkastelun perusteella voidaan arvioida, että kuormituksella ei ole todennäköisesti heikentävää vaikutusta Hietasen - Pienen Hietasen ekologiseen tilaluokitukseen. Taivaljärven purkureitillä ei todeta Pienen Tipasjärven Olkilahdessa ympäristönlaatunormien ylityksiä, kun reitille johdetaan 40 % kuormituksesta. Mallinnuksen perusteella voidaan arvioida, ettei kuormituksella ole todennäköisesti heikentävää vaikutusta Pienen ja Ison Tipasjärven vesimuodostuman ekologiseen tilaluokitukseen. Muutoksen suuruus arvioidaan jaetulla purkuvesien johtamisvaihtoehdolla nykytilaan verrattuna *vähäiseksi kielteiseksi.*

Molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on tarkasteltu lisäksi kahta kaivostäyttövaihtoehtoa. Toisessa vaihtoehdossa käytetään vain sivukiveä ja toisessa sivukiveä ja rikastushiekkaa. Vesistökuormitus ja pintavesiin kohdistuvat vaikutukset ovat pienemmät sivukiven ja rikastushiekan yhdistelmätäytössä (Kaivostäyttö 1).

Sulkemisen jälkeen vaihtoehdolla VE1 on vähäisemmät vesistövaikutukset kuin vaihtoehdolla VE2, mikäli vedet johdetaan nykyisen suunnitelman mukaisesti.

*Taulukko 14-39. Vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa. * = Kuormitus johdetaan kokonaisuudessaan Koivupuroon, ** = Kuormitus johdetaan jaetusti Koivupuron ja Taivaljärven purkureiteille.*

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys							
	Kohtalainen herkkyys		VE1* VE2*	VE1** VE2**				
	Suuri herkkyys							

14.6 Arvioinnin epävarmuudet

Vesistövaikutusarvion suurimmat epävarmuudet liittyvät lähtötietojen tarkkuuteen. Laimennuslaskelmissa ja mallinnuksessa on käytetty lähtötietona kaivokselle vesi- ja kuormatasemallin avulla laskettuja kuormituksia, jotka on arvioitu parhaisiin käytettävissä olleisiin tietoihin perustuen. Kuormitusarviossa ei ole huomioitu typen mahdollisia poistumia nitrifikaatio-denitrifikaatio-prosessin kautta.

Laimennuslaskelmien ja vesistömallinnuksen lähtötietoina on käytetty virtaamien osalta ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmän simuloituja virtaamia. Pienien valuma-alueiden, kuten Koivupuron ja Taivaljärven/Taivalpuron valuma-alueiden virtaama-arvioihin liittyy epävarmuutta, joka heijastuu myös laimennuslaskelmien ja vesistömallinnuksen tuloksiin.

Laimennuslaskelmissa ja vesistömallinnuksessa aineita on käsitelty kokonaan liukoisina eikä mahdollista poistumaa (esim. sedimentaatio, sitoutuminen kasvillisuuteen tai eliöstöön) ole huomioitu. Mallit ovat tarkimmillaankin yksinkertaistuksia todellisesta ympäristöstä, eivätkä ne kuvaa aukottomasti luonnon monimutkaisia prosesseja. Epävarmuutta syntyy myös mallinnuksessa käytetyistä olosuhdetiedoista, jotka eivät todennäköisesti toistu juuri samanlaisina. Mallinnukseen sisältyvät merkittävät epävarmuudet on pyritty kuvaamaan ja huomioimaan vaikutusarvioinnissa.

Laimennuslaskelmien osalta keskimääräistä tilannetta kuvaavia arvioita voidaan pitää luotettavampina kuin hetkellisiä ääritilanteita kuvaavia arvioita. Laimennuslaskelmien osalta voidaan todeta, että hetkellisiä ääritilanteita kuvaavat laskennalliset arviot olivat pienempiä kuin vesistötarkkailun perusteella mitatut maksimipitoisuudet. Sekä keskivirtaamalla että keskialivirtaamalla käytettiin vesistön

taustapitoisuutena vuosien 2016–2018 keskimääräisiä vedenlaatutuloksia. Tuloksia on käytettävissä suhteellisen niukasti, mikä tuo taustapitoisuuden laskentaan epävarmuutta. Lisäksi laimennuslaskelmissa kuormituksen on oletettu kohdistuvan tasaisesti vesistöön vuositasolla, minkä vuoksi hetkelliset ääritilanteet voivat jäädä laskennassa todentamatta.

14.7 Vaikutusten lieventäminen

Kuormatase on laadittu laajimman tilanteen perusteella ja kuvastaa suurinta kuormitusta. Kuormitus kasvaa vaiheittain, kunnes se saavuttaa kuormataseen mukaisen tilanteen. Myös vesistövaikutukset lisääntyvät vaiheittain kuormituksen kasvaessa.

Kaivosalueen puhtaat ja likaantuneet vedet pidetään erillään. Puhtaat aluevedet johdetaan niiden luontaisia reittejä vastaanottavaan vesistöön, jotta muutokset vesistöjen virtaamiin olisivat mahdollisimman vähäiset. Likaantuneet vedet kuten maanalaisen kaivoksen kuivanapitovedet, prosessivedet sekä sivukivialueiden suotovedet kerätään ja puhdistetaan ennen niiden johtamista purkureitille. Typpikuormituksen pienentämiseksi kaivosalueella otetaan käyttöön kaksi bioreaktoria. Bioreaktori 1 otettiin käyttöön joulukuussa 2023. Bioreaktori 2 on rakennettu ja otetaan käyttöön keväällä 2024. Typpipitoisuutta pienennetään tämän lisäksi räjähdysaineiden käytön ja vesienhallinnan optimoinnilla sekä tarvittaessa typenpoiston lisätehostamisella.

Mikäli lupavaiheessa valitaan vesien johtamisreitiksi Koivupuron purkureitti (100 % kuormituksesta, purkureitti 1), tuotantokapasiteetti ja toiminta suhteutetaan siten, ettei vesistökuormitus aiheuta ympäristönlaatunormien ylityksiä vesistössä, eikä vesistökuormitus estä vesienhoidon tavoitteiden saavuttamista luokitelluissa vesimuodostumissa. Arvioinnissa on esitetty alustavat ja konservatiiviset arviot vesistökuormituksen suuruudesta, ja suunnittelun edetessä kuormitusarviot sekä sen myötä vesistövaikutusarviot tarkentuvat. Esimerkiksi laskennallisen tarkastelun perusteella arvioituna noin 20 %:in vähenemä YVA-selostusvaiheen kuormitustasoon typen osalta estäisi kuormituksen heikentävän vaikutuksen luokitelluissa vesimuodostumissa Koivupuron reitillä (purkureitti 1: 100 % kuormituksesta Koivupuroon).

Kuormitusta voidaan vähentää ja vaikutuksia lieventää mm. seuraavilla toimenpiteillä:

- Malmituotantomäärää ei nosteta nykyisestä 600 000 t/v tasosta 800 000 t/v tasolle.
- Nykyistä avolouhosta ei laajenneta.
- Uusi rikastushiekka-allas toteutetaan vaiheittain, ja alussa sen laajuus on 20 ha.

- Typpikuormitusta voidaan edelleen pienentää typettömien räjähdysaineiden käyttöönotolla, kun ne tulevat kaupalliseen käyttöön.
- Vesienkäsittelyä tehostetaan metallien ja typenpoiston osalta.

Käsiteltyjen purkuvesien määrää ja laatua tarkkaillaan viranomaisten hyväksymällä tavalla.

15 Vesieliöstö

YHTEENVETO

- Johdettaessa 100 % kuormituksesta Koivupuron reitille, ei voida poissulkea kuormituksen heikentävää vaikutusta Hietasen - Pienen Hietasen kasviplanktonlajiston tilaan.
- Johdettaessa 60 % kuormituksesta Koivupuron reitille ja 40 % Taivaljärven purkureitille laskennallisen tarkastelun perusteella kuormituksella ei ole heikentävää vaikutusta Hietasen - Pienen Hietasen kasviplanktonlajiston tilaan, eikä mallinnustulosten perusteella Pienen Tipasjärven kasviplanktonlajiston tilaan.
- Johdettaessa 100 % kuormituksesta Koivupuron reitille, voi negatiivisia vaikutuksia etenkin reitin yläosan (Koivupuro-Ollinjoki) pohjaeläimistöön ja ekologiseen tilaan esiintyä. Johdettaessa 60 % kuormituksesta Koivupuron reitille ja 40 % Taivaljärven purkureitille jäävät vaikutukset Koivupuron suunnalla vähäisemmiksi. Taivaljärven purkureitille ei arvion mukaan kohdistu ekologista tilaa heikentävää vaikutusta.
- Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys vesieliöstöön arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi, kun kuormituksesta johdetaan 100 % Koivupuron purkureitille (Purkureitti 1) ja vähäiseksi kielteiseksi, kun kuormitus johdetaan jaetusti Koivupuron (60 %) ja Taivaljärven (40 %) purkureiteille (Purkureitti 2).

15.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Vaikutusarvio on laadittu asiantuntijatyönä, ja sen lähtöaineistona ovat toimineet hankkeeseen liittyvä suunnitteluaineisto, arvioitavaan kohteeseen liittyvä seurantatieto vesieliöstön tilasta sekä kokemus aiempien vastaavien hankkeiden vaikutusarvioinnista ja olemassa olevissa kohteissa ilmenneistä ympäristövaikutuksista.

Koivupuron purkureitin osalta lähtöaineistona toimii laimennuslaskelmiin perustuva ja Taivaljärven purkureitin osalta mallinnukseen perustuva vedenlaadun vaikutusarvio. Arvioinnissa on lisäksi hyödynnetty tarkoitukseen soveltuvien tutkimusartikkeleiden ja selvitysten tietoja erilaisen kuormituksen aiheuttamista vesistö- ja eliöstövaikutuksista.

15.2 Nykytila

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin mukainen vesistöjen ekologisen tilan arviointi kohdistuu jokivesimuodostumissa piileviin ja pohjaeläimistöön sekä järvivesimuodostumissa kasviplanktoniin (a-klorofylli), vesikasveihin, rantavyöhykkeen päällysleviin ja pohjaeläimistöön niin rantavyöhykkeessä kuin syvänteissä. Sotkamo Silver Oy:n ympäristötarkkailuohjelma (30.9.2021) sisältää kasviplanktonin, pohjaeläinten ja vesisammalten metallipitoisuuksien tarkkailun, joiden tuloksia on esitetty seuraavassa. Rantavyöhykkeen tai koskipaikkojen pohjalevät (piilevät) eivät ole kuuluneet Sotkamo Silverin ympäristötarkkailuun.

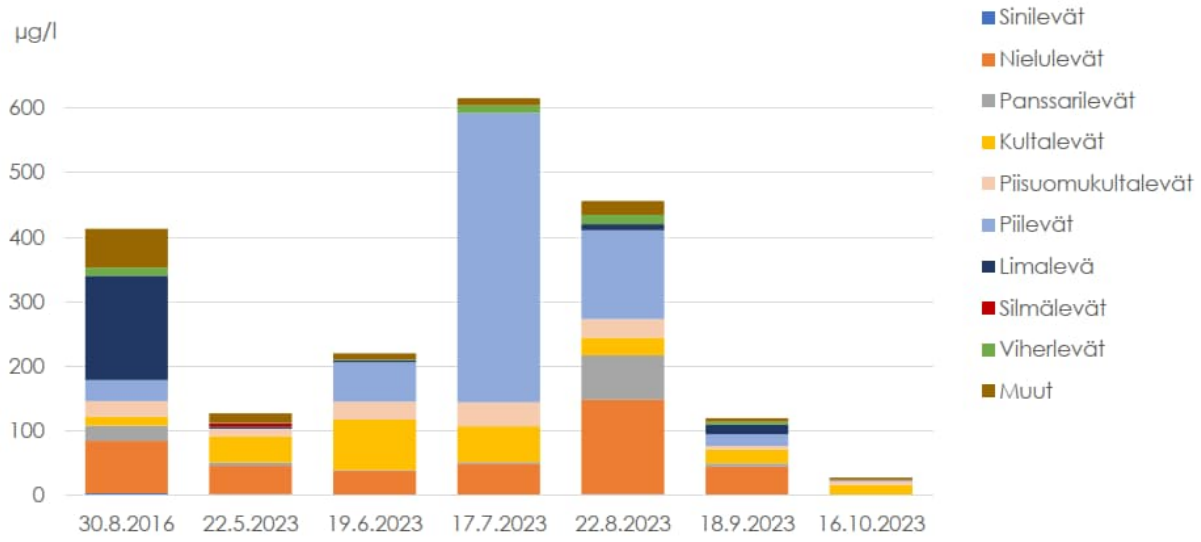
15.2.1 Kasviplankton

Kasviplanktontarkkailua tehdään osana kaivoksen ympäristötarkkailun biologista tarkkailua. Kasviplanktontutkimuksia on tehty vuosina 2016, 2019 ja 2023 (Zwerver 2017, Eurofins Ahma Oy 2020, KVVY Tutkimus Oy 2024). Näytteitä on otettu Koivupuron purkureitillä Pieneltä-Hietaselta ja Hietaselta sekä Taivaljärven purkureitillä Pienen Tipasjärven Olkilahdelta.

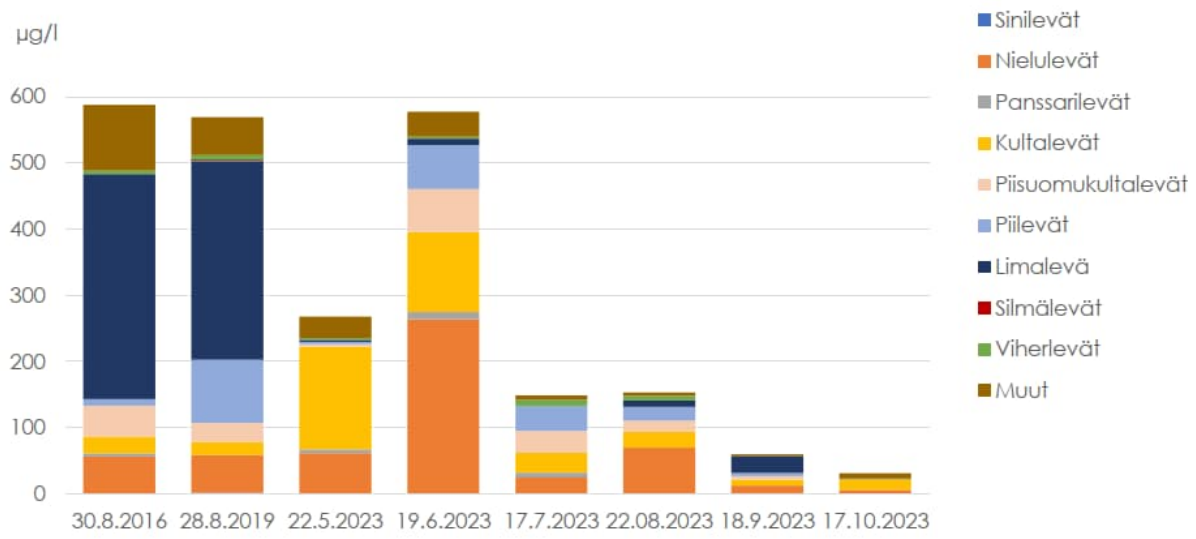
Kasviplanktonlajiston ekologisen tilan arvioinnissa käytetään muuttujina kasviplanktonin kokonaisbiomassaa, kasviplanktonin trofiaindeksiä (TPI), haitallisten sinilevien osuutta sekä klorofylli *a* -pitoisuutta. Kasviplanktonin laskennallinen kokonaisbiomassa <0,5 mg/l kuvastaa karuutta, 0,5–1 mg/l alkavaa rehevöitymistä, 1–2,5 mg/l lievää rehevöitymistä ja 2,5–10,0 mg/l rehevyyttä (Mitikka ym. 2001). Kasvukauden keskimääräinen klorofyllipitoisuus on puolestaan karussa järvessä <3 µg/l, lievästi rehevässä järvessä 3–7 µg/l ja rehevässä järvessä yli 7 µg/l (Forsberg, C. ja Ryding, S.-O. 1980).

Vuonna 2023 kasviplanktonin kokonaisbiomassa vaihteli Pienessä-Hietasessa kesän kuluessa 0,056–0,577 mg/l ja Hietasessa 0,029–0,615 mg/l ollen pääosin karujen vesien tasoa (Kuva 15-1, Kuva 15-2 ja Kuva 15-3). Pienessä-Hietasessa kokonaisbiomassa oli suurimmillaan kesäkuussa ja Hietasessa heinäkuussa, jolloin biomassat viittasivat alkavaan rehevöitymiseen. Pienen Tipasjärven Olkilahdella kokonaisbiomassat olivat heinä-elokuussa karujen vesien tasoa.

Ekologisen luokituksen luokkarajoihin verrattuna sekä kokonaisbiomassat, haitallisten sinilevien osuudet että kasviplanktonin trofiaindeksit (TPI) indikoivat vuonna 2023 erinomaista ekologista tilaa.



Kuva 15-1. Hietasen kasviplanktonin koostumus (biomassa, µg/l elokuussa 2016 ja vuoden 2023 havaintokerroilla.

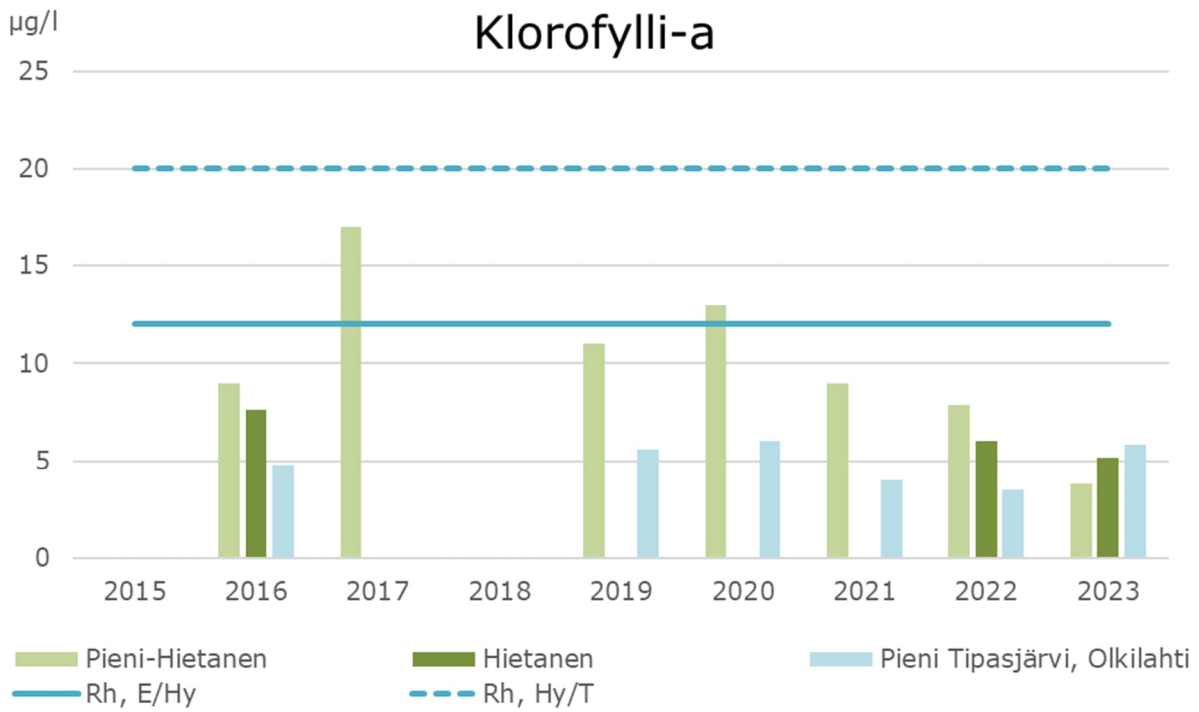


Kuva 15-2. Pienen-Hietasen kasviplanktonin koostumus (biomassa, µg/l elokuussa 2016 ja 2019 sekä vuoden 2023 havaintokerroilla.



Kuva 15-3. Pienen Tipasjärven Olkilahden kasviplanktonin koostumus (biomassa, µg/l elokuussa 2019 sekä vuoden 2023 havaintokerroilla.

Klorofylli *a* -pitoisuudet ovat vaihdelleet vuosina 2016–2023 sekä Pienessä-Hietasessa (0,5–17 µg/l), Hietasessa (0,5–11 µg/l) että Pienen Tipasjärven Olkilahdessa (0,5–8,6 µg/l) karujen vesien tasosta rehevien vesien tasolle. Hietasen ja Olkilahden keskimääräiset (kesä–syyskuu) klorofylli *a*- pitoisuudet ovat ilmentäneet erinomaista ekologista tilaa (Kuva 15-4). Pienessä-Hietasessa klorofylli *a* -pitoisuudet ovat vaihdelleet voimakkaammin ja vastanneet keskimäärin hyvää tai erinomaista ekologista tilaa.



Kuva 15-4. Klorofylli a -pitoisuus keskimäärin kesä-syyskuussa Pienen-Hietasen, Hietasen ja Pienen Tipasjärven Olkilahden havaintopaikoilla vuosina 2016–2023. Rh = runsashumuksiset järvet, E/Hy = erinomaisen ja hyvän ekologisen luokan raja-arvo, Hy/T = hyvän ja tyydyttävän ekologisen luokan raja-arvo.

15.2.2 Pohjaeläimet

Kaivoksen vaikutuksia alapuolisten vesistöjen pohjaeläimistöön seurataan kahdella virtavesikohteella (Koivupurosta ja Nimisenjoesta) ja viidellä järvellä (Pieni Tipasjärven Olkilahdesta, Iso Tipasjärvestä, Pieni-Hietasesta, Hietasesta sekä Vepsänjärvestä). Viimeisimmät pohjaeläintutkimukset esitetään vuosilta 2021 (Koivupuron suunnan virtavesikohteet) ja 2023 (järvisyvänteet ja Taivaljärven purkusuunnan virtavesipiste). Vuonna 2023 ei saatu näytteitä Koivupuron suunnan virtavesikohteilta (KVVY Tutkimus Oy 2023).

Virtavedet

Koivupuron virtavesinäytepaikat olivat vuonna 2021 hyvässä ekologisessa tilassa TT- ja EPTh- indekseihin perustuen. Prosenttinen mallinkaltaisuus (PMA) sen sijaan ilmensi tyydyttävää tilaa (Taulukko 15-1). *Leuctra nigra* -koskikorennon runsas esiintyminen saattoi laskea PMA-indeksin antamaa tulosta todellista tilaa heikommaksi. (AFRY Finland Oy 2022)

Nimisenjoen pohjaeläinnäytteistä lasketut indeksit luokittivat Nimisenjoen pohjaeläimistön erinomaiseen tilaan sekä TT- että EPTh-indekseihin ja tyydyttävään tilaan PMA-indeksiin perustuen (Taulukko 15-1). Vuonna 2018 tila oli vastaavien indeksien perusteella erinomainen ja hyvä (Eurofins Ahma Oy 2018). PMA-indeksin mukaista luokitusta heikensi todennäköisesti *Taeniopteryx nebulosa* -

koskikorennon runsas esiintyminen (36 % yksilömäärästä), mikä ei kuitenkaan ilmennä todellisuudessa heikentynyttä tilaa, vastaavasti kuin Koivupurossa.

Taulukko 15-1. Virtavesien näyteasemille laskettujen tyyppiominaisten taksonien (TT), tyyppiominaisten EPT-heimojen (EPTH) sekä prosenttisen mallinkaltaisuuden (PMA) indeksien antamat tulokset sekä ekologinen tila eri indekseille vuonna 2021. Lähde: AFRY Finland Oy 2022

Havaintopaikka	Jokityyppi	TT	EPTh	PMA
Koivupuro	Pt_H_E	5	5	0,25
		Hyvä	Hyvä	Tyydyttävä
Nimisenjoki	Pt_H_E	9	7	0,24
		Erinomainen	Erinomainen	Tyydyttävä
Luokittelu		Erinomainen		Tyydyttävä
		Hyvä		Välttävä
				Huono

Taivalpuron virtavesiasemalla pohjaeläinten kokonaisyksilömäärä oli vuonna 2023 10047 yksilöä. Asemalla dominoivat mäkärän toukat (Simuliidae), toiseksi runsain taksoni olivat *Nemoura*-suvun koskikorennot. Taksoniluku oli vain 13, mikä on virtavesiasemaksi hyvin alhainen. Etenkin vesiperhosten, koskikorentojen ja päiväänkorentojen lajisto jäi vaatimattomaksi. (KVVY Tutkimus Oy 2023)

Taivalpuron ekologinen tila oli TT-indeksin perusteella tyydyttävä, EPTh-indeksin perusteella hyvä ja PMA-indeksin perusteella erinomainen (Taulukko 15-2). Virtavesiasemaksi yksipuolinen pohjaeläimistö viittaa merkittäviin olosuhdemuutoksiin. Todennäköisin selitys on puron suuri virtaamavaihtelu, mutta alkutilanteen tietojen puuttuessa ja vain yhden tarkkailukerran perusteella ei sen mahdollisia vaikutuksia pystytä erittelemään. Kaivoksen varsinaiset purkuvedet johdetaan kuitenkin nykytilassa Koivupuron, ei Taivaljärven suuntaan. (KVVY Tutkimus Oy 2023)

Taulukko 15-2. Taivalpuron näyteasemalle laskettujen tyyppiominaisten taksonien (TT), tyyppiominaisten EPT-heimojen (T-EPTH) sekä prosenttisen mallinkaltaisuuden (PMA) indeksien antamat tulokset sekä ekologinen tila eri indekseille vuonna 2023. Lähde: KVVY Tutkimus Oy 2023

Vesimuodostuman tyyppi:		**Pt_H_E**
Havainnon nimi:		**Taivalpuro**
TT havaittu arvo:		**5,0**
TT, vertailuarvo:		**9,1**
TT, luokkarajat:	E/Hy	7,0
	Hy/T	5,3
	T/V	3,5
	V/Hu	1,8
Ekologinen luokka		**tyydyttävä**
T-EPTh havaittu arvo:		**5,0**
T-EPTh vertailuarvo:		**7,0**
T-EPTh, luokkarajat:	E/Hy	6,0
	Hy/T	4,5
	T/V	3,0
	V/Hu	1,5
Ekologinen luokka		**hyvä**
PMA havaittu arvo:		**0,460**
PMA, vertailuarvo:		**0,471**
PMA, luokkarajat:	E/Hy	0,395
	Hy/T	0,296
	T/V	0,197
	V/Hu	0,099
Ekologinen luokka		**erinomainen**

Tipasjoen yläosalta ei ole ajantasaista tietoa pohjaeläimistöstä. Joen alaosa on luokiteltu hyvään ekologiseen tilaan (Taulukko 17-3), ja pohjaeläimistö on hyvässä tilassa.

Järvet

Kaivosaluetta lähinnä olevan Pienen Tipasjärven Olkilahden pohjaeläimistön taksoniluku oli vuonna 2023 kahdeksan, ja pohjaeläimistö kuuden metrin näyteasemalla koostui enimmäkseen sulkasääsken toukista (*Chaoborus flavicans*) ja Potamothrix/Tubifex -harvasukasmadoista. Surviaissääsken toukista runsaimpia olivat tummavetisille järville tyypilliset *Zalutschia zalutschicola* -toukat. Lisäksi tavattiin keskiravinteisilla pohjilla viihtyviä *Sergentia coracina* -toukkia, monenlaisilla pohjilla viihtyviä *Procladius* -toukkia.

Ison Tipasjärven pohjan (syvyys 20 m) taksoniluku oli kuusi, ja sulkasääskien osuus pohjaeläimistössä oli suurempi kuin Pienellä Tipasjärvellä. Sulkasääsken toukkien jälkeen runsaimpia olivat *Procladius* -suvun surviaissääskitoukat.

Pieni-Hietanen sijaitsee noin 10 kilometrin päässä kaivosalueen länsipuolella, Koivupuron purkusuunnalla. Järven syvännealueen taksoniluku (viisi taksonia) oli

tutkituista järvistä pienin. Näyteaseman syvyys oli noin 23 metriä. Pohjaeläimistö koostui valtaosin Potamothrix/Tubifex -harvasukasmadoista, toiseksi yleisimpiä olivat *Sergentia coracina* -surviaissääskitoukat. Sulkasääsken toukkia todettiin näytteissä vain vähän. Hietasen näyteasemalla (22–24 m) pohjaeläimistöä dominoivat *Sergentia coracina*-toukat. Näiden jälkeen toiseksi yleisimpiä olivat Potamothrix/Tubifex -harvasukasmadot. Sulkasääsken toukkia todettiin runsaammin kuin Pieni-Hietasen asemalla. Pohjaeläimistön taksoniluku oli seitsemän. (KVVY Tutkimus Oy 2023)

Syvännealueen ekologista luokkaa kuvaavan PICM–indeksin mukaan pohjaeläimistön tila oli kaikilla syvännеasemilla erinomainen (Taulukko 15-3). Runsashumuksisten järvien syvännepohjaeläinten luokittelussa ei käytetä PMA-indeksiä, joten PMA on laskettu ainoastaan Vepsänjärvelle.

Taulukko 15-3. Järvien näyteasemille laskettujen PICM-indeksin ja prosenttisen mallinkaltaisuuden (PMA) indeksin antamat tulokset sekä ekologinen tila eri indekseille vuonna 2023. Lähde: KVVY Tutkimus Oy 2023

Vesimuodostuman tyyppi:		Rh	Rh	Rh	Rh	Kh
Havainnon nimi:		**Pieni Tipasjärvi**	**Iso Tipasjärvi**	**Pieni-Hietanen**	**Hietanen**	**Vepsänjärvi**
PICM havaittu arvo:		**1,382**	**1,255**	**1,689**	**1,711**	**1,235**
PICM:n vertailuarvo (Malli 1):		0,933	1,524	2,021	2,021	1,435
PICM, luokkarajat:	E/Hy	0,747	1,219	1,617	1,617	1,148
	Hy/T	0,560	0,914	1,213	1,213	0,861
	T/V	0,373	0,610	0,809	0,809	0,574
	V/Hu	0,187	0,305	0,404	0,404	0,287
Ekologinen luokka		**erinomainen**	**erinomainen**	**erinomainen**	**erinomainen**	**erinomainen**
PMA havaittu arvo:						**0,467**
PMA:n vertailuarvo:						0,406
PMA, luokkarajat:	E/Hy					0,334
	Hy/T					0,250
	T/V					0,167
	V/Hu					0,083
Ekologinen luokka						**erinomainen**

15.2.3 Vesisammalet

Kaivoksen alapuolisista virtavesistä tutkitaan vesisammalten metallipitoisuuksia osana ympäristötarkkailun biologista tarkkailua. Pohjassa kasvavina ja pitkäikäisinä eliöinä vesisammalet kuvaavat pohjan myötäistä kuormitusta ja virtavesien tilaa. Vesisammalten tuoreet versonosat keräävät mm. metalleja lehtisolukkoihin nopeasti ja kohonneet pitoisuudet säilyvät niissä pitkään (Ruoppa ja Heinonen 2004). Vesisammaliin kertyvät raskasmetallit ovat peräisin valuma-alueen maaperästä, josta liukenee ja kulkeutuu metalleja luontaisesti, sekä kuormituksesta kuten kaivosalueen jäte- ja sulamisvesistä, ja myös pienessä määrin ilmalaskeumasta.

Vesisammalten hopean, nikkelin, kromin, sinkin, lyijyn ja kadmiumin pitoisuuksia tutkittiin vuonna 2022 kolmella näytepaikalla: Nimisenjoessa, Lontanjoessa ja Tipasjoessa. Nimisenjoen näytepaikka sijaitsee kaivosvesien johtamisreitillä noin 2 kilometriä ennen Nimisenjoen laskua Pieneen-Hietaseen ja Lontanjoen näytepaikka noin 5 kilometriä Hietasen alapuolella. Tipasjoen näytepaikka sijaitsee lähellä Pienen Tipasjärven luusuaa. Tipasjokeen ei ole kohdistunut kaivoksen kuormitusta.

Vesisammalnäytteiden metallipitoisuudet on esitetty taulukossa 15-4. Vesisammalten metallipitoisuudet olivat pääosin pienimmät Nimisenjoessa, jossa metallien pitoisuudet olivat sekä Ruotsin ympäristöviranomaisten ehdottamiin viitteellisiin ohjearvoihin nähden että vastaaviin suomalaisen aineiston perusteella määritettyihin ohjearvoihin nähden hyvin alhaiset tai alhaiset. Lontanjoessa todettiin lyijyä ja hopeaa lukuun ottamatta tutkituista näytepaikoista suurimmat pitoisuudet. Lontanjoessa lyijyn pitoisuus oli ohjearvoihin nähden alhainen tai hyvin alhainen, kadmiumin ja lyijyn pitoisuudet olivat kohtalaisen korkeat ja sinkin pitoisuus korkea. Tipasjoessa puolestaan lyijyn ja sinkin pitoisuudet olivat alhaiset, kadmiumin pitoisuus alhainen tai kohtalaisen korkea ja nikkelin pitoisuus kohtalaisen korkea.

Taulukko 15-4. Vesisammalnäytteiden metallipitoisuudet vuonna 2022. Lisäksi on esitetty Ruotsin ympäristöviranomaisten ehdottamat viitteelliset ohjearvot vesisammalten metallipitoisuuksista sekä vastaavat ohjearvot suomalaisen aineiston perusteella (Vuori 2002).

Näytepaikka	Kadmium mg/kg ka	Kromi mg/kg ka	Lyijy mg/kg ka	Nikkeli mg/kg ka	Sinkki mg/kg ka	Hopea mg/kg ka
Tipasjoki	0,6	1,1	2,4	12	96	1,2
Nimisenjoki	0,07	0,8	1,8	2,2	42	<0,05
Lontanjoki	1,7	2	1,7	22	510	<0,05
Ruotsin viranomaisen esittämät viitteelliset ohjearvot						
Hyvin alhainen	<0,3	-	<3	<4	<60	-
Alhainen	0,3–1	-	3–10	4–10	60–160	-
Kohtalaisen korkea	1–2,5	-	10–30	10–30	160–500	-
Korkeat	2,5–15	-	30–150	30–150	500–2500	-
Hyvin korkeat	>15	-	>150	>150	>2500	-
Vastaavat ohjearvot suomalaisen aineiston perusteella						
Hyvin alhainen	<0,2	-	<1		<53	-
Alhainen	0,2–0,5	-	1–3		53–103	-
Kohtalaisen korkea	0,5–1,8	-	3–8		103–351	-
Korkeat	1,8–8,8	-	8–41		351–1755	-
Hyvin korkeat	>8,8	-	>41		>1755	-

15.3 Vaikutusten arviointi

15.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rikastushiekka-altaan laajennuksen maanrakennustöiden sekä kaivosvesien johtamiseksi kaivettavan purkuojan kaivuutöiden aikana voi aiheutua työalueen

pintavesiin tilapäistä ja paikallista samentumista ja ainepitoisuuksien nousua. Työskenneltäessä Taivaljärven läheisyydessä vaikutukset voivat ulottua Taivaljärveen saakka. Haitan arvioidaan olevan kuitenkin lyhytkestoinen ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen. Merkittävää samentumista tai muuta ainepitoisuuksien nousua ei arvioida esiintyvän, ja rakentamisen aikaiset vaikutukset vesieliöstöön arvioidaan erittäin vähäisiksi.

15.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Kasviplankton

Purkuvesien johtamisvaihtoehdossa, jossa 100 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron purkureitille, keskimääräisen sadannan kuormitustilanteessa kaivostäyttöyhdistelmällä sivukivi + rikastushiekka vuoden keskimääräinen kokonaistypen pitoisuustaso jää keskivirtaamalla Hietasen luusuassa pienemmäksi kuin erinomaisen ekologisen luokituksen luokkaraja (590 µg N/l). Pitoisuustaso kohoaa kuitenkin laskennallisesti hyvin lähelle raja-arvoa, ja voi ylittyä kerran sadassa vuodessa toistuvassa kuormitustilanteessa. Pelkän sivukiven kaivostäyttövaihtoehdolla Hietasen luusuassa vuoden keskimääräinen kokonaistypen pitoisuustaso voisi ylittää ekologisen luokituksen luokkarajan sekä keskimääräisen sadannan että kerran sadassa vuodessa toistuvan sadannan kuormitustilanteessa keskivirtaamalla. Hetkellisesti vesistössä voidaan tavata suurempiakin pitoisuuksia. Typpikuormituksella voi siten olla heikentävää vaikutusta Hietasen - Pienen Hietasen kasviplanktonlajiston tilaan. Typpikuormituksen rehevöittävää vaikutusta hillitsee kuitenkin suhteessa pienempi fosforikuormitus. Fosforipitoisuudet jäävät Hietasen luusuassa selvästi erinomaisen ekologisen luokituksen luokkarajan (30 µg P/l) alapuolelle. Metallien pitoisuudet jäävät vesistövaikutusarvion perusteella pienemmiksi kuin ympäristönlaatunormien perusteella haitallisiksi määritellyt tasot, eikä metallikuormituksen arvioida aiheuttavan kasviplanktonlajistoon haitallista vaikutusta.

Purkuvesien johtamisvaihtoehdossa, jossa 60 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron purkureitille, ekologisen luokituksen luokkarajat eivät ylittyisi vuosikeskiarvona kokonaisfosforin eivätkä kokonaistypen osalta Hietasen luusuassa keskivirtaamalla millään kuormitusvaihtoehdolla. Hetkellisesti vesistössä voidaan tavata myös luokkarajoja suurempia kokonaistyppipitoisuuksia. Vesistövaikutuksen arvion perusteella ravinnekuormituksella ei arvioida olevan heikentävää vaikutusta kasviplanktonlajiston tilaan. Metallien pitoisuudet jäävät vesistövaikutusarvion perusteella pienemmiksi kuin ympäristönlaatunormien perusteella haitallisiksi määritellyt tasot, eikä metallikuormituksen arvioida aiheuttavan kasviplanktonlajistoon haitallista vaikutusta.

Johdettaessa 40 % kuormituksesta Taivaljärven purkureitille kokonaisravinteiden pitoisuusnousut jäävät Pienen Tipasjärven Olkilahdessa pieniksi, eikä pitoisuustaso vesistössä ylitä mallinnuksen perusteella hyvän ekologisen luokituksen

luokkarajoja (45 µg P/l ja 750 µg N/l). Kuormituksen aiheuttama ravinnepitoisuuksien lisäyksen ei arvioida vesistövaikutusarvion perusteella heikentävän kasviplanktonlajiston tilaa. Metallien pitoisuudet jäävät mallinnuksen tietojen perusteella pienemmiksi kuin ympäristönlaatunormien perusteella haitallisiksi määritellyt tasot.

Pohjaeläimet

Pohjaeläimistöön kohdistuvat vaikutukset ovat suurimmat kaivosalueen purkusuuntien läheisyydessä eri hankevaihtoehdoilla, kohdistuen pääasiassa virtavesien pohjaeläimistöön. Pienen Tipasjärven osalta vaikutukset järven rantavyöhykkeen ja syvänteiden pohjaeläimistöön ovat suurimmat Olkilahdella. Purkuvesien aiheuttama ravinnepitoisuuksien nousu on Pienellä Tipasjärvellä keskimäärin vähäistä eikä sen arvioida aiheuttavan merkittäviä haitallisia vaikutuksia järven rantavyöhykkeen tai syvännealueiden pohjaeläimistöön. Ravinnekuormituksen ja rehevöitymisen vaikutukset pohjaeläimistöön ovat pääosin välillisiä, ja ne vaikuttavat lajistoon mm. sedimentin laadun ja määrän sekä happitilanteen kautta. Metallien pitoisuudet jäävät niin ikään mallinnuksen perusteella pienemmiksi kuin ympäristönlaatunormien perusteella haitallisiksi määritellyt tasot.

Purkuvesien johtamisvaihtoehdossa, jossa 100 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron purkureitille, ovat vaikutukset virtavesien pohjaeläimistöön voimakkaimmat. Näin etenkin reitin yläosalla, jossa pitoisuudet ovat suurimmat ja toisaalta vastaanottavan vesistön virtaamat pienimmät. Ravinnetaso kohoaa Koivupurossa merkittävästi etenkin kokonaistypen, mutta myös kokonaisfosforin osalta. Keskimääräisen sadantatilanteen kuormitustasolla, kaivostäyttömateriaalina sivukivi ja rikastushiekka kokonaistypen pitoisuustaso on laskennallisesti keskivirtaamatilanteessa Koivupurossa noin 3900 µg/l ja keskialivirtaamatilanteessa noin 8500 µg/l. Kokonaisfosforin pitoisuustaso on vastaavasti keskivirtaamatilanteessa laskennallisesti Koivupurossa noin 60 µg/l ja keskialivirtaamatilanteessa noin 120 µg/l. Vesistössä suolaantumista aiheuttavista ioneista vesistöön päätyy purkuvesien mukana eniten sulfaattia, mutta myös kloridia, natriumia, kalsiumia, kaliumia ja magnesiumia. Sulfaattipitoisuudet kohoavat Koivupurossa laskennallisen tarkastelun perusteella keskimäärin suuriksi. Keskivirtaamalla sulfaatin pitoisuustaso vaihtelee eri kuormitustilanteissa noin 109–141 mg/l. Sulfaatille ehdotettu ympäristönlaatunormi (AA-EQS, 39 mg/l) ylittyy Koivupurossa molemmissa sadantatilanteissa ja molemmilla täyttövaihtoehdoilla vesistön keskivirtaamatilanteessa. Laimenemisen myötä sulfaattipitoisuudet jäävät jo Ollinjoessa (19,3–24,9 mg/l) ja sen alapuolisissa vesistöissä alle em. ympäristölaatunormin.

Metallipitoisuuksien osalta merkittävimmät vesistövaikutukset todettiin arseenin, kadmiumin, lyijyn ja sinkin osalta. Arseenin pitoisuusnousu ylittää Koivupurossa Ruotsin sisävesien liukoisen arseenin pitoisuusnousulle asetetun hyvän fysikaaliskemiallisen tilan raja-arvon (0,5 µg/l) molemmissa sadantatilanteissa ja

molemmilla kaivostäyttövaihtoehdoilla. Arseenille asetettu hetkellinen maksimipitoisuus (7,9 µg/l) ei sen sijaan laskennallisesti ylittyisi tarkastelluissa alivirtaamatilanteissa. Ollinjoessa laskennalliset pitoisuusnousut alittavat asetetut ruotsalaiset raja-arvot. Euroopan kemikaaliviraston arvioima suurin haitaton arseenin pitoisuus (ns. PNEC-arvo) on sisävesille pitkäaikaisessa altistuksessa 5,6 µg/l, joka ei ylity missään kuormitusvaihtoehdossa keskivirtaamalla Koivupurossa eikä sen alapuolisissa vesistöissä.

Nykytilanteessa kuparin, kadmiumin, ja sinkin pitoisuudet Koivupurossa eivät ylitä virtavesien pohjaeläimille turvallisina pidettyjä pitoisuuksien raja-arvoja (Iwasaki & Ormerod 2012). Kadmiumin taustapitoisuuden huomioiva ympäristönlaatunormi ylittyy kuitenkin Koivupurossa molemmissa sadantatilanteissa ja molemmilla täyttövaihtoehdoilla vesistön keskivirtaamatilanteessa. Hetkellinen suurin sallittu maksimipitoisuus ylittyy Koivupurossa kaikissa kuormitusvaihtoehdoissa.

Biosaatavan lyijyn ympäristölaatunormi ei ylity Koivupurossa ja sen alapuolisissa vesistöissä. Sen sijaan liukoiselle lyijylle asetettu hetkellinen maksimipitoisuus voi ylittyä pelkän sivukiven täyttövaihtoehtoilla Koivupurossa keskialivirtaamatilanteessa. Ollinjoessa ja sen alapuolisessa vesistössä ympäristönlaatunormi ja hetkellinen maksimipitoisuus eivät laskennallisesti ylity. Biosaatavalle sinkille ehdotettu ympäristönlaatunormi ylittyy Koivupurossa molemmissa sadantatilanteissa ja molemmilla täyttövaihtoehdoilla keskivirtaamatilanteessa. Ollinjoessa, Nimisenjoessa ja Hietasen luusuassa biosaatavan sinkin ehdotettu ympäristönlaatunormi ei laskennallisesti ylity.

Sulfaatti- ja metallikuormituksella voi siten olla haitallisia vaikutuksia Koivupuron purkusuunnan pohjaeläimiin, etenkin reitin yläosalla (Koivupuro-Ollinjoki).

15.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Kaivoksen sulkemisen jälkeisenä vesistöihin kohdistuvana tavoitteena on vedenlaadun heikentymisen estyminen. Sulkemistoimenpiteiden tavoitteeksi on asetettu, että alapuolisten vesistöjen ekologinen tila säilyy samana kuin ennen toiminnan aloittamista ja että niiden kemiallinen tila ei merkittävästi muutu. Alapuolisissa vesistöissä aineiden pitoisuudet pyritään pitämään tasolla, jossa vesipuitedirektiivissä (2000/60/EY) säädetyt ympäristönlaatunormit eivät ylity. Niiden aineiden kohdalla, joita ei ole mainittu vesipuitedirektiivissä, sovelletaan muita kansainvälisiä vedenlaatukriteereitä.

Sulkemissuunnitelma on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 6 ja sulkemisenjälkeiset vesilaadut kaivannaisjätteiden läjitysalueilla ja louhosjärvessä liitteessä 2. Sulkemisen jälkeiset vaikutukset on kuvattu vesieliöstön osalta luvussa 14.4.3.

15.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 kaivoksen toiminta jatkuu voimassa olevan luvan mukaisesti vuoden 2025 loppuun asti, ja vedet johdetaan nykykäytännön mukaisesti Koivupuroon. Rikastushiekka-altaan laajennusta ei toteuteta. Nykyistä rikastushiekka-allasta korotetaan tasoon +234 m mpy toiminnan aikana. Toiminnan jatkuessa nykyisellään vesieliöstöön kohdistuvat vaikutukset eivät olennaisesti muutu nykytilanteeseen verrattuna.

15.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Sekä Koivupuron että Taivaljärven purkureittien herkkyys on arvioitu kohtalaiseksi. Herkkyyteen vaikuttavia tekijöitä on tarkasteltu tarkemmin luvussa 14.3.5.1.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vesistökuormitus on toiminnan aikana samansuuruista. Molemmissa vaihtoehdoissa on tarkasteltu kahta erilaista vesien johtamisvaihtoehtoa. Toisessa vaihtoehdossa vedet johdetaan kokonaisuudessaan Koivupuron purkureitille ja toisessa vaihtoehdossa vedet johdetaan jaetusti Koivupuron purkureitille (60 %) ja Taivaljärven purkureitille (40 %).

Vaihtoehdossa, jossa 100 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron reitille, Ollinjoessa voi esiintyä vuosikeskiarvona ympäristönlaatunormin (AA-EQS) ylitys kadmiumin osalta runsaan sadannan kuormitustasoilla. Laskennallisen tarkastelun perustella ei voida poissulkea kuormituksen heikentäviä vaikutuksia Hietasen - Pienen Hietasen ekologiseen tilaluokitukseen. Raskasmetallien ohella myös ravinne- ja sulfaattipitoisuudet nousevat etenkin Koivupuron purkusuunnan yläosalla (Koivupuro-Ollinjoki), joilla voi myös olla vesistövaikutuksia. Muutoksen suuruus suhteessa nykytilaan on arvioitu *kohtalaiseksi kielteiseksi*.

Vaihtoehdossa, jossa 60 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron reitille ympäristönlaatunormin ylityksiä ei todeta Ollinjoessa. Ravinne- ja sulfaattipitoisuudet nousevat etenkin Koivupuron purkusuunnan yläosalla (Koivupuro-Ollinjoki), mutta vesistövaikutukset ovat lievempiä kuin em. vaihtoehdossa, jossa koko kuormitus johdettaisiin Koivupuron suuntaan. Laskennallisen tarkastelun perusteella voidaan arvioida, että kuormituksella ei ole todennäköisesti heikentävää vaikutusta Hietasen - Pienen Hietasen ekologiseen tilaluokitukseen. Taivaljärven purkureitillä ei todeta Pienen Tipasjärven Olkilahdessa ympäristönlaatunormien ylityksiä, kun reitille johdetaan 40 % kuormituksesta. Mallinnuksen perusteella voidaan arvioida, ettei kuormituksella ole todennäköisesti heikentävää vaikutusta Pienen ja Ison Tipasjärven vesimuodostuman ekologiseen tilaluokitukseen. Muutoksen suuruus arvioidaan jaetulla purkuvesien johtamisvaihtoehdolla nykytilaan verrattuna *vähäiseksi kielteiseksi.*

Molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on tarkasteltu lisäksi kahta kaivostäyttövaihtoehtoa. Toisessa vaihtoehdossa käytetään vain sivukiveä ja toisessa sivukiveä ja rikastushiekkaa. Vesistökuormitus ja pintavesiin kohdistuvat vaikutukset ovat pienemmät sivukiven ja rikastushiekan yhdistelmätäytössä.

Sulkemisen jälkeen vaihtoehdolla VE1 on vähäisemmät vesistövaikutukset kuin vaihtoehdolla VE2, mikäli vedet johdetaan nykyisen suunnitelman mukaisesti.

*Taulukko 15-5. Vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa. * = Kuormitus johdetaan kokonaisuudessaan Koivupuroon, ** = Kuormitus johdetaan jaetusti Koivupuron ja Taivaljärven purkureiteille.*

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
	Suuruus	Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys							
	Kohtalainen herkkyys		VE1* VE2*	VE1** VE2**				
	Suuri herkkyys							

15.5 Arvioinnin epävarmuudet

Vesieliöstövaikutusten arviointi perustuu vesistövaikutusarviointiin ja kaivoksen ympäristötarkkailuohjelman sisältämiin velvoitetarkkailuihin (kasviplankton, pohjaeläimet, vesisammalet). Suurimmat epävarmuustekijät liittyvät vesistövaikutusarvion oikeellisuuteen.

15.6 Vaikutusten lieventäminen

Kaivosalueen puhtaat ja likaantuneet vedet pidetään erillään. Puhtaat aluevedet johdetaan niiden luontaisia reittejä vastaanottavaan vesistöön, jotta muutokset vesistöjen virtaamiin olisivat mahdollisimman vähäiset. Likaantuneet vedet kuten kuivanapitovedet sekä sivukivialueiden suotovedet kerätään ja puhdistetaan ennen johtamista purkureitille. Typpikuormituksen pienentämiseksi kaivosalueella otetaan käyttöön kaksi bioreaktoria. Bioreaktori 1 otettiin käyttöön joulukuussa 2023. Bioreaktori 2 on rakennettu ja otetaan käyttöön keväällä 2024. Typpipitoisuutta pienennetään tämän lisäksi räjähdysaineiden käytön ja vesienhallinnan optimoinnilla sekä tarvittaessa typenpoiston lisätehostamisella.

Mikäli lupavaiheessa valitaan vesien johtamisreitiksi Koivupuron purkureitti (100 % kuormituksesta, purkureitti 1), tuotantokapasiteetti ja toiminta suhteutetaan siten, ettei vesistökuormitus aiheuta ympäristönlaatunormien ylityksiä vesistössä, eikä vesistökuormitus estä vesienhoidon tavoitteiden saavuttamista luokitelluissa vesimuodostumissa (luku 14.7).

Käsiteltyjen purkuvesien määrää ja laatua tarkkaillaan viranomaisten hyväksymällä tavalla.

16 Kalat ja kalastus

YHTEENVETO

- Rakentamisen aikaiset vaikutukset kalastoon ja kalastukseen arvioidaan jäävän hyvin pieniksi, ja vaikutusten kohdistuvan lähinnä Taivaljärven rantavyöhykkeeseen. Taivaljärvi on kunnostettu kosteikko, jossa ei ole kalastusta.
- Johdettaessa 100 % kuormituksesta Koivupuron reitille, voi negatiivisia vaikutuksia reitin kalastoon esiintyä pääasiassa Pieni-Hietasen ja Hietasen yläpuolisissa virtavesissä mm. rehevöitymisen myötä. Johdettaessa 60 % kuormituksesta Koivupuron reitille ja 40 % Taivaljärven purkureitille jäävät vaikutukset Koivupuron suunnalla vähäisemmiksi. Taivaljärven purkureitille ei arvion mukaan kohdistu merkittävää kalaston ja ravuston tilaa tai kalastusta heikentävää vaikutusta.
- Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys kalastolle arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi, kun kuormituksesta johdetaan 100 % Koivupuron purkureitille (Purkureitti 1) ja vähäiseksi kielteiseksi, kun kuormitus johdetaan jaetusti Koivupuron (60 %) ja Taivaljärven (40 %) purkureiteille (Purkureitti 2).

16.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Kaivostoiminnan kuormituksesta lähinnä suola-, alkuaine-, rikastuskemikaali- ja ravinnekuormituksella voi olla suoria ja välillisiä vaikutuksia purkuvesistöjen kalastoon, rapuihin ja kalastukseen. Kuormitus voi vaikuttaa esimerkiksi kalojen käyttäytymisen muuttumiseen, kalojen kutuun ja sen onnistumiseen, kalojen poikasvaiheiden kehitykseen tai kalojen käyttökelpoisuuteen. Jätevesien johtamisella saattaa olla myös merkittäviä mielikuvavaikutuksia, mikä voi vähentää kalastushalukkuutta ja kalan käyttöä.

Vaikutusarvio on laadittu asiantuntijatyönä, ja sen lähtöaineistona ovat toimineet hankkeeseen liittyvä suunnitteluaineisto, aineiston perusteella tehdyt mallinnukset ja sen pohjalta laadittu vesistövaikutusarvio, arvioitavaan kohteeseen liittyvä seurantatieto kalaston, rapukannan ja kalastuksen nykytilasta sekä kokemus aiempien vastaavien hankkeiden vaikutusarvioinnista ja olemassa olevissa kohteissa ilmenneistä ympäristövaikutuksista. Arvioinnissa on lisäksi hyödynnetty tarkoitukseen soveltuvien tutkimusartikkeleiden ja selvitysten tietoja erilaisen kuormituksen aiheuttamista vesistö- ja kalastovaikutuksista.

16.2 Nykytila

Koivupuron purkureitti

Koivupuron suunnan purkureitiltä on olemassa sähkökoekalastuksin saatua tietoa virtavesien kalastosta. Lisäksi Hietanen-Pieni Hietanen järven kalastoa on tutkittu verkkokoekalastuksin. Kalastusta on selvitetty kalastustiedusteluin ja kalojen haitallisia aineita on selvitty raskasmetallianalyysein.

Nimisenjoen Pekankosken koealalta tavattiin syksyn 2022 koekalastuksissa ahventa, särkeä ja madetta, yhteensä n. 13,4 kpl/aari. Hietanen järvestä lähtevän Lontanjoen koealan kalasto oli hyvin samankaltainen, joskin hieman lajirikkaampi. Koealan saalis koostui ahvenesta, hauesta, mateesta, särjestä ja taimenesta. Yhteistiheys oli n. 14 kpl/aari. Taimenia oli saaliissa vain yksi yksilö, joka oli ikäluokkaa > 0+.

Lontanjoella kalasti vuonna 2017 kalastustiedustelun mukaan 29 taloutta. Niprajoen laskukohdan jälkeen Lontanjoki muuttuu Maunusjoeksi, joka laskee Honkajärveen. Maunusjoessa oli kalastanut kuusi taloutta. Lontanjoessa on useita koskialueita, mutta Maunusjoen pätkä on pelkästään suvantomainen, mikä selittää kalastajien keskittymisen Lontanjoelle. Tyypillisin kalastusmuoto oli virvelikalastus. Kalastaneiden talouksien kokonaissaalis oli noin 200 kg, josta valtaosa oli haukea (44 %), ahventa (19 %) ja istutettua kirjolohta (19 %). Saaliissa esiintyi myös taimenta, mikä lienee ollut myös istutusperäistä. Harjusta ei ilmoitettu saaliiksi ollenkaan. Kalastaneiden talouksien keskisaalis oli noin 7 kg/a.

Lontanjoen ja Nimisenjoen kalojen lihasnäytteistä mitatut nikkelin, lyijyn, kadmiumin ja elohopean pitoisuudet olivat vuonna 2022 hyvin pieniä kaikilla näytekaloilla. Ainoa enimmäispitoisuuden raja-arvon lievä ylitys oli Nimisenjoelta saadun ahvenen elohopeapitoisuus (0,51 mg/kg). Muut näytekalojen mitatut metallipitoisuudet jäivät huomattavasti enimmäispitoisuuksien raja-arvojen alapuolelle.

Hietanen-Pieni Hietanen järven verkkokoekalastussaalis koostui vuonna 2022 seitsemästä eri lajista: ahven, kiiski, kuha, lahna, made, muikku ja särki. Lukumäärällisesti 85,3 % saaliista oli ahventa (55,9 %) ja särkeä (29,4 %). Muiden lajien osuudet olivat alle 5,5 %. Hietanen-Pieni Hietanen järvelle laskettu keskimääräinen koeverkkokalastuksen pyydysyksikkösaalis on 5,2 kpl ja 303,4 g/verkkoyö. Pyydysyksikkösaaliin tulos on biomassaperusteisesti tyydyttävä ja yksilömäärään perustuen välttävä. Särkikalojen (särki ja lahna) osuus koekalastuspyynnin kokonaispainosta oli vain 26,65 %. Kalaindeksien perusteella järven kalasto ilmensi indeksistä riippuen välttävää, tyydyttävää, tai erinomaista tilaa (Taulukko 16-1). Indeksejä laskiessa kuivatusvesien oletettiin pienentävän kappale- ja massamääräisiä yksikkösaaliita.

Taulukko 16-1. Pieni Hietanen/Hietanen laskettujen kalastoindeksien tulokset vuoden 2022 koekalastusten perusteella.

Havaintoalueen nimi	Hietanen - Pieni-Hietanen
Pintavesityyppi	Runsashumuksiset järvet (Rh)
Ykkössaalis, kpl, pienenevä	Välttävä
Ykkössaalis, g, pienenevä	Tyydyttävä
Särkikalojen osuus, g	Erinomainen

Pieni-Hietasella kalasti vuonna 2017 saalistiedustelun perusteella 13 taloutta, joista kaikki harjoittivat virvelikalastusta (virveli/vetouistelu). Muita pyydyksiä käytettiin selvästi satunnaisemmin. Kalastaneiden talouksien kokonaissaalis oli 332 kg, josta kuhaa oli 46 %, haukea 32 % ja ahventa 23 %. Yli puolet saaliista saatiin virvelillä. Keskimääräinen talouskohtainen saalis oli noin 26 kg. Vastaavasti vuonna 2013 Pieni-Hietasella oli kalastanut yhdeksän taloutta. Valtaosa kalansaaliista (562 kg) saatiin katiskalla ja virvelillä (virveli/vetouistelu) ja tavallisimmat saalislajit olivat hauki (56 %) ja ahven (22 %). Talouksien keskisaalis oli noin 65 kg/talous. (Sotkamo Silver Oy 2022)

Hietasella kalasti vuonna 2017 arviolta 32 taloutta. Yleisimmin harjoitettuja pyyntimuotoja olivat virveli-, katiska- ja verkkokalastus. Virvelikalastusta (virveli/vetouistelu) harjoitti talouksista 78 %. Kokonaissaalis oli 578 kg, josta haukea 44 %, kuhaa 29 % ja ahventa 25 %. Lähes puolet kokonaissaaliista saatiin virvelikalastamalla. Talouksien keskisaalis oli 18 kg/talous. Vuonna 2013 Hietasella kalasti arviolta 20 taloutta ja kokonaissaalis oli 511 kg. Yleisimmät saalis- lajit olivat tuolloin kuha (43 %), hauki (36 %) ja särkikalat (13 %). Talouksien keskisaalis oli n. 25 kg/talous. (Sotkamo Silver Oy 2022)

Pieni-Hietasessa kalojen raskasmetallien pitoisuudet olivat lyijyn, kadmiumin ja nikkelin osalta pieniä. Kadmiumin osalta pitoisuustaso jäi alle määritysrajan kaikissa näytekaloissa. Lyijyn ja nikkelin osalta sen sijaan todettiin määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia. Nikkelin pitoisuus ylitti määritysrajan kahden näytekalan osalta. Mitatut pitoisuudet olivat kuitenkin pieniä (0,06–0,19 mg/kg). Lyijyn pitoisuudet ylittivät määritysrajan viiden näytekalan osalta, mutta pitoisuudet alittivat kalojen käyttökelpoisuudelle asetetun enimmäispitoisuuden (0,3 mg/kg). Pieni-Hietasessa näyteahventen elohopeapitoisuus oli keskimäärin 0,6 mg/l, näytehaukien 1,1 mg/kg ja näytekuhien 1,3 mg/kg. Hietasessa–Pienessä Hietasessa ja Tipasjoessa elohopean ympäristönlaatunormin ylitys kalojen elohopeapitoisuudessa voi olla seurausta kaukolaskeumasta. Kaivoksen toiminnasta ei aiheudu elohopeakuormitusta alapuoliseen vesistöön. (AFRY Finland Oy 2023)

Taivaljärven purkureitti

Kaivosalueen itäpuolella sijaitseva Taivaljärvi on luonnonravintolammikko, jossa on kasvatettu kuhanpoikasia vuoteen 2020 asti. Allas on tällöin täytetty keväisin sulamisvesillä ja tyhjennetty poikasten keräämistä varten Pieni Tipasjärven Olkilahteen vuosittain elo-syyskuussa. Talviajoiksi järven pintaa ei ole nostettu takaisin, ettei sinne olisi jäänyt ylivuotisia kalanpoikasia. Kalankasvatuksen päätyttyä syksyllä 2020 Taivaljärven vedenpinta jäi tyhjennyskorkoon ja oli koko vuoden matalalla. Sotkamo Silver Oy on vuoden 2022 kesällä nostanut hieman Taivaljärven lammikkoalueen vedenpintaa tarkoituksena seurata sen soveltuvuutta lintukosteikoksi.

Isolla ja Pienellä Tipasjärvellä kalastetaan pääasiassa haukea, ahventa ja kuhaa. Aiemmin saalislajistoon kuulunut siika on viime vuosina hävinnyt saalislajistosta, mahdollisesti istutusten vähennyttyä. Kalastus tapahtuu pääosin vapavälinein, mutta jonkin verran käytetään myös seisovia pyydyksiä (verkot ja katiskat).

Vuoden 2017 selvityksen (Ahma ympäristö Oy 2017) perusteella Tipasjoen alaosa, jossa kalasti kaikkiaan n. 80 taloutta, oli suosituinta kalastusaluetta. Myös Tipasjoen yläosa (56 taloutta) ja Välijoki (49 taloutta) olivat suosittuja alueita. Järvialueista suosituin Tipaksen reitillä oli tiedustelun perusteella Pieni-Tipasjärvi (47 kalastanutta taloutta). Pienen Tipasjärven kokonaissaaliiksi arvioitiin vuonna 2017 (koskien vuotta 2016) n. 1833 kg. Saaliista reilu kolmannes koostui kuhasta. Hauen osuus oli neljännes ja ahvenen noin viidesosa kokonaissaaliista. Noin puolet vapaa-ajan kalastajien saaliista kalastettiin verkoilla. Katiskoilla ja vapavälinein saatiin molemmilla noin viidennes kokonaissaaliista. Talouskohtainen vuosisaalis oli keskimäärin 39 kg. (Ahma ympäristö Oy 2017)

Vuoden 2016 verkkokoekalastuksissa Pienen Tipasjärven saalis koostui seitsemästä lajista. Ahven ja särki olivat runsaslukuisimmat lajit. Näiden ohella saatiin haukea, kiiskeä, kuhaa, muikkua ja siikaa. Keskimääräiset yksikkösaaliit olivat 8 kpl/ verkkoyö ja 488 g/verkkoyö. Pieni Tipasjärvi on runsashumuksinen järvi, ja em. saaliiden perusteella järvi luokittui kalaston perusteella erinomaiseen tilaan. (Ahma ympäristö Oy 2017)

Pieneltä Tipasjärvelta analysoitiin myös ahventen ja haukien raskasmetallipitoisuuksia (kadmium, lyijy, nikkeli, arseeni ja elohopea). Monien metallien pitoisuudet jäivät alle määritysrajan tai sen tuntumaan (Ahma ympäristö Oy 2017). Ahventen elohopeapitoisuus oli Pienellä Tipasjärvellä keskimäärin 0,25 mg/kg, ja Olkilahdessa 0,27 mg/kg. Pitoisuudet olivat Suomen järville tyypillisellä tasolla. Hauissa elohopeapitoisuudet olivat korkeampia, keskimäärin 0,57 mg/kg. (Ahma ympäristö Oy 2017)

Tipasjoen yläosalla kalasti vuonna 2016 yht. 56 taloutta, joista kalastuikseen osalttui 88 henkilöä. Kalastus Tipasjoen yläosalla oli lähinnä vapakalastusta (virveli ja perho), mutta jonkin verran oli katiskapyyntiä ja mato-ongintaa. Tipasjoen yläosan kokonaissaalis oli n. 400 kg, josta ahven, hauki ja kirjolohi muodostivat kukin n. kolmanneksen. Taimenen osuus oli n. 8 %. (Ahma ympäristö Oy 2017)

Tipasjoen alaosalla kalasti vuonna 2016 yht. 78 taloutta, joista kalastukseen osallistui 147 henkeä. Vapakalastus oli yleisin pyyntimuoto myös Tipasjoen alaosalla. Joen alaosan kokonaissaalis oli vuonna 2016 n. 2200 kg, josta haukea oli noin 35 %. Lohikalojen osuus jäi varsin pieneksi, eli saalis koostui lähinnä tavanomaisista järvi- ja jokikaloista. Talouskohtainen vuosisaalis oli keskimäärin 28 kg. (Ahma ympäristö Oy 2017)

Tipasjoella esiintyy luontaisesti lisääntyvä harjus- ja taimenkanta. Jokea on kunnostettu Tipasjoen kyläyhdistyksen toimesta. Toimenpiteisiin ovat kuuluneet mm. kalataloudelliset kunnostukset, joilla pyritään edistämään lohikalojen lisääntymistä Tipasjoen alueella. Tipasjärvestä alkaen vesistö on myös jokiravun esiintymisaluetta. Virkistyskalastusta harjoitetaan Tipasjoella sekä Isolla ja Pienellä Tipasjärvellä. Tipasjoella harjoitetaan myös kalastusmatkailua, sillä se on suosittu koskikalastusalue luontaisen harjus- ja taimenkannan vuoksi. Lisäksi Tipasjokeen istutetaan pyyntikokoista kirjolohta. Tipasjoen kalastosta ei ole ajantasaista tietoa koekalastusrekisterissä.

16.3 Vaikutusten arviointi

16.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rikastushiekka-altaan laajennuksen maanrakennustöiden sekä kaivosvesien johtamiseksi kaivettavan purkuojan kaivuutöiden aikana voi aiheutua työalueen pintavesiin tilapäistä ja paikallista samentumista ja ainepitoisuuksien nousua. Työskenneltäessä Taivaljärven läheisyydessä vaikutukset voivat ulottua Taivaljärveen saakka. Haitan arvioidaan olevan kuitenkin lyhytkestoinen ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen. Merkittävää samentumista tai muuta ainepitoisuuksien nousua ei arvioida esiintyvän, ja rakentamisen aikaiset vaikutukset kalastoon, rapukantoihin ja kalastukseen arvioidaan erittäin vähäisiksi ja vaikutusten ei arvioida ulottuvan Taivaljärveä pitemmälle. Taivaljärvellä ei ole kalanviljelyn päätyttyä tiettävästi enää pysyvää kalastoa eikä siellä kalasteta.

16.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Koivupuron ja Taivaljärven purkusuuntien kalasto koostuu pääasiassa istutetuista lajeista (kirjolohi) sekä tavanomaisista järvi- ja jokilajeista, kuten mm. ahvenesta, mateesta, kiiskestä sekä erilaisista särkikaloista. Pienellä Tipasjärvellä ja Tipasjoella on lisäksi elinvoimainen rapukanta. Vesistöalueella on tehty kalaston ja jokiympäristön tilan parantamiseen tähtääviä toimia. Kalastus on kotitarvekalastusta, pääasiassa vapavälinein (onki-, pilkki-, sekä viehe- ja perhokalastus) ja verkoilla. Näiden ohella on myös mm. katiskapyyntiä.

Purkuvesien johtamisvaihtoehdossa, jossa 100 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron purkureitille, vaikutukset kohdistuvat voimakkaimmin virtavesikalastoon Koivupurossa ja sen alapuolisilla vesistöillä. Kuormitus nostaa veden ravinnepitoisuuksia merkittävästi, joka voi heijastua pitemmällä aikavälillä kalastoon rehevöitymiskehityksen myötä. Mahdollisia pitemmän aikavälin muutoksia ovat tällöin kalaston särkikalavaltaistuminen. Lyhyemmällä aikavälillä vaikutuksia voi syntyä muusta vesistökuormituksesta. Vesistössä suolapitoisuuden nousua aiheuttavista

ioneista vesistöön päätyy purkuvesien mukana eniten sulfaattia, mutta myös kloridia, natriumia, kalsiumia, kaliumia ja magnesiumia. Kalojen kannalta metallien haitalliset vaikutukset mm. kiduksiin ovat suurimmat veden pH:n ollessa alhainen (hapan). Alumiini on toksista kaloille, mutta sen esiintymismuodolla on suuri merkitys alumiinin biosaatavuuteen ja sitä kautta toksisuuteen. Alumiini voi saostua kalojen kiduksiin happamassa vedessä (pH < 5) ja aiheuttaa kalakuolemia. Hapan vesi yhdistettynä korkeaan alumiinipitoisuuteen haittaa myös kalojen lisääntymistä. Alumiinin pitoisuudet (>200 µg/l) ovat Koivupurossa ja Ollinjoessa potentiaalisesti haitallisella tasolla (Li ym. 2019) jo nykytilan mukaisella kuormituksella sekä skenaarioissa VE1/VE2. Purkuveden pH on nykyisen tarkkailun perusteella kuitenkin pystytty pitämään lähellä neutraalia. Näin ollen metallikuormituksen ei arvioida aiheuttavan kalastolle haitallista vaikutusta. Purkuvesien johtamisvaihtoehdossa, jossa 60 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron purkureitille, vaikutukset kalastoon jäisivät pienemmiksi ja metallikuormituksen potentiaalinen riski kalastolle on pienempi. Kalastus Koivupurolla ja Ollinjoella on melko vähäistä, joten vaikutukset kalastukseen jäävät vähäisiksi. Koivupuron kalastosta ei ole tarkkailutietoa, sillä ennakkotarkkailun perusteella sähkökalastuspaikoiksi soveltuvia kohteita ei ollut kaivoksen purkuvesiä vastaanottavan vesistön mahdollisella vaikutusalueella Koivupuro-Ollinjoki-Nimisenjoki (Sotkamo Silver Oy 2015).

Johdettaessa 40 % kuormituksesta Taivaljärven purkureitille kokonaisravinteiden pitoisuusnousut jäävät Pienellä Tipasjärvellä pieniksi, eikä pitoisuustaso vesistössä ylitä mallinnuksen perusteella hyvän ekologisen luokituksen luokkarajoja (45 µg P/l ja 750 µg N/l). Kuormituksen aiheuttama ravinteiden, suolojen ja metallipitoisuuksien lisäyksen ei arvioida vesistövaikutusarvion perusteella heikentävän kalaston tilaa Pienessä Tipasjärvessä ja sen alapuolisessa vesistössä. Metallien pitoisuudet jäävät mallinnuksen tietojen perusteella pienemmiksi kuin ympäristönlaatunormien perusteella haitallisiksi määritellyt tasot.

Vesistövaikutusarvioon perustuen, kaivosalueelta johdettava puhdistettu jätevesi ei lisää merkittävästi Taivaljärven purkusuunnan vesistöjen suolaisuutta, alkuaine- tai ravinnepitoisuuksia. Vesistökuormituksen aiheuttama alkuainepitoisuuksien keskimääräinen ja maksimipitoisuus jää pääasiassa alle vesieliöstölle haitallisen tason eri vaihtoehdoissa VE0-VE2, eikä niillä täten ole merkittävää vaikutusta purkuvesistöjen kalastoon ja rapukantaan tai niiden käyttäytymiseen kaikki elinvaiheet sekä kalojen elintavat huomioiden. Toiminta ei vaaranna vaelluskalojen elinympäristöjen parantamiseksi tehtyjen toimien tuloksia Tipasjoessa.

Tietoisuus kaivoksen purkuvesien johtamisesta etenkin Taivaljärven purkusuuntaan voi heikentää kalastus- tai ravustusintoa purkupisteen läheisyydessä ja aiheuttaa negatiivisen mielikuvan kalojen käytettävyydestä ravinnoksi. Koivupuron purkusuunnalla kalastus lienee muutenkin hyvin vähäistä purkuvesien pääasiallisella vaikutusalueella Koivupuro-Ollinjoki-Nimisenjoki, joten kuormituksen mielikuvahaitat jäävät myös pienemmiksi. Alkuaineiden ja ravinnepitoisuuksien

pitoisuusnousut jäävät kuitenkin sen verran pieniksi, ettei niillä ole vaikutusta kalojen käyttökelpoisuuteen tai makuun. Typpi- ja fosforikuormituksen keskimääräinen pitoisuusnousu jää verrattain pieneksi eikä aiheuta esimerkiksi pyydysten limoittumista. Lähinnä Pienen Tipasjärven Olkilahdella rehevöitymishaitat, kuten pyydysten limoittumisen riski on kuormituksesta johtuen suurempi. Kaivosvesien johtaminen ei estä kalastusta alueella, eikä kuormitus tule aiheuttamaan kalojen käyttäytymismuutoksia (esimerkiksi kerrostuneisuuden muuttumisen aiheuttamat muutokset), jotka voisivat muuttaa kalastajien pyyntitapoja.

16.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Kaivoksen sulkemisen jälkeisenä vesistöihin kohdistuvana tavoitteena on vedenlaadun heikentymisen estyminen. Sulkemistoimenpiteiden tavoitteeksi on asetettu, että alapuolisten vesistöjen ekologinen tila säilyy samana kuin ennen toiminnan aloittamista ja että niiden kemiallinen tila ei merkittävästi muutu. Alapuolisissa vesistöissä aineiden pitoisuudet pyritään pitämään tasolla, jossa vesipuitedirektiivissä (2000/60/EY) säädetyt ympäristönlaatunormit eivät ylity. Niiden aineiden kohdalla, joita ei ole mainittu vesipuitedirektiivissä, sovelletaan muita kansainvälisiä vedenlaatukriteereitä.

Sulkemissuunnitelma on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 6 ja sulkemisenjälkeiset vesilaadut kaivannaisjätteiden läjitysalueilla ja louhosjärvessä liitteessä 2. Sulkemisen jälkeiset vaikutukset on kuvattu kalaston osalta luvussa 14.4.3.

16.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 kaivoksen toiminta jatkuu voimassa olevan luvan mukaisesti vuoden 2025 loppuun asti, ja vedet johdetaan nykykäytännön mukaisesti Koivupuroon. Rikastushiekka-altaan laajennusta ei toteuteta. Nykyistä rikastushiekka-allasta korotetaan tasoon +234 m mpy toiminnan aikana. Toiminnan jatkuessa nykyisellään pintavesiin kohdistuvat vaikutukset eivät olennaisesti muutu nykytilanteeseen verrattuna.

Vaihtoehdossa VE0 kaivosvesiä ei pureta Tipasjärven suuntaan, joten kalaston tila säilyy nykyisellään ja kehittyy muiden muutosten (esim. ilmastonmuutos) seurauksena. Kalastoon ja kalastukseen voivat vaikuttaa myös muut ihmistoiminnan vaikutukset, kuten esim. virtavesikunnostukset, istutukset tai hajakuormituksen vaikutukset.

16.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Koivupuron herkkyys on arvioitu kalaston ja kalastuksen kannalta kohtalaiseksi. Taivaljärven purkureitti on sen sijaan herkkyydeltään suureksi, johtuen Pienen Tipasjärven ja Tipasjoen merkityksestä alueen vapaa-ajan kalastajille,

kalastusmatkailulle, vaelluskaloille ja jokiravulle. Herkkyyteen vaikuttavia tekijöitä on tarkasteltu tarkemmin luvussa 14.3.5.1.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vesistökuormitus on toiminnan aikana samansuuruista. Molemmissa vaihtoehdoissa on tarkasteltu kahta erilaista vesien johtamisvaihtoehtoa. Toisessa vaihtoehdossa vedet johdetaan kokonaisuudessaan Koivupuron purkureitille ja toisessa vaihtoehdossa vedet johdetaan jaetusti Koivupuron purkureitille (60 %) ja Taivaljärven purkureitille (40 %).

Vaihtoehdossa, jossa 100 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron reitille voi jätevesien sisältämä raskasmetallikuormitus olla kalaston kannalta haitallisella tasolla, etenkin purkureitin yläosalla (Koivupuro-Ollinjoki). Kalojen kannalta metallien haitalliset vaikutukset mm. kiduksiin ovat suurimmat veden pH:n ollessa alhainen. Nykytilanteessa purkuvesien pH on ollut lähellä neutraalia. Raskasmetallien ohella myös ravinne- ja sulfaattipitoisuudet nousevat etenkin Koivupuron purkusuunnan yläosalla (Koivupuro-Ollinjoki), joilla voi myös olla kalastovaikutuksia, etenkin pitemmällä aikavälillä. Muutoksen suuruus suhteessa nykytilaan on arvioitu kokonaisuudessaan luokkaan kohtalainen kielteinen. Purkupaikan välittömässä läheisyydessä, Koivupurossa ja Ollinjoessa, kalasto on niukkaa ja kalastus vähäistä, minkä perusteella vesistön herkkyys kuormitusvaikutuksille on pienempi, ja vaikutuksia kuvaa paremmin vähäinen kielteinen.

Vaihtoehdossa, jossa 60 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron reitille, jäävät vaikutukset kalastoon ja kalastukseen lievemmiksi. Riski raskasmetallien haitallisista kalastovaikutuksista on myös pienempi. Taivaljärven purkureitillä merkittävimmät kalastovaikutukset kohdistuvat Pienen Tipasjärven Olkilahteen. Järven pääaltaalle tultaessa purkuvesien pitoisuudet ovat jo laimentuneet selvästi. Mallinnuksen perusteella voidaan arvioida, ettei kuormituksella ole todennäköisesti vaikutusta Pienen Tipasjärven kerrostumisoloihin Rehevyysvaikutuksia voi esiintyä lähinnä Olkilahdella, Taivalojan suun lähialueella. Muutoksen suuruus arvioidaan jaetulla purkuvesien johtamisvaihtoehdolla nykytilaan verrattuna *vähäiseksi kielteiseksi.*

Molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on tarkasteltu lisäksi kahta kaivostäyttövaihtoehtoa. Toisessa vaihtoehdossa käytetään vain sivukiveä ja toisessa sivukiveä ja rikastushiekkaa. Vesistökuormitus ja pintavesiin kohdistuvat vaikutukset ovat pienemmät sivukiven ja rikastushiekan yhdistelmätäytössä.

Sulkemisen jälkeen vaihtoehdolla VE1 on vähäisemmät vesistövaikutukset kuin vaihtoehdolla VE2, mikäli vedet johdetaan nykyisen suunnitelman mukaisesti.

*Taulukko 16-2. Vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa. * = Kuormitus johdetaan kokonaisuudessaan Koivupuroon, ** = Kuormitus johdetaan jaetusti Koivupuron ja Taivaljärven purkureiteille.*

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys							
	Kohtalainen herkkyys		VE1* VE2*	VE1** VE2**				
	Suuri herkkyys							

16.5 Arvioinnin epävarmuudet

Kalastovaikutusarvion suurimmat epävarmuustekijät liittyvät vesistövaikutusarvioinnin perustana oleviin kuormitus- ja vesimäärätietoihin. Vesistövaikutusarvion perustana toimivan mallinnuksen osalta suurimmat epävarmuudet liittyvät mallinnuksen lähtötietoihin, mallien ja algoritmien tarkkuuteen sekä mallin antamien tulosten tulkintaan. Mallinnus on aina todellisuuden laskennallinen approksimaatio, johon pyritään ottamaan mukaan tärkeimmät mallinnettavaan prosessiin liittyvät ilmiöt riittävällä tarkkuudella.

Tarkkailutulokset (mm. kalastustiedustelu sekä koekalastukset) perustuvat otantaan, johon liittyy aina epävarmuuksia. Tehdyt tarkkailut on toteutettu standardinomaisin menetelmin, joten niistä saadun tiedon laatu arvioidaan hyväksi. Seuranta-aineistoa oli saatavilla riittävästi arviointia varten.

Kokonaisuudessaan vaikutusten arvioinnin katsotaan olevan riittävän tarkka nykyisen käytettävissä olevan aineiston perusteella.

16.6 Vaikutusten lieventäminen

Kaivosalueen puhtaat ja likaantuneet vedet pidetään erillään. Puhtaat aluevedet johdetaan niiden luontaisia reittejä vastaanottavaan vesistöön, jotta muutokset vesistöjen virtaamiin olisivat mahdollisimman vähäiset. Likaantuneet vedet kuten kuivanapitovedet sekä sivukivialueiden suotovedet kerätään ja puhdistetaan ennen johtamista purkureitille. Typpikuormituksen pienentämiseksi kaivosalueella otetaan käyttöön kaksi bioreaktoria. Bioreaktori 1 otettiin käyttöön joulukuussa 2023. Bioreaktori 2 on rakennettu ja otetaan käyttöön keväällä 2024.

Typpipitoisuutta pienennetään tämän lisäksi räjähdysaineiden käytön ja vesienhallinnan optimoinnilla sekä tarvittaessa typenpoiston lisätehostamisella.

Mikäli lupavaiheessa valitaan vesien johtamisreitiksi Koivupuron purkureitti (100 % kuormituksesta, purkureitti 1), tuotantokapasiteetti ja toiminta suhteutetaan siten, ettei vesistökuormitus aiheuta ympäristönlaatunormien ylityksiä vesistössä, eikä vesistökuormitus estä vesienhoidon tavoitteiden saavuttamista luokitelluissa vesimuodostumissa (luku 14.7).

Käsiteltyjen purkuvesien määrää ja laatua tarkkaillaan viranomaisten hyväksymällä tavalla.

17 Vesienhoito ja vesimuodostumien tila

Ympäristöhallinnon ekologisessa luokittelussa pintavedet luokitellaan eri tyyppeihin mm. valuma-alueen maaperän perusteella ja eri luokittelutekijöille on määritelty tyyppikohtaiset luokkarajat. Luokittelussa arvioidaan ihmistoiminnan aiheuttamaa muutosta verrattuna vesistön luonnontilaan ja ensisijaisesti tarkastellaan vesistön biologisia tekijöitä kuten planktonleviä, piileviä, vesikasveja, pohjaeläimiä ja kaloja. Lisäksi arvioinnissa otetaan huomioon veden laatu. Kaikista vesimuodostumista ei ole kattavaa seuranta-aineistoa saatavilla, jolloin luokittelu on jouduttu tekemään osin asiantuntija-arviona. Luokkia on viisi: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Mikäli vesimuodostumassa esiintyy lisäksi valtioneuvoston asetuksen (1022/2006 ja muutokset) mukaisia liitteen 1D kansallisesti määritettyjä vesiympäristölle haitallisia aineita, näiden aineiden ympäristönlaatunormin ylitykset huomioidaan ekologisen tilaluokan määrityksessä (ylitys johtaa luokittumisen korkeintaan tyydyttävään tilaluokkaan). (Aroviita ym. 2019)

Pintavesimuodostumien kemiallinen tila määritetään vertaamalla EU-tasolla valittujen aineiden pitoisuuksia niiden ympäristönlaatunormeihin valtioneuvoston asetuksen (1022/2006 ja muutokset) mukaisesti. Mikäli yhdenkin aineen pitoisuus ylittää normin, kemiallinen tila on hyvää huonompi. Kemiallisen tilan osalta luokkia on vain kaksi: hyvä ja hyvää huonompi tila. (Aroviita ym. 2019)

Vesienhoidon yleisenä tavoitteena on vähintään hyvän tilan saavuttaminen tai hyvän/erinomaisen tilan säilyttäminen. Keinotekoisten tai voimakkaasti muutettujen vesimuodostumien osalta tavoitteena on saavuttaa tai säilyttää hyvä ekologinen tila suhteessa parhaaseen mahdolliseen saavutettavissa olevaan tilaan ts. ekologiseen potentiaaliin. (Aroviita ym. 2019)

Kaivosaluetta lähimmät luokitellut pintavesimuodostumat ovat Koivupuron purkureitin suunnalla Hietasen – Pienen-Hietasen vesimuodostuma ja Taivaljärven purkureitin suunnalla Ison ja Pienen Tipasjärven vesimuodostuma. Molemmat vesimuodostumat ovat pintavesityypiltään runsashumuksisia järviä (Rh). Ison ja Pienen Tipasjärven vesimuodostumasta vedet laskevat Tipasjokeen, joka on tyypitelty keskisuureksi turvemaiden joeksi (Kt). (SYKE 2023d)

Hietasen – Pienen-Hietasen vesimuodostuman ekologinen tila on määritelty vesienhoidon kolmannella luokittelukaudella erinomaiseksi (Taulukko 17-1). Luokittelumuuttujista kasviplanktonin ja pohjaeläimistön tila on erinomainen. Fysikaalis-kemiallisten muuttujien tila on sekä fosforin että typen osalta erinomainen. Ison ja Pienen Tipasjärven vesimuodostuman ekologinen tila on määritelty vesienhoidon kolmannella luokittelukaudella hyväksi (Taulukko 17-2). Luokittelumuuttujista kasviplanktonin ja kalaston tila on erinomainen sekä vesikasvillisuuden tila on hyvä. Fysikaalis-kemiallisten muuttujien tila on sekä fosforin että typen osalta erinomainen. Tipasjoki on luokiteltu niin ikään hyvään ekologiseen tilaan (Taulukko 17-3). Tipasjoen pohjaeläimistö on hyvässä tilassa ja kalasto tyydyttävässä

tilassa. Kaikkien kolmen vesimuodostuman paineeksi on tunnistettu hajakuormitus. (SYKE 2023d)

Molempien vesimuodostumien kemiallinen tila on määritelty vesienhoidon kolmannella luokittelukierroksella hyvää huonommaksi (SYKE 2023d). Aiemmin palonestoaineina käytettyjen bromattujen difenyylieetterien (PBDEt) pitoisuudet ylittävät ympäristönlaatunormin tason kaikkialla Suomessa ja Euroopassa, sillä yhdisteet ovat kaukokulkeutuvia ja erittäin hitaasti hajoavia (SYKE 2020). Hietasessa – Pienessä Hietasessa elohopean pitoisuus kaloissa ylittyy kaukokulkeumariskin ja luonnonolosuhteiden perusteella. Isossa ja Pienessä Tipasjärvessä elohopean pitoisuus kaloissa ylittyy mittausten perusteella. (SYKE 2023d)

Hankealue kuuluu Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueeseen, jolle on laadittu vesienhoidon suunnittelu- sekä toimenpideohjelma vuosiksi 2022–2027. Valtioneuvosto on hyväksynyt Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelman 16.12.2021. Hankealueen lähiympäristön vesistöjen osalta toimenpideohjelmassa ei ole mainintoja kaivostoiminnasta, eikä kaivostoimintaa ole mainittu hankealueen vesistöjen tilaa heikentävänä paineena, sillä vesistöt ovat erinomaisessa tai hyvässä ekologisessa tavoitetilassa. Jatkossa vesienhoidon tavoitteena on pitää yllä saavutettua ekologista tilaa. Sotkamo Silver Oy mainitaan yhtenä vesienhoitoalueen kaivannaistoimijoista. Vesienhoidon toimenpideohjelman mukaan vesienhoitotoimenpiteitä edistetään vesienhoidon ohjauskeinoilla mm. kehittämällä kaivostoiminnan ympäristölupamenettelyä, vahvistamalla BAT-tiedonvaihtoa ja BAT-päätelmien soveltuvuuden hyvällä arvioinnilla (Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Lapin ELY-keskukset 2022).

Taulukko 17-1. Hietasen – Pienen-Hietasen vesimuodostuman ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon kolmannella kaudella (SYKE 2023d).

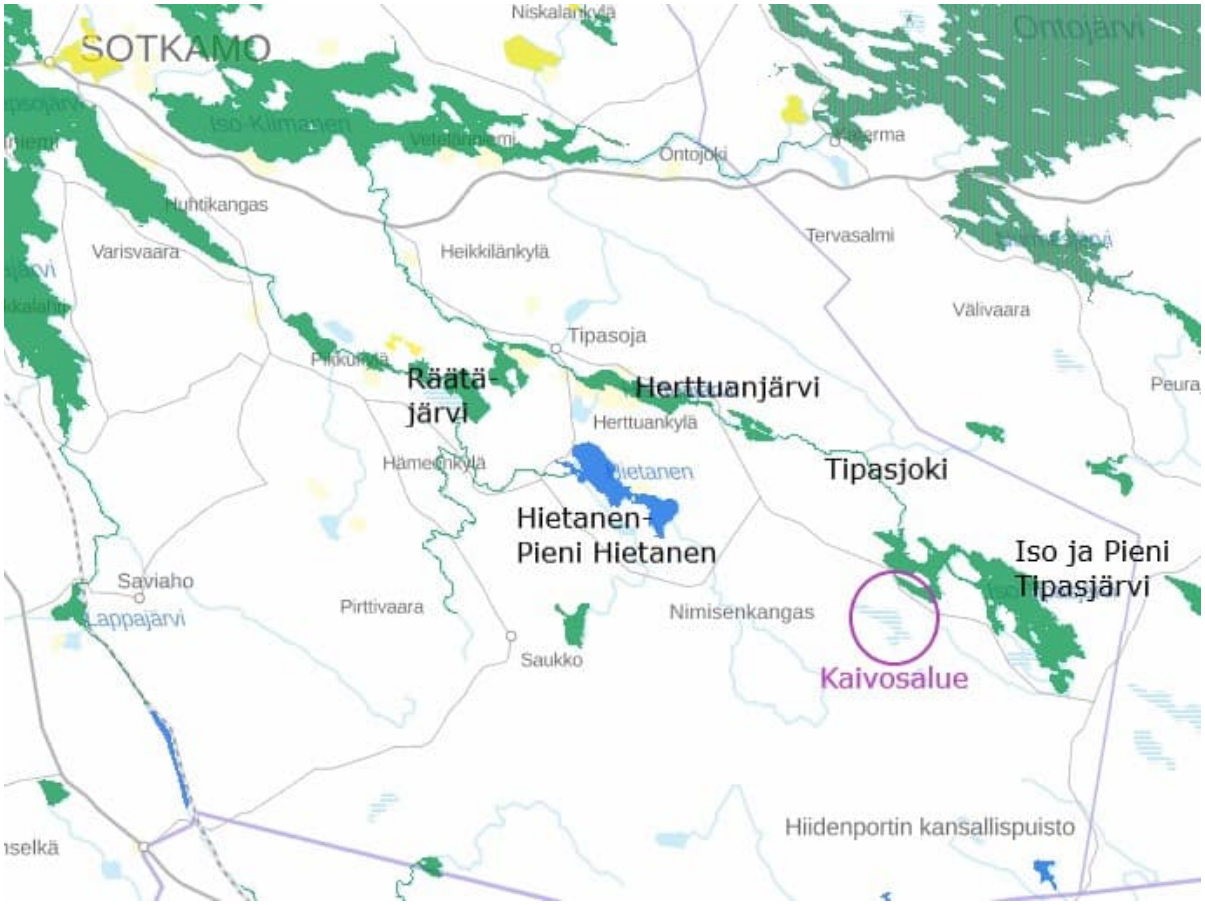
Biologinen tila		erinomainen
Kasviplankton	0,95	erinomainen
Klorofylli-a	4,4 µg/l	erinomainen
Kokonaisbiomassa	0,93 mg/l	erinomainen
Haitallisten sinilevien prosenttiosuus	0,61 %	erinomainen
TPI kasviplankton trofiaindeksi	-0,33	erinomainen
Pohjaeläimet	1,00	erinomainen
Syvännepohjaeläinindeksi	1 ELS	erinomainen
Fysikaalis-kemiallinen tila		erinomainen
Kokonaisfosfori	21,5 µg/l	erinomainen
Kokonaistyppi	440 µg/l	erinomainen
Ekologinen kokonaistila	erinomainen	

Taulukko 17-2. Ison ja Pienen Tipasjärven vesimuodostuman (Rh) ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon kolmannella kaudella (SYKE 2023d).

Biologinen tila		erinomainen
Kasviplankton	1,00	erinomainen
Klorofylli-a	2,8 µg/l	erinomainen
Vesikasvit		hyvä
Tyyppilajien suhteellinen osuus		tyydyttävä
Prosenttinen mallinkaltaisuus		välttävä
Referenssi-indeksi		erinomainen
Kalat	0,90	erinomainen
Biomassa, suureneva	488,25 g/verkkoyö	erinomainen
Yksilömäärä, suureneva	8,12 kpl/verkkoyö	erinomainen
Särkikalojen biomassaosuus	21,27 %	erinomainen
Indikaattorilajien esiintyminen		hyvä
Fysikaalis-kemiallinen tila		erinomainen
Kokonaisfosfori	13 µg/l	erinomainen
Kokonaistyppi	370 µg/l	erinomainen
Ekologinen kokonaistila	hyvä	

Taulukko 17-3. Tipasjoen vesimuodostuman (Kt) ekologisen tilan luokittelutiedot vesienhoidon kolmannella kaudella (SYKE 2023d).

Biologinen tila		hyvä
Pohjaeläimet	0,75	hyvä
Tyyppiominaiset taksonit	14,88 lkm	hyvä
Tyyppiominaiset EPT-heimot	10,65 lkm	erinomainen
Prosenttinen mallinkaltaisuus	0,25	tyydyttävä
Kalat	0,60	tyydyttävä
Jokikalaindeksi	0,55	tyydyttävä
Fysikaalis-kemiallinen tila		hyvä
Kokonaisfosfori	20,8 µg/l	hyvä
Kokonaistyppi	480 µg/l	hyvä
pH-minimi	6,1	erinomainen
Ekologinen kokonaistila	hyvä	



Kuva 17-1. Hankealueen lähivesistöjen ekologinen tila pintavesien kolmannella luokittelukaudella (Suomen ympäristökeskus ja ELY-keskukset 2021). Sininen = erinomainen ekologinen tila, vihreä = hyvä ekologinen tila, keltainen = tyydyttävä ekologinen tila.

17.1 Vaikutukset vesimuodostumien tilaan ja vesienhoidon tavoitteisiin

Vaikutukset on arvioitu luvuissa 14.4, 15.3 ja 16.3 esitettyjen vedenlaatuun, vesieliöstöön ja kalastoon liittyvien vaikutusarvioiden perusteella. Koivupuron purkureitillä ensimmäinen luokiteltu vesimuodostuma on vesienhoidon kolmannella kaudella erinomaiseen ekologiseen tilaan luokiteltu Hietasen - Pienen Hietasen vesimuodostuma ja Taivaljärven purkureitillä hyvään ekologiseen tilaan luokiteltu Ison ja Pienen Tipasjärven vesimuodostuma.

Koivupuron purkureitti

Hankevaihtoehdoilla VE1 ja VE2 ei arvioida olevan vaikutusta Hietasen - Pienen Hietasen vesimuodostuman kemialliseen tilaan, sillä voimassa olevan valtioneuvoston asetuksen 1308/2015 mukaisten ympäristönlaatunormien ei arvioida ylittyvän kuormituksen takia hetkellisesti (MAC-EQS) tai vuositasolla (AA-EQS) kummallakaan kaivostäyttövaihtoehdolla tai purkuvesien johtamisvaihtoehdolla.

Vaikutuksia on tarkasteltu tilanteissa, joissa kuormituksesta johdetaan Koivupuron purkureitille joko 100 % tai 60 %.

Purkuvesien johtamisvaihtoehdossa, jossa 100 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron purkureitille, laskennallisen tarkastelun perusteella keskimääräisen sadannan kuormitustilanteessa kaivostäyttöyhdistelmällä sivukivi + rikastushiekka vuoden keskimääräinen kokonaistypen pitoisuustaso jää keskivirtaamalla Hietasen luusuassa pienemmäksi kuin erinomaisen ekologisen luokituksen luokkaraja (590 µg N/l). Pitoisuustaso kohoaa kuitenkin laskennallisesti hyvin lähelle raja-arvoa, ja voi ylittyä kerran sadassa vuodessa toistuvassa kuormitustilanteessa. Pelkän sivukiven kaivostäyttövaihtoehdolla Hietasen luusuassa vuoden keskimääräinen kokonaistypen pitoisuustaso voisi ylittää ekologisen luokituksen luokkarajan sekä keskimääräisen sadannan että kerran sadassa vuodessa toistuvan sadannan kuormitustilanteessa keskivirtaamalla. Hetkellisesti vesistössä voidaan tavata suurempiakin pitoisuuksia. Keskimääräinen fosforipitoisuus jää vuositasolla Hietasen luusuassa kaikissa kuormitusvaihtoehdoissa keskivirtaamalla erinomaisen ekologisen luokituksen luokkarajaa (30 µg P/l) pienemmäksi. Laskennallisen tarkastelun perustella ei voida poissulkea kuormituksen heikentäviä vaikutuksia Hietasen - Pienen Hietasen ekologiseen tilaluokitukseen, jos 100 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron reitille.

Purkuvesien johtamisvaihtoehdossa, jossa 60 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron purkureitille, ekologisen luokituksen luokkarajat eivät ylittyisi vuosikeskiarvona kokonaisfosforin eivätkä kokonaistypen osalta Hietasen luusuassa keskivirtaamalla millään kuormitusvaihtoehdolla. Hetkellisesti vesistössä voidaan tavata myös luokkarajoja suurempia kokonaistypen pitoisuuksia. Kuormituksen aiheuttama ravinnepitoisuuksien lisäys ei arvion mukaan muuta kokonaisravinnepitoisuuksien tilaluokkaa nykyisestä Hietasen - Pienen Hietasen vesimuodostumassa. Sulfaattipitoisuudessa tapahtuva nousu arvioidaan myös niin vähäiseksi, ettei sillä ole vaikutusta kerrosteisuusolosuhteisiin. Fysikaalis-kemiallisen tilaluokan ei siten arvioida muuttuvan nykyisestä. Laskennallisen tarkastelun perusteella voidaan arvioida, että johdettaessa 60 % kuormituksesta Koivupuroon, kuormituksella ei ole heikentävää vaikutusta Hietasen - Pienen Hietasen ekologiseen tilaluokitukseen.

Taivaljärven purkureitti

Hankkeella ja sen eri kuormitusvaihtoehdoilla ei arvioida olevan vesistömallinnuksen perusteella vaikutusta Ison ja Pienen Tipasjärven vesimuodostuman kemialliseen tilaan, sillä voimassa olevan valtioneuvoston asetuksen 1308/2015 mukaisten ympäristönlaatunormien ei arvioida ylittyvän kuormituksen takia hetkellisesti (MAC-EQS) tai vuositasolla (AA-EQS) kummallakaan kaivostäyttövaihtoehdolla. Vaikutuksia on tarkasteltu tilanteessa, jossa Taivaljärven purkureitille johdetaan 40 % kuormituksesta.

Taivaljärven purkureitillä vesistövaikutuksia on tarkasteltu vesistömallinnuksessa maksimaalisen kuormituksen tilanteessa eli kerran sadassa vuodessa toistuvan sadannan kuormitustilanteessa ja pelkän sivukiven kaivostäyttävaihtoehdossa. Pitoisuusnousut jäävät Pienen Tipasjärven Olkilahdessa pieniksi, eikä pitoisuustaso vesistössä ylitä mallinnuksen perusteella hyvän ekologisen luokituksen luokkarajoja (45 µg P/l ja 750 µg N/l). Kuormituksen aiheuttama ravinnepitoisuuksien lisäys ei siten muuttaisi kokonaisravinnepitoisuuksien tilaluokkaa nykyisestä. Fysikaalis-kemiallisen tilaluokan ei siten arvioida muuttuvan nykyisestä. Mallinnuksen perusteella voidaan arvioida, ettei kuormituksella ole heikentävää vaikutusta Pienen ja Ison Tipasjärven vesimuodostuman ekologiseen tilaluokitukseen, jos kuormituksesta 40 % johdetaan Taivaljärven purkureitille.

18 Kasvillisuus, luontotyypit ja suojelualueet

YHTEENVETO

- Suunniteltujen rikastushiekka-altaiden alueella kasvillisuus ja luontotyypit tulevat rakentamisen ja täytön edetessä lopulta häviämään. Tarkasteltavilla alueilla luonnontilaisuutta voidaan pitää pitkälti muuttuneena tai hävinneenä ihmistoiminnan vaikutuksesta. Suunnitellun rikastushiekka-allasvaihtoehdon VE1 alueella on muutamia luonnontilaisiksi tai luonnontilaisen kaltaiseksi arvioituja huomionarvoisia luontotyyppikuvioita.
- Kasvillisuus- ja luontotyppivaikutukset kohdistuvat pääsääntöisesti rakentamisalueille ja niiden välittömään läheisyyteen. Mallinnusten perusteella laajimmalle ulottuvat vaikutukset ovat hankkeen purkuvesien aiheuttamien mahdollisten vedenlaatumuutosten kautta välittyvät vaikutukset, joita voi kohdistua valittavasta vaihtoehdosta riippuen joko Tipasjärven tai Sapsojoen purkuvesistön reitille. Vesistövaikutukset laimenevat mitä etäämmälle hankealueesta siirrytään. Käytännössä vaikutukset voivat ilmetä joko virtaamamuutosten kautta tai esimerkiksi ravinnetasapainon kautta esimerkiksi alueiden rehevöitymisenä tai happamoitumisena purkuvesien ja vastaanottavan vesistön laadusta riippuen.
- Hankealueelle tai hankkeen tunnistetuille vaikutusalueille ei sijoitu kummassakaan tarkasteltavassa vaihtoehdossa uhanalaisten tai suojelullisesti huomionarvoisten kasvilajien esiintymiä, eikä metsälain 10 §:n tai vesilain 2:11 §:n tarkoittamia kohteita.
- Lähin Natura 2000 -verkostoon kuuluva alue on hankealueesta noin 800 metrin etäisyydellä sijaitseva Hiidenportti. Pohjoisessa noin kilometrin etäisyydellä Iso Tipasjärven ja Pieni Tipasjärven eteläpuolella sijaitsee Vuoriniemen Natura-alue. Hanke ei laadittujen mallinnusten tai arviointien perusteella aiheuta suojelualueille merkittäviä haitallisia vaikutuksia kummassakaan tarkasteltavassa hankevaihtoehdossa minkään tunnistetun suoran tai epäsuoran vaikutusmekanismin kautta.

18.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Hankkeen välittömät ja välilliset vaikutukset kasvillisuuteen sekä luontotyyppeihin sekä vaikutusten merkittävyys arvioitiin pohjautuen olemassa olevaan tietoon sekä alueelta aiemmin tehtyihin selvityksiin. Valtaosa selvityksistä on tehty hopeakaivoksen vuoden 2013 ympäristöluvan sekä sen päivitykseen liittyneen YVA-menettelyn (Ramboll 2018) tarpeisiin. Varsinaisen hankealueen luonnonympäristön ominaispiirteiden selvittämiseksi on tehty vuonna 2023 täydentävä luontoselvitys keskittyen rikastushiekka-altaalle vaihtoehdossa VE1 suunnitellulle sijoituspaikalle (liite 12, Huvikummun luonto- ja koirapalvelu Oy 2023).

Vaikutusarvioinnissa erityistä huomiota on kiinnitetty mahdollisiin hankkeen vaikutusalueella sijaitseviin suojeltuihin luontotyyppeihin ja vesiluontotyyppeihin (lähteet, norot, pienet lammet ja järvet), puroihin sekä metsälain tarkoittamiin metsäluonnon monimuotoisuuskohteisiin. Lisäksi on huomioitu uhanalaiset luontotyypit sekä uhanalaiset, suojeltavat, harvalukuiset tai muutoin huomionarvoiset eliölajit. Vaikutusten arvioinnissa on kiinnitetty huomiota myös hankkeen

laajempialaisiin vaikutuksiin luonnon monimuotoisuudelle, luonnonalueiden pirstoutumiselle sekä ekologisille yhteyksille.

Ohjeistuksina arvokkaiden luontotyyppien luokittelussa on hyödynnetty muun muassa Suomen ympäristökeskuksen ohjeistusta ”Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi” (Mäkelä & Salo 2024). Arvioinneissa on huomioitu sekä luonnonympäristössä tapahtuvat pysyvät muutokset että rakentamisaikaan rajoittuvat lyhytkestoisemmat vaikutukset. Myös toiminnan loppumisen jälkeisiä vaikutuksia alueen luonnonoloihin on käsitelty lyhyesti.

Rikastushiekka-allashankkeen vaikutukset kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin keskittyvät hankkeen rakennusvaiheeseen, jonka myötä rakentamisalueiden luonnonympäristö muuttuu rakennetuksi ympäristöksi. Rakentamisesta aiheutuu vaikutuksia kasvillisuuteen, kun puustoa kaadetaan ja maaperää muokataan. Näillä alueilla olemassa oleva kasvillisuus häviää kokonaisuudessaan.

Rikastushiekka-altaan laajennuksen maanrakennustöiden sekä kaivosvesien johtamiseksi kaivettavan purkuojan kaivuutöiden aikana voi aiheutua työalueen pintavesiin tilapäistä ja paikallista samentumista ja ainepitoisuuksien nousua. Kasvillisuuden poistaminen ja altaan pohjarakentaminen vähentää myös sadevesien imeytymistä alueella, mikä voi lisätä purkuojissa sade- ja hulevesien määrää. Vesistövaikutusten arvioinnin perusteella työskenneltäessä Taivaljärven läheisyydessä vaikutukset voivat ulottua Taivaljärveen saakka, mutta haittojen jäävän lyhytkestoisiksi ja vedenlaadun palautuvan aiemmalle tasolle pian töiden päättymisen jälkeen.

18.2 Nykytila

Hankealue sijoittuu metsäkasvillisuusvyöhykejaossa keskiboreaalisen vyöhykkeen Pohjois-Karjalan-Kainuun alueeseen (3b) ja suokasvillisuutensa puolesta Pohjanmaa-Kainuun aapasuovyöhykkeeseen (3a) (SYKE 2024). Alue on kasvillisuuden puolesta Etelä- ja Pohjois-Suomen vaihettumisvyöhykettä ja avosoiden osuus on suuri. Luonteenomaisia ovat *Sphagnum papillosum*-kalvakkanevat sekä soiden reunoilla esiintyvät tupasvilla-, pallosara- ja nevarämeet (Eurola 1999, Kalliola 1973).

Hankealueelle on tehty luontoselvitys vuonna 2006 (Pöyry Environment Oy 2006) kaivostoiminnan aloittamista koskeneen YVA-menettelyn tausta-aineistoksi. Luontoselvityksen perusteella hankealueen yleisluonne on ollut jo tuolloin ihmistoiminnan muokkaamaa; metsät ovat olleet metsätalouskäytössä ja suoalat pääosin metsätalouden tarpeisiin ojitettuja. Luonnontilaisimmat alueet sijoittuivat hankealueen luoteispuolella sijaitsevan Jäkäläsuon ja kaakkoispuolisen Hanhisuon alueelle. Metsäntutkimuslaitoksen (METLA) MVMI-mallin vuoden 2021 tietojen (LUKE 2021) perusteella puuston ikä kaivospiirin alueella ja sen ympäristössä on pääosin 50–80 vuoden välillä. Varsinaiset suunnitellut rikastushiekka-altaan vaihtoehdot

sijoittuvat vaihtoehdossa VE1 pääosin avoimemmalle suoalueelle ja vaihtoehdon VE2 mukaisella sijoituspaikalla on toteutettu viime aikoina useammalla kuviolla hakkuita.

Vuoden 2006 luontoselvityksen laatimisen jälkeen alueelle on toteutettu kaivoksen toimintoja, jotka ovat edelleen vähentäneet alueen luonnontilaisuutta ja muokanneet ympäristöä teollisten toimintojen toiminnan alueeksi. Hanhipetäikön pohjoispuolisen, nykyisen pintavalutuskentän itäpuolinen suoalue on osin ojittamatonta ja siten mahdollisesti pysynyt omana hydrologisena kokonaisuutenaan, jossa kasvillisuus on saattanut kehittyä luonnontilaisemmin ympäröivistä kaivoksen toiminnoista huolimatta. Kyseiselle suoalueelle, johon hankkeen toimintoja on suunniteltu toteutettavaksi vaihtoehdossa VE1 tai jonka alueelle ne vaikuttavat (VE2), on tehty kesällä 2023 erillinen luontoselvitys (liite 12, Huvikummun luonto- ja koirapalvelu Oy 2023).

Kaivosalueen läheisyyteen sijoittuu kaksi isompaa vesistöä, pohjoispuolinen Tipasjärvi sekä idässä sijaitseva Taivaljärvi. Taivaljärvi on aiemmin luonnonravintolammikkona käytetty ja järven vesipinnantasoa on säännöstelty padolla; vuoden 2022 keväällä Taivaljärvi on kunnostettu kosteikoksi. Ilmakuvan perusteella Taivaljärvessä ei nykyisellään esiinny enää juurikaan varsinaista avovesipintaa muutamia veden virtauksen auki pitämiä uomia lukuun ottamatta.

18.2.1 Kasvillisuus ja luontotyypit

Varsinaisen hankealueen luonto on ihmistoiminnan muuttamaa, suot ovat pääsääntöisesti ojitettu ja sen seurauksena on tapahtunut alueiden kuivahtamista. Metsät ovat metsätalouden leimaamia, pääosin taimikkoja. Alueita leimaa nykyiset olemassa olevat kaivostoiminnot sekä aiemmin harjoitettu metsätalous sekä siihen liittyvät ojitukset, jotka ovat pitkän aikavälin seurauksena muuttaneet alueiden hydrologiaa, vaikuttaneet luontotyyppeihin sekä lisänneet monin paikoin kuivahtamisen seurauksena puuston kasvua alueella.

<u>Vaihtoehto VE1</u>

Kaivosalueen keskelle sijoittuva suoalue, johon rikastushiekka-altaan laajennus on vaihtoehdossa VE1 suunniteltu toteutettavaksi, on reunoiltaan ojitettu ja suon reuna-alueet ovat tämän seurauksena kuivahtaneet. Suon luoteisosa toimii kosteikkona, jossa kasvaa runsaasti pajua. Luoteisosa on tupasvillarämeistä tai lyhytkorsinevaista suomuuttumaa. Alueen männyt ovat kuolleet pystyyn ja kelottuneet. Suoalueen puuton keskiosa on oligotrofista lyhytkorsinevaa, osittain lyhytkortiset alueet ovat suomuuttumia, joilla kasvaa pientä mäntyä.

Mesotrofista *Sphagnum*-rimpinevaa esiintyy suon keskiosassa olevan rimpilammareen ympärillä. Ruoppaisissa rimmissä esiintyi runsaasti pitkälehtikihokkia, muita alueen lajeja olivat tupasvilla, suokukka, karpalo, pullosara. Lammareen ja metsän

välissä esiintyy pienialaisesti pullosaraista suursaranevaa. Kyseistä luontotyyppiä havaittiin vuoden 2006 selvityskäynnillä alueella laajemminkin, mutta ajantasaisen käynnin perusteella luontotyyppiä ei enää esiinny yhtä yleisesti. Mutapohjaisen, umpeen kasvavan suolampareen ympärillä suon vesitalous on pysynyt hyvänä. Kohteella ei havaittu pohjavesivaikutteisuutta. Suoalueen kaakkoisosassa esiintyy tupasvillarämettä ennen reunaojaa ja eteläosassa ojien läheisyydessä esiintyy rahkarämeitä ja isovarpurämeitä.



Kuva 18-1. Selvitysalueen keskiosiin sijoittuva lampare. Kuva: Huvikummun luonto- ja koirapalvelut 2023.

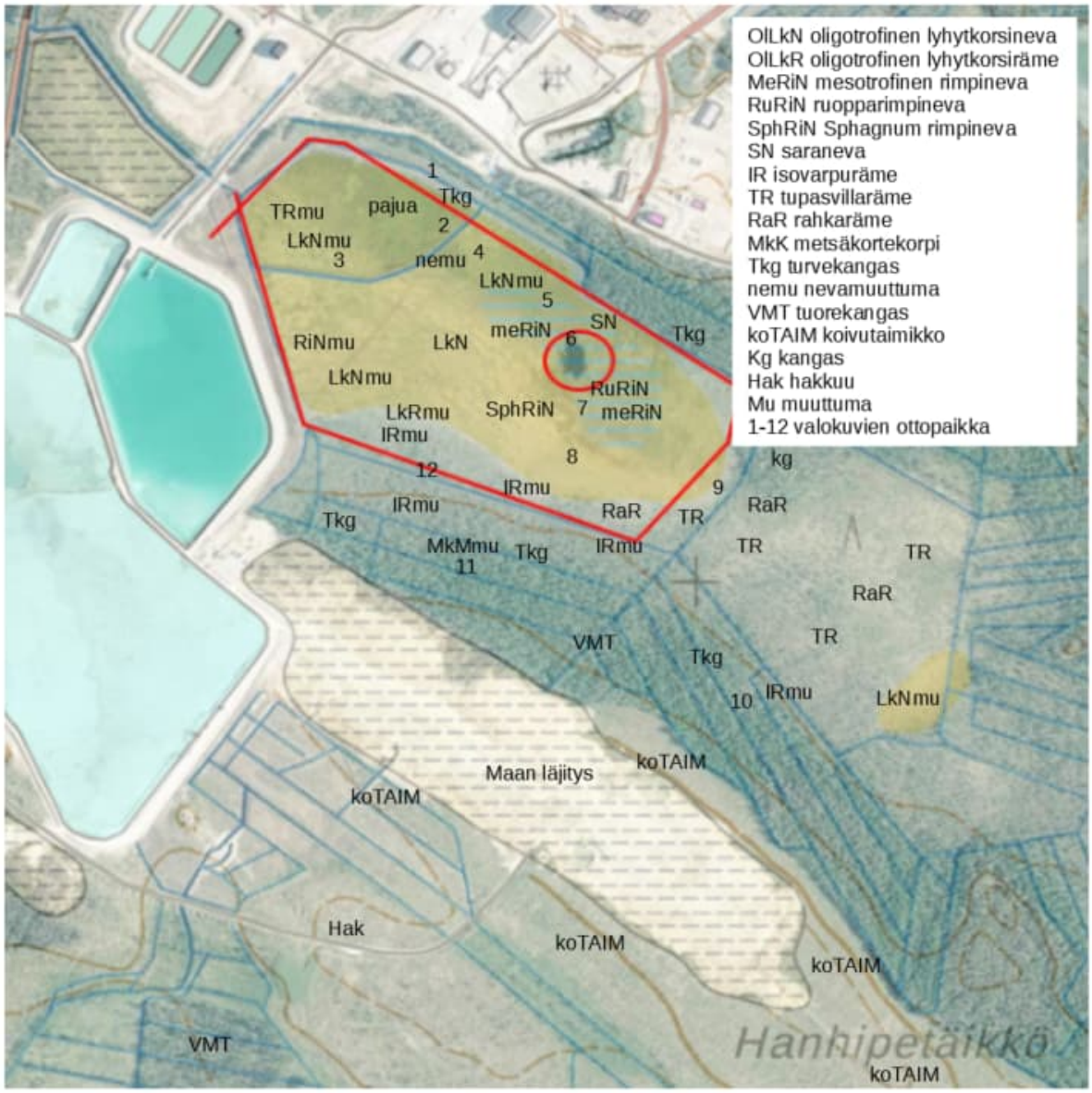
Hanhipetäikön pohjoispuolisen suoalueen itäpuolella oleva toinen suoalue on pääasiassa tupasvillarämettä ja alueella näkyy selvästi ojien kuivattava vaikutus. Alueen kaakkoiskulmassa on pieni avosuoalue, joka on lyhytkorsinevamuuttumaa. Ojien välittömät läheisyydet ovat rämemuuttumia. Alueen luoteiskulmassa on vanha aikaisemmin mahdollisesti avosuolla ollut metsäsaareke, tosin nyt sen ympärillä on ojia ja tupasvillarämettä.

<u>Vaihtoehto VE2</u>

Sijoituspaikkavaihtoehto VE2 käsittää lähinnä nykyisen rikastushiekka-altaan kaakkoispuolisia hakkuualoja sekä nuoria taimikoita. Suunnitelma-alueen pohjoispuolella on maa-ainesten läjitysalue ja suunnitelma-alueen läpi kulkee kaivoksen

nykyinen tieyhteys. Alueen eteläosissa on mustikkatyypin tuoreen kankaan metsää. Alue on luonnonoloiltaan selvästi ihmisvaikutteista ja huomionarvoisia luontotyyppejä kohteella ei esiinny.

Vuoden 2023 maastoselvityksessä havaitut luontotyypit sekä niiden sijoittuminen on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 18-2).



Kuva 18-2. Vuoden 2023 selvityksessä hankealueella havaitut luontotyypit sekä niiden sijoittuminen alueella. Kuva: Huvikummun luonto- ja koirapalvelut 2023.

18.2.2 Luontoarvokohteet

Hankealueelta ei ole tiedossa aikaisempia havaintoja huomionarvoisesta kasvilajistosta eikä uusia esiintymiä havaittu myöskään vuoden 2023 kasvillisuus- ja luontotyyppiselvityksen maastotöissä.

Kaivospiirin itäpuolisen Taivaljärven itäpuolelta, Nokkavaaran taimikkoisella luoteisrinteillä on tiedossa kaksi vanhaa valkolehdokkiesiintymää (Pöyry 2008). Valkolehdokki on koko Suomessa rauhoitettu laji. Laji on viimeisimmän uhanalaisuusluokituksen perusteella arvioitu Suomessa elinvoimaiseksi (LC, Hyvärinen ym. 2019). Valkolehdokkihavainnot sijoittuvat noin 400 metrin etäisyydelle kaivospiirin rajauksesta.

Niin ikään kaivospiirin ulkopuolelle sijoittuvan Nokkavaaran pohjoispuoliselta ojitetulta suolta on tiedossa vaarantuneeksi luokitellun punakämmekän esiintymiä. Samalta alueelta on myös vuodelta 1990 havainto soikkokaksikosta. Vuonna 2007 maastokäynnillä lajia ei havaittu. Lisäksi Jäkäläsuon pohjois/luoteisosista etäämmällä kaivosalueesta on havaittu runsas kämmeköiden esiintymäalue, jolla on kasvanut kaitakämmeköitä, suopunakämmeköitä sekä maariankämmeköitä. (Pöyry 2008)



Kuva 18-3. Punakämmekkä Jäkäläsuolta (vas) sekä Nokkavaarasta havaittu valkolehdokki (vas). Kuvat © Pöyry 2008.

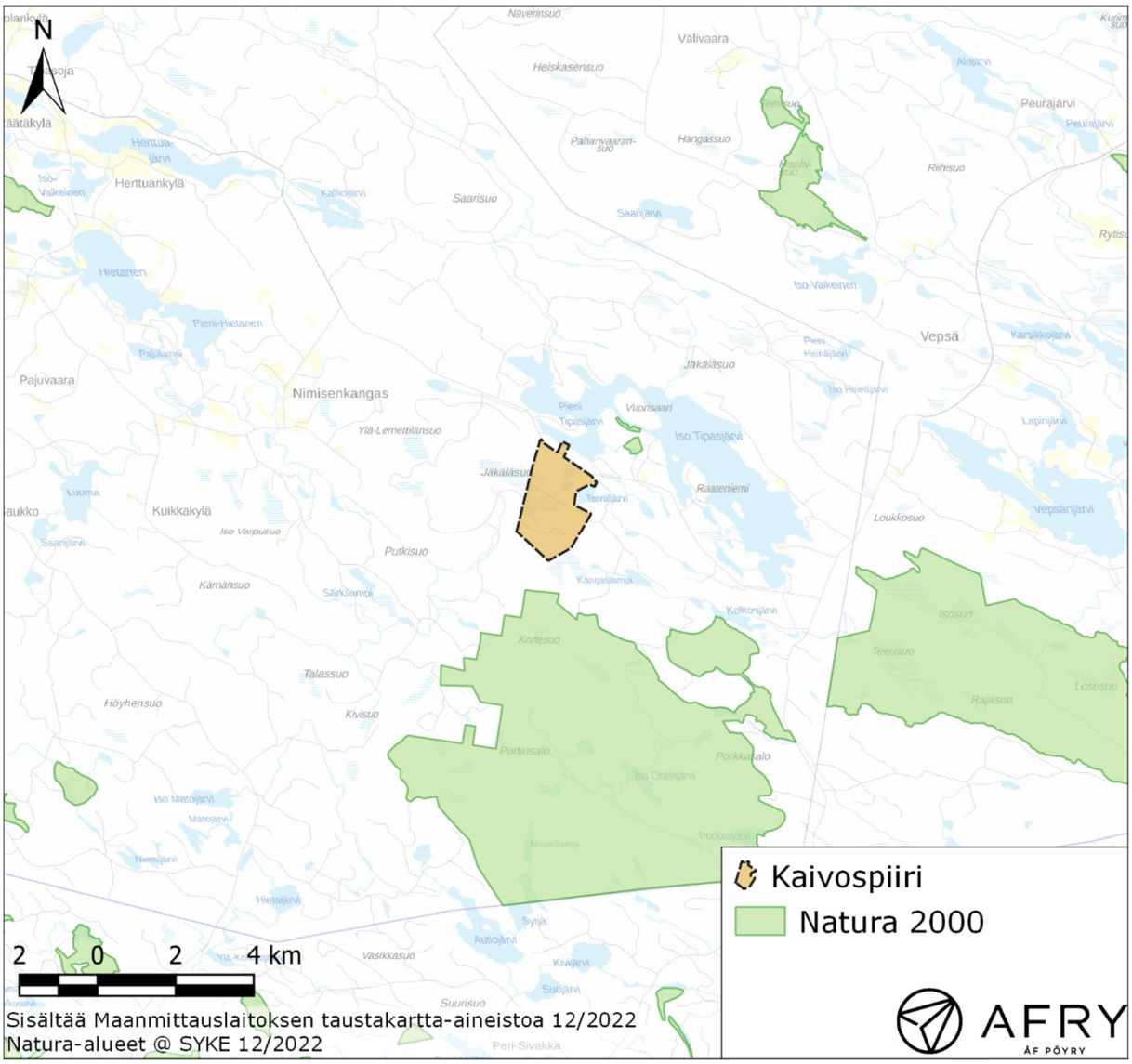
Etäämmällä kaivosalueesta sijaitsevien tunnettujen esiintymien tilannetta ei tarkastettu erikseen vuoden 2023 maastokäynnillä, sillä hankkeen pääasialliset vaikutukset kohdistuvat rakennettaville alueille ja näiden lähiympäristöön.

18.2.3 Natura 2000 -alueet ja suojelualueet

Natura-alueet

Kaivosalueen läheisyydessä sijaitsee kaksi Natura 2000 -verkostoon sisällytettyä kohdetta (Kuva 18-4) 19 hehtaarin laajuinen kaksiosainen Vuoriniemi (FI1200604,

SAC), sijaitsee noin kilometrin etäisyydellä kaivosalueen rajasta koillisessa Pienen ja Ison Tipasjärven välisellä alueella. Vuoriniemi on sisällytetty Natura-verkostoon luontodirektiivin perusteella (SAC). Alueen suojeluperusteina on mainittu neljä Natura-luontotyyppiä (Taulukko 18-1) sekä yksi uhanalainen laji. Lisäksi Vuoriniemen alueella on muuta huomionarvoista kasvilajistoa (Natura-tietolomakkeen kohta 3.3).



Kuva 18-4. Natura-alueet kaivosalueen lähiympäristössä.

Taulukko 18-1. Vuoriniemen Natura-alueen suojeluperusteena esitetyt Natura-luontotyypit (Valtioneuvoston päätös 2018 tietojen tarkastamisesta ja verkoston täydentämisestä). Vuoden 2018 päätöksellä lisätyt luontotyypit lihavoituna.

KOODI	LUONTOTYYPPI	PINTA-ALA (HA)
7230	Letot	1,4
8210	Kasvipeitteiset kalkkikalliot	1
9050	**Boreaaliset lehdot**	0,5
91D0	Puustoiset suot	2,5

Hiidenportin alueiden (FI1200625, SAC) Natura 2000 -kohde sijoittuu hankealueen etelä-kaakkoispuolelle lähimmillään noin 800 metrin etäisyydelle kaivosalueen rajasta. Vuoriniemi on sisällytetty Natura-verkostoon luontodirektiivin perusteella (SAC). Hiidenportin Natura-alueen laajuus on 5166 hehtaaria ja alueen suojeluperusteina on mainittu yhteensä 17 luontotyyppiä (Taulukko 18-2) sekä kuusi lajia (Taulukko 18-3). Luontotyyppi ”6520 Vuoristojen niitetyt niityt” on vuoden 2018 päätöksellä poistettu alueen suojeluperusteista.

Taulukko 18-2. Hiidenportin alueiden Natura-alueen suojeluperusteena esitetyt Natura-luontotyypit (Valtioneuvoston päätös 2018 tietojen tarkastamisesta ja verkoston täydentämisestä). Vuoden 2018 päätöksellä lisätyt luontotyypit lihavoituna.

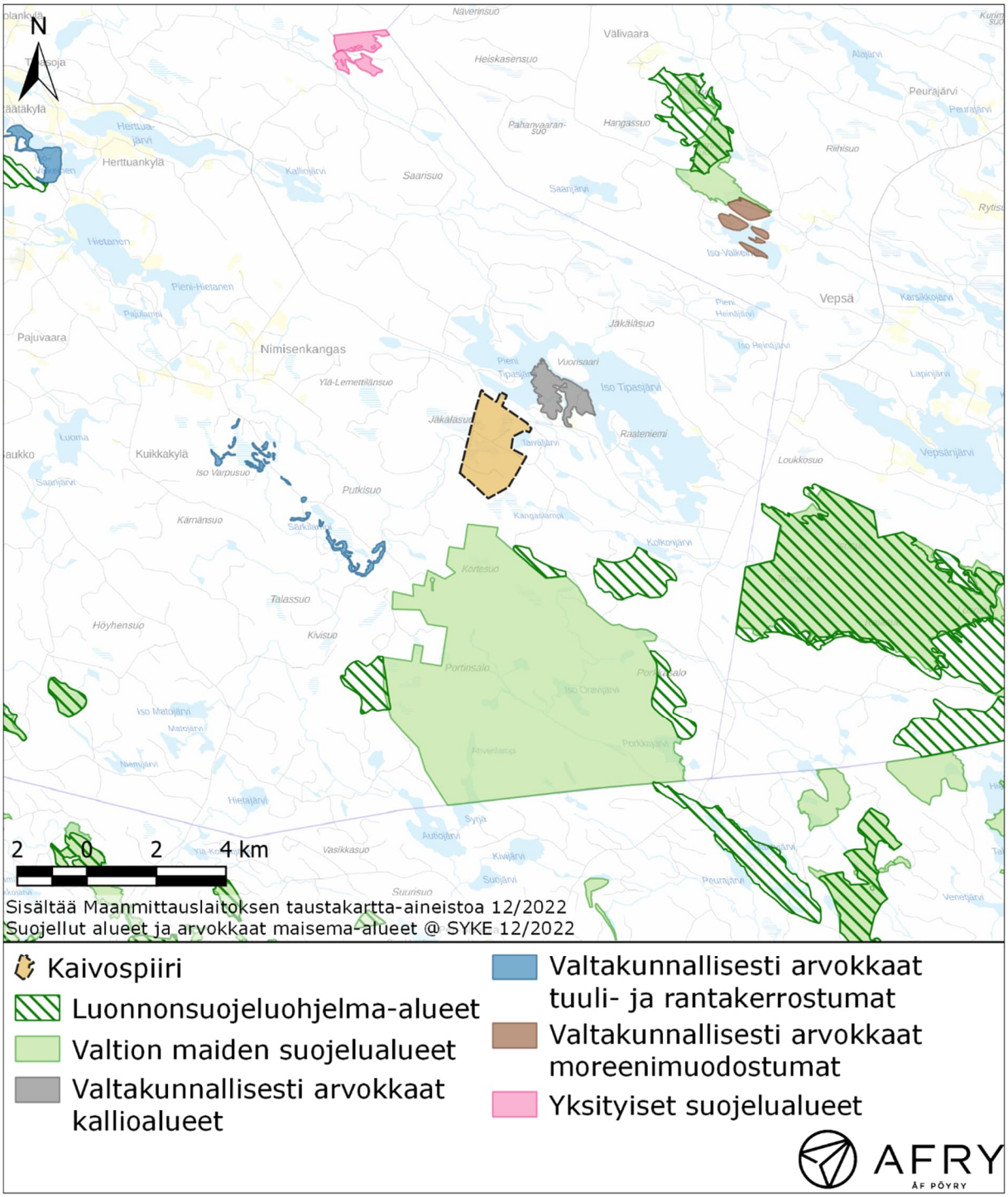
Koodi	Luontotyyppi	pinta-ala (ha)
3160	Humuspitoiset järvet ja lammet	260
3260	Vuorten alapuoliset tasankojoet, joissa on *Ranunculion fluitantis* ja *Callitricho-Batrachium* -kasvillisuutta	8
6270	Fennoskandian runsaslajiset kuivat ja tuoreet niityt	0,3
6430	**Kostea suurruohokasvillisuus**	0,2
6510	**Alavat niitetyt niityt (*Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis*)**	0,7
7110	Keidassuot	100
7140	Vaihettumissuot ja rantasuot	128
7160	Fennoskandian lähteet ja lähdesuot	2
7230	Letot	15
7310	Aapasuot	854
8220	Kasvipeitteiset silikaattikalliot	50
8230	Kallioiden pioneerikasvillisuus (*Sedo-Scieranthion* tai *Sedo albi-Vernicion dillenii*)	7,465
9010	Boreaaliset luonnonmetsät	3126
9050	Boreaaliset lehdot	8
9060	Harjumuodostumien metsäiset luontotyypit	0
9070	**Fennoskandian hakamaat ja kaskilaitumet**	5
91D0	Puustoiset suot	882

Taulukko 18-3. Hiidenportin alueiden Natura-alueen suojelun perusteena olevat lajit (Tietolomakkeen taulukko 3.2) (Valtioneuvoston päätös 2018 tietojen tarkastamisesta ja verkoston täydentämisestä). Vuoden 2018 päätöksellä lisätyt lajit lihavoituna.

KOODI	LAJI	TIETEELLINEN NIMI
1919	**Korukeräpallokas**	***Agathidium pulchellum***
1925	Korpikolva	*Pytho kolwensis*
1912	Ahma	*Gulo gulo*
1910	Liito-orava	*Pteromys volans*
1980	Hitupihtisammal	*Cephalozia macounii*
1972	Lapinleinikki	*Ranunculus lapponicus*

Muut suojeluohjelma-alueet

Hiidenportin kansallispuisto (KPU110019) sijaitsee kaivospiirin eteläpuolella lähimmillään noin 800 metrin etäisyydellä kaivosalueen rajasta melko samoilla aluerajauksilla Hiidenportin alueiden Natura 2000-alueen kanssa. Osa Hiidenportin alueen suojelusta on toteutettu alueen laajennuksena sisällyttämällä kohteet vanhojen metsien suojeluohjelmaan nimellä Hiidenpirtin kansallispuiston laajennus (Lakilehto Porkkasalo) (AMO000009). Hankealueen koillispuolella Tipasjärven rannalla sijaitseva Kallion alue on luokiteltu arvokkaaksi kallioalueeksi (Vuoriniemi-Kalliolammen maasto KAO220115). Hankealueesta lounaaseen, Särkilammen eteläpuolella sijaitsee arvokas tuuli- ja rantakerrostuma (Kolmisopenlammen-Murtojoen dyynit TUU-12-059). Muiden suojeluohjelma-alueiden sijainti on esitetty kartassa (Kuva 18-5).



Kuva 18-5. Muut suojeluohjelma-alueet hankealueen lähiympäristössä.

18.3 Vaikutusten arviointi

18.3.1 Natura-arviointien tarpeesta

Natura–arvioinnista säädetään luonnonsuojelulaissa (9/2023, § 35 ja § 36) sekä luontodirektiivin 6. artiklassa. Luonnonsuojelulain 35 §:ssä säädetään, että jos hanke tai suunnitelma yksistään tai yhdessä muiden hankkeiden tai suunnitelmien kanssa todennäköisesti merkittävästi heikentää Natura 2000 -verkostoon sisällytetyn alueen niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on verkostoon sisällytetty, on hankkeen toteuttajan tai suunnitelman laatijan arvioitava nämä vaikutukset asianmukaisella tavalla.

Luonnonsuojelulain mukainen vaikutusten arviointivelvollisuus syntyy, mikäli hankkeen vaikutukset:

- kohdistuvat Natura–alueen suojelun perusteena oleviin luontoarvoihin,
- ovat luonteeltaan heikentäviä,
- ovat laadultaan merkittäviä ja ennalta arvioiden todennäköisiä.

Kynnys Natura-arvioinnin suorittamiseksi voi ylittyä myös eri hankkeiden ja suunnitelmien yhteisvaikutusten vuoksi. Tämä velvoite koskee myös Natura-alueen ulkopuolella toteutettavaa hanketta, jos sillä on todennäköisesti alueelle ulottuvia merkittäviä haitallisia vaikutuksia.

Toinen mainittu säännös (36 §) koskee heikentämiskieltoa. Viranomainen ei saa myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseksi taikka hyväksyä tai vahvistaa suunnitelmaa, jos arviointimenettely osoittaa hankkeen tai suunnitelman merkittävästi heikentävän niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty Natura 2000 -verkostoon. Lupa voidaan kuitenkin myöntää taikka suunnitelma hyväksyä tai vahvistaa, jos valtioneuvosto yleisistunnossa päättää, että hanke tai suunnitelma on toteutettava erittäin tärkeän yleisen edun kannalta pakottavasta syystä eikä vaihtoehtoista ratkaisua ole.

Jos Natura-alueella esiintyy luontodirektiivin liitteessä I tarkoitettuja ensisijaisesti suojeltavia luontotyyppejä (*ns. priorisoitu luontotyyppi*) tai liitteessä II tarkoitettuja ensisijaisesti suojeltavia lajeja (*ns. priorisoitu laji*), noudatetaan tavanomaista tiukempia lupaedellytyksiä, lisäksi asiasta on hankittava komission lausunto. Lupaviranomaisen on ennen lupapäätöstä varmistettava, että arvioinnit ovat asianmukaisia ja niissä esitetyt johtopäätökset ovat perusteltuja.

Natura-arvioinnissa käsitellään ainoastaan hankkeen tai suunnitelman vaikutuksia niihin luontotyyppeihin ja lajeihin, jotka on mainittu Natura-alueen suojeluperusteina. Näitä tarkasteltuja Natura 2000 -alueiden luontoarvoja ovat:

- SAC-alueilla luontodirektiivin liitteen I luontotyypit tai/ja luontodirektiivin liitteen II lajit

- SPA-alueilla lintudirektiivin liitteen I lintulajit
- SPA-alueilla alueella säännöllisesti esiintyvät muuttolinnut

Mikäli suojeluperusteina olevia luontoarvoja joudutaan merkittävästi heikentämään, on heikennykset kompensoitava.

18.3.2 Suojelualueisiin kohdistuvat vaikutukset

Sekä Vuoriniemi että Hiidenportti ovat SAC-alueita, joiden suojeluperusteena ovat luontodirektiivin liitteen I luontotyypit sekä Hiidenportin alueella myös luontodirektiivin liitteessä II mainitut lajit. Kasvillisuuteen tai luontotyyppeihin kohdistuvia vaikutusmekanismeja on käsitelty aiemmin kappaleen 18.1 yhteydessä. Natura-alueilla vaikutusarviointien kohteena ovat virallisella Natura-tietolomakkeella mainitut luontotyypit sekä lajit, lisäksi arvioitavana on hankkeen vaikutukset yleisemmin alueen eheyteen tai laajemmin Natura-suojelualueverkostoon (mm. Söderman 2003, Mäkelä & Salo 2023).

<u>Vaikutukset Vuoriniemen Natura-alueeseen</u>

Vuoriniemen Natura-alueen suojeluperusteena on mainittu neljä luontotyyppiä, joihin kuuluvat letot, kasvipeitteiset kalkkikalliot, boreaaliset lehdot sekä puustoiset suot. Etäisyys Natura-alueen sekä hankealueen välillä on lähimmillään noin kilometri, eikä hankkeella ole tunnistettu suoria vaikutusmekanismeja, jotka ulottuisivat Vuoriniemen Natura-alueelle saakka. Epäsuoria vaikutuksia luontotyypeille voi muodostua pintavesien tai pölyämisen kautta. Nykytilanteessa kaivoksen purkuvedet ohjataan Koivupuroon hankealueen lounaislaidalla ja sieltä edelleen Sapsojoen vesistöreitille, poispäin Vuoriniemen Natura-alueesta. Rikastushiekka-altaan YVA-menettelyn yhteydessä on tutkittu vesistömallinnuksella vaihtoehtoa, jossa 40 % kaivosalueen vesistä johdettaisiin jatkossa Taivaljärveen ja Taivalpuron kautta edelleen Pienen Tipasjärven Olkilahteen, Vuoriniemen Natura-alueen länsipuolelle. Vesistömallinnuksessa (kts. tarkemmin luku 14) on huomioitu vesimassojen keskimääräiset virtaussuunnat Ison ja Pienen Tipasjärven sekä Onkilahden alueella. Mallinnuksen perusteella vedenlaadun muutokset rajoittuvat Onkilahden alueelle, eivätkä ulotu Natura-alueelle saakka. Käytännössä alueella esiintyvät Natura-luontotyypit eivät ole riippuvaisia Tipasjärven vesistä ja luontotyyppikohteiden sijoittuessa maa-alueille, voidaan vaikutusten muodostumista pitää kaikkiaan hyvin epätodennäköisenä myös siinä tapauksessa, jos jatkossa osa kaivoksen vesistä johdettaisiin Tipasjärveen.

Laaditun pölymallinnuksen (Envineer 2024a) perusteella hankkeesta ei aiheudu Vuoriniemen Natura-alueelle ulottuvia pölyvaikutuksia toiminnan aikana. Rakentamisvaiheen aikaista pölykuormitusta ei ole erikseen mallinnettu, mutta sen muodostuessa lähinnä työkoneiden nostattamasta suuripartikkelisesta pölystä, ei pölyn leviäminen Natura-alueelle saakka merkittävissä määrin ole todennäköistä.

Vaikutukset Vuoriniemen Natura-alueeseen ovat samat molemmissa tarkasteltavissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 riippumatta siitä, puretaanko vedet osin Tipasjärven ja osin Koivupuron vai ainoastaan Koivupuron suuntaan. Varovaisuusperiaate huomioidenkin hankkeesta ei arvioida rakentamisen, toiminnan tai sulkemisen jälkeen aiheutuvan merkittäviä haitallisia, heikentäviä vaikutuksia Vuoriniemen Natura-alueen suojeluperusteina mainituille luontotyypeille minkään tunnistetun suoran tai epäsuoran vaikutusmekanismin kautta.

Vaikutukset Hiidenportin Natura-alueeseen

Hiidenportin Natura-alueen suojeluperusteissa on mainittu 17 luontotyyppiä. Mukana on paitsi suoluontotyyppejä, myös metsäisiä tai vanhoja kulttuurivaikutuksen seurauksena muodostuneita ympäristöjä. Alue sijoittuu pääosin kaivospiirin kanssa eri valuma-alueelle 3. luokan valuma-aluejaossa. Hiidenportin aluetta lähempi kaivosvesien purku-uoma on Koivupuroa pitkin, noin 1,3 kilometriä Natura-alueen ulkopuolella luoteen suunnalla. Etäisyyden sekä erillisten valuma-alueiden vuoksi kaivoksen pintavesillä ei ole vaikutusta Hiidenportin Natura-alueella esiintyville luontotyypeille. Hankkeesta ei aiheudu myöskään suoria vaikutuksia kasvillisuudelle tai luontotyypeille alueiden välisen etäisyyden vuoksi.

Laaditun pölymallinnuksen perusteella kaivosalueelta syntyvä PM_{10} -kokoluokan pölykuormitus ei ulotu Natura-alueelle saakka. Mallinnuksen perusteella maksimikuormitustapauksissakin pölyäminen rajoittuu kaivospiirin sisäpuolelle. Hienojakoisempi pöly voi teoriassa levitä alueelta tuulten mukana etäämmälle lyhytkestoisina jaksoina, mutta tällä ei arvioida olevan Natura-alueelle ulottuvia merkittäviä vaikutuksia. Kaivospiirin ja Natura-alueen välille jäävät metsäiset kaistaleet toimivat myös osaltaan pölyn leviämistä ehkäisevinä alueina.

Toiminta-ajalle laaditun melumallin perusteella rikastushiekka-altaasta ei rakentamis- tai toimintavaiheessa aiheudu Hiidenportin Natura-alueelle ulottuvia meluvaikutuksia. Mallinnuksessa on huomioitu myös kaivoksen nykyiset toiminnot osana melukuormitusta. Melu ei aiheuta haitallisia vaikutuksia kasvillisuudelle tai luontotyypeille, mutta alueen suojeluperusteena on mainittu myös kaksi eläinlajia.

Hiidenportin Natura-alueen suojeluperusteissa on mainittu lisäksi kaksi kasvilajia, (hitupihtisammal sekä lapinleinikki), kaksi eläinlajia (ahma, liito-orava) sekä kaksi hyönteislajia (korukeräpallokas ja korpikolva).

Ahma on suurin Suomessa esiintyvistä näätäeläimistä, ja lajin kanta on Suomessa runsastunut ollen nykyisellään noin 400 yksilöä. Se on riippuvainen muiden suurpetojen esiintymisestä alueella, sillä ahma pikemminkin etsii ravinnokseen muiden petojen jättämiä haaskoja kuin metsästää itse. Ahman elinpiirien kokoa ei tunneta varmasti, mutta Skandinavian tunturialueilta kerätyn tiedon mukaan naaraiden elinpiirin pinta-ala on keskimäärin 170 km^2 ja urosten 730 km^2. Nuorten ahmojen tiedetään voivan vaeltaa satojen kilometrien päähän synnyinalueeltaan, mutta

keskimääräiset etäisyydet uudelle elinalueelle olivat esimerkiksi skandinaavisessa aineistossa uroksilla vain 51 km ja naarailla 60 km (Metsähallitus 2015, Suurpedot.fi-sivusto https://www.suurpedot.fi/lajit/ahma/esiintyminen-ja-maara.html). Hiidenportin alueella liikkuvien ahmojen elinpiirit näin ollen ulottunevat Natura-alueen ulkopuolelle, mutta todennäköisesti nykyistä kaivosaluetta laji välttää jo ihmistoiminnan aiheuttaman häiriön vuoksi. Ahmoista on tehty viimeisen kahden kuukauden aikana jälkihavaintoja Hiidenportin Natura-alueelta sekä hankealueen eteläpuolelta (LUKE luonnonvaratieto-karttapalvelu, suurpetohavainnot https://luonnonvaratieto.luke.fi/kartat?panel=suurpedot. Luettu 3.4.2024)

Hitupihtisammal on äärimmäisen uhanlainen (CR, Hyvärinen ym. 2019) kangasmetsien ja vanhojen metsien laji. Se elää järeillä osin lahonneilla rungoilla ja vaatii elinympäristöltään kosteaa pienilmastoa, jatkuvaa metsänpeittoa sekä lahopuujatkumoa. Lajilla on Suomessa parikymmentä tunnettua kasvupaikkaa Itä- ja Keski-Suomessa. Laji ei menesty talousmetsissä eikä varsinaisella hankealueella esiinny lajille soveltuvaa kasvuympäristöä (Metsähallitus 2024, https://www.metsa.fi/luonto-ja-kulttuuriperinto/lajien-suojelu/hitupihtisammal/). Hankkeella ei arvioida olevan vaikutuksia hitupihtisammaleen esiintymiin.

Liito-oravan elinympäristöjä kaivosalueen ympäristössä on selvitetty aiemmin vuonna 2007 (Pöyry Environment Oy 2008). Liito-oravista ei tehty selvityksen yhteydessä havaintoja ja lajille soveltuviksi arvioituja yhtenäisiä metsäkuvioita alueelta tavattiin vain vähän. Hankealuetta lähimmät havainnot liito-oravasta sijoittuvat noin 4 kilometrin etäisyydelle (Suomen Lajitietokeskus 2024). Vaikka liito-oravat voivatkin ajan myötä levittäytyä uusille alueille soveltuvia ekologisia yhteyksiä pitkin etenkin alueellisten kantojen kasvaessa, ei varsinaiselta hankealueelta ole tunnistettu lajille soveltuvia elinympäristöjä eikä Natura-alueen sekä hankealueen välillä ole selkeitä ekologisia yhteysväyliä, jotka voisivat ohjata lajin levittäytymistä hankealueen läheisyyteen. Hankkeella ei arvioida olevan vaikutuksia Hiidenportin alueen liito-oravakantaan.

Lapinleinikki on Suomessa elinvoimaiseksi arvioitu laji, jonka esiintymät painottuvat pohjoiseen. Eteläisimmät tunnetut esiintymät sijoittuvat Nurmeksen ja Iisalmen pohjoispuolelle. Lajia esiintyy korpialueilla sekä kuusivaltaisissa lehdoissa ja lähteikköjen ympäristössä. Varsinaisella hankealueella ei ole tehty havaintoja lapinleinikistä, eikä hankealueella ole lajille soveltuvia elinympäristöjä. Hankkeella ei arvioida olevan vaikutuksia Hiidenportin Natura-alueen lapinleinikkiesiintymille.

Korpikolva elää vanhoilla kuusivaltaisilla korpisoilla ja kangaskorvissa maahan kaatuneilla kuusilla. Laji on Suomessa määritetty vaarantuneeksi (VY; Hyvärinen ym. 2019). Myös korukeräpallokas (VU; Hyvärinen ym. 2019) on vanhojen metsien kovakuoriainen, joka on riippuvainen lahosta ja sienettyneestä puusta. Lajit voivat levitä ja esiintyä myös Natura-alueen ulkopuolella soveltuvilla vanhojen metsien kuvioilla, mutta varsinaisella hankealueella ei esiinny varttuneita,

lahopuustoisia metsiä, jotka voisivat edustaa lajeille soveltuvaa elinympäristöä. Hankkeella ei ole vaikutuksia Natura-alueen suojeluperusteina mainituille koruke-räpallokkaalle tai korpikolvalle.

Laadittujen mallinnusten ja arviointien perusteella hankkeesta ei aiheudu vaikutuksia myöskään muille kaivospiirin läheisyydessä sijaitseville suojeluohjelma-alueille (Hiidenportin kansallispuisto, Hiidenportin kansallispuiston laajennus Laki-lehto-Porkkasalo, Vuoriniemi-Kalliolammen maasto tai Kolmisopenlammen-Murto-joen dyynit) minkään tunnistetun rakentamis- tai toimintavaiheelle tunnistetun suoran tai epäsuoran mekanismin kautta.

18.3.3 Kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvat vaikutukset

18.3.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rikastushiekka-altaalle on tarkasteltu kahta vaihtoehtoista sijoituspaikkaa, joista VE1 sijoittuu pohjoisemmas, pääosin avoimemmalle suoluontotyyppien kokonaisuudelle. Eteläisempi sijoituspaikkavaihtoehto sijoittuu maanläjitysalueen ja hakkuiden leimaamaan ympäristöön. Valittavalta rakentamispaikalta tullaan poistamaan puusto ja täytön yhteydessä matalampi pohjakasvillisuus tullaan osin poistamaan, osin jäämään läjityksen alle. Rikastushiekka-altaan sekä sitä ympäröivän patorakenteen alueiden nykyinen kasvillisuus ja alueilla esiintyvät luontotyypit tullaan käytännössä menettämään täysin rakentamisen ja täytön edetessä. Vaihtoehdossa VE1 pintamaita ja kasvukerrosta on arvioitu poistettavan yhteensä noin 20 000 m^3 ja vaihtoehdossa VE2 noin 32 500 m^3. Suunnitellun rikastushiekka-altaan vaihtoehdon VE2 alueelle ei sijoitu tiettävästi huomionarvoisia luontotyyppikuvioita ja alueen herkkyys voidaan tulkita vähäiseksi. Vaihtoehdon VE1 mukaiselle sijoitusalueelle sijoittuu kesän 2023 luontoselvityksen perusteella ojituksista huolimatta joitain huomionarvoisia luontotyyppikuvioita. Rimpinevat ja metsäkortekorpi on luokiteltu erittäin uhanalaiseksi (EN). Vaarantuneista (VU) luontotyypeistä alueella esiintyy minerotrofiset lyhytkorsinevat, lyhytkorsirämeet, saranevat, isovarpurämeet, tupasvillarämeet, ja nuoret tuoreet kankaat. Alueen luontotyypeistä luonnontilaisia ovat rimpinevat ja lyhytkorsinevat ojittamattomilta osiltaan, ja osa näistä luontotyyppikuvioista sijoittuu VE1 mukaisesti suunnitellun rikastushiekka-altaan alueelle. Vaikka ojitus on heikentänyt luonnontilaisuutta osalla alueesta, voidaan kuitenkin luonnonympäristön herkkyys arvioida kohtalaiseksi (kts. tarkemmin kappale 18.4).

Epäsuoria kasvillisuusvaikutuksia voi aiheutua nykytilanteessa metsäisille alueille, joihin hakkuiden myötä syntyy uusia aukkopaikkoa. Käytännössä reunavyöhykevaikutukselle altistuva alue ulottuu muutamia kymmeniä metrejä metsän sisään. Merkittävimmät muutokset tapahtuvat uuden aukon ja metsän reunan rajavyöhykkeellä, jossa kosteus- ja valaistusolosuhteet saattavat muuttua merkittävästikin. Käytännössä uusien aukkopaikkojen lähialueilla tapahtuu tyypillisimmin

kuivumista. Reunavyöhykevaikutuksen laajuus riippuu myös alueen luontotyypistä, sillä esimerkiksi jo lähtökohtaisesti kuivalla ja nopeasti vettä läpäisevällä, valoisalla mäntykankaalla tai kalliometsissä aukko ei aiheuta yhtä suurta eroa valaistus- tai kosteusoloissa kuin vaikkapa varjoisassa korvessa tai tuoreessa lehdossa. Hankealueella hakkuista aiheutuvia reunavyöhykevaikutuksia tapahtuu lähinnä vaihtoehdossa VE2 ja vaikutukset kohdistuvat lähinnä talousmetsäkuvioihin. Epäsuorien reunavyöhykevaikutusten merkittävyyttä hankkeessa voi pitää varsin vähäisenä tai käytännössä lähes merkityksettömänä. Vaihtoehdossa VE1 hakkuita ei juurikaan tarvitse toteuttaa alueen ollessa valtaosin avointa ympäristöä. Suoalueilla kuitenkin rakentamistoimien aiheuttamat hydrologiset vaikutukset voivat ulottua pidemmällekin, mikäli alueilla on yhtenäistä hydrologiaa tai esimerkiksi alueita muutoin yhdistävää pintavesiuomastoa. On mahdollista, että varsinaisen rikastushiekka-allasalueen ja patorakenteen itäpuolelle jäävä osa suoalueesta on edelleen ainakin jossain määrin yhteydessä rakentamisalueeseen ja tällä alueella hydrologian kautta tapahtuvia muutoksia voi ilmetä joko pian rakentamistoimien alettua tai kumulatiivisesti pidemmällä aikavälillä.

Lähimmät huomionarvoisten kasvilajien esiintymät sijoittuvat Taivaljärven itä/pohjoispuolelle sekä Jäkäläsuon alueelle, minne asti hankkeen vaikutukset eivät arviointien ja mallinnusten perusteella ulotu.

Taivaljärven alueen osalta arviointiin liittyy kuitenkin tiettyä epävarmuutta. Näitä on käsitelty tarkemmin kappaleessa 18.5.

18.3.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikana rikastushiekka-altaan täytön edetessä allasalueen kasvillisuus peittyy hiljalleen läjityksen alle. Vaikutukset kohdistuvat pääasiassa patoaltaan sisäpuolelle jäävälle alueelle. Patoaltaan reunalle toteutetaan oja, jonka kautta alueelta muodostuvat vedet kerätään käsiteltäviksi. Vaihtoehdossa VE1 ojauoman ja itäpuolisen yhtenäisemmän suoalueen jää toinen jo olemassa oleva oja, joka ylläpitää todennäköisesti nykyisenkaltaista vesitaloutta ympäröivillä suoalueilla. Uutena rakennettava oja saattaa kuitenkin vaikuttaa lähiympäristössään vähäisissä määrin vesitalouteen kuivattamalla ympäröiviä alueita, mutta tämän vaikutuksen arvioidaan jäävän varsin vähäiseksi ja hyvin pienelle alueelle rikastushiekka-altaan ympäristöön. Vaihtoehdossa VE2 rikastushiekka-altaan sijoituspaikan maaperän sekä alueiden nykytilanteen vuoksi ympäröivien alueiden vesitalouteen ei arvioida kohdistuvan erityisiä muutoksia.

Kaivoksen syventämisen vaikutuksia pohjaveteen on mallinnettu pohjavesimallin avulla. Toimintavaiheessa louhoksen ympäristössä tapahtuu pohjavesipinnan alenemista, jonka vaikutusalue ulottuu osin myös kaivospiirin ulkopuolisille alueille. Merkittävimmän aleneman alueelle ei tiettävästi sijoitu lähteikköjä tai pohjavesivaikutteisia luontotyyppejä, joiden laatua tai luonnontilaisuutta aiheutuva

pohjavesipinnan alenema heikentäisi. Kaivosaluetta lähin vesistö on Taivaljärvi, mutta Taivaljärveen pohjavesipinnan alenema ei pohjavesivaikutusten arvioinnin tulosten perusteella vaikuta, sillä Taivaljärvi saa vetensä pintavalunnasta.

Toiminta-ajalle mallinnetut pölypäästöt rajautuvat syntypisteiden läheisyyteen kaikissa tarkastelluissa vaihtoehdoissa, eikä pölyn arvioida leviävän etäämmälle siten, että sillä arvioitaisiin olevan merkittäviä vaikutuksia luonnontilaisemman kaltaisille, herkille alueille.

18.3.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päätyttyä rikastushiekka-altaalle toteutetaan kasojen päälle peittorakenteet, joilla kasvillisuuden annetaan kehittyä tämä jälkeen luontaisesti. Alueella saattaa tapahtua vielä toiminnan päättymisen jälkeenkin jossain määrin pölyämistä, kunnes kasvillisuuspeite ehtii muodostumaan kasan peittorakenteiden päälle ja sitomaan pintamaata. Sulkemisen jälkeen maaston muotoilulla voidaan luoda vaihtelevia ja monipuolisia elinympäristöjä alueen biodiversiteetin lisäämiseksi, huomioiden erityisesti lähialueen lajistot. Hankkeen suunnittelun edetessä voidaan arvioida lajikohtaisten elinympäristöjen luomista tarpeen mukaan.

Rikastushiekka-altaan alueelta muodostuvat suotovedet ohjataan louhosjärven täyttöön. Louhosjärven vedet ovat yhteydessä lähinnä pohjavesien kautta alueen muihin vesiin, ylivuodon määrä ylivuoto-ojan kautta on sulkemissuunnitelmassa arvioitu jäävän hyvin vähäiseksi. Pohjavesinä suotautuvat vedet kulkeutuvat pääosin (75 %) pohjoiseen louhosjärven kautta kohti Pieni Tipasjärveä. Osa rikastushiekka-alueen suotovesistä (25 %) kulkeutuu myös Nimisenjokea kohti. Pohjaveden mahdollisia laatumuutoksia seurataan pohjavesiputkista toiminnan päättymisen jälkeen.

Kaivostoiminnan päätyttyä purettavia kaivostoiminnan vesiä ei enää synny toiminta-aikaa vastaavasti, jolloin Koivuojan ja/tai Taivaljärven suuntiin aiheutunut kuormitus vähenee. Sulkemisen jälkeisillä kuormituksilla ei arvioida olevan vaikutusta alapuolisten vesistöjen ekologiseen tilaan yhdenkään luokittelutekijän osalta.

18.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Mikäli hanketta ei toteuteta, kaivoksen toimintaa tullaan jatkamaan nykyisen luvan mukaisesti ja rikastushiekka kasataan nykyiseen altaaseen. Käytössä olevan rikastushiekka-alueen korkeus tulee nousemaan nykyisestä luvan mukaisesti korkeuteen 234 m mpy ja toiminnan päätyttyä alue peitetään ja sille annetaan kehittyä luontaisesti kasvillisuutta. Vesien johtaminen tapahtuu nykyisen luvan mukaisesti Koivupuroon. Rikastushiekka-altaiden suunnitelluilla sijoituspaikoilla alueiden kasvillisuus ja luontotyypit tulevat säilymään nykyisen kaltaisina. Kaivoksen

puhdistettujen vesien johtaminen tapahtuu jatkossakin nykyistä vastaavilla pitoisuuksilla kokonaisuudessaan Koivupuron suunnalle.

Kaivoksen sulkemisen jälkeen alueelle toteutetaan louhosjärvi sulkemissuunnitelman mukaisesti kaivospiirin pohjoisosiin. Kaivosalueelta muodostuvat suotovedet ohjataan louhosjärveen.

18.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Rikastushiekka-altaalle suunniteltujen alueiden herkkyys on arvioitu vaihtoehdossa VE1 kohtalaiseksi ja vaihtoehdossa VE2 vähäiseksi. Merkittävimmät kasvillisuusvaikutukset kohdistuvat varsinaisten rakentamistoimien alueelle, joilla tullaan menettämään nykyiset luonnonolot kokonaisuudessaan rakentamisen ja toimintavaiheen aikana. Merkittävimmät muutokset tapahtuvat rakentamisvaiheen aikana. Toimintavaiheen aikana alueilla tehdään rikastushiekan täyttöä ja padottua aluetta otetaan käyttöön täytön edetessä. Vaikutusalueen laajuus kummassakin vaihtoehdossa on maksimitäyttövaiheessa noin 30 hehtaaria. Muutoksen suuruuden arvioinnissa vaikutuksen merkittävyyttä vähentävänä tekijänä on huomioitu kaivoksen nykyiset toiminnot ja rikastushiekka-altaiden sijoittuminen olemassa olevan kaivoksen yhteyteen. Näin ollen vaikutuksen merkittävyys on kummassakin vaihtoehdossa arvioitu kohtalaiseksi kielteiseksi.

Vaihtoehdossa VE1 menetetään muutamia luonnontilaisiksi tai luonnontilaisen kaltaiseksi arvioituja luontotyyppikuvioita. Kummassakaan vaihtoehdossa vaikutuksia ei kohdistu lähimpien tunnettujen huomionarvoisten kasvilajiesiintymien alueille saakka. Pölyämisen vaikutukset jäävät laaditun mallinnuksen perusteella toiminta-aikana suhteellisen pienelle alueelle syntypisteen läheisyydessä. Satunnaisesti vähäisiä määriä pölyä saattaa tuulten mukana levitä kaivosalueelta etäämmällekin. Hankkeesta ei aiheudu vaikutuksia lähimmille Natura 2000-alueille tai muille suojeluohjelma-alueille.

Taulukko 18-4. Vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys		VE2					
	Kohtalainen herkkyys		VE1					
	Suuri herkkyys				VE1, VE2 (suojelualueet)			

18.5 Arvioinnin epävarmuudet

Luonnonympäristöön ja luonnon prosesseihin liittyy aina epävarmuuksia. Suorien vaikutusten arvioinnissa epävarmuuksia ei ole vastaavissa määrin, kuin epäsuorien vaikutusten arvioinnissa. Epäsuorien vaikutusten arvioinnin haasteellisuutta lisää myös hankkeiden pitkät elinkaaret sekä hiljalleen kumuloituvat vaikutukset, joiden muodostumista saattaa edesauttaa useampi tekijä. Tarkasteltaessa luonnonympäristöön kohdistuvia vaikutuksia tulee muistaa niiden kompleksisuus ja esimerkiksi kasvillisuusmuutosten vaikutukset edelleen alueen eläimistölle. Vaikutukset voivat heijastua hyvinkin pitkälle erilaisissa arviointiketjuissa.

Kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvien vaikutusten kannalta merkittävimpiä epävarmuuksia aiheutuu hydrologisten olosuhteiden muuttumisen kautta, sillä vesitaseessa tapahtuvien muutosten vaikutusalueen laajuuteen vaikuttavat monet asiat (mm. kasvillisuuden aiheuttama sidonta ja haihtuminen, maaperän vedenjohtavuuteen tai pidättymiseen vaikuttavat ominaisuudet, orsivedet ja ojat, topografia, valuma-alueissa tapahtuvat muutokset). Hydrologisten muutosten kautta vaikutuksia voi ulottua etäämmälle varsinaisista rakentamisalueista ja muutokset voivat ilmetä niin alueiden kuivahtamisena kuin vettymisenäkin. Hydrologisten muutosten kautta tapahtuvat epäsuorat vaikutukset voivat ilmestyä suhteellisen pitkän aikavälin seurauksenakin. Tällaisia pidemmän aikavälin muutoksia ovat esimerkiksi kasvilajiston ja sitä kautta luontotyyppien muuttuminen.

Taivaljärven osalta arviointiin liittyy epävarmuutta koskien sijoitusvaihtoehtoa VE1. Hanhipetäikön pohjoispuoli kuuluu Taivaljärven alueen kanssa samaan valuma-alueeseen, joka ulottuu pohjoisessa Tipasjärven ranta-alueille saakka.

Valuma-alue kerää vesiä Hanhipetäikön pohjoispuolisilta suoalueilta sekä Taivaljärven ympäristöstä Taivaljärveen ennen purkautumista Taivaljoen kautta Onkilahteen. Taivaljärveen kertyy vesiä karkean karttaperusteisen arvion mukaisesti jopa 150 hehtaarin laajuiselta alueelta, pääosin ojitusten tuomana. Tämä vastaa hieman alle puolta kyseisen valuma-alueen kokonaispinta-alasta. Vaihtoehdossa VE1 rakennettavan alueen laajuus on noin 30 hehtaaria ja tältä alueelta kertyvät sadevedet ja suotovedet kerätään toiminnan ja kaivoksen sulkemisen jälkeen kaivoksen omaan vesikiertoon. Pinta-alaperusteisesti tarkasteltuna tämä vastaa noin 20 % vähenemää valuma-alueen koossa. Mikäli kaivoksen puhdistetuista vesistä ohjataan toiminnan aikana 40 % Taivaljärven kautta, kompensoi tämä valuma-alueelta kertyvien vesien määrässä olevaa vajetta ylläpitäen todennäköisesti kosteikon luonnetta. Mikäli kaikki vedet ohjataan Koivujoen suuntaan nykyisen luvan mukaista reittiä, on mahdollista, että Taivaljärven nykyinen läpivirtaama tulee jossain määrin vähenemään ja tämä voi kiihdyttää kosteikon umpeen kasvamista.

Sulkemisen jälkeen kaivokselta ei enää tule purkuvesiä, vaan peitetyltä rikastushiekka-alueelta kertyvät sadevedet päätyvät todennäköisesti alueen suotovesiin, jotka on sulkemissuunnittelun perusteella tarkoitus ohjata kaivosalueelle muodostettavaan louhosjärveen. Tämä vesimäärä on pois Taivaljärven alueen virtaamasta. Näiden Taivaljärveen valuma-alueelta kertyvien vesimäärien vaikutusten arviointi kosteikon ominaispiirteiden säilymisen näkökulmasta ilman tarkempia laskelmia ei kuitenkaan ole mahdollista.

18.6 Vaikutusten lieventäminen

Mahdollisia Taivaljärveen vaikuttavia valuma-alueella tapahtuvia muutoksia olisi hyvä mallintaa tarkemmin etenkin vaihtoehdossa VE1. Mikäli Taivaljärven kautta virtaavien vesien määrissä tulee tapahtumaan muutoksia, on yksi mahdollisuus kompensoida virtaaman vähenemää ohjaamalla toimintavaiheessa kaivoksen puhdistettuja vesiä osin Taivaljärven reitille pelkän Koivupuron sijasta. Taivaljärven tilannetta seurataan kaivoksen seurantaohjelmassa esitetyn suunnitelman mukaisesti mm. vesipinnan korkeuden mittauksin sekä vedenlaatuseurannoin.

19 Linnusto ja muu eläimistö

YHTEENVETO

- Varsinaisen hankealueen merkitys linnuston näkökulmasta on todennäköisesti nykyisten kaivostoimintojen vuoksi vähäinen, sillä kaivoksen toimintaan liittyvä melu ja ihmistoiminnan häiriö sekä elinympäristöjen pirstaleisuus on oletettavasti saanut ainakin häiriölle herkemmän lajiston siirtymään etäämmälle.
- Linnustollisesti merkittävimmät alueet kaivospiirin läheisyydessä ovat luoteispuoleinen Jäkäläsuo sekä kosteikoksi kunnostettu Taivaljärvi itä-koillispuolella. Hankkeen vaikutukset näille alueille jäävät pääosin vähäisiksi, tarkastellussa vaihtoehdossa kaivostäyttö 2 päiväaikainen melukuormitus tulee vähäisissä määrin lisääntymään Taivaljärven alueella.
- Hankealueelta ei ole tehty viime aikoina pesimälajiston kartoituksia, joten tiedot perustuvat aiempien YVA- ja luvitusmenettelyiden yhteydessä toteutettuihin selvityksiin, mikä aiheuttaa epävarmuuksia linnuston näkökulmasta.
- Hankealueelle tai sen välittömään ei sijoitu luontodirektiivin liitteen IV(a) lajien lisääntymis- tai levähdyspaikkoja.
- Hankkeesta voi aiheutua toiminnan aikana vähäisiä epäsuoria vaikutuksia saukoille, mikäli kaivoksen vedet ohjataan jatkossa kokonaisuudessaan nykyisen luvan mukaisesti Koivupuron kautta.

19.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

19.2 Nykytila

19.2.1 Linnusto

Hankealue sijaitsee Pohjanmaan-Kainuun sekä Peräpohjolan eliömaantieteellisten alueiden vaihettumisvyöhykkeellä, jonka linnustossa sekoittuvat eteläinen ja pohjoinen lajisto.

Alueen linnustoa on selvitetty 10.6.2007 tehdyllä maastokäynnillä (Pöyry Environment Oy 2008). Taivaljärven ympäristön linnuston todettiin tuolloin edustavan pääosin tyypillistä kainuulaista mäntyvaltaisten sekametsien lajistoa. Linnustollisesti merkittävimmiksi alueiksi arvioitiin Jäkäläsuo sekä Taivaljärvi; Jäkäläsuolla esiintyvää linnustoa selvitettiin kartoituslaskennalla (Koskimies & Väisänen 1988) ja Taivaljärven lajistoa pistelaskennan avulla. Jäkäläsuo arvioitiin linnustollisesti varsin edustavaksi avonaiseksi suoalueeksi, jolta tavattiin kartoituslaskennan yhteydessä 11 lintulajia ja 24 paria. Taivaljärvi arvioitiin vesi- ja rantalinnuille hyvin soveltuvaksi elinympäristöksi. Järveltä havaittiin pistelaskentakäynnin yhteydessä tukkasotkia, telkkiä, valkoviklo sekä töyhtöhyyppä. Taivaljärven keväällä 2022 tehty kunnostaminen kosteikoksi on todennäköisesti lisännyt tai tulee lisäämään kohteen linnustollista arvoa tulevaisuudessa.

Vuonna 2007 alueella yleisinä havaittuja lajeja olivat muun muassa hömötiainen, viherpeippo, metsäkirvinen sekä varttuneemmilla metsäkuvioilla hippiäinen ja palokärki (dir I-liite). Hömötiaisen sekä viherpeipon kannat ovat kuitenkin romahtaneet Suomessa viimeisen 10 vuoden aikana ja uusimmassa uhanalaisuusluokituksessa (Hyvärinen ym. 2019) sekä hömötiainen että viherpeippo ovat molemmat luokiteltu erittäin uhanalaisiksi (EN) lajeiksi. Vuoden 2007 selvityskäynnin aikaan kummankin lajin uhanalaisuusluokitus on ollut elinvoimainen (LC). On siis todennäköistä, että em. lajien kannat ovat sittemmin taantuneet myös hankealueen ympäristössä.

Linnuston osalta vuonna 2007 tehdyn kartoituskäynnin tuloksia voidaan pitää ainakin jossain määrin vanhentuneina. Vuonna 2023 toteutetun maastokäynnin aikana ei tehty erillistä pesimälinnustokartoitusta ja maastokäynnin heinäkuun puoliväliin ajoittunutta ajankohtaa voi pitää pesimälinnuston tarkastelun kannalta myöhäisenä, mutta käynnin yhteydessä selvitysalueelta tavattiin kaksi tavipoikuetta, riekkopoikue ja teeri. Teeri (*Tetrao tetrix*) kuuluu lintudirektiivin liitteessä I mainittuihin lajeihin. Riekko (*Lagopus lagopus*) on luokiteltu Suomessa vaarantuneeksi, tavi ja teeri kuuluvat elinvoimaisiin lajeihin. (Hyvärinen ym. 2019)

19.2.2 Muu eläimistö

Euroopan Unionin luontodirektiivin (92/43/ETY) liitteen IV(a) eläinlajeille ja liitteen IV(b) kasvilajeille edellytetään 12 ja 13 artiklojen mukaisesti tiukkaa suojelua, jonka avulla luontodirektiivillä tähdätään kyseisten lajien pitkäaikaiseen säilymiseen EU:n alueella. Suomen lainsäädännössä näiden ns. direktiivilajien suojelu toimeenpannaan mm. luonnonsuojelulain 49 pykälässä. Sen perusteella luontodirektiivin liitteen IV(a) eläinlajien lisääntymis- ja levähdyspaikkoja koskee automaattinen heikennys- ja hävittämiskielto. Lisäksi luonnonsuojelulain 49 §:n mukaan luontodirektiivin liitteen IV(a) eläinlajien (pl. metsästyslain 5 §:n mukaiset riistaeläimet ja rauhoittamattomat eläimet) ja liitteen IV(b) kasvilajien yksilön, yksilön osan tai johdannaisen hallussapito, kuljetus, myyminen ja vaihtaminen sekä tarjoaminen ja vaihdettavaksi on kielletty. Edellä mainituista kielloista poikkeaminen on mahdollista vain poikkeusluvalla, jonka edellytykset on määritelty luontodirektiivin 16 artiklassa.

Luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeista hankealueella sekä sen läheisyydessä on selvitetty liito-oravan (*Pteromys volans)*, lepakoiden, viitasammakon (*Rana arvalis*), saukon (*Lutra lutra*) ja suurpetojen esiintymistä.

Liito-orava

Liito-oravaa esiintyy Suomessa eteläarannikolta Kuusamon keskiosiin idässä ja Raahen seudulle lännessä, tosin lajia on tavattu satunnaisesti myös pohjoisempana (Suomen Lajitietokeskus 2022). Liito-orava on Suomen lajien uusimmassa uhanalaisuusluokituksessa (Hyvärinen ym. 2019) arvioitu vaarantuneeksi (VU).

Elinympäristöksi lajille soveltuu varttuneet kuusivaltaiset sekametsät, jossa on järeää puustoa, pesä- ja piilopaikoiksi soveltuvia kolopuita sekä lehtipuita ravinnoksi. (Nieminen & Ahola 2017)

Urosten elinpiirit ovat kymmeniä hehtaareja, joskus jopa sata hehtaaria. Naarailla elinpiirit ovat pienempiä, noin 3–10 hehtaarin laajuisia alueita, jossa on kuitenkin tarjolla useampia pesäpaikkoja. Uroksilla elinpiirit voivat olla päällekkäisiä, naarailla taas elinpiirit ovat aina toisistaan erillisiä reviirialueita. Liito-oravan ekologialle on tyypillistä, että reviirit voivat ajoittain olla vuosien ajankin asumattomia, mutta ne saatetaan myöhemmin asuttaa mahdollisesti uudelleen riippuen alueen kannan tiheydestä, soveltuvista kulkuyhteyksistä sekä muista lähialueelle sijoittuvista elinpiireistä. Puustoiset kulkuyhteydet alueiden välillä ovatkin lajin kannalta erittäin tärkeitä. (Nieminen & Ahola 2017)

Liito-oravan esiintymistä sekä lajille soveltuvia elinympäristöjä Taivaljärven ympäristöstä on kartoitettu vuonna 2007 papanakartoituksin (Pöyry Environment Oy 2008). Liito-oravista ei tehty havaintoja ja lajille soveltuviksi arvioituja yhtenäisiä metsäkuvioita alueelta tavattiin vain vähän. Yhtenäisimmät, liito-oravan elinympäristöiksi soveltuvat kuusikot arvioitiin tuolloin sijaitsevan Koivumäen alueella sekä Jäkäläsuon pohjoispuolella. Selvityksen (Pöyry Environment Oy 2008) johtopäätöksissä todettiin Taivaljärven ympäristössä olevan liito-oravalle soveltuvia metsäkuvioita vain vähän ja ne ovat hakkuiden seurauksena varsin pirstoutuneita.

Suomen Lajitietokeskuksen Laji.fi -palvelun perusteella hankealuetta lähimmät havainnot liito-oravasta sijoittuvat Hiidenjärven kansallispuistojen alueelle sekä Tipasjärven pohjoispuolelle lähimmilläänkin noin 4 kilometrin etäisyydelle hankealueesta. (Suomen Lajitietokeskus 2022)

Lepakot

Suomessa on tavattu yhteensä 13 eri lepakkolajia, joista kaikki kuuluvat luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeihin. Lisäksi Suomi on ratifioinut EUROBATS-sopimuksen, joka edellyttää muun muassa lepakoiden tärkeiden ruokailualueiden huomioimisen maankäytön suunnittelussa.

Lepakkolajeista pohjanlepakkoa, isoviiksisiippaa, viiksisiippaa, vesisiippaa ja korvayökköä voi pitää Suomessa yleisinä; muita tavataan vain harvakseltaan. Kaikki Suomessa tavattavat lepakkolajit ovat hyönteissyöjiä, mutta lajit eroavat joissain määrin saalistustavoiltaan sekä elinympäristövaatimustensa puolesta toisistaan. Suomen lepakkolajisto, lepakoiden esiintymistiheydet, tarkat elinympäristövaatimukset, muuttoreitit ja levinneisyydet sekä lajien kantojen suuruudet ja niiden vaihtelut tunnetaan kuitenkin vain melko karkeasti ja joidenkin lajien osalta tietoa ei ole saatavilla käytännössä juuri ollenkaan.

Hankealueella on kartoitettu lepakoita aiemmin vuosina 2007 (Pöyry Environment Oy 2008) sekä 2017 (Luontoselvitys Metsänen 2017). Vuoden 2007 selvityskäynti

ajoittui elokuun puoliväliin (13–14.8.2007) ja havainnointi toteutettiin aktiivikartoitusmenetelmää hyödyntäen. Selvityksen perusteella hankealueelta havaittiin pohjanlepakoita Nokkavaaran eteläpuoleisen tienhaaran kohdalta (yksittäinen lepakko), Hanhikankaan ympäristöstä (3–4 lepakkoyksilöä) sekä Koivumäen vanhan metsäkämpän pihapiiristä. Muista lepakkolajeista ei tehty havaintoja, mutta havaintojen perusteella pohjanlepakoita arveltiin esiintyvän varsin yleisesti Taivaljärvellä ja sen ympäristössä. Pohjanlepakko on yleisin ja laajimmalle pohjoiseen levinnyt Suomessa tavattavista lepakkolajeista, joskin mitä pohjoisemmas maantieteellisesti mennään, sen harvalukuisempi pohjanlepakon kanta on. Pohjanlepakolle on tyypillistä, että se suosii lisääntymis- ja levähdyspaikkoinaan sekä talvehtimisalueinaan rakennuksia.

Alueen laajentamiseen liittyen Luontoselvitys Metsänen & Ahma Ympäristö Oy on toteuttanut alueella täydentävän lepakkoselvityksen vuonna 2017 (Luontoselvitys Metsänen 2017). Selvitys toteutettiin Suomen Lepakkotieteellisen yhdistyksen ohjeistusta (SLTY 2012; ohjeistusta on sittemmin päivitetty vuonna 2023) mukaillen yhdellä kartoituskäynnillä, joka ajoittui elokuun alkuun. Selvityksen painopiste oli mahdollisten hankealueella sijaitsevien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen tunnistamisessa.

Vuoden 2017 selvityksen yhteydessä alueelta tunnistettiin kaksi lepakoiden päiväpiiloa, jotka kuuluvat I-luokkaan ja ovat lainsuojaamia. Toinen kohteista oli jo vuoden 2007 selvityskäyntien yhteydessä mainittu Koivumäen vanha metsäkämppä ja toinen saman pihapiirin ulkorakennus, jonka vintiltä löydettiin lepakoiden papanoita. Lisäksi kaivospiirin alueelta sen pohjoisosista tunnistettiin kuusi potentiaalista päiväpiilopaikkaa, jotka kaikki olivat kolohaapoja.

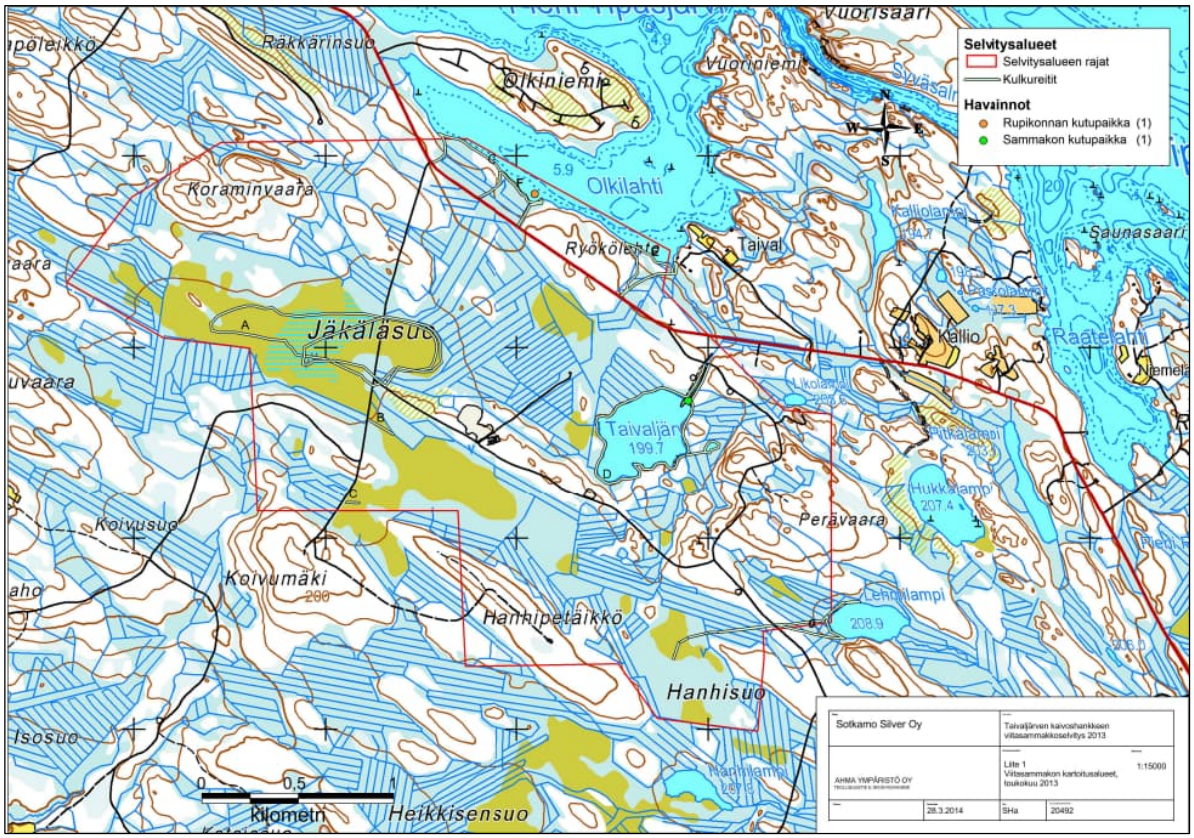
Aktiivikartoituksessa selvitysalueella tai sen välittömässä tuntumassa havaittiin neljä lepakkoa, joista kaksi oli pohjanlepakoita, yksi isoviiksisiippa/viiksisiippa ja yksi määritykseltään siippalajin tasolle jäänyt yksilö.

<u>Viitasammakko</u>

Viitasammakko on yksi Suomen viidestä vakituisesta sammakkoeläinlajista. Lajia tavataan lähes koko Suomessa, runsauden vaihdellen alueellisesti melko harvinaisesti suhteellisen yleiseen. Pohjoisimmat havainnot lajista on tehty Ivalosta, mutta pääsääntöisesti viitasammakkoa tavataan maan pohjoisosissa Etelä- ja Keski-Suomea harvalukuisempana. Laji kuuluu luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeihin, joiden lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen on kielletty.

Viitasammakolle tyypillisiä elinympäristöjä ovat suot, lammikot, kosteat niityt sekä viidat ja jopa puutarhat. Kutualueet sijoittuvat lampien, järvien ja merenlahtien rannoille sekä muihin vetisiin ja allikkoisiin ympäristöihin. Talvehtiminen tapahtuu vesistöjen pohjamudissa horrostaen.

Taivaljärven alueelle on laadittu kaivoshankkeen yhteydessä viitasammakkoselvitys vuonna 2013 (Ahma Ympäristö Oy 2013). Selvitys toteutettiin kuuntelemalla viitasammakkokoiraiden helposti tunnistettavaa kutuaikaista ääntelyä potentiaaliksi elinympäristöiksi soveltuvilta alueilta Taivaljärven ympäristöstä lajin kutuaikana (14. ja 21.5.2013; Kuva 19-1). Tarkastellut alueet sijoittuivat Jäkäläsuolle, Taivaljärvelle ja sen kanavan suulle, Olkilahden rannalle, Taivaljärven lounaispuolelle, Hanhisuon pohjoisosiin sekä Lehmilammen länsireunalle. Kartoitusalue kattoi noin 90 hehtaaria lajille potentiaalisten elinympäristöjen läheisyydessä. Selvityksen perusteella alueella ei esiinny viitasammakkoa, tavallisesta ruskosammakosta (*Rana temporaria)* ja rupikonnista (*Bufo bufo*) tehtiin muutamia yksittäisiä havaintoja, mutta näidenkin tiheydet selvitysalueella arvioitiin vähäisiksi.

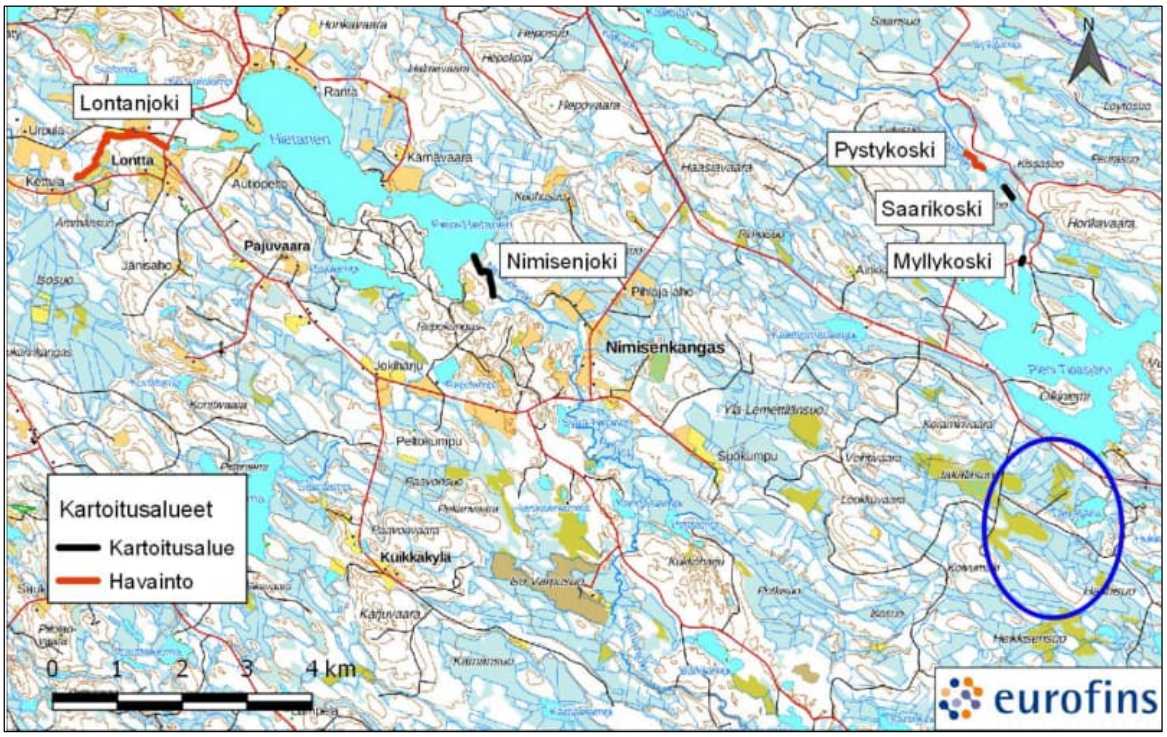


Kuva 19-1. Vuoden 2013 viitasammakkoselvityksessä kartoitetut alueet sekä rupikonnasta ja tavallisesta ruskosammakosta tehdyt havainnot. Kuva © Ahma Ympäristö Oy 2013.

Saukko

Saukko on luontodirektiivin liitteessä IV(a) mainittu laji, jonka lisääntymis- ja levähdyspaikat sijaitsevat yleensä rannoiltaan suojaisten jokialueiden varsilla. Saukon lisääntymispaikkaan kuuluvat synnytyspesä, pienten poikasten siirtopesä sekä näiden lähistöllä sijaitsevat, talviaikaan sulana pysyvät vesistön osat, joilla poikue saalistaa. Lisääntymispaikan laajuus riippuu saatavilla olevan ravinnon määrästä. Runsaasti ravintoa sisältävällä paikalla se voi olla yksi suurehko koski, mutta pienemmillä vesistöillä yleensä useamman melko lähekkäisen talvisen ruokailupaikan kokonaisuus. (Nieminen & Ahola 2017)

Alueella ja sen läheisyydessä oleville saukon kannalta potentiaalisille jokiosuuksille on laadittu jälki- ja jätöshavaintoihin perustuva saukkoselvitys vuonna 2018 (Eurofins Ahma Oy 2018). Selvityksessä huomioitiin kaivoksen vesienjohtamisreitin Koivujoki-Lontanjoki isoimmat virtavedet sekä Lontanjoki. Nimisenjoen varresta kartoituksessa tarkastettiin jokisuun ja Vääräkosken väli (Kuva 19-2). Selvityksen yhteydessä tehtiin yksittäinen jälkihavainto Tipasjoelta Pystykosken varrelta. Lontanjoen Ämmäkoskella havaittiin saukkoyksilö joen penkalla sekä yhden saukon jälkiä kahden sula-alueen välillä Niskakoskella. Selvityksen perusteella Lontanjoen ja Tipasjoen ympäristössä arvioitiin elävän saukkoja, mutta jälkien vähäisen määrän perusteella kannan arvioitiin alueella olevan kuitenkin pieni. Myös Nimisenjoki arvioitiin saukon kannalta olosuhteiden puolesta soveltuvaksi elinympäristöksi, mutta tältä alueelta ei kuitenkaan tehty varsinaisia havaintoja saukoista vuoden 2018 selvityskäynnin yhteydessä.



Kuva 19-2. Vuoden 2018 saukkoselvityksen yhteydessä tarkastellut alueet (musta) sekä lajista tehdyt havainnot (punainen). Kuva © Eurofins Ahma 2018.

Suurpedot

LUKEn luonnonvaratieto-palvelun (https://luonnonvaratieto.luke.fi/kartat?panel=suurpedot) perusteella hankealueen ympäristöön sijoittuu useita susireviirejä (tiedot 2023). Hankealueen lounaispuolella on Tappojoen lauma, etelässä Saramon pari ja hieman etäämmällä idässä Peurajärven lauma ja Mujejärven pari. Sotkamon alue kuuluu susireviirien itä-länsisuuntaiseen tihentymäalueeseen noin Kuhmon-Kokkolan korkeudella. Hankealue kuuluu myös ilvesten ja karhujen levinneisyysalueeseen. Ilveksistä on kirjattu viimeaikaisia havaintoja hankealueen eteläpuolelta.

19.3 Vaikutusten arviointi

19.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Linnusto

Rakentamisen aikaisia linnustoon kohdistuvia vaikutuksia aiheutuu puuston hakkuusta ja pintakasvillisuuden poistamisesta alueiden muuttuessa nykyisen kaltaisista luonnontilaisemmista metsä- ja suoelinympäristöistä teollisen rakentamisen ympäristöiksi. Rakentamisalueilla sijaitsevat elinympäristöt tullaan menettämään rakentamisen edetessä. Rakentamisalueilta ei ole tiedossa viimeaikaisia pesimälinnustoselvityksiä, mutta huomioiden ympäröivät kaivostoiminnot sekä alueiden aikaisemmasta ihmistoiminnasta (ojitukset, metsätalouskäyttö) aiheutuneet vaikutukset, on epätodennäköistä, että varsinaisille rakentamisalueille sijoittuisi linnustollisesti merkittäviä pesimäympäristöjä.

Rakentamisesta aiheutuu lisääntyvää melu- ja pölykuormitusta rakentamisalueiden läheisyydessä. Laadittujen melu- ja pölymallinnusten (Envineer Oy 2024b, liite 8) perusteella valtaosa vaikutuksista rajautuu rakentamistoimien välittömään läheisyyteen nykyisten kaivostoimintojen piirissä oleville alueille. Kaivosalueella melua aiheuttaa jo nykytilanteessa louhinta, murskaus, poraus ja kuljetukset. Nykytilanteen melukuormitus suunnitelluilla rikastushiekka-altaan sijaintipaikoilla on enimmillään noin 55 dB, vaimentuen kohti Hanhipetäikköä. Lähimmillä linnustollisesti arvokkaiksi arvioiduilla kohteilla kaivoksen läheisyydessä, Taivaljärvellä ja Jäkäläsuolla, melutasot ovat nykytilanteessa enimmillään noin 45–50 dB. Rikastushiekka-altaan rakentamisesta aiheutuvan melukuormituksen tuoma lisäys nykytilanteeseen verrattuna on arvioitu jäävän vähäiseksi. Sekä Taivaljärven että Jäkäläsuon kaakkoisosien linnusto on todennäköisesti jo nykyisellään tottunut kaivoksen toiminnasta aiheutuvaan melukuormitukseen ja melulle sensitiivisempi lajisto sekä yksilöt siirtyneet etäämmälle kaivosalueesta.

Pölymallinnuksessa (Envineer 2024a) ei ole laadittu erillistä mallia rakentamisen ajalle, vaan mallinuksen tulokset kuvaavat rakentamisen ja toiminnan yhteenlaskettua vaikutusta eri vaihtoehdoissa. Maanrakennustöistä muodostuva pöly on kuitenkin tyypillisesti suuripartikkelista pölyä, joka laskeutuu nopeasti lähelle syntypistettään, eikä leviä merkittävästi ympäristöönsä. Rakentamisenaikaisen pölyämisen ei arvioida aiheuttavan merkittäviä haitallisia vaikutuksia alueen linnustolle.

Rakentamisesta aiheutuu ihmistoimintaa ja koneiden liikkumista hankealueella. Ihmistoimintaa ja raskaita työkoneita on kaivosalueella jo nykyisellään, mutta näiden aiheuttamaa visuaalista häiriövaikutusta ulottuu rakentamistoimien alkaessa uusille alueille.

Luontodirektiivin liitteen IV(a) lajit

Hankealueelta ei tunneta liito-oravan elinympäristöjä eikä alueella ole lajille erityisen hyvin soveltuvaksi arvioituja elinympäristöjä. Lähimmät havainnot lajista sijoittuvat noin 4 km:n etäisyydelle hankealueesta. Hankkeesta ei aiheudu rakentamisvaiheessa vaikutuksia liito-oravalle.

Lepakoiden esiintymistä kaivospiirin alueella on tutkittu vuosina 2007 ja 2017. Alueelta on selvitysten yhteydessä tunnistettu kaksi I-luokan lepakkokohdetta (LsL 9/2023, 78 §:n suojaama lisääntymis- ja levähdyspaikka), jotka molemmat sijoittuvat etäämmälle tässä tarkasteltavana olevasta hankealueesta. Kohteet sijaitsevat kaivospiirin lounaispuolella Koivumäen vanhan metsäkämpän pihapiirissä. Pihapiirin läheisyydestä havaittiin lisäksi kuusi päiväpiiloiksi soveltuvaa kolohaapaa. Tunnistettujen lisääntymis- ja levähdyspaikkojen lisäksi selvitysten perusteella Taivaljärven ympäristössä todettiin esiintyvän lepakoita.

Hankkeen toteuttaminen ei edellytä lähtökohtaisesti Koivumäen pihapiirissä sijaitsevien rakennusten purkamista tai kolohaapojen kaatamista, jolloin tunnistettuihin lisääntymis- ja levähdyspaikkoihin tai mahdollisiin päiväpiiloihin ei kohdistu vaikutuksia. Pihapiirin itäpuolella sijaitsee kaivoksen tarvekivilouhos. Alueella havaittiin eniten pohjanlepakoita, mikä on Sotkamon korkeudella odotettavissa ollut tulos, sillä siippojen esiintyminen on selkeämmin eteläisempään Suomeen painottunutta ja Sotkamon korkeudelta on tiedossa vain yksittäisiä aikaisempia havaintoja. Vuonna 2017 toteutetussa aktiivikartoituksessa kaivospiirin ympäristöstä havaittiin lisäksi yksi isoviiksisiippa/viiksisiippa ja yksi määritykseltään siippalajin tasolle jäänyt yksilö.

Alueen lepakkomäärät ovat suhteellisen vähäisiä, eikä selvitysten yhteydessä tunnistettu kaivosalueelta merkittäviä saalistusalueita. Selkeästi tunnistettavia potentiaalisia ruokailualueita, kuten suojaisia vesistöjä, hankealueelle ei sijoitu. Keskikesäisin myös metsät ovat etenkin tärkeitä saalistusympäristöjä lepakoille. Siipat tarvitsevat kesän valoisimpaan aikaan suojaisia kulkureittejä päiväpiilojen ja saalistusalueiden välillä ja hyvät saalistusalueet päiväpiilon lähellä ovat tärkeitä erityisesti kantaville ja imettäville naaraille. Vähän liikkuvilla lajeilla, kuten viiksi- ja isoviiksisiipoilla, ruokailualueet sijaitsevat yleensä noin kahden neliökilometrin kokoisen alueen sisällä yhdyskunnasta. Pohjanlepakon taas tiedetään radioseurantatutkimusten perusteella saalistavan yli 10 kilometrin päässä päiväpiilostaan, mutta imettävät naaraat pysyttelevät huomattavasti lähempänä yhdyskuntaa, koska ne käyvät pitkin yötä imettämässä poikasiaan. (Suomen Lepakkotieteellinen yhdistys 2023)

Havaittujen lisääntymis- ja levähdyspaikkojen sijaitessa hankealueen ulkopuolella ja varsinaisen hankealueen ollessa todennäköisesti lepakoiden kannalta varsin vähämerkityksellistä aluetta, arvioidaan hankkeen toteuttamisella olevan korkeintaan vähäinen haitallinen vaikutus lepakoiden kannalta. Haitallinen vaikutus

syntyy metsäisten siirtymäreittien häviämisen sekä mahdollisten kaivospiirin sisäosiin sijoittuvien satunnaisempien saalistusalueiden tuhoutumisen kautta, mutta todennäköisesti merkittävimmät saalistusalueet sijoittuvat varsinaisen hankealueen ulkopuolelle.

Hankealueelta ei ole tiedossa viitasammakon elinympäristöjä eikä lajista tunneta havaintoja myöskään muualta kaivospiirin läheisyydestä. Hankkeesta ei aiheudu rakentamisenaikaisia vaikutuksia viitasammakoille.

Saukkojen elinympäristöjä on tunnistettu kaivoksen nykyisen purkuvesistön varrelta Koivujoen-Lontanjoen ympäristöstä. Näille etäämpänä kaivosalueesta sijaitseville alueille ei aiheudu vaikutuksia hankkeen rakentamisaikana. Maanrakennustöihin liittyvää kiintoaineksen kulkeutumista vesistöihin ja väliaikaista samentumista voi tapahtua kaivospiirin läheisyydessä olevilla ojaosuuksilla, mutta näiden voi arvioida laimenevan ja vaikutuksen vähenevän varsin nopeasti etäämmälle siirryttäessä. Hankkeella ei arvioida olevan haitallisia vaikutuksia Koivujoen suunnalla havaittuihin saukkojen elinympäristöihin.

Kaivostoiminnan YVA-selostuksessa (Ramboll Finland Oy 2018) on arvioitu kaivoksen toiminnasta aiheutuvan suurpetojen luontaisten elinympäristöjen eriasteisia muutoksia ja häviämistä, vaellusreittien rajoittumista esimerkiksi Pienen Tipasjärven ja Hiidenportin kansallispuiston välillä sekä toiminnanaikaisen ihmistoiminnasta aiheutuvan häiriön, liikenteen, räjäytysten ja rakentamisen melusta, minkä on arvioitu aikaansaavan alueen välttelyä. Todennäköisesti nykyisen kaivostoiminnan vuoksi tarkasteltavien hankealueiden merkitys on suurpetojen kannalta vähäinen, eikä hankkeen toteuttaminen lisää merkittävästi häiriövaikutusta suurpetojen kannalta.

19.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Hankkeen merkittävimmät linnustolle ja muulle eläimistölle kohdistuvat vaikutukset aiheutuvat rakentamisaikana, jolloin suojaisia ja luonnontilaisempia elinympäristöjä menetetään. Vaihtoehdossa VE1 häviää sekä kosteikko/suolinnustolle soveltuvia elinympäristöjä, että metsäisiä alueita, vaihtoehdossa VE2 vaikutukset kohdistuvat lähinnä metsäisiin elinympäristöihin. Kuitenkin toiminnan lisääntyminen kummalla hyvänsä alueista aiheuttanee linnuston hakeutumista etäämmälle hankealueesta jo rakentamisvaiheessa sekä pidemmällä aikavälillä rikastushiekka-altaan täytön myötä.

Toiminnan aikana vaikutuksia eläimistölle aiheutuu pölystä ja melusta. Lisäksi hankkeella voi olla mahdollisia epäsuoria vesistövaikutuksia valittavan purkuvaihtoehdon mukaan. Mikäli osa purkuvesistä johdetaan jatkossa Taivaljärveen ja edelleen Tipasjärveen, voi tämä lisätä vähäisissä määrin kiintoaines- ja ravinnekuormitusta Taivaljärven kosteikossa, mutta vaikutusten on arvioitu jäävän suhteellisen vähäisiksi, joten todennäköisesti kosteikko säilyy edelleen linnuston

kannalta suotuisana elinympäristönä. Vesistökuormituksen kannalta merkittävimmät erot muodostuvat kaivostäytölle valittavasta vaihtoehdosta. Taivaljärvellä kaivoksen melukuormitus tulee mallinnuksen perusteella lisääntymään jossain määrin, mutta eron aikaisempaan ei arvioida olevan linnuston kannalta merkittävä. Suurin lisäys melukuormituksessa Taivaljärven alueelle syntyy melumallinnusten perusteella alavaihtoehdossa kaivostäyttö 2, mutta ero muihin tarkasteltuihin vaihtoehtoihin ei todennäköisesti ole linnuston kannalta merkittävä.

Koivupuron purkureitillä merkittävimmät vaikutukset jäävät Koivupuron osuudelle ja etäämpänä Ollinjoen kohdalla kuormitus on laimentunut jo huomattavasti. Suorat vesistövaikutukset eivät ulotu etäämpänä sijaitseville tunnetuille saukkojen elinympäristöalueille. Kuitenkin vaihtoehdossa, jossa 100 % kuormituksesta johdetaan Koivupuron reitille voi jätevesien sisältämä raskasmetallikuormitus olla kalaston kannalta haitallisella tasolla, etenkin purkureitin yläosalla (Koivupuro-Ollinjoki). Kalojen ollessa saukkojen merkittävimpiä ravinnon lähteitä, voi tällä arvioida olevan pidemmällä aikavälillä vähäisiä haitallisia vaikutuksia, kun huomioidaan arvioinnissa varovaisuusperiaate. Hankkeen kalastovaikutukset tilanteessa, jossa kaikki purkuvedet johdetaan Koivupuron suuntaan, on arvioitu pidemmällä kohtalaisiksi kielteisiksi ja mikäli osa purkuvesistä ohjataan Taivaljärven kautta, vähäisiksi kielteisiksi. Mallinnusten perusteella raskasmetallien ohella myös ravinne- ja sulfaattipitoisuudet nousevat etenkin Koivupuron purkusuunnan yläosalla (Koivupuro-Ollinjoki), joilla voi myös olla kalastovaikutuksia, etenkin pitemmällä aikavälillä.

19.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päätettyä rikastushiekka-altaan peittorakenteiden päälle muodostuva kasvillisuus tulee pidemmällä aikavälillä tarjoamaan linnustolle ja muulle eläimistölle uusia elinympäristöjä. Melua voi syntyä jossain määrin vielä sulkemisen jälkeenkin sulkemistoimenpiteisiin liittyen, mutta melukuormitus sekä ihmistoiminnan aiheuttama visuaalinen häiriö tulee vähenemään selvästi toiminnan aikaisesta.

19.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Mikäli hanketta ei toteuteta, kaivoksen nykyisenkaltainen toiminta jatkuu luvan mukaisesti. Lintujen ja eläinten elinympäristöt suunnitelluilla rikastushiekka-altaan sijoituspaikkavaihtoehdoilla säilyvät nykyisen kaltaisten toimintojen käytössä.

19.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Taulukko 19-1. Vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys		VE1, VE2 (Kaivostäyttö 2, Purkureitti 1)	VE1, VE2 (Kaivostäyttö 1, Purkureitti 2)				
	Kohtalainen herkkyys							
	Suuri herkkyys							

19.5 Arvioinnin epävarmuudet

Iso osa luontoselvityksistä on laadittu aikaisempien luvitus- tai YVA-menettelyiden yhteydessä, minkä vuoksi esimerkiksi lintujen osalta tietoja voidaan pitää monilta osin vanhentuneina. Rikastushiekka-altaan sijoittuessa kuitenkin kaivospiirin alueelle olemassa olevien toimintojen keskelle, on hyvin todennäköistä, että kaivostoiminnasta aiheutuvalle melulle tai visuaaliselle häiriölle herkimmät lajit ovat siirtyneet jo aikaisemman toiminnan myötä etäämmälle. Hankealueelle sijoittuvat metsät ovat nuoria tai nuorehkoja ja metsätalouden leimaamia. Tyypillisesti talousmetsissä esiintyvä lintulajisto koostuu elinympäristöjensä suhteen joustavista generalistilajeista. Hankealueelle sijoittuva suoalue lampineen lisää jossain määrin elinympäristöjen monipuolisuutta hankealueella, mutta sen sijaitessa varsin lähellä kaivoksen toimintoja, kohdistuu alueelle jo nykyisellään melukuormitusta sekä muuta häiriötä, mikä todennäköisesti on vähentänyt alueen merkitystä linnustollisesta näkökulmasta. Taivaljärvelle muodostettua kosteikkoa sekä Jäkäläsuota voinee edelleen pitää kaivospiirin läheisyyteen sijoittuvista kohteista linnustollisesti merkittävimpinä. Näillä alueilla hankkeen vaikutukset jäävät suhteellisen vähäisiksi.

Alueella ei ole laadittu tarkasteltavan vaihtoehtoisen Taivaljärven purkureitille erillisiä saukkoselvityksiä. Kartta- ja ilmakuvan perusteella Taivalpuro ei vaikuta erityisen potentiaaliselta saukon elinympäristöksi, mutta toisaalta Onkilahti tai Pieni

Tipasjärvi voivat kuitenkin tarjota saukoille ravintoa, joten lajin esiintyminen myös hankealueen pohjoispuolisissa vesistöissä voi olla mahdollista.

19.6 Vaikutusten lieventäminen

Hakkuiden ajoittamisella lintujen soidin- ja pesimäajan ulkopuolelle voidaan välttää pesinnän häiriintymistä sekä pesätuhojen aiheutumista poikaskuolemien muodossa. Taivaljärven kosteikon laatua linnuston elinympäristönä on hyvä tarkkailla rakentamisen alkaessa. Kummassakaan tarkasteltavassa sijoituspaikkavaihtoehdossa Taivaljärvi ei sijoitu samalle valuma-alueelle rikastushiekka-altaan kanssa, mutta kosteikon ja rikastushiekka-altaan välisen lyhyen etäisyyden vuoksi etenkin on hyvä seurata systemaattisesti kosteikon tilan mahdollisia muutoksia, etenkin mikäli jatkossa osa purkuvesistä tullaan ohjaamaan Taivaljärven kautta Tipasjärven suuntaan.

20 Luonnonvarojen hyödyntäminen

YHTEENVETO

- Kaivostoiminnassa on kyse luonnonvarojen hyödyntämisestä, kun malmia louhitaan ja rikastetaan kaivoksella.
- Toiminnan aikana alueen käyttö muuhun tarkoitukseen estyy.
- Toiminnan päättymisen jälkeen kasvillisuus palautuu hiljalleen.
- Hankealueen herkkyys muutoksille luonnonvarojen hyödyntämisen osalta arvioidaan vähäiseksi.
- Rikastushiekka-altaan laajentamisen vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiselle on arvioitu kohtalaiseksi ja myönteiseksi. Myönteisiä vaikutuksia kohdistuu luonnonvarojen hyödyntämisestä, kun malmia louhitaan ja rikastetaan kaivoksella.

20.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Kaivostoiminnassa on kyse luonnonvarojen hyödyntämisestä, kun malmia louhitaan ja rikastetaan kaivoksella.

Hankkeen vaikutuksia luonnonvarojen käyttöön on arvioitu alueen nykyisen maankäytön osalta. Hankkeen vaikutuksia luonnonvarojen hyödyntämisen ihmisiin ja elinkeinoihin kohdistuvina vaikutuksina on arvioitu luvussa 25.

20.2 Nykytila

Rikastushiekka-altaan laajennusvaihtoehdot sijaitsevat metsämaalla, jossa vaihtoehdossa VE1 pohjamaana on luontainen turvepohja, jossa pohjatutkimusten perusteella on paksut kerrokset hyvälaatuista maatunutta turvetta. Vaihtoehdossa VE2 pohjamaa on moreenimaata.

Avolouhoksen louhinnassa muodostunutta sivukiveä, sekä nykyisellään maanalaisessa kaivoksessa muodostuvaa sivukiveä hyödynnetään maanalaisen kaivoksen täytössä.

20.3 Vaikutusten arviointi

20.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisessa hyödynnetään kaivosalueelta saatavia maa-aineksia. Rikastushiekka-altaan korotuksissa hyödynnetään rikastushiekkaa. Rakentamiseen tarvittavat massamäärät on esitetty kappaleessa 5.5, taulukossa 5-1.

20.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikaiset vaikutukset luonnonvaroihin aiheutuvat malmin louhinnasta ja kaivannaisjätteiden hyödyntämisestä kaivoksen täyttöön. Mikäli kaivostäyttöön käytetään vain sivukiveä (Kaivostäyttö 2), nykyistä avolouhosta laajennetaan täyttökivien louhimiseksi. Mikäli rikastushiekkaa käytetään kaivostäytössä sivukiven kanssa (Kaivostäyttö 1), maanpäälle läjitettävän rikastushiekan määrä on pienempi kuin edellä mainitussa tilanteessa, minkä lisäksi avolouhosta ei laajenneta.

20.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan päättyessä alueella muodostuneita ja saatavissa olevia maa-aineksia hyödynnetään rikastushiekka-altaan ja pyriittialtaan sulkemisrakenteissa. Rakenteet on kuvattu kappaleessa 3.1.8 sekä sulkemissuunnitelmassa (liite 6). Sulkemisen jälkeen luonnonvarojen hyödyntäminen maa- ja kiviaineksien osalta loppuu ja kasvillisuus palautuu hiljalleen alueelle.

20.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Rikastushiekka-altaan laajennuksen toteuttamatta jättämisellä ei ole vaikutuksia luonnonvarojen hyödyntämiselle. Alueen käyttö jatkuu nykyisenlaisena. Hankkeen toteuttamatta jättäminen tarkoittaa kuitenkin, ettei kaivoshankkeen luonnonvaroja (metalleja) hyödynnetä.

20.4 Vaihtoehtojen vertailu

Hankealueen herkkyys muutoksille luonnonvarojen hyödyntämisen osalta arvioidaan vähäiseksi.

Rikastushiekka-altaan laajentamisen vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiselle on arvioitu kohtalaiseksi ja myönteiseksi. Myönteisiä vaikutuksia kohdistuu luonnonvarojen hyödyntämisestä, kun malmia louhitaan ja rikastetaan kaivoksella ja muodostuvia kaivannaisjätteitä hyödynnetään kaivostäytössä.

Taulukko 20-1. Vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys				VE0		VE1, VE2	
	Kohtalainen herkkyys							
	Suuri herkkyys							

20.5 Arvioinnin epävarmuudet

Arviointiin ei arvioida liittyvän merkittäviä epävarmuuksia.

21 Liikenne

YHTEENVETO

- Vaikutuksia liikenteeseen aiheutuu työmatkaliikenteen ja kuljetusten määrän kasvusta.
- Rakentamisen aikana liikennemäärät voivat kasvaa hetkittäin kuljetusten seurauksena, mutta liikennevaikutukset lähitiestölle aiheutuvat pääasiassa muusta kaivostoiminnasta.
- Rikastekuljetukset kasvavat toiminnan aikana 60 % vuoden 2023 kuljetuksista ja 30 % nykyisen maksimituotannon kuljetuksista.
- Henkilöliikenne kasvaa aliurakoitsijoiden osalta 30 %.
- Liikenteen kasvu on kokonaisuudessaan arviolta 20 ajoneuvoa vuorokaudessa, mikä vastaa noin 19 % nousua kaivoksen kokonaisliikennemäärään. Raskaan liikenteen kasvun osuus on kaksi ajoneuvoa.
- Vaikutukset liikenteeseen kohdistuvat yhdystielle 9005 ja vähäisissä määrin yhdystielle 5284.
- Suurin vaikutus aiheutuu kaivoksen läheiselle Kissaniementielle (9005), jonka piirissä asutus on kuitenkin harvaa.
- Tiestön kunto on nykyisellään heikko, mutta parannushanke tielle 9005 on edistymässä.
- Toiminnan jälkeen kaivoksen liikennevaikutukset lakkaavat.

21.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Liikennevaikutukset johtuvat pääosin lisääntyneestä henkilöliikenteestä ja raskaan liikenteen kasvusta verrattuna nykyiseen toimintaan. Hankkeen vaikutuksia liikenteeseen on arvioitu asiantuntija-arviona tarkastelemalla liikennemäärän muutosta Väyläviraston liikennemääräaineistoon.

Työssä on arvioitu hankkeen vaikutuksia liikennemääriin, liikenneturvallisuuteen, tiestön kuntoon sekä herkkiin kohteisiin. Tarkastelua varten on kuvattu tiestön nykyiset liikennemäärät, päällyste, kunto, onnettomuustilastot, tiestön parannus- sekä muutoshankkeet ja muita tiestön ominaisuuksia. Liikennemääriä on verrattu myös pidemmältä aikajaksolta.

Kaivoksen henkilö- ja raskaan liikenteen määrät perustuvat Sotkamo Silver Oy:n laatimiin arvioihin nykytilasta, ja niihin tehtyihin lisäyksiin tuotantomäärän kasvun suhteessa. Arviolta 90 % kaikesta liikenteestä suuntautuu Sotkamon suuntaan tai tulee Sotkamon suunnalta kohti kaivosta.

Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 välillä ei ole eroja liikennemäärissä.

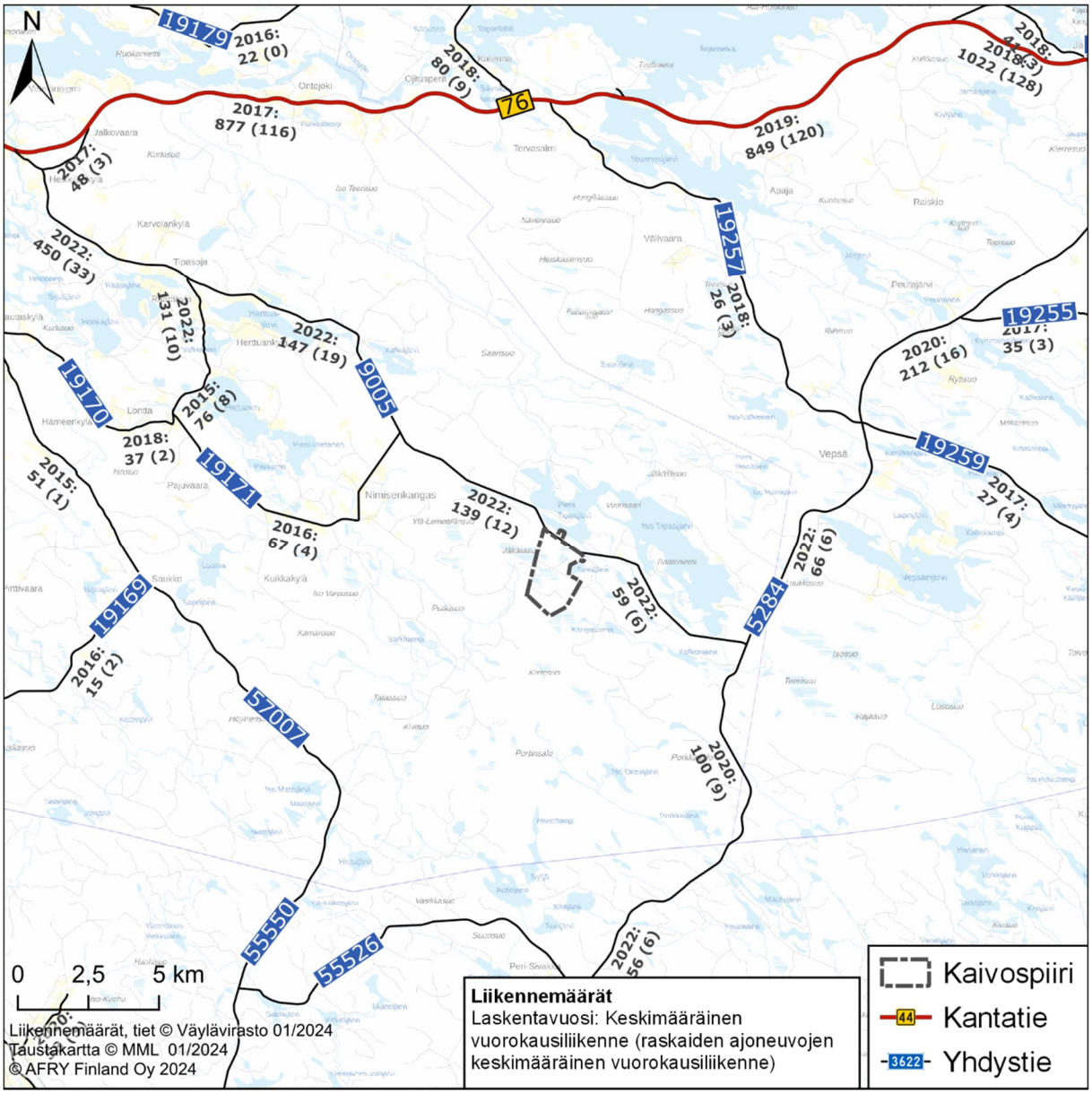
21.2 Nykytila

Kulku kaivokselle tapahtuu kaivosalueen pohjoispuolella kulkevan yhdystien 9005 (Kissaniementie) kautta. Kaivokselle on kaksi liittymää yhdystieltä, joista toista käyttää raskas liikenne ja toista henkilöauto- ja muu liikenne. Yhdystieltä liikenne kulkee pohjoisessa kantatielle 76 (Sotkamo–Kuhmo) ja etelässä yhdystielle 5284 (Valtimo–Kuhmo). Tiestö ja liikennemäärät ovat esitettynä kuvassa 21-1.

Vuonna 2022 keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä (KVL) oli yhdystiellä 9005 kaivoksen kohdalla kantatien 76 suuntaan 139 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista raskasta liikennettä (KVLras) oli 12 ajoneuvoa vuorokaudessa. Liikennemäärät yhdystien 5284 suuntaan kaivoksen kohdalla olivat 59 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista kuusi oli raskasta liikennettä (Väylävirasto 2024a). Kaivoksen arvion mukaan vuonna 2023 kaivoksen henkilö-, paketti- ja lava-autojen liikennemäärä oli keskimäärin noin 49 ajoneuvoa vuorokaudessa, eli yhteensä 98 edestakaista matkaa vuorokaudessa. Vastaavasti raskasta liikennettä arvioitiin olevan keskimäärin kolme kuljetusta päivässä, eli kuusi edestakaisin liikennöivää raskasta ajoneuvoa vuorokaudessa. Näin ollen kaivoksen toiminta vuonna 2023 sisälsi päivittäin keskimäärin 104 ajoneuvoa vuorokaudessa (KVL), joista kuusi oli raskasta liikennettä (KVLras).

Liikennemäärät vuonna 2022 yhdystiellä 9005 kantatien 76 suuntaan, yhdystien 19171 liittymän jälkeen, olivat 147 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista 19 ajoneuvoa oli raskasta liikennettä. Kantatie 76:n kohdalla vuonna 2022 liikennemäärät olivat 450 ajoneuvoa, joista 33 oli raskasta liikennettä. Vuonna 2018 Kantatie 76:lla liikennemäärät olivat Sotkamon suuntaan 1849 ajoneuvoa, joista 182 oli raskasta liikennettä ja vuonna 2017 Kuhmon suuntaan 877, joista 116 oli raskasta liikennettä. (Väylävirasto 2024a)

Vuonna 2022 yhdystiellä 5284 Kissaniementien risteyksen kohdalla Kuhmon suuntaan liikennemäärät olivat 66 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista 6 ajoneuvoa oli raskasta liikennettä. Vuonna 2020 yhdystiellä etelään päin liikennemäärät olivat 100 ajoneuvoa, joista 9 oli raskasta liikennettä. (Väylävirasto 2024a)



Kuva 21-1. Keskimääräiset vuorokausiliikennemäärät hankealueen läheisyydessä. Teiden kohdalla merkinnät: aineiston laskentavuosi, keskimääräinen vuorokausiliikenne (kaikki ajoneuvot) ja sulussa raskaan liikenteen keskimääräinen vuorokausiliikenne. Aineisto vuodelta 2024. (Väylävirasto 2024a)

Kuvassa 21-2 on esitettynä hankealueelle johtavien teiden tietoja; nopeusrajoitukset, tiestön päällyste ja kuntotietoja luokiteltuna sekä vauriomerkintänä.

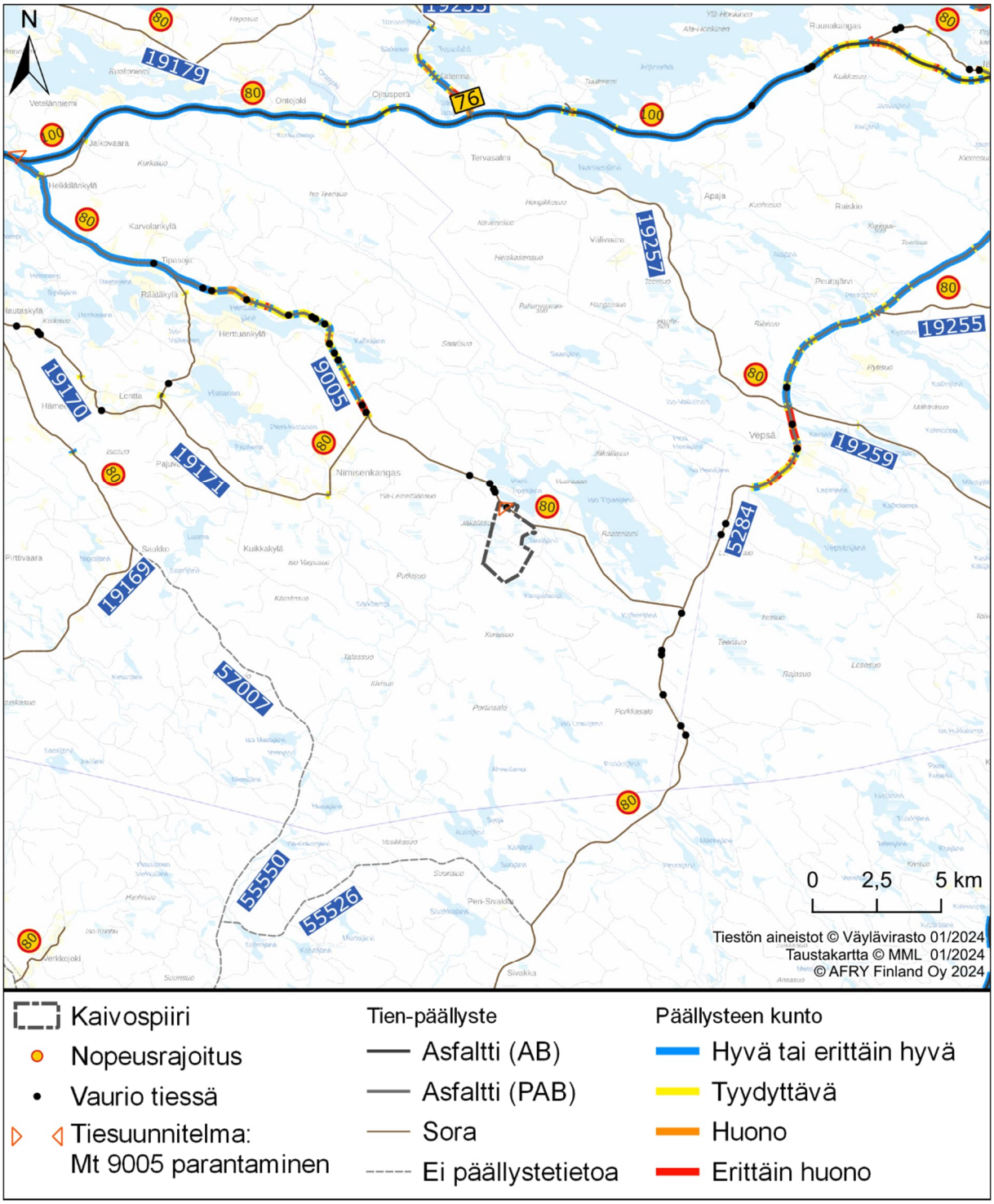
Kaivokselle johtavan yhdystien 9005 päällyste on soraa Kissaniementien osuudella, eli välillä yhdystien 19171 liittymä (Lehmisuo) ja yhdystien 5284 liittymä. Yhdystie jatkuu Lehmisuon liittymän kohdalta asfalttipäällysteisenä (PAB, pehmeät asfalttibetonit) pohjoisen suuntaan kantatielle 76 asti. Yhdystie 5284 jatkuu soratienä sekä etelään että pohjoiseen Kissaniementien liittymästä. Kuhmon suuntaan tie muuttuu asfalttipäällysteiseksi noin kuuden kilometrin jälkeen Kieriänvaaran kohdalla. Etelän suuntaan tie jatkuu sorapäällysteisenä noin 23 km. (Väylävirasto 2024a)

Yhdystieltä 9005 ei ole kaivoksen kohdalta kuntoluokitusta (soratieosuus) Väyläviraston aineistoissa, mutta tieosuudelta on useampi vauriomerkintä ja osuudelle on kirjattu kelirikkovaroitus. Tieosuuden kunto on yleisesti huono. Asfaltoitu osuus välillä Lehmisuo–Hiltunen on pääasiassa luokiteltu tyydyttyväksi, mutta paikoitellen tien kunto on huono tai erittäin huono. Tieosuudelle on arvioitu päällysteen korjaustarve. Hiltusista eteenpäin kantatielle 76 tien kunto on luokiteltu hyväksi tai erittäin hyväksi, mutta risteysalue kantatielle on luokiteltu erittäin huonoksi. (Väylävirasto 2024a)

Yhdystien 9005 tieosuudelle välillä Kantatie 76–Sotkamo Silver Oy:n kaivos on suunnitelmavalmiuden puolesta vuonna 2024 käynnistettävissä oleva tieinvestointi, josta rakennussuunnitelma on valmis. Hankkeen tieosuus on esitettynä oransseilla nuolilla kuvassa 21-2. (Väylävirasto 2024b)

Yhdystien 5284 asfalttiosuus on kuntoluokituksen mukaan tyydyttävä tai erittäin huono välillä Kieriänvaara–Iso Sammakkosuo. Väliltä eteenpäin pohjoiseen kunto on arvioitu pääosin hyväksi tai erittäin hyväksi. Soratieosuuksilta ei ole kuntoarviota, mutta useassa kohdassa on ollut vaurioita tiessä, ja niiden perusteella kunto on huono. (Väylävirasto 2024a)

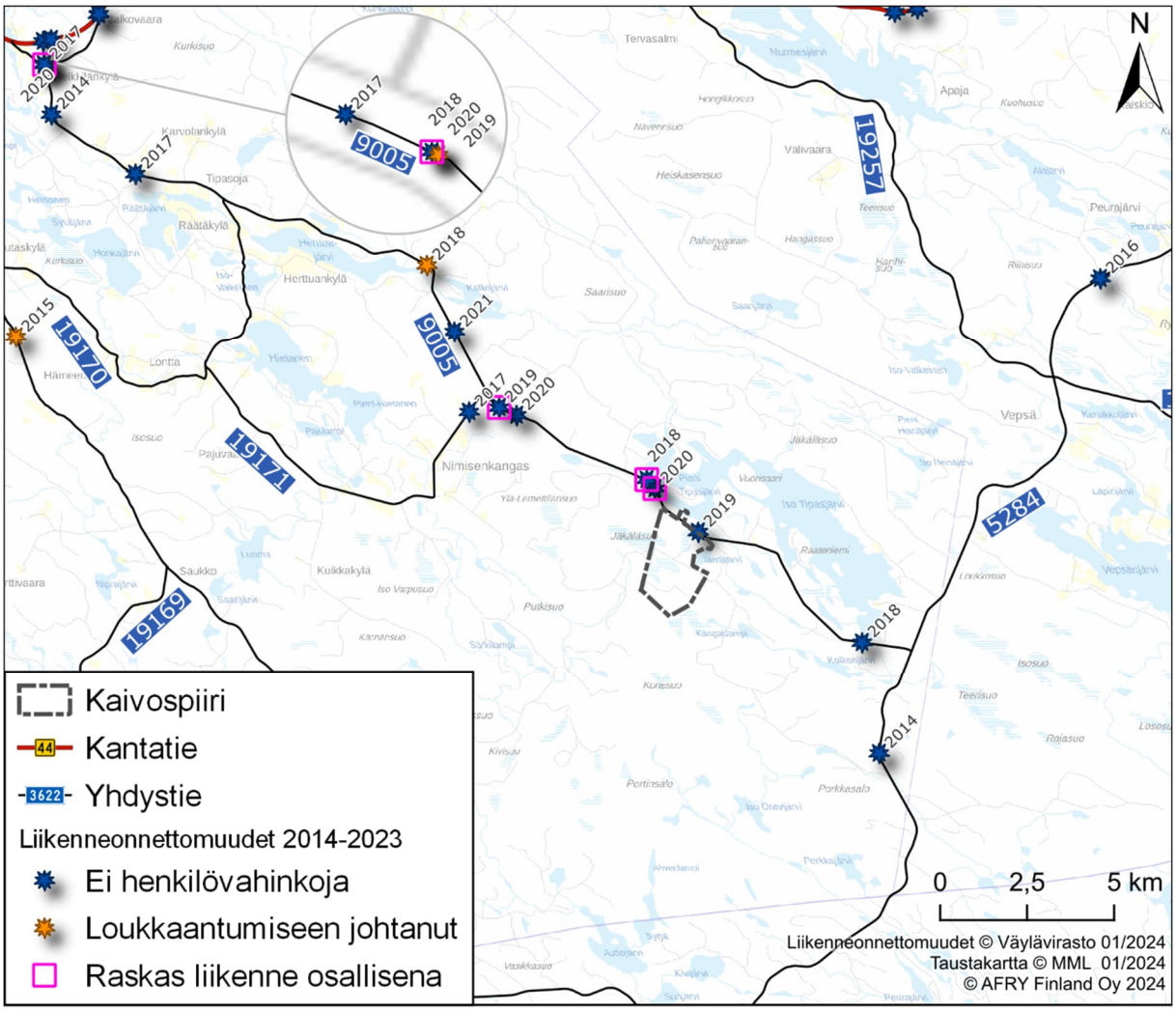
Yhdysteillä 9005 ja 5284 nopeusrajoitus on 80 km/h. Kantatiellä 76 nopeusrajoitus on pääasiassa 100 km/h ja paikoitellen 80 km/h, keskusta-alueilla nopeusrajoitus on alempi. (Väylävirasto 2024a)



Kuva 21-2. Tiestön tiedot, kuntoluokitus ja tiesuunnitelma. (Väylävirasto 2024a)

Tilastokeskuksen tilastoimat liikenneonnettomuudet vuosilta 2014–2023 on esitettynä kuvassa 21-3. Viimeisen kymmenen vuoden aikana Yhdystiellä 9005 on tapahtunut liikenneonnettomuuksia harvaan. Kyseisen ajanjakson aikana on tapahtunut yhteensä 14 Tilastokeskuksen kirjaamaan onnettomuutta, joista viimeisin onnettomuus on kirjattu vuonna 2021. Suurin osa (12 kpl) onnettomuuksista on ollut suistumisia tieltä, yksi onnettomuus on ollut hirvikolari ja neljässä

onnettomuudessa osallisena on ollut raskaan liikenteen ajoneuvo. Tienpinta on ollut jäinen, luminen tai sohjoinen kahdeksassa onnettomuudessa. Onnettomuuksista kaksi on johtanut henkilövahinkoihin. Tipasjoentien ja Pohjois-Tipaksentien liittymän alueella on tapahtunut neljä onnettomuutta vuosina 2017–2020. Yhdystiellä 5284 on tapahtunut vain kaksi onnettomuutta vuosien 2014–2023 aikana, joista kumpikaan ei johtanut henkilövahinkoihin. (Väylävirasto 2024a)



Kuva 21-3. Liikenneonnettomuudet ja niiden vakavuusaste hankealueen läheisyydessä vuosilta 2014–2023. (Väylävirasto 2024a)

21.3 Vaikutusten arviointi

21.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 rikastushiekka-allasta laajennetaan. Rakentaminen vastaa tavanomaista maarakentamista ja rankentamisen aikainen liikenne on pääasiassa alueen sisäistä työkoneliikennettä. Rakentamisen aikana voidaan tarvita jonkin verran maansiirto- ja tavarakuljetuksia, jolloin liikennemäärät voivat hetkellisesti nousta.

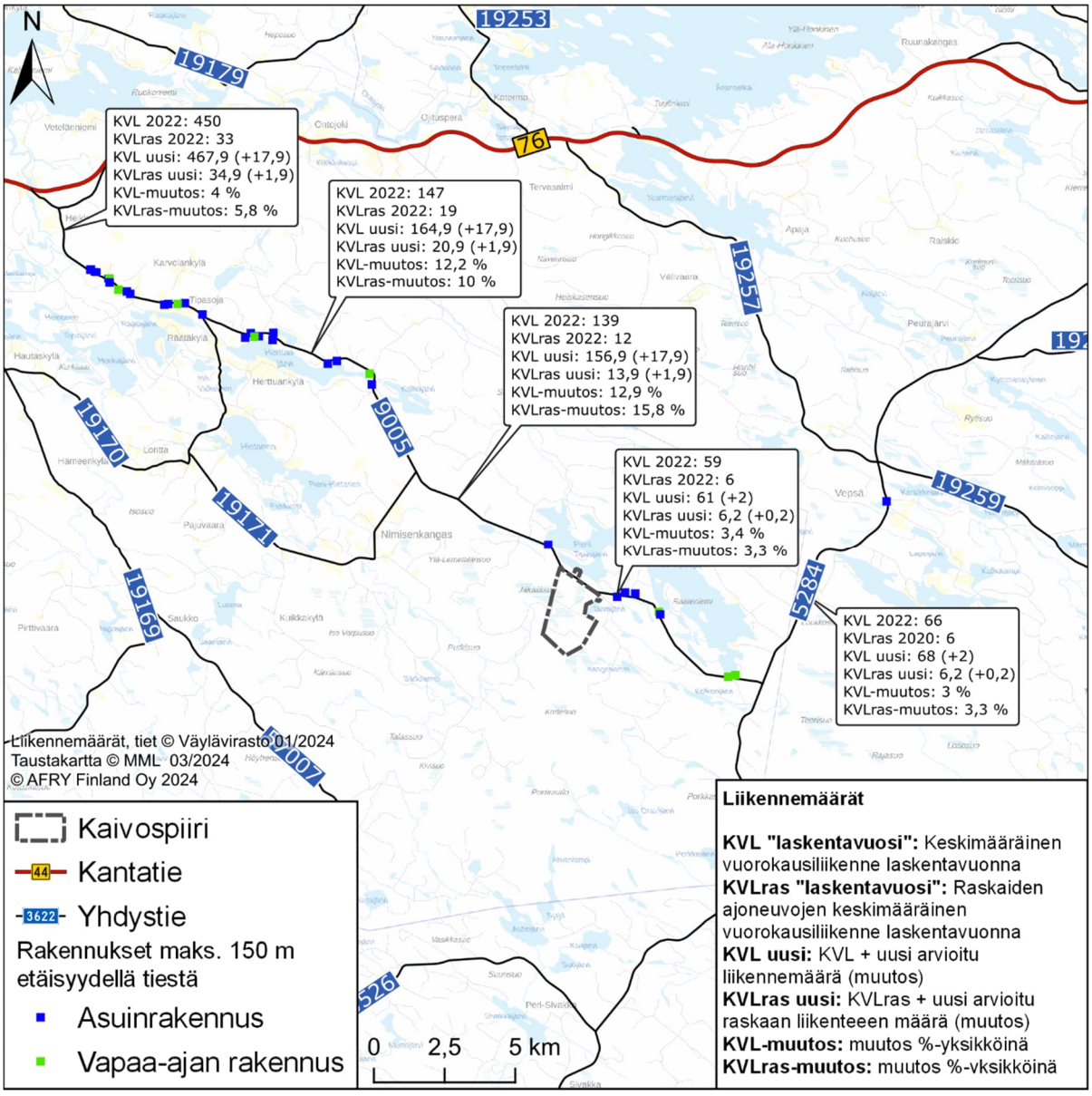
21.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Kaivokselle kohdistuva liikenne tulee kasvamaan nykyisestä, mikäli malmintuotantoa kasvatetaan 800 000 tonniin vuodessa. Kasvu lisää niin henkilöliikennettä kuin kuljetuksia. Liikenne kaivokselle tapahtuu yhdystien 9005 (Kissaniementie) kautta. Yhdystieltä 9005 on kaksi liittymää kaivokselle. Toista liittymää käyttää raskaan liikenteen ajoneuvot ja toista henkilöautot ja muut ajoneuvot. Yhdystie 9005 on Kissaniementien osuudelta sorapäällysteinen (yhdystieltä 5284 Nimisenkankaantien liittymään saakka) ja jatkuu Tipasojantienä asfalttipäällysteisenä kantatielle 76 asti. Kaivokselta etelään liikenne ohjautuu Kissanimentieltä yhdystielle 5284 (Valtimotie). Liikenteestä 90 % arvioidaan suuntautuvan Sotkamon suuntaan tai tulevan Sotkamon suunnalta.

Kaivosyhtiön arvion mukaan vuonna 2023 kaivoksen keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä oli noin 104 ajoneuvoa, joista noin kuusi ajoneuvoa oli raskasta liikennettä (edestakaiset matkat). Tuotannon nosto kasvattaisi mm. rikastekuljetusten ja henkilöliikenteen määrää. Kaivoksen kokonaisliikennemäärä kasvaisi arviolta noin 124 ajoneuvoon vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus olisi noin kahdeksan ajoneuvoa vuorokaudessa. Näin ollen kaivoksen kokonaisliikennemäärään tulisi 20 ajoneuvon lisäys vuorokaudessa ja raskaan liikenteen määrään kahden ajoneuvon lisäys vuorokaudessa, eli kaivostoiminnasta aiheutuvat kokonaisliikennemäärät kasvaisivat noin 19 % nykyisestä.

Kuvassa 21-4 on esitettynä kartalla arvioitu liikennemäärien muutos eri tieosuuksilla. Uudet liikennemäärät on laskettu lisäämällä liikennemäärän muutos vuoden 2022 tai tuoreimman saatavilla olevan aineiston keskimääräisiin vuorokausiliikennemääriin. Liikennemäärä lisääntyy noin 18 ajoneuvoa/vrk yhdystiellä 9005 Sotkamon suuntaan (pohjoiseen). Liikennemäärän muutos vuoteen 2022 verrattuna on tieosuudella maltillinen. Suhteellisesti suurin kokonaisliikennemäärän muutos tapahtuu välillä kaivosalue–Lontantien liittymä (yhdystie 19171). Tieosuudella muutos vuoden 2022 liikennemääriin on 139–147 ajoneuvosta noin 157–165 ajoneuvoon, eli liikennemäärän kasvu on noin 13 %. Tieosuuden välittömässä läheisyydessä ei ole merkittävästi asutusta, mutta lisääntyvä liikennemäärä vaikuttaa tien kuntoon sekä liikenneonnettomuuksien riskiin. Tieosuudella Lontantie–Kantatie 76 kokonaisliikennemäärä muuttuu 450 ajoneuvosta noin 468 ajoneuvoon (kasvu noin 4 %), jolloin liikenteen kasvu ei ole suhteessa niin suurta kuin kaivoksen lähialueen tiestöllä. Tällä osuudella on myös suurin osa tien läheisyydessä olevasta asutuksesta. Raskaan liikenteen määrä kasvaa yhdystiellä 9005 kaivokselta pohjoisen suuntaan noin kahdella ajoneuvolla vuorokaudessa, eikä suhteellinen muutos ole tieosuudella kaivos–Kantatie 76 kovin merkittävä (6–16 %). Tieosuudella on asutusta tien läheisyydessä enemmän kantatien läheisyydessä, jossa on jo nykyisellään enemmän raskasta liikennettä.

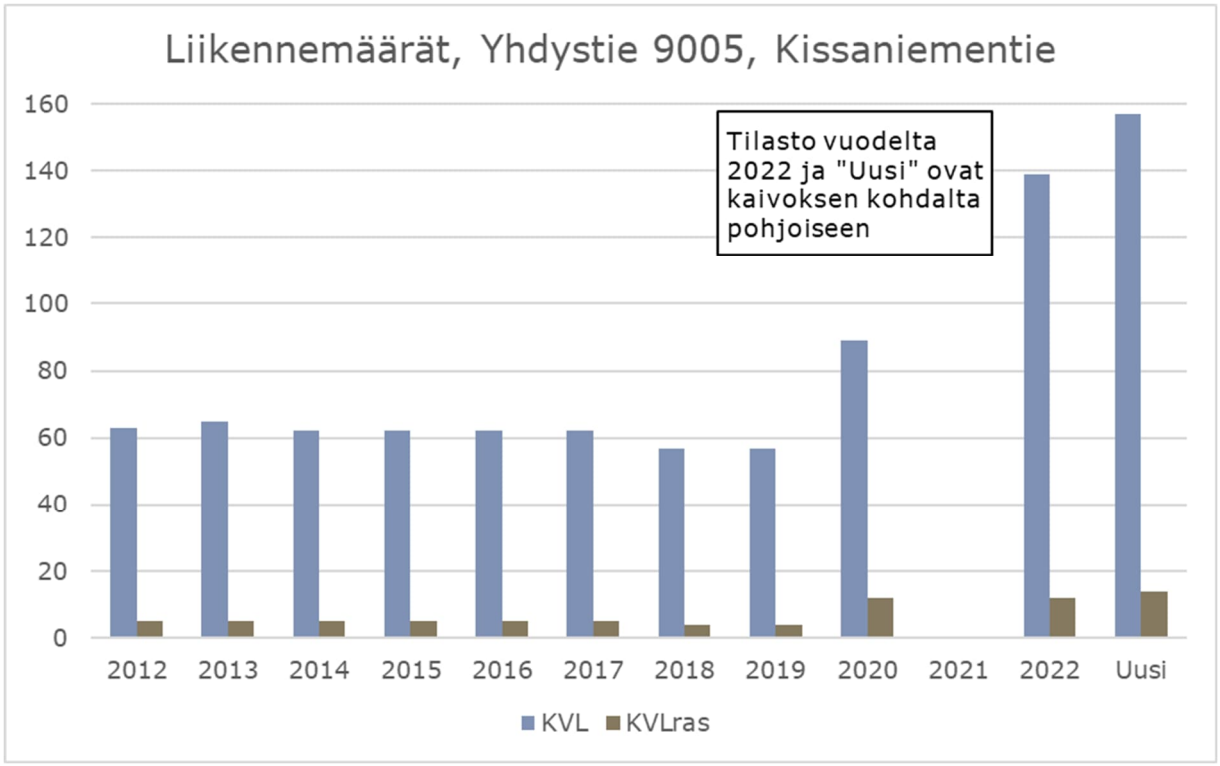
Kaivosalueelta etelään, kohti yhdystietä 5284 kokonaisliikennemäärä vuorokaudessa muuttuu tiellä 9005 arvion mukaan 59 ajoneuvosta (2022) noin 61 ajoneuvoon, josta raskaan liikenteen määrä on noin kuusi ajoneuvoa. Raskaan liikenteen muutos on laskennallisesti alle yksi ajoneuvo vuorokaudessa, joten muutos jää hyvin pieneksi. Kokonaisliikennemääräkin kasvaa vain noin 3 %. Kuvassa 21-4 on esitettynä liikennemäärän muutos myös yhdystielle 5284, tien pohjoispuolelle. Liikennemäärän muutos on tiellä noin 3 % verrattuna vuoteen 2022. Raskas liikenne muuttuu laskennallisesti 3 % vuoteen 2020 verrattuna. Näiden perusteella tielle 5284 kohdistuva liikennemäärän muutos ei ole merkittävä.

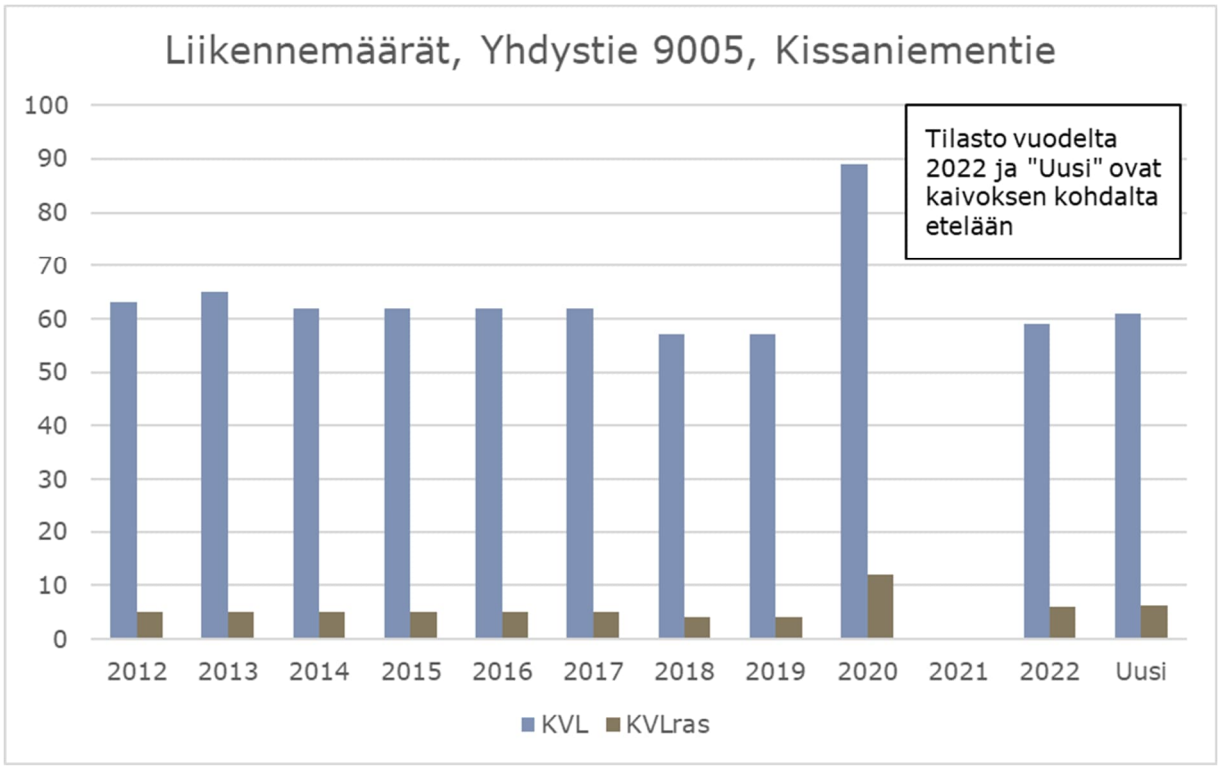


Kuva 21-4. Liikennemäärien muutokset. Kaivokselta liikenteen oletetaan suuntautuvan 90 % Sotkamon suuntaan. Tielle 5284 liikennemäärät ovat laskettu tien pohjoisen puoleiseen mittauspiteeseen. Asuin- ja vapaa-ajan rakennukset ovat esitettynä tien läheisyydestä. Liikennemäärät Väylävirasto 2024a.

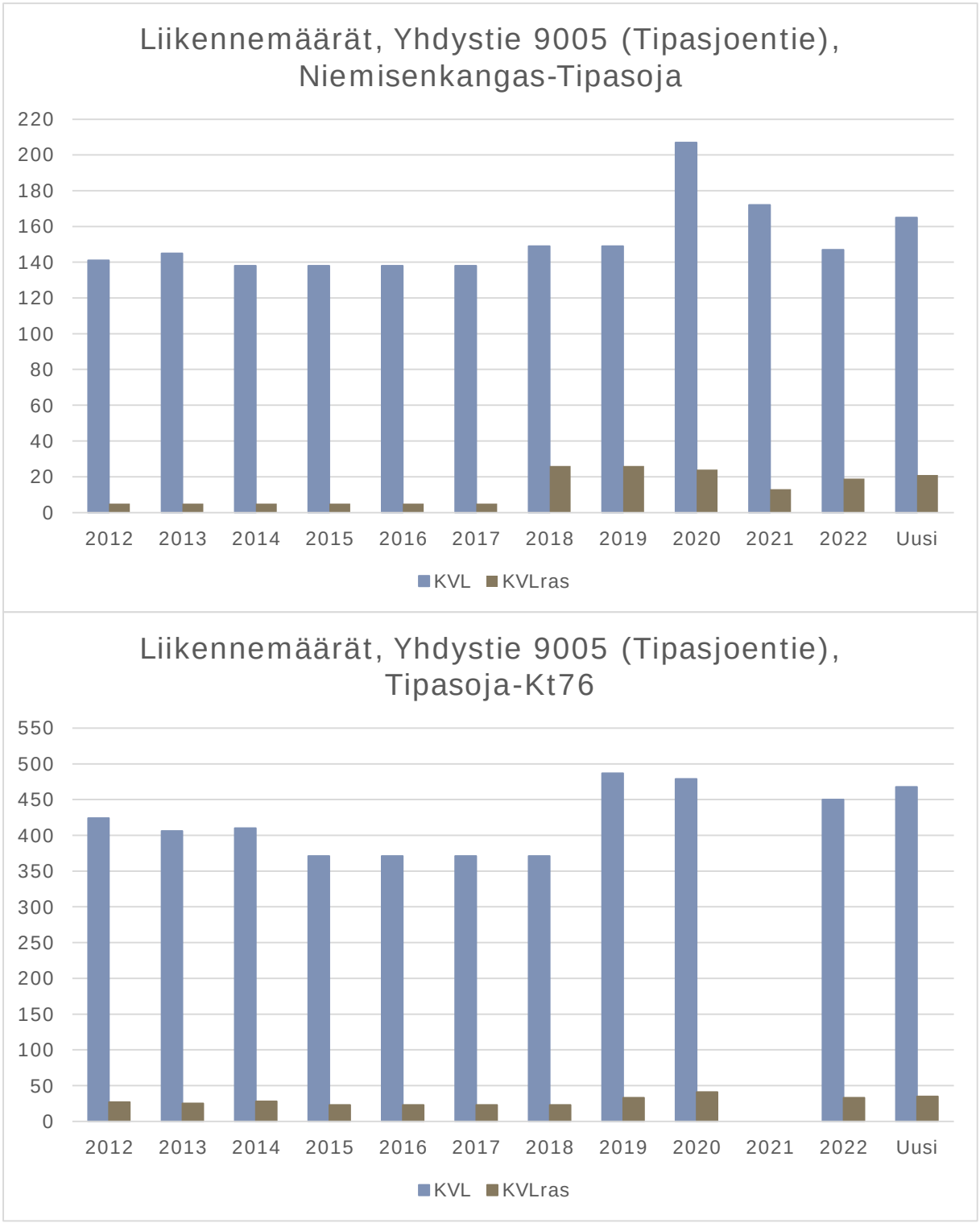
Liikennemäärien kehitys vuosina 2012–2022 yhdystiellä 9005 kaivoksen kohdalla ja arvio liikennemäärän muutoksesta on esitetty kuvassa 21-5. Tilastoissa on ennen vuotta 2022 tilastoitu liikennemäärä koko Kissaniementien osuudelta ja vuonna 2022 ja arviossa kaivosalueen pohjois- ja eteläpuolelta. Ennen vuotta 2020 kokonaisliikennemäärä on ollut noin 60 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista raskasta liikennettä on ollut noin viisi ajoneuvoa. Kaivostoiminnan käynnistymisen jälkeen liikennemäärä on kasvanut merkittävästi kantatien 76 suuntaan (pohjoiseen), ja tuotannon nosto kasvattaisi liikennemäärää entisestään. Raskaiden ajoneuvojen määrä on kasvanut viidestä (2012–2019) ajoneuvosta 12:een (2020–2022), ja tuotannon nosto kasvattaisi määrän noin 14 ajoneuvoon vuorokaudessa. Raskaiden ajoneuvojen määrä ei kasvaisi merkittävästi lähivuosien määrään verrattuna, mutta määrä on kasvanut merkittävästi vuotta 2020 edeltäviin vuosiin verrattuna. Yhdystien 5284 suuntaan (etelään) liikennemäärä ei juurikaan kasvaisi arvion mukaan, ja se on ollut vuonna 2022 aikaisempien vuosien tasolla.

Kuvassa 21-6 on esitetty liikennemäärien kehitys vuosina 2012–2022 sekä arvio tulevasta liikennemäärästä yhdystiellä 9005 Tipasjoentien osuudella. Välillä Niemisenkangas–Tipasoja kokonaisliikennemäärät ovat olleet ennen vuotta 2020 noin 140–150 ajoneuvoa vuorokaudessa, 2020 liikennemäärät ovat olleet suuremmat (207 ajonauvoa/vrk), mutta vuonna 2022 määrä on laskenut edeltävien vuosien tasolle (147 ajoneuvoa/vrk). Tuotannon nosto kasvattaisi keskimääräisen liikennemäärän tieosuudella arviolta noin 200 ajoneuvoon vuorokaudessa, jolloin vaikutus on merkittävä kaivosta edeltäviin vuosiin verrattuna. Raskaiden ajoneuvojen keskimääräinen vuorokausiliikenne on ollut tieosuudella keskimäärin viisi ajoneuvoa vuorokaudessa vuosina 2012–2017. Määrä on kasvanut selvästi vuoden 2018 jälkeen. Vilkkaimmillaan vuosina 2018–2020 raskaiden ajoneuvojen määrä on ollut 24–26 ajoneuvoa vuorokaudessa. Tämän jälkeen määrä on hieman laskenut, ja vuonna 2022 raskaita ajoneuvoja oli 19 ajoneuvoa vuorokaudessa. Tuotannon nosto ei aiheuttaisi merkittävää raskaan liikenteen määrän muutosta verrattuna aiempien vuosien vaihteluun, vaan määrä olisi keskimäärin yhteensä noin 21 raskasta ajoneuvoa vuorokaudessa. Välillä Tipasoja–Kantatie 76 liikennemäärät ovat olleet keskimäärin noin 400 ajoneuvoa vuorokaudessa vuosina 2012–2018, liikennemäärästä noin 25 ajoneuvoa on ollut raskasta liikennettä. Kokonaisliikennemäärä on kasvanut vuoden 2018 jälkeen, ja se on vuosina 2019–2022 vaihdellut noin 450–490 ajoneuvoon vuorokaudessa, josta raskasta liikennettä on keskimäärin ollut 33–41 ajoneuvoa vuorokaudessa. Tuotannon nosto kasvattaisi laskelman mukaan kokonaisliikennemäärän tieosuudella noin 500 ajoneuvoon vuorokaudessa, josta raskasta liikennettä olisi noin 35 ajoneuvoa. Muutos ei ole suhteessa kovin suuri edeltäviin vuosiin verrattuna, mutta liikennemäärä on kasvanut selkeästi vuotta 2019 edeltävään aikaan verrattuna.





Kuva 21-5 Liikennemäärien kehitys yhdystiellä 9005 kaivoksen kohdalla. Vuoden 2022 ja arvio uudesta liikennemäärästä on kaivoksen kohdalta pohjoiseen ylemmässä kuvassa ja etelään alemmassa kuvassa. Vuosien 2012–2020 arvot ovat koko Kissaniementien osuudelle. KVL = kaikkien ajoneuvojen keskimääräinen vuorokausiliikenne. KVLras raskaiden ajoneuvojen keskimääräinen vuorokausiliikenne. (Väylävirasto 2024a)



Kuva 21-6. Liikennemäärien kehitys yhdystiellä 9005 Tipasjoentien osuudella. KVL = kaikkien ajoneuvojen keskimääräinen vuorokausiliikenne. KVLras raskaiden ajoneuvojen keskimääräinen vuorokausiliikenne. (Väylävirasto 2024a)

21.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Toiminnan jälkeen kaivoksen aiheuttama liikenne lakkaa. Liikennemäärät palautuvat ennalleen, tai liikennemäärän kehitys on seurausta muista alueen hankkeista tai muutoksista.

21.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Jos rikastushiekka-altaan laajennus jää toteuttamatta, pysyvät liikennemäärät nykyisen kaivostoiminnan mukaisina.

21.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kaivoksen sisäiset kuljetukset ja tiet toteutetaan eri reittejä pitkin, mutta vaihtoehtojen välillä ei ole eroa liikennemääriin. Kaivostoiminnalla on ollut merkittävä vaikutus alueen liikennemääriin, ja tuotannon nosto lisää kaivostoiminnan aiheuttamaa liikennettä entisestään. Yleisesti liikennemäärät ovat tarkasteltavilla tieosuuksilla kuitenkin vähäisiä, eikä toiminnan laajentamisella katsota olevan merkittäviä vaikutuksia liikenteen sujuvuuteen. Merkittävämmät vaikutukset liikennemäärän kasvulla on onnettomuusriskiin ja teiden kuntoon. Varsinkin talviolosuhteissa onnettomuusriski kasvaa liikennemäärien lisääntyessä. Nykyisistä onnettomuuksista suuri osa on tapahtunut liukkaalla tiellä, ja teiden nykykunto on luokituksen mukaan heikko. Lisääntyvä liikennemäärä heikentää tiestöä entisestään. Tiestön parantamishankkeilla voidaan lievittää vaikutuksia.

Hankkeen herkkyys muutoksille liikennevaikutusten osalta arvioidaan *vähäiseksi*, koska alueella on jo kaivostoimintaa ja siitä aiheutuvaa liikennettä. Liikennemäärät ovat suhteellisen alhaisia tarkastelualueella. Muutosten suuruus arvioidaan molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 pieneksi, koska liikenteen määrän kasvu katsotaan vähäiseksi. Suurin vaikutus liikennemäärän muutoksella on hankealueen läheisimmän tien, Kissaniementien osuudelle, jonka alueella asutus on vähäistä. Hankkeen liikennevaikutusten merkittävyys arvioidaan siten kokonaisuudessaan vähäiseksi ja kielteiseksi. Tarkastelu on esitettynä taulukossa 21-1.

Taulukko 21-1. Liikennemäärien kasvun vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys			VE1, VE2	VE0			
	Kohtalainen herkkyys							
	Suuri herkkyys							

21.5 Arvioinnin epävarmuudet

Arvioinnin epävarmuudet liittyvät arvioituun liikennemäärän muutokseen ja ajalliseen vaihteluun. Liikennemäärän on laskettu jakautuvan tasaisesti vuorokausille, mutta todellisuudessa määrissä saattaa olla ajallista vaihtelua. Hankkeesta aiheutuvat liikennemäärän muutokset on laskettu tuotannon noston mukaan, mutta todellisuudessa liikennemäärät eivät välttämättä nouse suoraan suhteessa tuotantomäärän nostoon.

21.6 Vaikutusten lieventäminen

Suurin vaikutusten lieventämisen keino on tiestön kunnon parantaminen. Yhdystien 9005 parantamiseksi on olemassa suunnitelma, jonka toteutuksen tavoitteena on liikenteen sujuvuuden ja turvallisuuden parantaminen niin, että kaivoksen työmatkaliikenne ja kuljetukset ovat mahdollista toteuttaa turvallisesti, sujuvasti ja taloudellisesti ympäri vuorokauden. Tien parannushanke palvelee myös muuta liikennettä, erityisesti puutavarakuljetuksia. (Väylävirasto 2024b)

Kuljetusten aiheuttamia vaikutuksia voidaan lieventää ajoittamalla kuljetukset niin, että niistä on mahdollisimman vähän haittaa muulle liikenteelle ja lähialueiden asukkaille. Kuljetuksissa tulisi suosia päiväaikaa, jotta melu- ja liikenneturvallisuushaittoja voidaan lieventää.

Kaivosliikenteen käyttämällä tiellä 9005 on 80 km/h nopeusrajoitus, joka on suhteellisen suuri, soraosuudella kaivokselta Sotkamoon päin nopeusrajoitus on rajoitettu 60 km/h. Kuljetusurakoitsijoiden ohjeistuksella ja valvonnalla voidaan tehostaa liikennesääntöjen noudattamista, ja siten vaikuttaa onnettomuusriskiin. Myös työmatkaliikenteen riskejä voidaan lieventää muistuttamalla liikennesääntöjen

noudattamisesta. Varsinkin Tipasjoentien ja Pohjois-tipaksentien liittymän kohtaan kannattaa kiinnittää huomiota, koska liittymän kohdalla on tapahtunut neljä onnettomuutta vuosina 2017–2020.

22 Ilmastovaikutukset

YHTEENVETO

- VE1 ja VE2 vaihtoehdot ovat ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta ratkaisuja, joita pitäisi välttää. Laskentojen perusteella ratkaisut eivät tue Kainuun maakuntastrategian toteuttamista eikä Suomen hiilineutraaliustavoitetta vuonna 2035.
- Rakentamisen, käyttövaiheen ja sulkemisen päästöt muodostuvat pääosin kuljetuksista ja maanrakennustöistä. Lisäksi VE1 ja VE2 ratkaisut pienentävät Sotkamossa pysyvästi hiilivarastoja- ja nieluja.
- VE1 ja VE2 ratkaisujen päästöjä pystytään merkittävästi vähentämään käyttämällä vähäpäästöisiä koneita, laitteita ja polttoaineita sekä uusiutuvia energialähteitä.

22.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Hankkeen ilmastovaikutusten arvioinnissa hyödynnettiin soveltuvin osin ympäristöministeriön Ilmastovaikutusten arviointi YVAssa ja SOVAssa -raporttia (Ympäristöministeriö 2021). Ilmastovaikutusten arvioinnissa tarkasteltiin sanallisesti ja laskennallisesti Sotkamo Silverin tuotannon laajentamisen vaikutuksia ilmastonmuutokseen sekä ilmastonmuutoksen hillinnän että siihen sopeutumisen kannalta. Arvioinnissa tarkasteltiin lisäksi hankkeen merkitystä alueellisten ja kansallisten ilmastotavoitteiden kannalta.

Laskelmien perusteella arvioitiin hankkeen merkitys ilmastonmuutoksen hillinnässä. Lisäksi tarkasteltiin toimenpiteitä, joilla hankkeen suoria tai epäsuoria päästöjä voidaan lieventää.

Arvioinnin tulokset on suhteutettu alueellisiin päästöihin. Lisäksi arvioinnissa on tarkasteltu hankkeen elinkaaren aikana muodostuvien kasvihuonekaasupäästöjen vaikutuksia päästöjen vähentämistavoitteisiin alueellisella ja kansallisella tasolla. Arvioinnissa on huomioitu ilmastonmuutokseen sopeutuminen esimerkiksi sään ääri-ilmiöiden tai sähkönsaannin turvaamisen kannalta.

22.1.1 Hankkeen hiilijalanjäljen laskenta

Ilmastovaikutuksia arvioitiin laskemalla hankkeen elinkaaren aikaiset hiilidioksidiekvivalenttipäästöt eri hankevaihtoehdoissa. Hiilidioksidiekvivalentti on yhteismitta, jonka avulla voidaan laskea yhteen eri kasvihuonekaasujen päästöjen vaikutus ilmastonmuutoksen voimistumiseen. Hankkeen hiilijalanjäljellä tarkoitetaan koko elinkaaren aikaisten päästöjen yhteenlaskettua summaa.

Laskenta perustuu YVA-ohjelmavaiheen tietoihin, Sotkamo Silveriltä saatuihin tuotantotietoihin, kohteeseen laadittuihin yleissuunnitelmiin sekä Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmään. Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmäluonnoksen takana on eurooppalaisia kestävän rakentamisen

koskevia standardeja, kuten mm. EN15643, EN15804 ja EN17472. Laskennan päästötietokantoina on käytetty CO2data.fi Infra - päästötietokantaa tai soveltuvilta osin rakentami–en päästötietokantaa. Mikäli soveltuvaa päästökerrointa ei ole ollut saatavilla, on tietolähteenä käytetty Ecoinvent 3.8 tietokantaa. Hiilinielujen ja -varastojen muutoksiin liittyvien vaikutusten arvioinnissa käytetyt tietolähteet on esitetty kappaleessa 22.1.2. Materiaalimäärien yksikkömuunnokset päästötietokannan yksiköihin perustuvat kirjallisuuslähteiden ja työkoneluokituksen perusteella tehtyihin arvioihin ja oletuksiin. Tuotekuljetuksia koskien ilmastovaikutusten laskennassa on tehty oletus, että käytössä on fossiilisia polttoaineita käyttävä kalusto.

Laskenta on tehty erikseen rakennusvaiheelle, käytön ajalle ja sulkemisvaiheelle. Laskennassa huomioidut resurssit ja prosessit on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 22-1). Laskennassa ei ole huomioitu jälkihoitovaihetta, jonka osuus kokonaispäästöistä arvioidaan merkityksettömän pieneksi (mahdollinen pumppaamoiden sähkönkulutus tms.).

Taulukko 22-1. Laskennallisessa arviossa huomioidut resurssit ja prosessit EN 15643 mukaisesti.

Osio	Päästölähde	Standardin moduuli
Rakentamisen aikaiset päästöt	Rakennusmateriaalien raaka-aineiden hankinta, kuljetukset valmistukseen ja tuotteen valmistuksen energian kulutus sekä jätteet. (VE1 ja VE2)	A1-A3
	Rakennusmateriaalien kuljetukset kohteeseen (VE1 ja VE2)	A4
	Rakennusvaiheen energiankulutus ja räjähteet sekä vaikutukset hiilinielujen/-varastojen menetyksestä. (VE1 ja VE2)	A5
Käyttövaiheen päästöt (Kaivos ja rikastamo)	Energian kulutus, avustavat aineet ja materiaalit, jätteet (VE0, VE1, VE2)	A1-A3 (oma toiminta) B6 (sähkö, polttoaine)
Käytöstä poiston päästöt	Sulkemisvaiheen rakennusmateriaalien raaka-aineiden hankinta (VE1 ja VE2)	A1-A3
	Sulkemisvaiheen rakennusmateriaalien kuljetukset kohteeseen (VE1 ja VE2)	A4
	Sulkemisvaiheen energiankulutus (VE1 ja VE2)	A5

Rakentamisvaiheen osalta vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on huomioitu valmistelevat työt (metsän raivaus ja puun poiskuljetus), alueen maanrakentamiseen (pohja- ja patorakenne) liittyvä polttoaineenkulutus ja räjähteet, geosynteetit ja

infra-tuotteet kuljetuksineen. Lisäksi on huomioitu alueen rakentamisesta aiheutuvat puuston ja maaperän hiilivaraston menetys sekä puuston hiilinielun menetys. Kuljetukset on arvioitu Infran vähähiilisyyden arviointimenetelmän mukaisesti mahdolliset tarkemmat projektikohtaiset tiedot huomioiden.

Käyttövaiheen osalta vaihtoehdossa VE0 on huomioitu ainoastaan rikastushiekka-altaan korotus. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on huomioitu rikastushiekka-altaan korotuksen lisäksi rikastushiekan siirto kaivostäyttöön, käyttövaiheen energiankulutus, avustavat aineet ja materiaalit, räjähteet ja syntyvät jätteet. Lisäksi vaihtoehtojen VE1 ja VE2 osalta on erikseen tarkastelu ilmastovaikutusta, mikäli kaivostäyttö jouduttaisiinkin tekemään avolouhosta laajentamalla.

Sulkemisvaiheen osalta vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on huomioitu rikastushiekka-altaan peittämiseen tarvittava konetyö ja kuljetukset (moreeni ja kasvukerros).

Hankkeen aiheuttamien ilmastovaikutusten lisäksi on kuvattu, miten ilmastonmuutoksen aiheuttamat sään ääri-ilmiöt ja muut ilmastoriskit voivat mahdollisesti vaikuttaa laitoksen rakentamiseen ja toimintaan pitkällä aikavälillä. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen osalta vaikutusten arvioinnin tietolähteinä on käytetty ympäristöministeriön julkaisua ”Ilmastovaikutusten arviointi YVAssa ja SOVAssa – vaikutusten tunnistaminen ja johdonmukainen käsittely” *(Ympäristöministeriö 2021)*, Pohjois-Pohjanmaan osuutta Suomen ilmastopaneelin raportista 2/2021 ”Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet” *(Suomen ilmastopaneeli 2021)* sekä IPCC:n Atlasta *(IPCC 2023).*

22.1.2 Hiilinieluihin ja -varastoihin kohdistuvien vaikutusten arviointi

Hankkeen toteuttaminen edellyttää puuston kaatamista koko alueelta ja pintamaan poistamista joiltain alueilta. Näillä toimenpiteillä on suoria vaikutuksia hankealueen hiilinieluun ja -varastoon (Taulukko 22-2). Vaikutuksia arvioitaessa on oletettu, että olemassa olevat puuston nielut ja varastot menetetään hankkeen elinkaaren ajalta kokonaan, ja lisäksi vaikutusten on oletettu muodostuvan heti hankkeen alkaessa. Todellisuudessa vaikutusten syntyminen kuitenkin riippuu esim. kaadetun puuston loppukäytöstä. Maaperän osalta hanke vaikuttaa sekä hiilinieluihin että hiilivaraston kokoon. Hankkeen suunnittelutietojen perusteella suurin osa maaperän hiilivarastosta jää kuitenkin rakennettavien alueiden alle.

Taulukko 22-2. Hankkeen vaikutukset puuston ja maaperän hiilinieluun ja -varastoon.

Vaikutus	Syntytapa
Hiilinielun muutokset	• Puuston kaataminen poistaa puiden kasvusta muodostuvan nielun • Maanmuokkaukset muuttavat maaperän hiilitasetta
Hiilivaraston menetys	• Puihin sitoutunut hiili menetetään • Osa maaperän orgaaniseen ainekseen sitoutuneesta hiilestä menetetään

Maanmuokkauksen vaikutusta hiilinieluun ja -varastoon on arvioitu yhdistelemällä eri tietolähteitä. Hankealueen puuston lajikohtaiset tilavuudet on saatu Luonnonvarakeskuksen avoimesta MVMI-aineistosta (Luke 2021), ja puuston hiilivarasto on laskettu näin saatujen kokonaistilavuuksien ja puiden laskennallisen hiilipitoisuuden avulla. Hiilipitoisuuden laskennassa on käytetty havu- ja lehtipuille tiheyksiä 0,76 t/m^3 ja 0,75 t/m^3 (Lehtonen ym. 2004), ja puun biomassasta on oletettu olevan hiiltä 50 % (Alakangas ym. 2016). Hiilinielu taas on arvioitu Luonnonvarakeskuksen avoimen MVMI-aineiston (Luke 2021) maakuntakohtaisen keskimääräisen puuston tilavuuden muutoksen ja nykyisen puuston kokonaistilavuuden avulla. Kainuun osalta kasvunopeus on tilastojen mukaan 3,7 % per vuosi.

Maaperän hiilivarastojen ja -nielujen laskennassa hankealue on jaettu MVMI-paikkatietoaineiston avulla kivennäismaahan ja turvemaahan, ja turvemaan osalta on vielä eritelty kasvupaikkatyyppi. Hiilivaraston määrän laskennassa on hyödynnetty keskimääräisiä lukuarvoja turpeen ja siinä olevan hiilen määrälle (Minkkinen & Laine 1998) ja turvekerroksen keskipaksuudelle (Korhonen ym. 2013) ojitetulla turvemaalla sekä hiilen määrälle kivennäismaalla (Liski ym. 2006). Pintamaiden orgaaniseen humuskerrokseen sitoutuneen hiilen määrä on arvioitu Merilä ym. julkaisemiin tuloksiin pohjaten (Merilä ym. 2023). Hiilinielu taas on laskettu käyttämällä maaperälle tehdyn jaottelun mukaisia Tilastokeskuksen kasvihuonekaasuinventaarion kertoimia (Tilastokeskus 2021, taulukko 6.7-2 ja liite 6f, taulukko 1). Kasvihuonekaasuinventaarion määritelmien mukaisesti ojittamattomien suoalueiden on oletettu olevan tasapainossa, eikä niitä ole siten huomioitu laskelmissa. Kaikkien tulosten osalta hiilen määrä on muutettu hiilidioksidiksi moolimassasuhteen 3,67 mukaisesti (IPCC 2007).

22.2 Nykytila

22.2.1 Ilmasto

Hankealue Sotkamossa sijaitsee keskiboreaalisella ilmastovyöhykkeellä. Vuoden 2022 keskilämpötila oli 3,6 °C ja keskimääräinen vuotuinen sademäärä noin 542 mm (Ilmatieteen laitos 2022). Alueen tyypillinen lumensyvyys maaliskuun puolessavälissä (vertailukaudella 1991–2020) on noin 60–80 cm. Tyypillinen lumipeitepäivien lukumäärä (vertailukaudella 1991–2020) on noin 145–160 päivää. (Ilmatieteen laitos 2020) Vuonna 2021 ensilumi satoi Kajaanin Petäisenniskan seurantaasemalla 25. syyskuuta ja lumet sulivat 8. toukokuuta. Lunta oli enimmillään 76 cm. Vuonna 2022 ensilumi satoi 30. syyskuuta ja vuonna 2023 17. lokakuuta[1].

22.2.2 Kansainväliset, kansalliset ja alueelliset tavoitteet

Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi työtä tehdään useilla tasoilla. EU:n ilmastopolitiikka pohjaa YK:n ilmastosopimukseen, sitä täydentävään Kioton pöytäkirjaan ja Pariisin ilmastosopimukseen. Eurooppalainen ilmastolaki astui voimaan kesällä 2021. EU on sitoutunut vähentämään kasvihuonepäästöjä vähintään 55 % vuodesta 1990 vuoteen 2030 ja tavoitteena on olla ilmastoneutraali vuoteen 2050 mennessä. Ilmastolain myötä tavoitteet ovat laillisesti sitovia. Päästövähennystavoitteet pannaan toimeen niin sanotulla Fit for 55 -lainsäädäntöehdotuspaketilla, joka hyväksyttiin heinäkuussa 2021[2]. *(Ympäristöministeriö 2023a)*

Kansallinen uudistettu ilmastolaki (423/2022) astui voimaan 1.7.2022. Lain mukaan Suomen on pyrittävä vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään vähintään 90 prosenttia vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoteen 1990. Sanna Marinin hallitus asetti tavoitteeksi, että Suomi on hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä ja hiilinegatiivinen pian sen jälkeen. Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi ilmastolakia päädyttiin uudistamaan. Uuden ilmastolain mukaan vuoteen 2030 mennessä kasvihuonekaasupäästöjä on vähennettävä vähintään 60 prosenttia ja vuoteen 2040 mennessä vähintään 80 prosenttia verrattuna vuoteen 1990. Laki laajeni koskemaan myös maankäyttösektoria ja siihen on lisätty hiilinielujen vahvistamista koskeva tavoite[3]. *(Ympäristöministeriö 2022&2023b)*

Kainuun ilmastostrategian[4] tavoitteena oli (tavoitevuosi 2020) vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 25 % vuoden 2009 tasosta, olla energiaomavarainen maakunta liikenteen polttoaineita lukuun ottamatta sekä olla valtakunnallisesti merkittävä hiilinielu. Tavoitteiden saavuttamiseksi luotiin ilmasto-ohjelma, joka sisälsi ilmastotavoitteita ja -toimenpiteitä eri osa-alueille. Kivi- ja kaivannaisteollisuudelle

[1] Lumitilanne. https://jemma.mobi/lumitilastot?a=Kajaani%20Pet%C3%A4isenniska. [24.10.2023].
[2] Fit for 55 -lainsäädäntö. Eurooppa-neuvosto. https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/. [19.10.2023].
[3] Ilmastolaki 423/2022. https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220423. [19.10.2023].
[4] Kainuun ilmastostrategia 2020. https://kainuunliitto.fi/assets/uploads/2020/10/Kainuun-ilmastostrategia-2020-PDF-373-Mt.pdf. [24.10.2023].

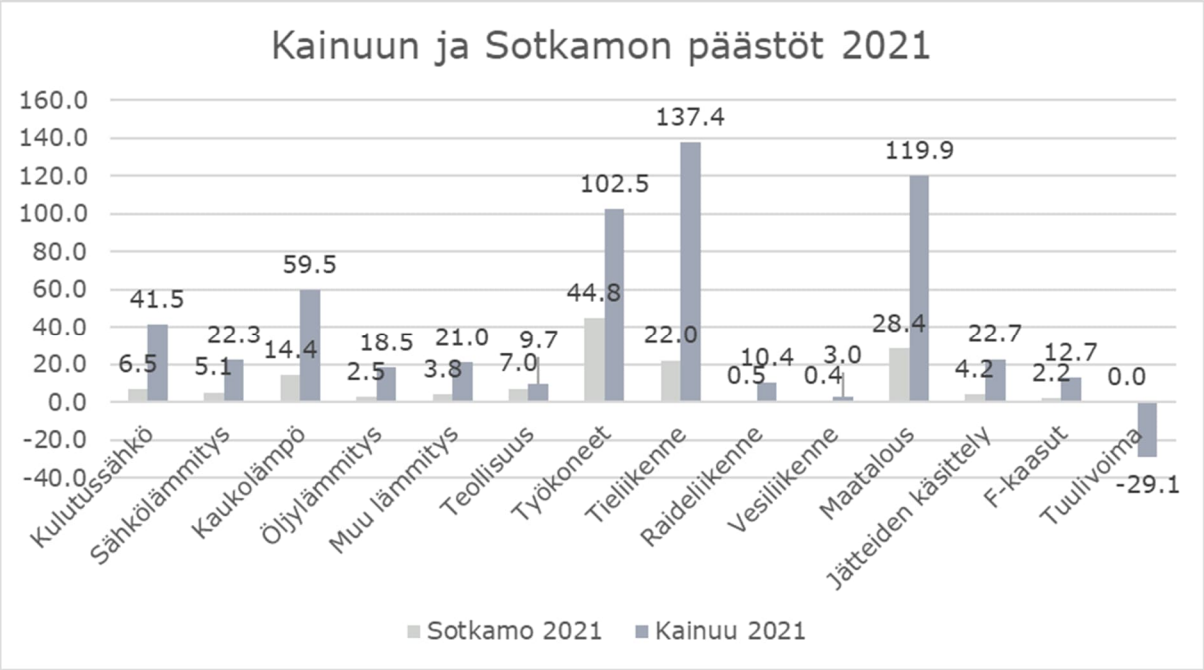
asetetut tavoitteet sisältävät energiatehokkuuden parantamiseen, uusiutuvan energian käyttöön, uuden teknologian käyttöönottoon ja koulutukseen liittyviä asioita. Lisäksi tavoitteena on selvittää ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit teollisuudelle sekä tehdä valmiussuunnitelmat riskeihin varautumiseksi[5]. (Kainuun maakunta -kuntayhtymä 2011).

Maakuntien lakisääteisenä suunnittelutehtävänä on luoda maakuntasuunnitelma, maakuntaohjelma ja maakuntakaava. Kainuussa nämä on yhdistetty Kainuu-ohjelmaksi, mikä ulottuu vuoteen 2040 saakka[6]. Maakuntasuunnitelma ja maakuntaohjelma 2022–2025 hyväksyttiin Kainuun maakuntavaltuustossa 22.12.2021. Kainuu-ohjelmassa merkittävimmäksi työllistäjäksi on tunnistettu kaivostoiminta.

Kainuun suurimmat päästölähteet vuonna 2021 olivat tieliikenne, maatalous ja työkoneet. Kokonaispäästöt vuonna 2021 olivat 551,9 ktCO2e[7]. Sotkamon suurin päästölähde vuonna 2021 olivat työkoneet, seuraavaksi maatalous ja kolmanneksi tieliikenne. Teollisuustoiminnan kasvaessa myös päästöt ovat lisääntyneet vuodesta 2005. Seurantajaksolla 2005–2021 energiatuotannon päästöt ovat vähentyneet uusiutuvien energialähteiden käytön myötä. Yhteensä päästöjä syntyi vuonna 2021 141,8 ktCo2ekv mikä on 8,6 % vähemmän kuin vuonna 2005[8].

Sotkamoon ei ole laadittu koko kuntaa koskevaa ilmastostrategiaa tai polkua päästöjen vähentämiseksi. Yksittäiset toimijat, kuten matkailuyrittäjät ja kaupat ovat laatineet omia tavoitteitaan[9]. Vuodesta 2005 Sotkamon päästöt ovat vähentyneet 8,6 % vuoteen 2021 mennessä, joten Kainuun ilmastostrategian ja Suomen ilmastotavoitteiden toteutumiseksi, alueella pitäisi tehdä huomattavia päästövähennyksiä vuoteen 2035 mennessä. Sotkamo Silver tuottaa vihreän siirtymän teknologioihin, kuten aurinkokennoihin ja sähköajoneuvoihin tarvittavaa hopeaa. Lisäksi hopeaa käytetään mm. tietokoneisiin, matkapuhelimiin, kytkimiin ja laitteisiin, kuten pesukoneisiin. Sotkamo Silverin tuotannossa hopean lisäksi ovat sinkki ja lyijy, joita käytetään metalliseoksissa ja suojauksissa. Sotkamo Silverin tavoitteena ei ole hyödyntää päästötöntä sähköä tai energiaa tai ostaa alkuperätodennettua sähköä toiminnassaan.

[5] Kainuun ilmastostrategia 2020. https://kainuunliitto.fi/assets/uploads/2020/10/Kainuun-ilmastostrategia-2020-PDF-373-Mt.pdf. [24.10.2023].
[6] Kainuu-ohjelma. https://kainuunliitto.fi/elinkeinot-ja-aluekehitys/kainuu-ohjelma-topsu/. [24.10.2023].
[7] Hiilineutraali Suomi. SYKE päästötiedot. https://hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Paastot_ja_indikaattorit/Kuntien_ja_alueiden_kayttoperusteiset_kasvihuonekaasupaastot. [24.10.2023].
[8] Hiilineutraali Suomi. SYKE päästötiedot. https://hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Paastot_ja_indikaattorit/Kuntien_ja_alueiden_kayttoperusteiset_kasvihuonekaasupaastot. [24.10.2023].
[9] Vastuullinen matkailu. Sotkamo nettisivut. https://www.sotkamo.fi/tyo-ja-yrittaminen/elinkeinot/matkailu/vastuullinen-matkailu/. [24.10.2023].



Kuva 22-1 Kainuun ja Sotkamon päästöt 2021. Sotkamon päästöt olivat 25 % Kainuun maakunnan päästöistä vuonna 2021.

22.2.3 Yleiset ennusteet ilmastonmuutoksen vaikutuksista

RCP-skenaariot

Ilmastonmuutosennusteet on laadittu globaalilla tasolla ja niiden perustana käytetään arvioita ilmakehän kasvihuonekaasujen ja pienhiukkasten pitoisuuksien kehittymisestä tulevina vuosikymmeninä. Ennusteiden muodostamista varten on laadittu vaihtoehtoisia päästöskenaarioita, joissa on kuvattu kasvihuonekaasujen ja pienhiukkasten päästöjen ja pitoisuuksien mahdollisia muutoksia. Vuosina 2013–2014 julkaistussa hallitusten välisen ilmastonmuutospaneelin arviointiraportissa esitetyt arviot ilmastonmuutoksen tulevasta kehityksestä perustuivat RCP-skenaarioihin (Representative Concetration Pathways)[10].

RCP-skenaarioita on yhteensä neljä. Eri RCP-skenaarioissa kasvihuonekaasujen maailmanlaajuisten päästöjen oletetaan kehittyvän seuraavasti[11]:

- RCP8.5-skenaario: kasvihuonekaasupäästöjen kasvu jatkuu nopeana tulevaisuudessakin.
- RCP6.0-skenaario: päästöt pysyvät aluksi suunnilleen nykyisellä tasollaan, mutta ovat myöhemmin tällä vuosisadalla melko suuria.

[10] Ilmastonmuutos 2014. Ilmastonmuutoksen hillintä. Yhteenveto päätöksentekijöille. Kolmannen työryhmän osuus hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin viidennessä arviointiraportissa. 7.5.2015. https://assets.ctfassets.net/hli0qi7fbbos/2OO88Gp3tswsJ9lqnL8Jh3/1d281bad342133266f50e137163eb593/IPCC-2014-WG3-SPM_suomennos_ilmastonmuutoksen_hillint__2014_updated070515.pdf. [19.10.2023].
[11] Ilmasto-opas 2017. Ennustettu ilmastonmuutos Suomessa. https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/ennustettu-ilmastonmuutos-suomessa. [23.2.2023)

- RPC4.5-skenaario: päästöt kasvavat aluksi hieman mutta kääntyvät laskuun vuoden 2040 tienoilla.
- RPC2.6-skenaario: päästöt kääntyvät jyrkkään laskuun jo vuoden 2020 jälkeen ja ovat vuosisatamme lopulla lähellä nollatasoa.

Tällä hetkellä RCP4.5-skenaarion toteutuminen vaatisi järeitä toimenpiteitä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Ilmastopolitiikassa lähtökohdaksi on kuitenkin asetettu tätäkin kunnianhimoisemmat tavoitteet.

Sään muutokset

Ilmastonmuutoksen seurauksena Suomen lämpötilat nousevat, sademäärät kasvavat, lumipeiteaika lyhenee ja myös routaa on aiempaa vähemmän. Lisäksi Itämeren pinta nousee ja jääpeite kutistuu. Talvella muutokset ovat suurempia kuin kesällä. (Ilmasto-opas 2017) Kuvissa 22-2 ja 22-3 on esitetty ilmastonmuutoksen arvioidut muutokset Kainuussa.

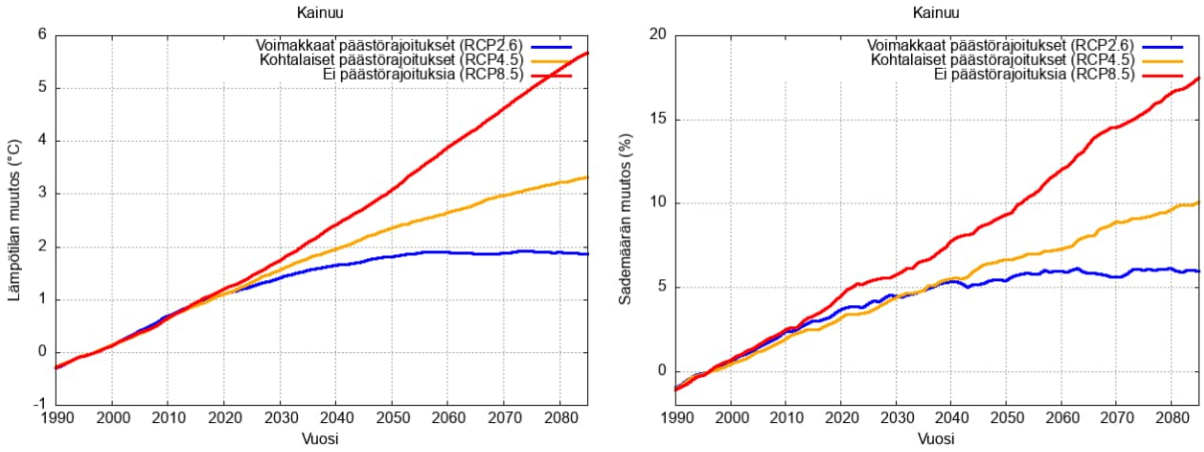
Suomen ilmastopaneelin vuonna 2021 julkaisemaan raporttiin (Suomen ilmastopaneeli 2021) koostettujen tietojen mukaisesti Kainuun ilmasto muuttuu 2050-luvulle mentäessä alla esitetyin tavoin. Tähän mennessä Kainuun ilmasto on jo lämmennyt 0,7 °C (verrattaessa ajanjaksoja 1991–2020 ja 1981–2010) (Gregow ym. 2021):

Keskilämpötila nousee kaikkina vuodenaikoina, merkittävimmin talvella, keväällä ja syksyllä.

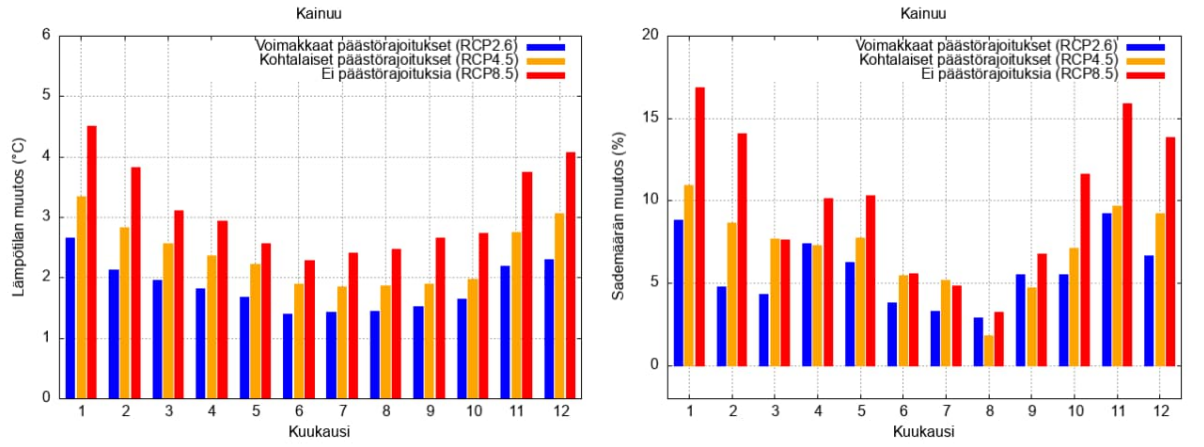
Riippuen vahvasti tulevien vuosien kasvihuonekaasupäästöjen kehittymisestä maailmanlaajuisesti, keskilämpötila nousee 2050-luvulle mennessä noin 1,8–3,0 °C. Tähän liittyy suuri epävarmuus kasvihuonekaasupäästöjen kehitykseen liittyen.

- Tällä hetkellä keskimääräinen vuotuinen sademäärä on 500–700 millimetriä ja vuotuisten sademäärien on arvioitu kasvavan alueella 6–10 %:a (kasvaen noin 530–770 mm:iin vuodessa). Näin ollen sademäärät kasvavat n. 30–70 mm vuodessa (vuoteen 2040 mennessä).
- Talvi lyhenee jopa 40 vuorokaudella ja muut vuodenajat pidentyvät 10–20 vuorokaudella.
- Vuorokauden ylin lämpötila nousee kaikkina vuodenaikoina. Huomattavin nousu on talvella, keväällä ja syksyllä.
- Vuorokauden alin lämpötila nousee kaikkina vuodenaikoina. Huomattavin nousuon talvella, keväällä ja syksyllä.
- Pakkaspäivien määrä vähenee.
- Lumen syvyys lisääntyy, lumipeitteen pysyvyys lyhenee päivillä.
- Sadepäivien määrä kasvaa talvella, keväällä ja syksyllä. Sademäärien muutos kesäisin epävarmaa.

- Rankkasateiden voimakkuus lisääntyy ja sateet voivat olla 1,3–1,5 kertaisia normaaliin sademäärään verrattuna.
- Ei merkittävää havaittua muutosta tuulen nopeudessa.
- Routa-ajan määrä lihenee noin 7 päivää per vuosikymmen.



Kuva 22-2. Vuotuisen keskimääräisen lämpötilan ja sademäärän arvioidut muutokset Kainuussa erilaisten kasvihuonekaasupäästöjen kehityskulkujen mukaan vuoteen 2100 asti. Muutokset ovat verrattuna jakson 1981–2010 ilmastoon[12]. (Gregow H. ym. 2021)



Kuva 22-3. Arvioidut lämpötilan ja sademäärän muutokset Kainuussa kuukausittain v. 2050 mennessä ilmastossa. Muutoksen ovat verrattuna jakson 1981–2010 ilmastoon[13]. (Gregow ym. 2021)

[12] Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet. Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2021. Gregow, H. et al. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2021/09/SUOMI-raportti_final.pdf. [19.10.2023].
[13] Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet. Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2021. Gregow, H. et al. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2021/09/SUOMI-raportti_final.pdf. [19.10.2023].

++	Lisääntyy/kasvaa huomattavasti	+	Lisääntyy/kasvaa	/	Ei juurikaan muutosta	()	Muutos epävarma
--	Vähenee huomattavasti	-	Vähenee	*	Ei osata sanoa tai merkityksetön		

Kainuu						
Muuttuja	**Talvi**	**Kevät**	**Kesä**	**Syksy**	**Vuosi**	**1991-2020 ja 1981-2010 vertailu ja huomioita**
Keskilämpötila	++	++	+	++	++	Jakso 1991-2020 0,7°C lämpimämpi kuin 1981-2010.
Sademäärä	++	+	+	+	+	Jakson 1991-2020 vuotuinen keskimääräinen sademäärä on likimain sama kuin 1981-2010.
Termisen vuodenajan pituus	-	/	+	/	*	Talvi lyhenee 40 vuorokaudella 2050-luvulle mentäessä, muut vuodenajat pitenevät 10… 20 vrk:lla.
Vuorokauden ylin lämpötila	++	++	+	++	++	Jakson 1991-2020 vuorokauden keskimääräinen ylin lämpötila noin 0,7°C korkeampi kuin 1981-2010.
Vuorokauden alin lämpötila	++	++	+	++	++	Jakson 1991-2020 vuorokauden keskimääräinen alin lämpötila noin 0,7°C korkeampi kuin 1981-2010.
Pakkaspäivien määrä	-	-	-	-	-	Jaksolla 1991-2020 pakkaspäivien keskimääräinen vuosimäärä on vähentynyt noin 5 päivällä verrattuna 1981-2010.
Lumi	-	--	*	--	-	Lumensyvyys kasvanut noin 1 - 2 cm / vuosikymmen, ja pysyvän lumen esiintyminen myöhästynyt noin 2-3 vrk/vuosikymmen.
Sadepäivien määrä	+	+	()	+	+	Suurta vuosien välistä vaihtelua.
Rankkasateiden voimakkuus	+	+	+	+	+	Ilmastonmuutoskerroin on vuorokausisateille 1,25–1,3 ja tuntisateille 1,35–1,5.
Suhteellinen kosteus	+	+	/	+	+	Ei merkittävää havaittua muutosta.
Tuulen nopeus	/	/	/	/	/	Ei merkittävää havaittua muutosta.
Roudan määrä	-	-	*	--	-	Kantavan roudan aika talvisin on koko maassa vähentynyt n. 7 päivää per vuosikymmen.

Kuva 22-4. Sää- ja ilmastotekijöiden muutokset Kainuun alueella 2050-luvulle mentäessä.[14]. (Gregow ym. 2021)

Tulvariskit

Tulvien arvioidaan yleistyvän Suomessa ilmastonmuutoksen seurauksena. Ilmastonmuutos vaikuttaa tulvariskiin eri tavoin eri puolella Suomea, tulvariskin tyypistä johtuen. Vesistöjen syys- ja talvitulvat yleistyvät ja kasvavat, kun taas kevättulvat pienenevät ja aikaistuvat. Suurten keskusjärvien vedenkorkeudet nousevat talvella nykyistä ylemmäksi[15]. Rankkasateiden yleistyminen lisää hulevesitulvien riskiä ja merivesitulvien riskin arvioidaan kasvavan ainakin Suomenlahdella. Vesistötulvien riskin on arvioitu kasvavan etenkin Etelä- ja Keski-Suomen suurissa vesistöissä. Sen sijaan pohjoisempana muutokset voivat olla lähitulevaisuudessa melko pieniä ja muutoksen suunta on epävarma[16].

Suomessa on 22 merkittävää tulvariskialuetta. Ensimmäisen kerran alueet nimettiin vuonna 2011. Uudelleenarviointi ja nimeäminen vuosiksi 2018–2024 tehtiin

[14] Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet. Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2021. Gregow, H. et al. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2021/09/SUOMI-raportti_final.pdf. [19.10.2023].
[15] Ilmasto-opas 2023. Keskeiset sopeutumishaasteet Suomessa. https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/keskeiset-sopeutumishaasteet-suomessa. [19.10.2023].
[16] Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet. Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2021. Gregow, H. et al. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2021/09/SUOMI-raportti_final.pdf. [19.10.2023].

vuonna 2018. Merkittävät tulvariskialueet valitaan ELY-keskusten tekemien tulvariskiarviointien perusteella[17].

Kainuussa ei ole merkittäviä tulvariskialueita. Tulvariski Kainuussa on nykyään kohtalainen ja ilmastonmuutoksen vaikutuksesta vesistöjen tulvariskien arvioidaan pysyvän ennallaan tai pienenevän vuoteen 2050 mennessä. Arvioon liittyy kuitenkin merkittävää epävarmuutta ja vaikutus voi vaihdella vesistöalueittain. Hankealue on normaalin valunnan ja virtaaman alueella[18], jossa talvisin lumimäärät ovat korkeita. Hulevesitulvariski on nykyään melko pieni tai kohtalainen ja ilmastonmuutoksen vaikutuksesta hulevesiturvariskin arvioidaan kasvavan[19]. (Gregow ym. 2021)

Hankealue ei sijaitse tunnistetulla tulvariskialueella tai tulvakartoitetulla alueella. Kuitenkin sadevesimäärän kasvaessa ja rankkasateiden yleistyessä on huomioitava se, että arvioitu sademäärä kasvaa n. 30–70 mm vuoteen 2040 mennessä. Se tarkoittaa, että yhden neliömetrin pinta-alalle kertyy 30–70 litraa enemmän vettä vuodessa, mikä tulee huomioida alueen vesienhallinnassa.

Alueella päivittäinen keskimääräinen sademäärä kesäaikana (skenaario: CMPI6, Near Term (2021–2040), SSP5-8.5, June to August) on arvioitu olevan korkeimmillaan n. 24 mm, mikä on 5,8 % enemmän kuin tällä hetkellä (22,5 mm). Rankkasateiden yleistyessä hetkittäinen sademäärä voi olla 1,5 kertainen eli 36 mm vuorokaudessa[20].

Metsäpalot- ja tuhot

Suurin osa metsäpaloista on ihmisten aiheuttamia, johtuen esimerkiksi tulen huolimattomasta käsittelystä sekä metsänhakkuista. Ilmastonmuutos kuitenkin lisää helleriskiä ja siten myös metsäpaloriskiä. Sään ja ilmaston lisäksi myös metsän ominaispiirteet vaikuttavat palojen syttymiseen, voimakkuuteen sekä leviämiseen. Ilmatieteenlaitos on mallintanut ilmastonmuutoksen ja metsänhoidon vaikutuksia metsäpaloihin tulevaisuudessa maanpintamallien avulla[21]. *(Ilmatieteenlaitos 2021)*

Vuosisadan loppuun asti ulottuvat tarkastelut osoittavat, että metsäpaloriski tulee kasvamaan tulevina vuosikymmeninä. Metsäpaloriski kasvaa sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa, kun metsäpohjan hienojakoinen paloaines kuivuu nopeammin. Muutos on selkein alkukesästä johtuen aikaisemmasta lumen sulamisesta, mutta kuivimmat jaksot ajoittuvat edelleen myöhempään kesään. Ilmastonmuutos lisäksi lisää palavan aineksen määrää, kun lämpötila nousee ja kasvukausi pitenee.

[17] Tulvakarttapalvelu. Tulvakeskus 2023. https://paikkatieto.ymparisto.fi/tulvakartat/. [19.10.2023].
[18] Vesi karttapalvelu. Kainuu- Sotkamo- Tipasjärvi. https://www.vesi.fi/karttapalvelu/ [25.1.2024].
[19] Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet. Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2021. Gregow, H. et al. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2021/09/SUOMI-raportti_final.pdf. [19.10.2023].
[20] IPCC WGI Interactive Atlas: Regional information. (Advanced).https://interactive-atlas.ipcc.ch/. [25.1.2024].
[21] Climate change and forest management affect for-est fire risk in Fennoscandia. Ilmatieteen laitos 2021. Reports 2021:3. ISBN 978-952-336-135-5. https://helda.helsinki.fi/handle/10138/330898.

Vakavat metsäpalokaudet tulevat pysymään harvinaisina, elleivät kaikkein synkimmät ilmastonmuutosskenaariot toteudu[22]. (Ilmatieteenlaitos 2021)

Kuumuus, kuivuus ja pidentyvä kasvukausi altistavat metsät myös erilaisten hyönteisten tuhoille. Metsää vaurioittavat kuumien kesien suomat otolliset olosuhteet erilaisten hyönteisten, kuten kirjanpainajan, tukkimiehentäin, tunturimittarin, juurikäävän sekä etelästä pohjoiseen siirtyvien hyönteisten lisääntymiselle[23].

22.3 Vaikutusten arviointi

22.3.1 Vaikutukset hiilinieluihin ja -varastoihin

Taulukossa 22-3 on esitetty arviot hankkeen elinkaaren aikaisista vaikutuksista hankealueen hiilinieluihin ja -varastoihin. Puuston hiilinielun menetys kuvaa puiden hakkaamisen vuoksi sitoutumatta jäävän hiilidioksidin määrää, ja vaikutuksen katsotaan alkavan välittömästi hakkuiden yhteydessä. Puuston hiilivarasto on laskennassa oletettu menetettäväksi välittömästi, mutta todellisuudessa menetys riippuu siitä, mihin käyttötarkoitukseen hakattavaa puustoa käytetään. Jos se päätyy johonkin puuta sisältävään tuotteeseen, sen sisältämä hiili pysyy sitoutuneena niin pitkään kuin tuote on käytössä ja sitä ei polteta tai se ei hajoa luonnossa. Kansainvälisen ilmastopaneelin raportin mukaiset puutuotteiden puoliintumisajat ovat kaksi (2) vuotta paperille ja kuitupuulle, 25 vuotta puupaneeleille ja 35 vuotta sahatavaralle (Hiraishi ym. 2014). Puoliintumisaika kuvaa aikaa, jossa puolet materiaaliin sitoutuneesta hiilestä on jäljellä tietyn ajan jälkeen. Energiakäytössä hiilen katsotaan päätyvän ilmakehään saman vuoden aikana kuin hakkuut toteutetaan.

[22] Climate change and forest management affect for-est fire risk in Fennoscandia. Ilmatieteen laitos 2021. Reports 2021:3. ISBN 978-952-336-135-5. https://helda.helsinki.fi/handle/10138/330898.
[23] Ilmastonmuutos lisää metsätuhojen riskejä Suomessa. Venäläinen A. et al. 2020. Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2020 artikkeli 10454. https://doi.org/10.14214/ma.10454.

Taulukko 22-3. Hankkeen aiheuttama hiilinielujen ja -varastojen menetys hankkeen elinkaaren aikana.

	VE0	VE1	VE2	
Puuston hiilinielun menetys	0	745	351	tCO_2
Puuston hiilivaraston menetys	0	1 517	714	tCO_2
Pintamaan hiilivaraston menetys	0	1 095	1 780	tCO_2

Maaperän hiilivaraston menetys kuvaa poistettavien pintamaiden mukana menetettävää hiilivarastoa. Suunnitelmien mukaan VE1:n koko aluevaraus on noin 32,5 hehtaaria, jolta pintamaa poistetaan 20 hehtaarin suuruisesta osasta. VE2:n osalta pintamaa poistetaan koko 32,5 hehtaarin alueelta. Tässä on huomioitava, että varastoa ei välttämättä menetetä kokonaan, eikä menetys tapahdu välittömästi. Maa-aines läjitetään poistamisen jälkeen, jolloin hiilen vapautuminen orgaanisesta aineksesta nopeutuu, mutta vapautumisen määrä riippuu esimerkiksi ilmastollisista tekijöistä.

Taulukossa 22-4 on esitetty arvio hankealueen maaperän nykyisistä hiilinieluista ja -varastoista. Tilastokeskuksen kertoimien perusteella maaperä toimii nykyisellään vähäisenä päästölähteenä VE1:n alueella ja on lähes tasapainossa VE2:n alueella. Arvioitu hiilivarasto on VE1:n alueella selvästi suurempi johtuen turvemaiden isommasta osuudesta. Alueen pinta-alasta noin 75 % on turvemaata, kun taas VE2:n pinta-alasta turvemaata on vain noin 30 %.

Taulukko 22-4. Arvio hankealueen maaperän hiilinieluista ja -varastoista.

	VE0	VE1	VE2	
Nykyinen maaperän hiilinielu	0	-1,5	0,1	tCO_2/a
Nykyinen maaperän hiilivarasto	0	53 600	24 900	tCO_2

Hiilitaselaskennassa on käytetty oletuksena, että koko hankealueelta poistetaan kaikki puusto ja osasta aluetta myös orgaaninen pintamaa. Maan peittäminen rikastushiekalla todennäköisesti estää sekä hiilen sitoutumista että vapautumista. Tällöin olemassa olevat hiilinielut ja päästöt katoavat tai pienenevät. Toisaalta hankkeen myötä isoihin turvemassoihin sitoutunut hiili pysyy maan alle varastoituneena. Sekä puuston että maa-aineksen osalta loppukäyttö kuitenkin ratkaisee, kuinka pian hiili vapautuu ilmakehään.

Laskennassa ei ole arvioitu hankkeen elinkaaren lopussa tapahtuvan mahdollisen maisemoinnin vaikutuksia hiilitaseeseen. Kasvattamalla uutta biomassaa alueen päälle hiilinielut ja -varastot voidaan osittain palauttaa. Ei ole kuitenkaan todennäköistä, että esimerkiksi metsäiset alueet voitaisiin metsittää uudelleen. Siten

vaikutukset erityisesti puustoon varastoituneen hiilen määrään jatkuvat myös hankkeen elinkaaren päätyttyä.

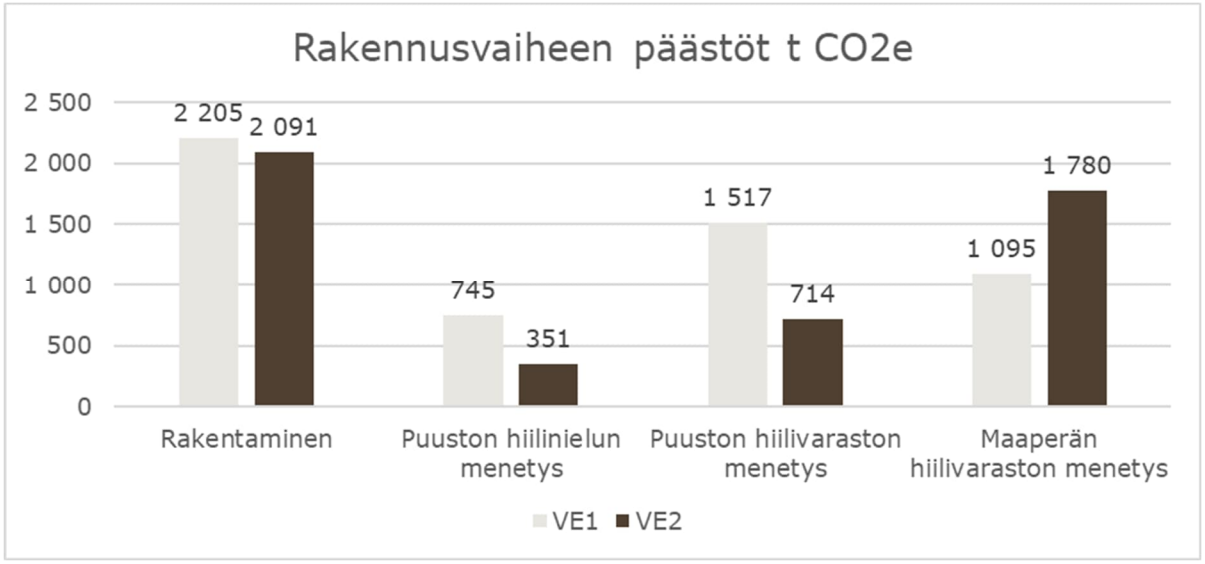
22.3.2 Rakentamisvaiheen vaikutukset

Rakentamisen aikaiset päästöt on esitetty taulukossa 22-5. Päästöt koostuvat materiaaleista ja rakentamisen energiankulutuksesta sekä hiilinieluihin ja -varastoihin kohdistuvista muutoksista. Rakentaminen aiheuttaa hankkeen elinkaaren kokonaispäästöistä 1 %. Hiilinielujen ja -varastojen menetyksestä aiheutuvat päästöt ovat kohteessa suhteellisen pienet, koska alueelta ei poistu suurta määrää puustoa ja turvealueellakin (VE1) turve on tarkoitus tiivistää pohjarakenteeseen suurimittaisen massanvaihdon sijaan.

Taulukko 22-5. Rakentamisen aikaiset päästöt sisältäen hiilinielujen ja -varastojen muutokset.

Hankevaihtoehto	Päästöt tCO_2e
VE0	0
VE1	5 562
VE2	4 936

Rakentamisvaiheen päästöistä (Kuva 22-5) suurin osa (58…60 %) aiheutuu hiilinielujen sekä puuston ja maaperän hiilivarastojen menetyksestä. Itse rakentamisen päästöt, joihin on laskettu mukaan materiaalit, kuljetukset ja työmaatoiminnot, ovat noin 40…42 % rakentamisvaiheen kokonaispäästöistä. Näistä suurin vaikutus on työmaatoiminnoilla, joihin on luettu mukaan työkoneiden ja räjähteiden käytön päästöt.



Kuva 22-5. Rakentamisvaiheen päästöjen vertailu yksikössä tCO_2e. Rakentamisen päästöissä on huomioitu materiaalit, kuljetukset ja työmaatoiminnot kuten työkoneiden polttoaineiden ja räjähteiden päästöt.

Rakentamisvaiheessa syntyviä jätteitä ei ole huomioitu. Rakentamisessa tarvittava moreeni on laskennassa oletettu saatavan VE2 alueelta ja muut kiviainekset tarvekivilouhokselta. Vaihtoehdot VE1 ja VE2 eroavat toisistaan vähäisessä määrin rakennusvaiheen materiaalimääriltään. Vaihtoehtoon VE0 ei tarkastelussa sisälly rakentamisvaiheen päästöjä vaan altaan korotus on huomioitu käyttövaiheen päästönä.

22.3.3 Käyttövaiheen aikaiset vaikutukset

Hankkeen käyttövaiheen aikaisten päästöjen arvioinnissa on vaihtoehdon VE0 osalta huomioitu ainoastaan olemassa olevan rikastushiekka-altaan korotus. Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 osalta on käytetty oletusta, että tuotantomäärä ja sen myötä kaikkien toiminnan aikaisten resurssien ja prosessien käyttö (pl. propaani) kasvaa 1,6-kertaiseksi.

Kaivoksen lämmitykseen käytettävän propaanin osalta vuosikulutuksen on arvioitu pysyvän ennallaan, sillä kaivoksen tuuletusilman lämpötilaa on alennettu ja toisaalta kaivoksen syveneminen ei lisää oleellisesti lämmitystarvetta, koska maan alla lämpötila nousee luontaisesti syvemmälle mentäessä. Malminlaadun muutoksista mahdollisesti aiheutuvia vaikutuksia kulutusmääriin ei ole arvioitu, vaan kerroin perustuu suoraan vuoden 2021 malmintuotantomäärän ja jatkovuosille suunnitellun malmintuotantomäärän suhteeseen (800Kt / 500Kt). Käyttövaiheen vuosikulutustietoina on käytetty vuoden 2023 tietoja, sillä ne kuvaavat tulevaa maanalaista toimintaa paremmin kuin vuoden 2021 lukemat, jolloin toiminta oli pääosin avolouhintaa. Käyttövaiheen päästöt on arvioitu 11 vuoden ajalle (v. 2025–22-6.

Käyttövaihe aiheuttaa hankkeen elinkaaren päästöistä valtaosan (98…99 %). Käyttövaiheen aikaiset päästöt on esitetty taulukossa 22-6.

Taulukko 22-6. Käyttövaiheen aikaiset päästöt.

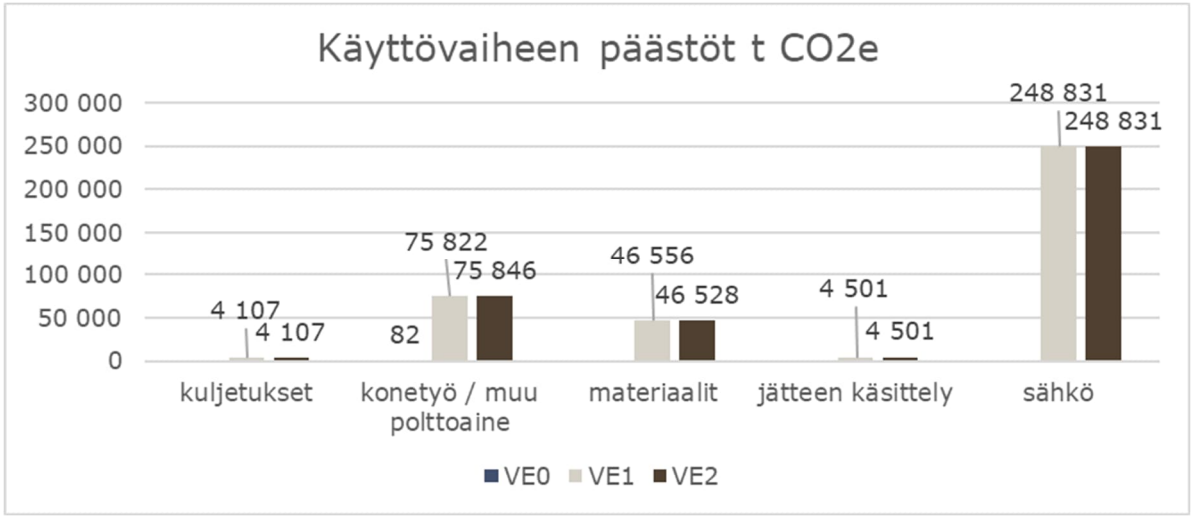
Hankevaihtoehto	Päästöt tCO_2e
VE0	82
VE1	379 816
VE2	379 812

Käyttövaiheen aikaiset päästöt (Kuva 22-6) sisältävät vaihtoehdossa VE0 rikastushiekka-altaan korotuksen. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on lisäksi mukana rikastushiekan siirto kaivostäyttöön sekä toiminnassa kuluvat kemikaalit, energia ja polttoaineet, räjähteet ja syntyvät jätteet.

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 suurin osa käyttövaiheen päästöistä aiheutuu sähkönkulutuksesta (loisteho huomioitu), jonka päästöt molemmissa hankevaihtoehdoissa ovat noin 250 000 tCO2e 11 vuoden aikana (n. 66 % käyttövaiheen päästöistä). Seuraavaksi suurimmat käyttövaiheen päästöt aiheutuvat konetyössä käytetyistä polttoaineista ja ilmanvaihtokoneissa käytettävästä propaanista. Lisäksi

käyttövaiheessa aiheutuu päästöjä toiminnassa käytetyistä aineista kuten kemikaaleista ja räjähteistä sekä rikastusprosessin tuotantotarvikkeista kuten jauhinkuulista ja -tangoista.

Räjähteiden päästöt on otettu Sotkamo Silverin toimittamista päästölaskennoista, joissa räjähteiden päästöarvoina on käytetty valmistajakohtaisia ympäristöselosteita (EPD, moduulit A1-A5) tai niiden puuttuessa vastaavan tuotteen saatavilla olevia tietoja. Sähkö on alkuperävarmentamatonta ja sen päästöt on mallinnettu viimeisimmän saatavilla olleen jäännösjakauman mukaisesti (vuosi 2022)[24].



Kuva 22-6. Käyttövaiheen päästöjen vertailu yksikössä tCO_2e.

Vaihtoehdot VE1 ja VE2 eroavat toisistaan vähäisessä määrin korotuksiin käytettävän rikastushiekan määrän osalta. Käyttövaiheen osalta ei ole huomioitu polttoaineiden eikä ulkopuolelle vietävien jätteiden kuljetuksia. Lisäksi yksittäisiä aineita on jätetty huomioimatta perustuen vähäiseen käyttömäärään ja saatavilla olevan päästöarvon puutteeseen (dekstriini, natriumpolysulfidiliuos, tuulilasinpesunesteet). Kuparikloridiliuoksen osalta on käytetty materiaalivalmistuksen päästöarvoa nolla, sillä kemikaali on piirilevyjen valmistuksessa syntyvä sivuvirta, joka on sen tuottajalle prosessijätettä.

22.3.3.1 KHK- päästöt, mikäli käytetään avolouhoksen kiviainesta

VE1 ja VE2 vaihtoehdoissa tarkasteltiin KHK- päästöjä myös, mikäli rikastushiekkaa ei käytetä kaivostäyttöön ja täyttöön joudutaan käyttämään rikastushiekan sijaan avolouhoksesta louhittavaa täyttökiveä. Tällöin käyttövaiheessa aiheutuu arviolta noin 5000 t CO2e enemmän päästöjä. Lisäys on ilmastovaikutuksen

[24] Energiavirasto. 20.6.2023. Vuoden 2022 jäännösjakauma julkaistu. https://energiavirasto.fi/-/vuoden-2022-jaannosjakauma-julkaistu [4.3.2024]. Julkaisun mukaan ”Jäännösjakauman mukaisen sähköntuotannon keskimääräiset hiilidioksidin ominaispäästöt ovat 471,27 g/kWh ja käytetyn ydinpolttoaineen määrä on 0,60 mg/kWh”.

kannalta marginaalinen (+1,3 % käyttövaiheen KHK-päästöistä), mutta merkittävä mineraalisten luonnonvarojen kulutuksen kannalta.

Taulukko 22-7. Käyttövaiheen aikaiset päästöt, mikäli kaivostäyttöön käytetään avolouhoksen kiviainesta rikastushiekan sijaan.

Hankevaihtoehto	Päästöt tCO_2e, mikäli käytetään avolouhoksen kiviainesta
VE0	
VE1	384 816
VE2	384 812

22.3.4 Sulkemisvaiheen vaikutukset

Sulkemisvaiheen vaikutusten arvioinnissa on huomioitu rikastushiekka-altaan laajennusosan sulkeminen moreeni- ja kasvukerroksella peittämällä.

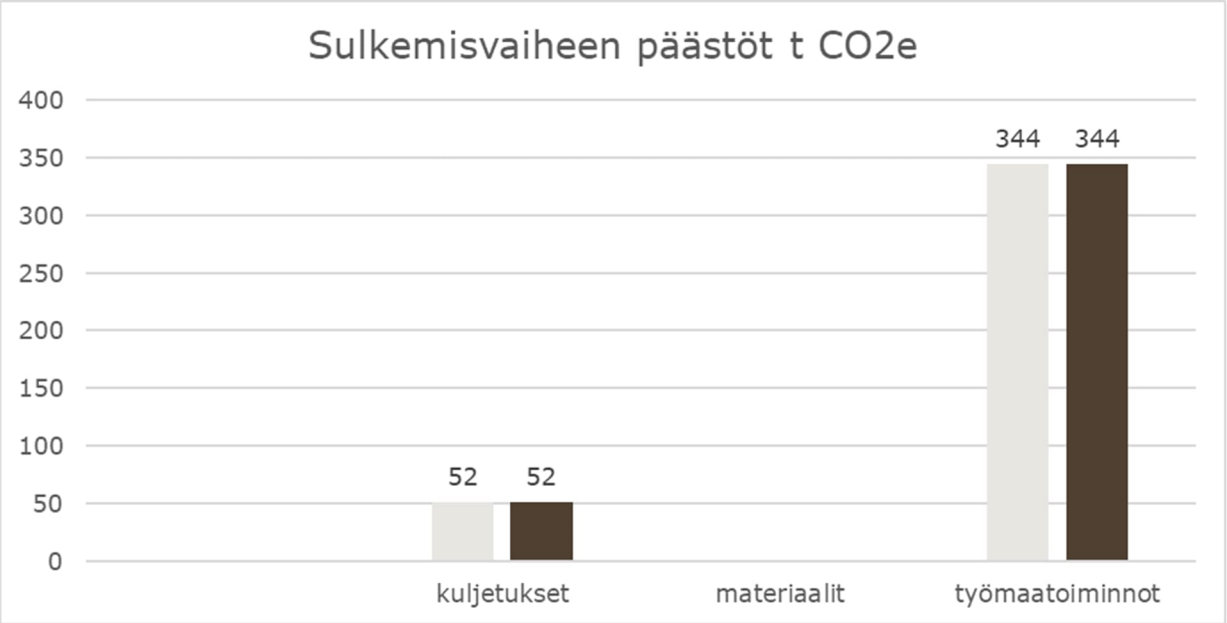
Sulkemisvaiheen aikaiset päästöt on esitetty taulukossa 22-8.

Taulukko 22-8. Sulkemisvaiheen aikaiset päästöt.

Hankevaihtoehto	Päästöt tCO_2e
VE0	0
VE1	396
VE2	396

Päästöjen osalta on huomioitu työkoneiden ja kuljetuskaluston polttoaineiden kulutus (VE1 ja VE2 vaihtoehdoissa tarkasteltiin KHK- päästöjä myös, mikäli rikastushiekkaa ei käytetä kaivostäyttöön ja täyttöön joudutaan käyttämään rikastushiekan sijaan avolouhoksesta louhittavaa täyttökiveä. Tällöin käyttövaiheessa aiheutuu arviolta noin 5000 t CO2e enemmän päästöjä. Lisäys on ilmastovaikutuksen kannalta marginaalinen (+1,3 % käyttövaiheen KHK-päästöistä), mutta merkittävä mineraalisten luonnonvarojen kulutuksen kannalta.

Taulukko 22-7). Moreeni on oletettu saatavan VE2 alueelta ja kasvukerros alueen turve- ja pintamaista. Suunnittelutietoina materiaalien osalta on huomioitu ainoastaan em. maa-ainekset, joiden vaikutukset näkyvät työmaatoimintoina ja kuljetuksina. Laskennassa on tehty konservatiivinen oletus, että ao. massat joudutaan kaivamaan nimenomaan sulkemisvaihetta varten, vaikka osa niistä saattaa todellisuudessa syntyä rakentamisen ylijäämänä.



Kuva 22-7. Sulkemisvaiheen päästöjen vertailu yksikössä tCO_2e. Materiaalien osalta huomioitu vain maa-ainekset, joiden päästöt mukana kuljetuksissa ja työmaatoiminnoissa.

Sulkemisvaiheessa mahdollisesti tehtäviä kaivosalueen infran purkutöitä ja niistä syntyviä jätteitä ei ole huomioitu. Rikastushiekan siirto kaivostäyttöön on kokonaisuudessaan huomioitu käyttövaiheen laskennassa, vaikka siirto todennäköisesti jatkuu vielä sulkemisvaiheen aikana.

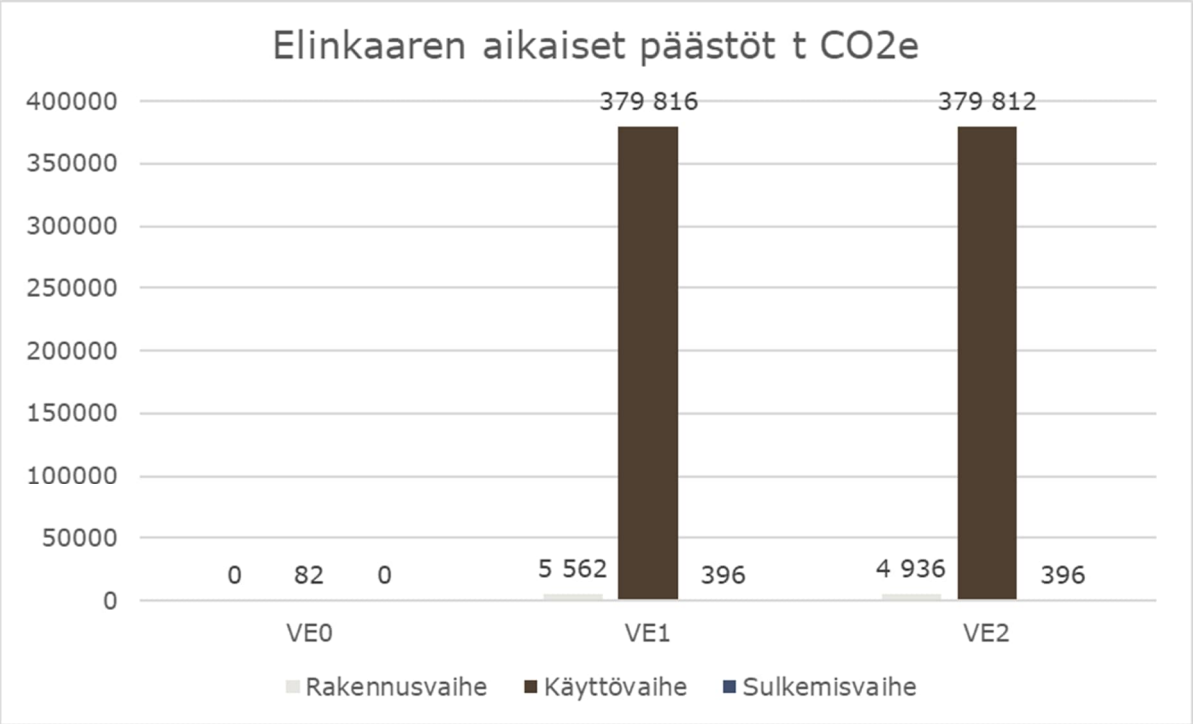
22.3.5 Elinkaaren aikaiset vaikutukset

Hankkeen koko elinkaaren aikaiset päästöt on esitetty taulukossa 22-9.

Taulukko 22-9. Elinkaaren aikaiset päästöt.

Hanke-vaihto-ehto	Päästöt tCO2e, rakennus-vaihe	Päästöt tCO2e, käyt-tövaihe	Päästöt tCO2e, sulkemis-vaihe	Päästöt tCO2e, yh-teensä
VE0	0	82	0	82
VE1	5 562	379 816	396	385 774
VE2	4 936	379 812	396	385 144

Elinkaaren aikaiset päästöt jakautuvat rakennusvaiheen, käyttövaiheen ja sulkemisvaiheen aikaisiin päästöihin (Kuva 22-8). Jälkihoitovaihetta ei ole huomioitu, sillä sen osuus arvioidaan merkityksettömän pieneksi.



Kuva 22-8. Elinkaaren aikaisten päästöjen vertailu yksikössä tCO_2e. Jälkihoitovaihetta ei ole arvioitu.

Elinkaaren aikaisia päästöjä ei voi verrata vastaavan lopputuotteen (rikaste) valmistuksen päästöihin, sillä laskennassa ei ole huomioitu alkuperäisen kaivoksen ja rikastamon tai niihin liittyvän infran rakentamista eikä koko toiminnan ja toiminta-ajan elinkaarta. Tämä laskenta kuvaa rakentamis- ja sulkemisvaiheen osalta ainoastaan rikastushiekka-altaan laajentamiseen liittyvää rakentamista ja käyttövaiheen osalta ainoastaan 11 vuoden ajalta syntyviä päästöjä perustuen niihin lähtötietoihin, joita laskentaan on ollut käytettävissä. Ilmastovaikutusten arviointi ei täten perustu täysimittaiseen elinkaariarviointiin eikä kaikilta osin täytä elinkaariarvioinnin standardeissa esitettyjä vaatimuksia ja tarkkuustasoa.

22.3.6 Hankkeen positiiviset vaikutukset

Hankkeessa tuotetaan elektroniikassa ja laitteissa tarvittavia metalleja, joita pääsääntöisesti tuotetaan Kaakkois- Aasiassa. Kaakkois- Aasian kaivosteollisuuden päästöt ja ekologinen jalanjälki on suuri[25]. Mikäli kaivosteollisuuden tuotteiden jatkojalostus ja käyttö tapahtuu Suomessa, vältytään päästöintensiiviseltä materiaalin kuljetukselta muualle maailmaan. Nykytilanteessa rikasteet jatkojalostetaan Suomessa ja Ruotsissa sijaitsevilla sulatoilla, mutta tuotteiden myyminen markkinaehtoisesti on mahdollista. Ilmastonmuutoksen vaikutukset hankkeeseen ja niihin sopeutuminen

[25] India's Mining Sector Sustainability Ambitions. https://www.knowesg.com/featured-article/indias-mining-sector-sustainability-ambitions. [06.02.2024].

Ilmastonmuutoksen seurauksena alueen ilmasto lämpenee ja luonnon ääri-ilmiöt lisääntyvät. Mahdollisia vaikutuksia hankealueelle (VE1 ja VE2) voivat olla lisääntyvä sadanta, helle-, palo- ja myrskyriskit.

Sotkamo Silver käyttää toiminnassaan paljon sähköä. Myrskyjen lisääntyessä sähkökatkot voivat yleistyä, joten alueen sähkönsaannin turvaamiseen, katkoihin varautumiseen sekä raivaustarpeiden kartoittamiseen tie- ja sähköverkkojen läheisyydessä kannattaa varautua hankesuunnittelussa.

Ilmastonmuutoksen aiheuttama suurempi sadanta tuo lisäpainetta valumilta ja tulvilta varautumiseen sekä vesien johtamiseen ja käyttöön. Koska rankkasateiden voimakkuus kasvaa ja sademäärät voivat olla 1,3–1,5 kertaisia normaaliin sademäärään verrattuna, täytyy rankkasateiden aiheuttamiin riskeihin, kuten eroosioon ja maanvalumiin varautua.

Vuotuinen sadanta lisääntyy alueella n. 30–70 mm vuoteen 2040 mennessä. Se tarkoittaa, että yhden neliömetrin pinta-alalle kertyy 30–70 litraa enemmän vettä vuodessa[26]. Vesimäärä hankealueella (32,5 ha) lisääntyy ilmastonmuutoksen myötä 9 750 m^3- 22 750 m^3.

Rikastamo käyttää vuodessa noin 1,2–1,4 miljoonaa kuutiota (m^3) vettä tuotantomäärästä riippuen. Mikäli lisääntyvää sadevettä pystytään hyödyntämään rikastamon tuotannossa, pienenee muualta, esimerkiksi Tipasjärven Olkilahdesta otettavan lisäveden määrä. Suurempi veden valuma on hyvä huomioida alueen vedenjohtamisjärjestelmien ja altaiden mitoituksessa, aluesuunnittelussa, rakentamisessa ja käyttövaiheen toimintoja suunniteltaessa.

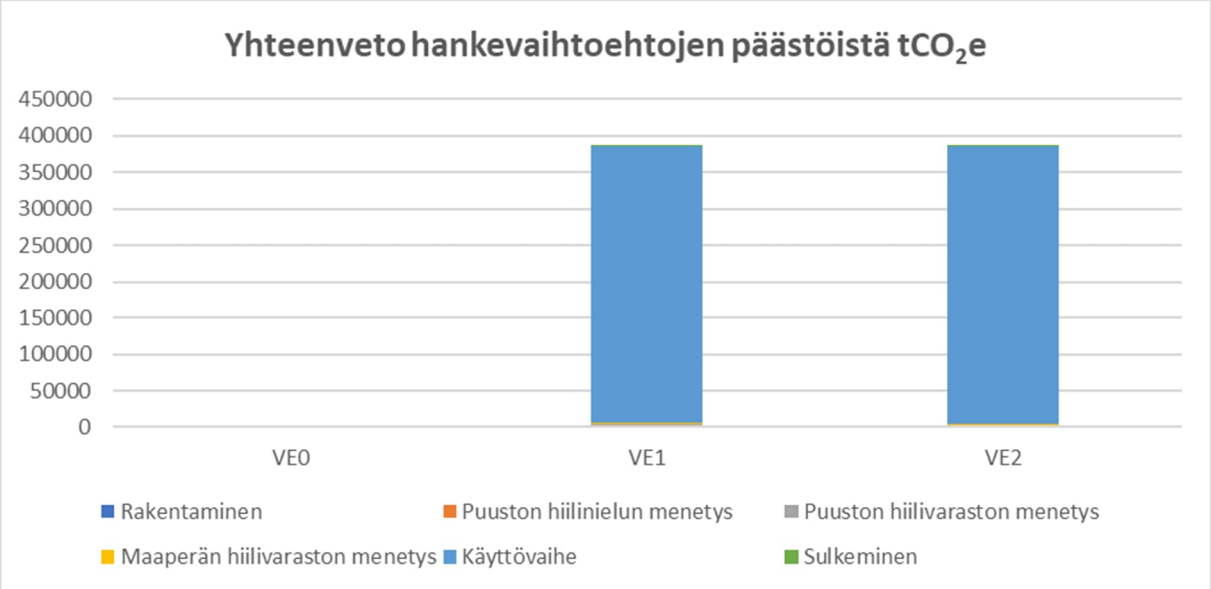
Helleriski lisää esimerkiksi rakennus- ja käyttövaiheessa polttoainevarastojen paloriskiä. Maastopalo puolestaan voi aiheuttaa taloudellista vahinkoa, verkkojen katkeamista (sähkö, tie ja tietoliikenne), ekologisten yhteyksien kaventumista ja metsiin sitoutuneen hiilen päästöjä ilmakehään. Paloja voidaan ennaltaehkäistä vastuullisella polttoainekäsittelyllä sekä hankealueen ja reunavyöhykkeen puuston asianmukaisella ylläpidolla. Palon sattuessa kunnossa olevat huoltotiet auttavat palon sammutuksessa.

Yhteenvetona voidaan todeta ilmastonmuutoksen yleisellä tasolla lisäävän sään ääri-ilmiöitä ja siitä mahdollisesti seuraavia ongelmia (esim. tulvat, palovaara ja myrskyt). Jos rakentamisessa ja käytön aikana otetaan huomioon ilmastonmuutoksen vaikutuksiin varautuminen, ilmastonmuutoksella ei arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia hankkeen kannalta.

[26] Ilmatieteen laitos. Sade. https://www.ilmatieteenlaitos.fi/sade. [09.11.2023].

22.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Alla olevassa kuvassa 22-9 on esitetty yhteenveto hankevaihtoehtojen päästöistä. Mukana ovat myös epävarmat puuston hiilivarastojen ja maaperän hiilinielun menetys, joiden päästöjen toteutumisesta ei ole varmuutta ja näin ne voivat aiheuttaa epävarmuutta elinkaaren kokonaishiilijalanjälkeen. Puuston ja maaperän hiilinielut ja varastot ovat kuitenkin vähäiset käyttövaiheen päästöihin nähden, jotka ovat suurin päästölähde. Kuten tuloksista nähdään, päästöt eivät juurikaan eroa hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 kesken.



Kuva 22-9. Hankevaihtoehtojen elinkaaren vertailu yksikössä tCO_2e.

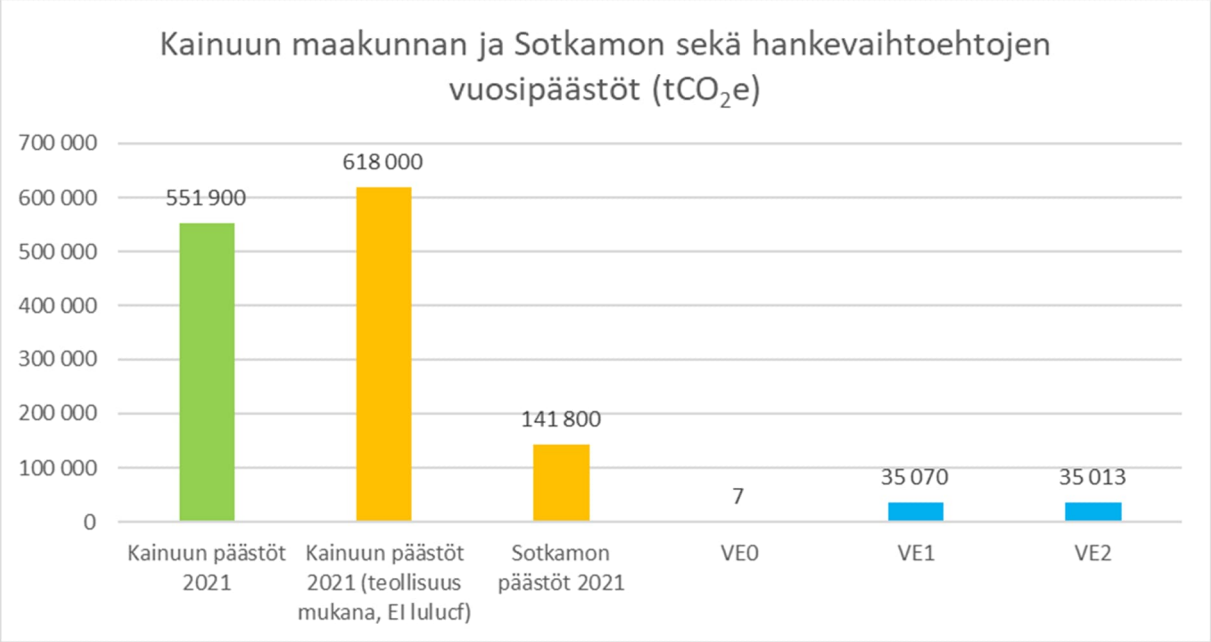
Alla olevassa taulukossa 22-10 on eriteltynä eri vaiheiden päästöt sekä puuston ja maaperän hiilinieluihin ja varastoihin liittyvät muutokset.

Taulukko 22-10. Hankevaihtoehtojen elinkaaren päästöt.

[$ktCO_2e$]	Rakentaminen	Puuston hiilinielujen menetys	Puuston hiilivaraston menetys	Maaperän hiilinielun menetys	Käyttövaihe	Sulkeminen	Edelliset yhteensä
VE1	2205	745	1517	1095	379816	396	385774
VE2	2091	351	714	1780	379812	396	385144
VE0					82		82

Sotkamon Hinku-laskeman mukaiset päästöt vuonna 2021 olivat 141,8 $ktCO_2e$. (eivät sisällä päästöhyvityksiä, päästökauppaan kuuluvien teollisuuslaitosten polttoaineiden käyttöä, teollisuuden sähkönkulutusta, teollisuuden jätteiden käsittelyn päästöjä eikä kuorma-, paketti- ja linja-autojen läpiajoliikennettä). Hinku-

laskelmiin verrattuna hankevaihtoehtojen päästöt vuotta kohden ovat noin 24,7 % Sotkamon vuoden 2021 päästöistä. Kainuun Hinku-päästöihin verrattuna hankevaihtoehtojen päästöt ovat vuotta kohden noin 6,3–6,4 % ja Tilastokeskuksen laskelmiin verrattuna 5,7 %. Vuodesta 2005 Sotkamon päästöt ovat vähentyneet ainoastaan 8,6 % vuoteen 2021 mennessä. Kainuun ilmastostrategian ja Suomen ilmastotavoitteiden toteutumiseksi, alueella pitäisi tehdä huomattavia päästövähennyksiä vuoteen 2035 mennessä.



Kuva 22-10. Kainuun ja Sotkamon vuoden 2021 päästöt sekä hankevaihtoehtojen vuosipäästöt (tCO_2e). Kainuun ja Sotkamon vuosipäästöt ovat Hinku-laskelman mukaiset eivätkä sisällä joitain merkittäviä päästölähteitä kuten mm. teollisuuden sähkönkäyttöä.

Hankkeen toteuttaminen vaihtoehdoilla VE1 tai VE2 lisää Sotkamon ja Kainuun alueen päästöjä. Verrattaessa päästöjä kunta- ja aluetason HINKU-laskelmien päästöihin täytyy huomioida se, laskelmissa ei ole mukana mm. päästökauppaan kuuluvan teollisuuden päästöjä tällä hetkellä. Yksittäisen toimijan päästöt eivät näin ollen näy HINKU-laskelmissa. Tilastokeskuksen julkaisemissa maakuntapäästöissä (618 ktCO2e vuonna 2021[27]) on mukana myös teollisuustoimijoiden päästöt, mutta niistä puuttuvat LULUCF-sektorin päästöt.

Kaivoksessa tuotettava hopea, lyijy- ja muut kaivoksen metallit ovat vihreään siirtymään tarvittavia metalleja, joten kokonaisarviossa täytyy huomioida koko hankkeen vaikutukset vihreän siirtymän toteutuksen edellytyksille. Lisäksi on huomioitava, että todennäköisesti kaikkea Sotkamo Silver Oy:n valmistamaa hopeaa ei tulla käyttämään puhtaan energian järjestelmissä, kuten aurinkokennoissa

[27] Tilastokeskus, vuoden 2021 kasvihuonekaasupäästöt. https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__khki/statfin_khki_pxt_122d.px/. [13.3.2024].

Suomessa. Hopean ja muiden metallien louhimisen ja rikastamisen päästöt ja, erityisesti vesistöä, maaperää ja hiilivarastoa sekä hiilinielua koskevat muutokset ovat paikallisia, mutta hyödyt todennäköisesti globaalit.

Vaihtoehtotarkastelun perustella molemmilla vaihtoehdoilla VE1 ja VE2 on samankaltaiset huomattavat ilmastovaikutukset. Muutoksen laatu on kielteinen kaikissa vaihtoehdoissa ja sen merkittävyys on arvioitu VE1 ja VE2 tapauksissa kohtalaiseksi ja VE0 tapauksessa pieneksi.

Taulukko 22-11. Vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys							
	Kohtalainen herkkyys		VE1 VE2	VE0				
	Suuri herkkyys							

22.5 Arvioinnin epävarmuudet

Arviointi on pyritty toteuttamaan yliarviona ja kaksoislaskentaa on vältetty. Arvioinnin epävarmuuksia on jo esitetty aiemmassa tekstissä, joten alla on käsitelty niistä merkittävimpiä.

Rakentamisen ja sulkemisen osalta on käytetty tässä suunnitteluvaiheessa saatavilla olevaa tietoa, johon liittyy epävarmuutta mm. materiaalimäärien ja kuljetusetäisyyksien sekä työmaatoiminnoissa käytettävän kaluston osalta. Käyttövaiheen osalta on käytetty Sotkamo Silverin toimittamia tietoja sekä arviota siitä, että resurssien ja prosessien kulutus on tulevina lisävuosina 1,6-kertainen vuoden 2023 kulutuslukemiin verrattuna. Malminlaadussa tapahtuvien muutosten tai muiden kuin tässä raportissa kuvattujen kaivoksen syvenemisestä aiheutuvien muutosten vaikutusta kulutukseen ei ole huomioitu.

Puuston ja maaperän hiilivaraston ja -nielun laskennassa epävarmuutta liittyy erityisesti maaperän hiilivaraston suuruuteen. Tarkemman maaperätiedon puuttuessa on käytetty Suomen keskimääräisiä arvoja kivennäismaan ja turvemaan hiilipitoisuuksille sekä turvekerroksen paksuudelle. Lisäksi poistettavan puuston ja

maa-aineksen loppukäyttöön ja -sijoitukseen liittyy epävarmuutta, ja laskennassa sekä hiilinielut että -varastot on oletettu menetettäviksi välittömästi maanmuokkauksen yhteydessä, mikä ei täysin vastaa todellista tilannetta.

Ilmastovaikutusten arvioinnissa epävarmuutta tuovat erilaiset ilmastoskenaariot ja niiden toteutuminen alueella tulevina vuosikymmeninä.

22.6 Vaikutusten lieventäminen

Kasvihuonekaasupäästöihin voidaan vaikuttaa hankkeen tapauksessa rakentamisessa, käytössä ja sulkemisessa käytettävillä polttoaineilla ja sekä räjähdevalinnoilla. Polttomoottorikuljetusvälineiden- ja laitteiden päästöjä pystytään pienentämään jopa 90 %. Lisäksi päästöjä voidaan vähentää käyttämällä urealiuosta uudemmissa dieselkäyttöisissä ajoneuvoissa- ja laitteissa. Vähäpäästöisiä raskaalle kalustolle soveltuvia polttoaineita ovat esimerkiksi uusiutuva diesel ja biokaasu. Sähkökäyttöiset laitteet ovat käytön aikana päästöttömiä, mikäli niissä käytetään päästötöntä sähköä.

Laskennassa oletuksena on ollut, että Sotkamo Silver käyttää rikastamossa ja muissa toiminnoissa alkuperätodentamatonta sähköä, jonka päästökerroin on suuri ja tulee todennäköisesti nousemaan vuosittain. Käyttövaiheen päästöistä n. 66 % tulee sähkön käytöstä. Mikäli Sotkamo Silver käyttäisi toiminnassaan alkuperätodennettua päästötöntä sähköä, pienenisivät käyttövaiheen päästöt merkittävästi.

Mikäli hanke toteutetaan olettaen, että hankkeessa on käytössä vähäpäästöiset menetelmät, pitäisi ennen toteutusta kirjata se menetelmiin ja toteutussuunnitelmaan. Ennen hankkeen aloitusta on hyvä määritellä, mitä ovat vähäpäästöiset koneet ja laitteet, kuinka paljon päästöjä pyritään niitä käyttämällä vähentämään sekä todentaa käytettävät energialähteet ja laatia hankkeelle hiilibudjetti. Hiilibudjetin toteutumisen seuraamiseksi päästöt tulisi laskea vähintään vuosittain. Hankkeen toteutustavasta riippumatta maanperän ja puun hiilivarastot ja nielut menetetään alueella vaihtoehdoissa VE1 ja VE2.

23 Ilmanlaatu

YHTEENVETO

- Pölypäästöjen vaikutus on kaivospiirin ulkopuolella merkityksetön kaikissa hankevaihtoehdoissa, ja molemmissa päätoteutusvaihtoehdoissa se voi paikasta riippuen joko hieman kasvaa tai vähentyä verrattuna vaihtoehtoon VE0. Kaivostoiminnasta johtuva hiukkasten pitoisuuden lisäys on selvästi pienempi kuin muista lähteistä peräisin olevien hiukkasten pitoisuus.
- Pölyämisen ilmanlaatua heikentävä vaikutus kaivospiirin alueella on paikallinen ja rajoittuu malmikentälle ja rikastushiekka-altaan reunalla työskentelevän kaivinkoneen läheisyyteen, ja jos kaivostäyttöä varten louhitaan kiveä, avolouhoksen alueelle. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvon arvioidaan sielläkin pysyvän asetuksella säädettyä raja-arvoa alempana, mutta sallitun vuorokausikeskiarvon ylityksiä on odotettavissa.

23.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Hankealueen kaivostoiminnassa muodostuu ilmakehään hiukkaspäästöjä malmin rikotuksesta ja murskauksesta, kuljetuksista, sivukivialueelta, rikastushiekka-alueiden rakentamisesta, reunojen korottamisesta ja niiden kuivilta pinnoilta pölyämällä ja rikastamon hienomurskaamon poistoilman päästöistä. Malmi louhitaan maanalaisessa kaivoksessa, mistä ei aiheudu merkittävästi pölyämistä ympäristöön, joten maanalaisen kaivoksen toimintaa ei ole huomioitu arvioitaessa vaikutusta ilmanlaatuun lukuun ottamatta malmin kuljetuksia ulos kaivoksesta ja sivukiven ja rikastushiekan kuljetusta sinne takaisin kaivostäyttöä varten.

Pölyn leviämistä ilmakehässä on arvioitu mallintamalla sitä AERMOD-ohjelmalla, joka on Yhdysvaltain Ympäristönsuojeluviraston (EPA) kehittämä gaussiseen päästövanamalliin perustuva laskentaohjelma. Mallinnus on esitetty yksityiskohtaisesti erillisessä raportissa (Envineer 2024a, liite 9). AERMOD on viranomaisten hyväksymänä käytössä Suomessa ja yli 70 muussa maassa. Se laskee annettujen päästölähteiden, maastonmuotojen ja säätietojen perusteella epäpuhtauden pitoisuudet ilmassa mallinnusalueella, ja soveltuu sekä kiinteiden hiukkasmaisten päästöjen että kaasujen mallintamiseen. Tässä vaikutusarviossa mallinnettiin hengitettävien hiukkasten (PM_{10} eli halkaisijaltaan korkeintaan 10 µm:n kiinteiden hiukkasten) päästöjen leviämistä hankealueella ja noin 6×4 km kokoisella alueella sen ympärillä. Päästölähteinä mallissa oli malmikentän rikotin, murskaus leukamurskalla ja pyöräkuormaaja, rikastamon pölynpoisto, sivukivialue,

rikastushiekka-altaat hankevaihtoehtojen mukaisissa paikoissa ja reunapadolla työskentelevä kaivinkone sekä kaivostoimintaan liittyvä ajoneuvoliikenne kaivosalueella ja maantiellä 9005 (Kissaniementie). Mallinnettaessa vaihtoehtoa ”täyttö 2”, jossa kaivostäyttöä varten louhitaan kiveä avolouhoksesta, päästölähteinä oli myös avolouhoksen alue ja siellä toimivat kalliopora- ja kaivinkoneet. Kaivinkoneiden sijainti oletettiin samaksi koko mallinnuksen ajan. Laskentaan käytettiin

Ilmatieteen laitoksen Sotkamon Kuolaniemen sääaseman havaintoja kolmen vuoden ajalta (2021–2023). Ympäristökuormitusta ja lähialueen ihmisiin kohdistuvaa haitallista altistusta pölylle arvioitiin vertaamalla mallinnettuja pitoisuuksia niille ilmanlaatulainsäädännössä asetettuihin raja-arvoihin, jotka ovat vuorokausikeskiarvolle 50 µg/m^3, josta sallitaan 35 ylitystä vuodessa, ja vuosikeskiarvolle 40 µg/m^3.

23.2 Nykytila

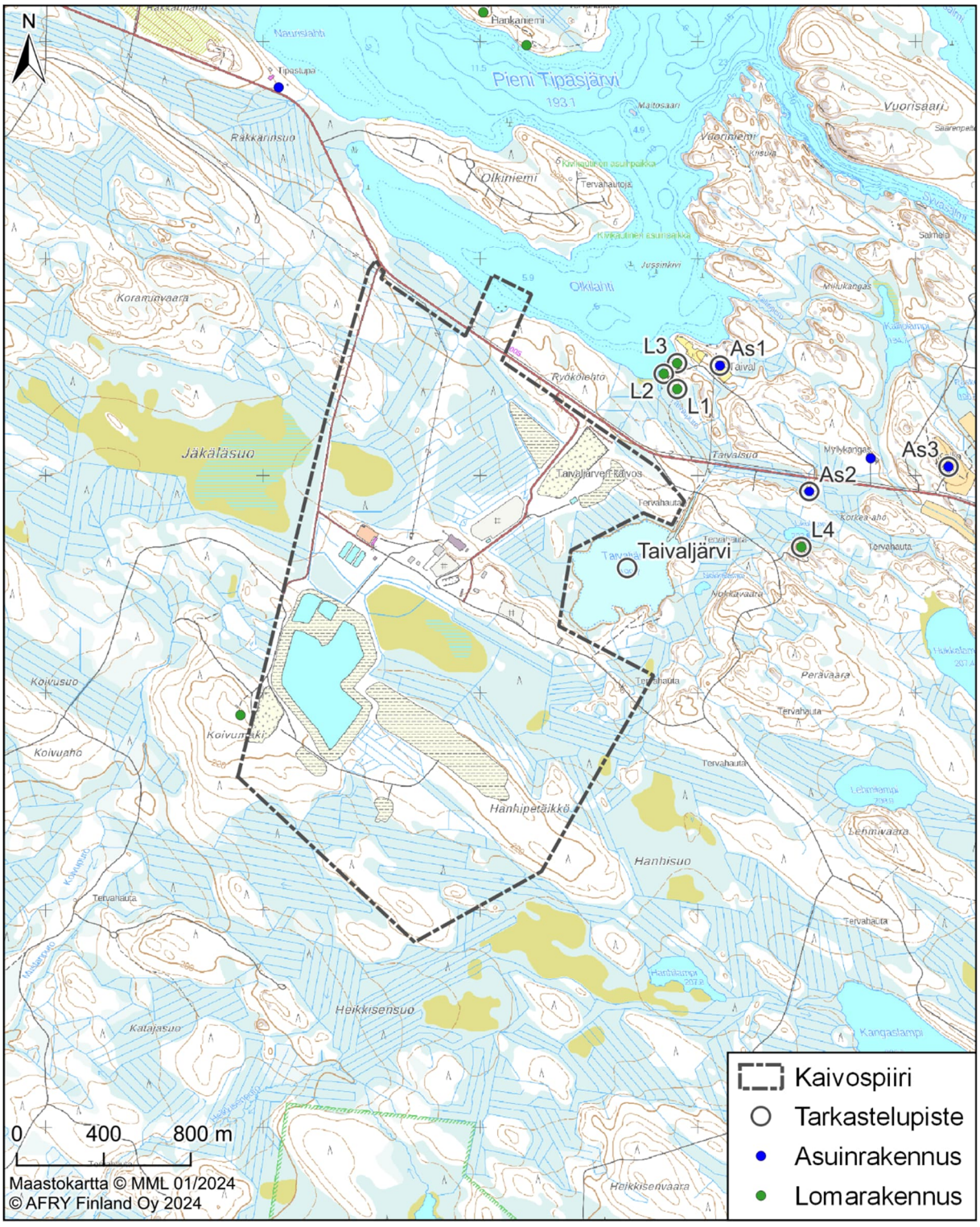
Hankealue sijaitsee harvaanasutulla metsäisellä seudulla, jossa ei kaivoksen lisäksi ole muuta ilmanlaatuun vaikuttavaa toimintaa kuin joitakin loma- ja asuinrakennuksia ja tieliikennettä. Tipasjärven pohjoisrannalla on aiemmin ollut turvetuotantoalue, mutta sen toiminta on päättynyt.

Hankealueen lähialueella ei ole ilmanlaadun mittausasemia. Ilmanlaatua seurataan tarkkailuohjelman mukaisesti leijuma- ja laskeumatarkkailujen avulla. Kainuun bioindikaattoriselvityksessä, joka laadittiin v. 2017, hankealuetta lähimmät havaintoalueet olivat kaivosalueelta n. 2 km pohjoiseen ja n. 5 km lounaaseen. Niillä ei havaittu muutoksia indikaattorilajien esiintymisessä vuoteen 2000 verrattuna.

Ilmatieteen laitos toteutti kalenterivuoden 2021 kestäneen ilmanlaadun seurantatutkimuksen Hopeatien varressa, kaivospiirin luoteisreunalla n. 600 metrin päässä lähimmistä kaivoksen toiminnoista, sijainneella väliaikaisella mittausasemalla (Ilmatieteen laitos 2022). Asemalla kerättiin myös säätietoja tulosten tulkintaa varten. Tutkimuksessa seurattiin hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuutta ilmassa jatkuvatoimisesti ja useiden metallien ja antimonin pitoisuutta säännöllisellä näytekeräyksellä. Sekä hiukkasten että yksittäisten alkuaineiden määrät olivat koko seurannan ajan ilmanlaatulainsäädännön raja-arvoja ja arviointikynnyksiä pienempiä. Seurannan aikana havaittujen keskimääräistä korkeampien hiukkaspitoisuuksien syyksi arvioitiin mittauspaikan vieressä kulkevan soratien liikenne ja kaivosalueen suunnasta käyvän tuulen aikana myös sieltä kulkeutuva pöly. PM_{10}-pitoisuus oli keskimäärin 9,0 µg/m^3, joka on alle 23 % vuosikeskiarvolle lainsäädännössä asetetusta raja-arvosta 40 µg/m^3. Vuorokausikeskiarvojen vuoden 36. korkein arvo, jolle säädetty raja-arvo on 50 µg/m^3, oli mittauksessa 17,0 µg/m^3 eli 34 % raja-arvosta.

23.3 Vaikutusten arviointi

Pitoisuuksia tarkasteltiin leviämismallin säännöllisen laskentaverkon pisteissä ja erikseen kuvan 23-1 karttaan merkityissä pisteissä L1–L4 (loma-asuntoja), As1–As3 (Sotkamo Silver Oy:n omistuksessa ja omassa käytössä olevia asuinrakennuksia) ja Taivaljärven keskikohdassa.



Kuva 23-1. Pölyn leviämismallinnuksessa käytettyjen tarkastelupisteiden sijainnit suhteessa kaivospiiriin.

23.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Pölypäästöjen leviämismallinnuksessa tarkasteltiin samanaikaisesti rikastushiekka-altaiden rakentamista ja kaivoksen toimintaan kuuluvaa malmin käsittelyä

malmikentällä, kuljetuksia ja täyttö 2-vaihtoehdossa täyttökiven louhintaa avolouhoksessa. Mallinnuksen tulokset kuvaavat siten rakentamisen ja toiminnan yhteenlaskettua vaikutusta.

23.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Taulukossa 23-1 on esitetty leviämismallin tulokset PM_{10}-pitoisuuden vuorokausikeskiarvoista ja taulukko 23-2 vuosikeskiarvoista erillisissä tarkastelupisteissä. Koska vuorokausirajasta sallitaan 35 ylitystä vuodessa, säädettyyn raja-arvoon verrattavana arvona esitetään vuorokausikeskiarvoista sen vuoden 36. korkein arvo, jona tämä luku on suurin. Lähes kaikissa tarkastelupisteissä vuorokausikeskiarvon vertailuarvot ovat alle 0,6 µg/m^3 ja vuosikeskiarvot alle 0,2 µg/m^3, joten hankkeen mallinnettu vaikutus hiukkaspitoisuuteen on enintään prosentin luokkaa säädetyistä raja-arvoista. Korkeimmat pitoisuudet on laskettu Taivaljärven tarkastelupisteelle, mutta sielläkin 36. korkein vuorokausikeskiarvo on suurimmillaan VE2 täyttö 2-vaihtoehdossa noin 1,2 µg/m^3, eli sekin on alle kolme prosenttia raja-arvosta. Mallinnustulokset, jotka kuvaavat pelkästään kaivostoiminnan ja siihen liittyvän raskaan tieliikenteen vaikutusta, ovat myös huomattavasti pienempiä kuin Ilmatieteen laitoksen v. 2021 seurannassa saadut tulokset, joissa on mukana myös muista lähteistä peräisin oleva ympäristön taustapitoisuus.

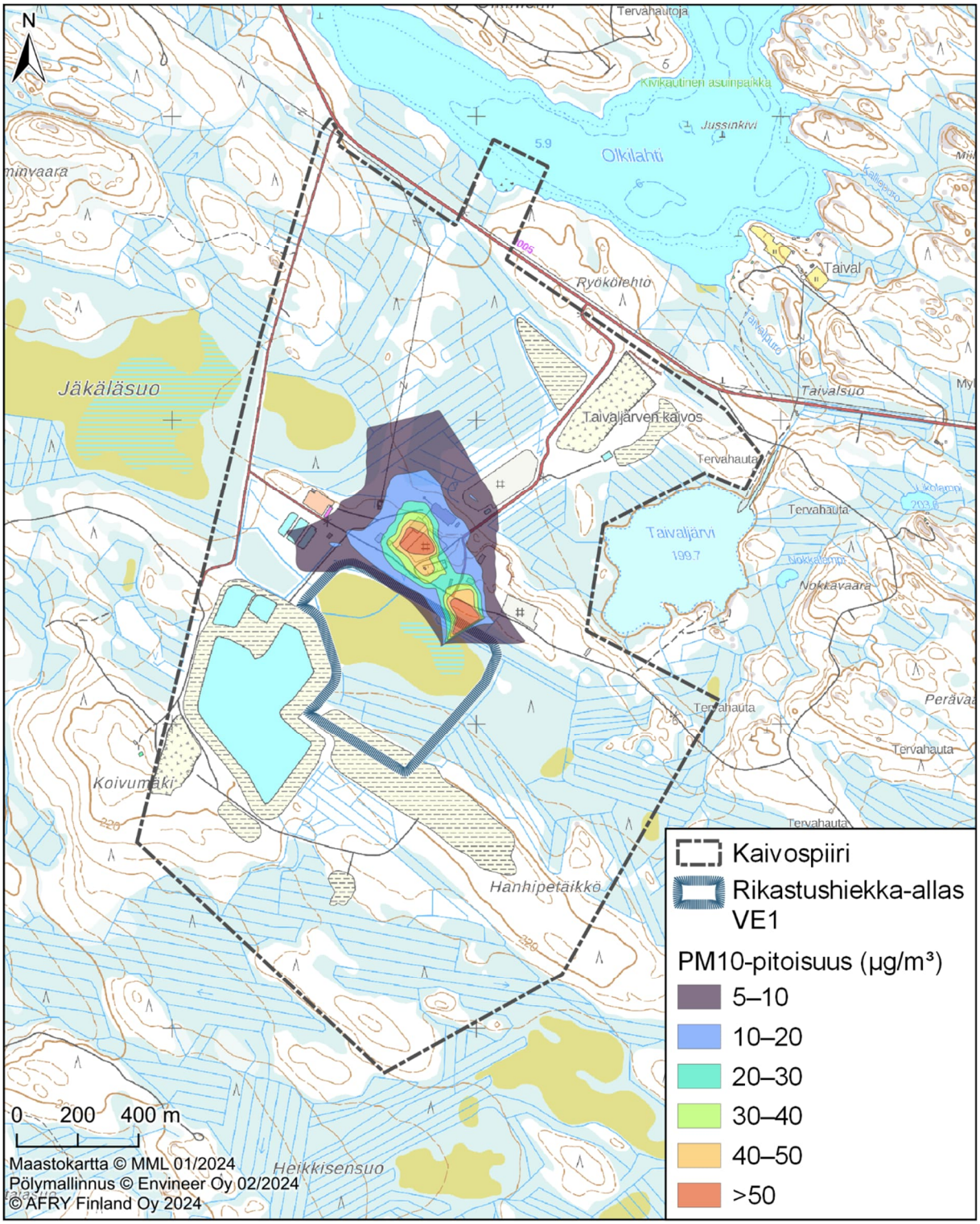
Taulukko 23-1. Ilmanlaadun raja-arvoihin verrattavissa oleva PM_{10}-pitoisuuden 36. korkein vuorokausikeskiarvo (µg/m³) mallin erillisissä tarkastelupisteissä. Lukemalle säädetty raja-arvo on 50 µg/m³ (35 sallittua ylitystä vuodessa).

Tarkastelupiste	Kohteen tyyppi	Nykytilanne / VE0	Täyttö 1		Täyttö 2	
			VE1	VE2	VE1	VE2
L1	Lomakiinteistö	0,25	0,24	0,15	0,43	0,47
L2	Lomakiinteistö	0,25	0,24	0,15	0,45	0,40
L3	Lomakiinteistö	0,25	0,24	0,15	0,39	0,42
L4	Lomakiinteistö	0,22	0,24	0,16	0,25	0,23
As1	Asuinkiinteistö	0,16	0,16	0,17	0,30	0,30
As2	Asuinkiinteistö	0,57	0,58	0,57	0,52	0,38
As3	Asuinkiinteistö	0,36	0,23	0,23	0,23	0,24
Taivaljärvi	Vesistö	0,40	0,44	0,40	0,98	1,19

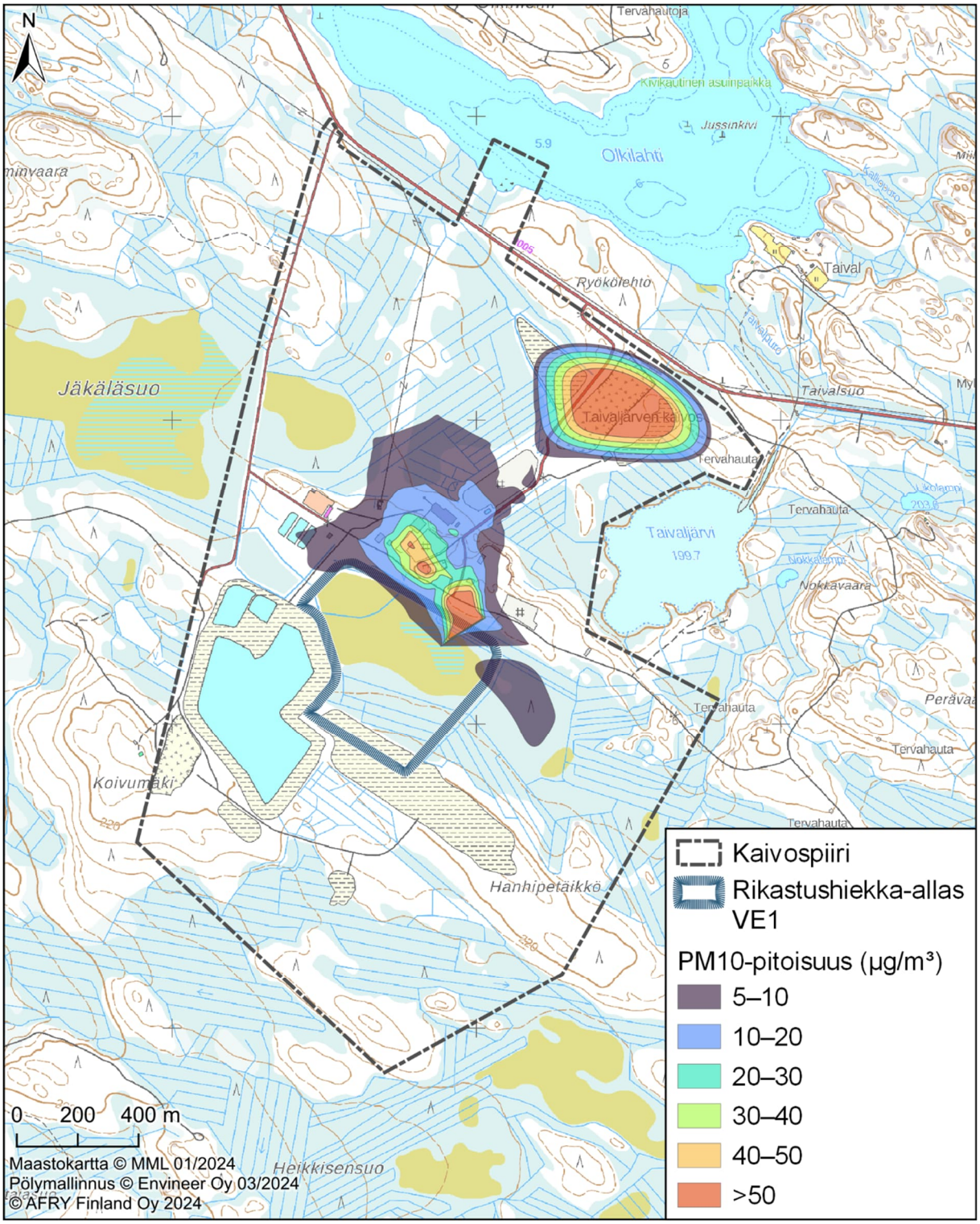
Taulukko 23-2. Ilmanlaadun raja-arvoihin verrattavissa oleva PM_{10}-pitoisuuden vuosikeskiarvo (µg/m³) mallin erillisissä tarkastelupisteissä. Lukemalle säädetty raja-arvo on 40 µg/m³.

Tarkas-telupiste	Kohteen tyyppi	Nykytilanne / VE0	Täyttö 1		Täyttö 2	
			VE1	VE2	VE1	VE2
L1	Lomakiinteistö	0,06	0,07	0,07	0,10	0,11
L2	Lomakiinteistö	0,06	0,06	0,07	0,11	0,12
L3	Lomakiinteistö	0,06	0,06	0,07	0,09	0,10
L4	Lomakiinteistö	0,05	0,04	0,07	0,07	0,06
As1	Asuinkiinteistö	0,04	0,04	0,05	0,07	0,07
As2	Asuinkiinteistö	0,19	0,19	0,19	0,15	0,10
As3	Asuinkiinteistö	0,11	0,07	0,07	0,07	0,08
Taivaljärvi	Vesistö	0,11	0,11	0,10	0,19	0,22

Kuvat 23-2 ja 23-3 esittävät kartalla toteutusvaihtoehdon VE1 tapausten ”täyttö 1” ja ”täyttö 2” mallinnustulokset PM_{10}-pitoisuuden vuoden 36. korkeimman vuorokausikeskiarvon jakaumista. Tälle arvolle säädettyä raja-arvoa 50 µg/m³ suurempia pitoisuuksia (kartalla punaisella) esiintyy kahdella halkaisijaltaan noin 100-metrisellä alueella: malmikentällä, jossa sijaitsevat mallinnuksen päästölähteistä pyöräkuormaaja, rikotin ja leukamurska, ja suunnitellun rikastushiekka-altaan pohjoisreunalle oletetun kaivinkoneen ympärillä. Tapauksessa ”täyttö 2” on lisäksi avolouhoksen kohdalla täyttökiven louhinnan aiheuttama alue, jolla pitoisuus ylittää raja-arvon. Hankkeen vaikutus hiukkasten pitoisuuteen laskee etäisyyden kasvaessa näistä päästölähteistä ja on suurimmassa osassa kaivospiiriä ja kaikkialla sen ulkopuolella alle 5 µg/m³, eli korkeintaan taustapitoisuuden tasolla.



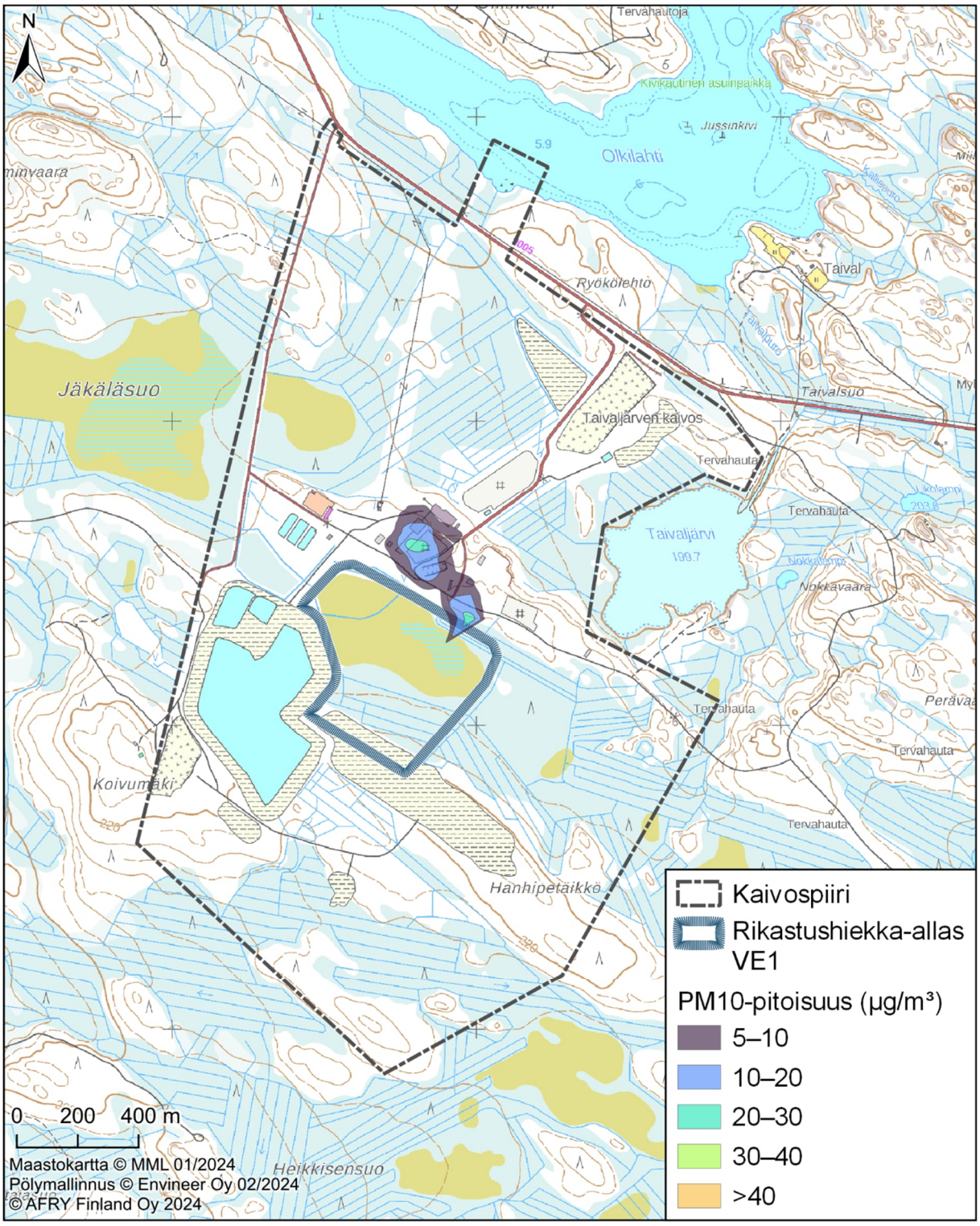
Kuva 23-2. Mallinnettu PM_{10}-pitoisuuden vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo toteutusvaihtoehdossa VE1 täyttö 1.



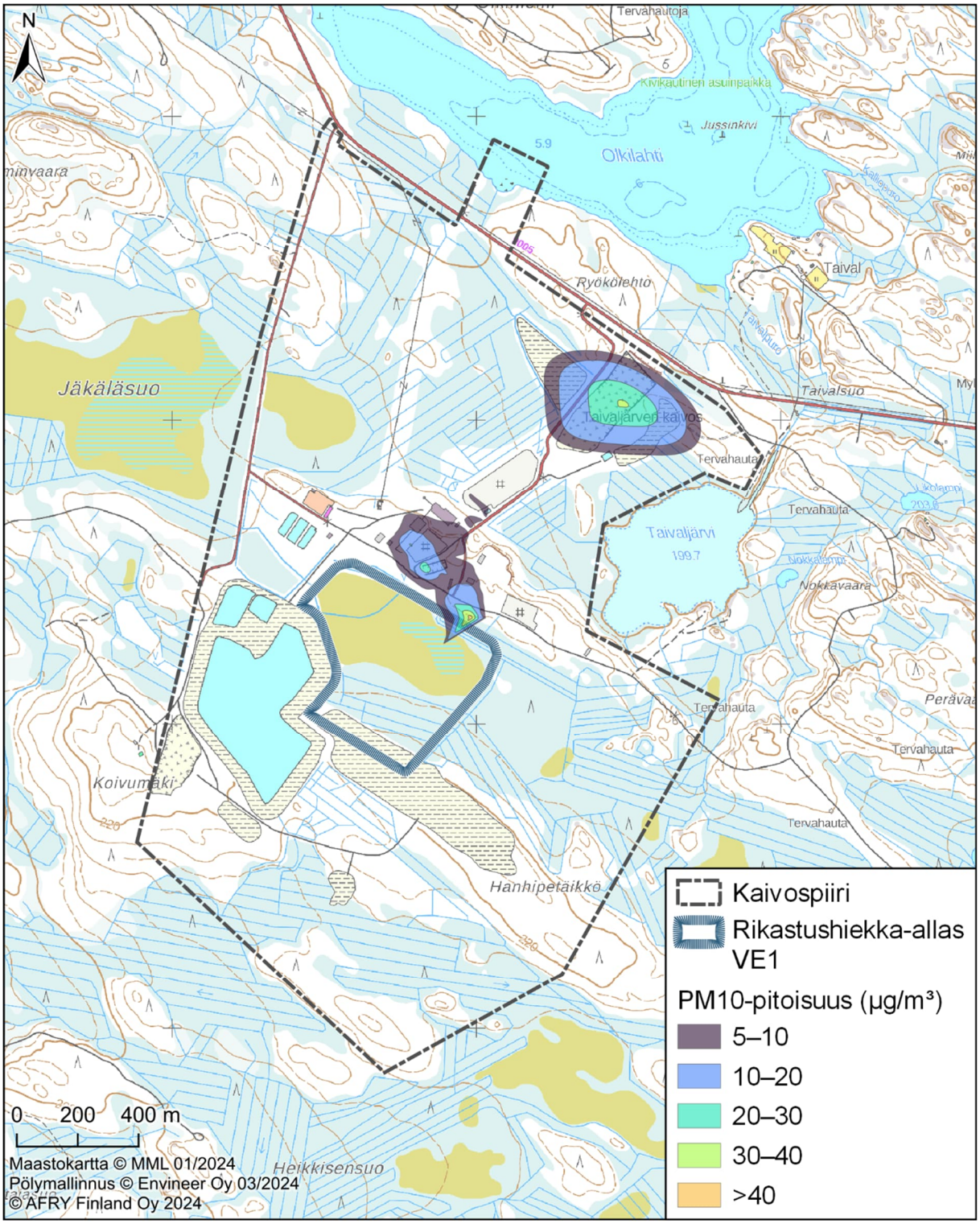
Kuva 23-3. Mallinnettu PM_{10}-pitoisuuden vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo toteutusvaihtoehdossa VE1 täyttö 2.

Kuvat 23-4 ja 23-5 esittävät mallinnetun pitoisuuden vuosikeskiarvon jakaumat vaihtoehdon VE1 kahdessa eri kaivostäytön tapauksessa. Täyttö 1 -vaihtoehdossa rikottimen ja kaivinkoneen oletettujen sijaintien kohdalla keskipitoisuus on välillä 20–30 µg/m^3 ja laskee etäisyyden kasvaessa n. 200 metrin matkalla alle 5

µg/m³:aan. Tulos ei ylitä vuosikeskiarvolle säädettyä rajaa 40 µg/m³ missään. Täyttö 2 -vaihtoehdossa avolouhoksen keskellä vuosikeskiarvo nousee mallinnuksen mukaan noin 30 µg/m³:aan ja kaivinkoneen kohdalla yli 40 µg/m³:aan. Mallinnus kuitenkin yliarvioi vuosikeskiarvon kaivinkoneen kohdalla, koska koneen oletetaan pysyvän samassa paikassa koko simulaation ajan.



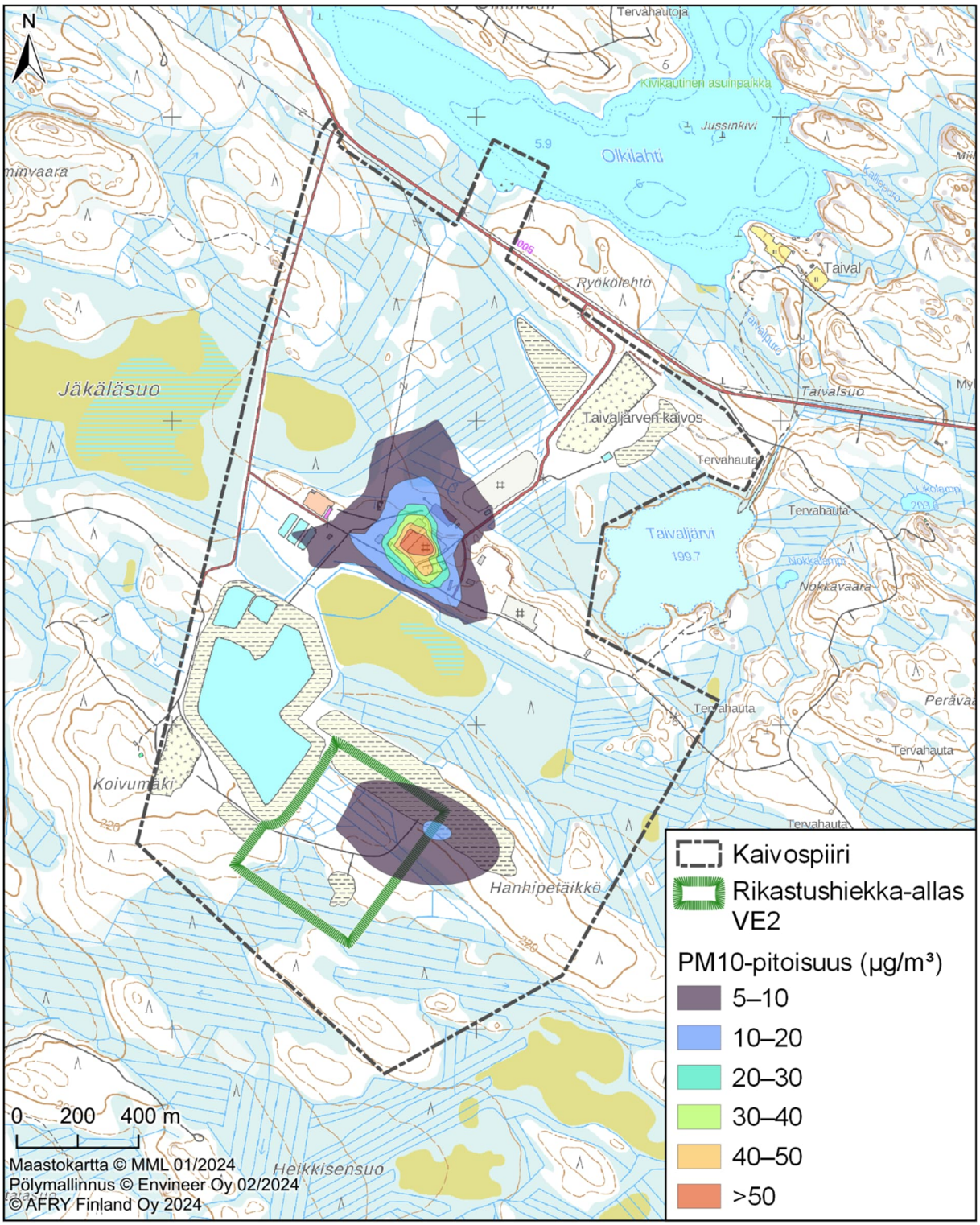
Kuva 23-4. Mallinnettu PM_{10}-pitoisuuden vuosikeskiarvo toteutusvaihtoehdossa VE1 täyttö 1.



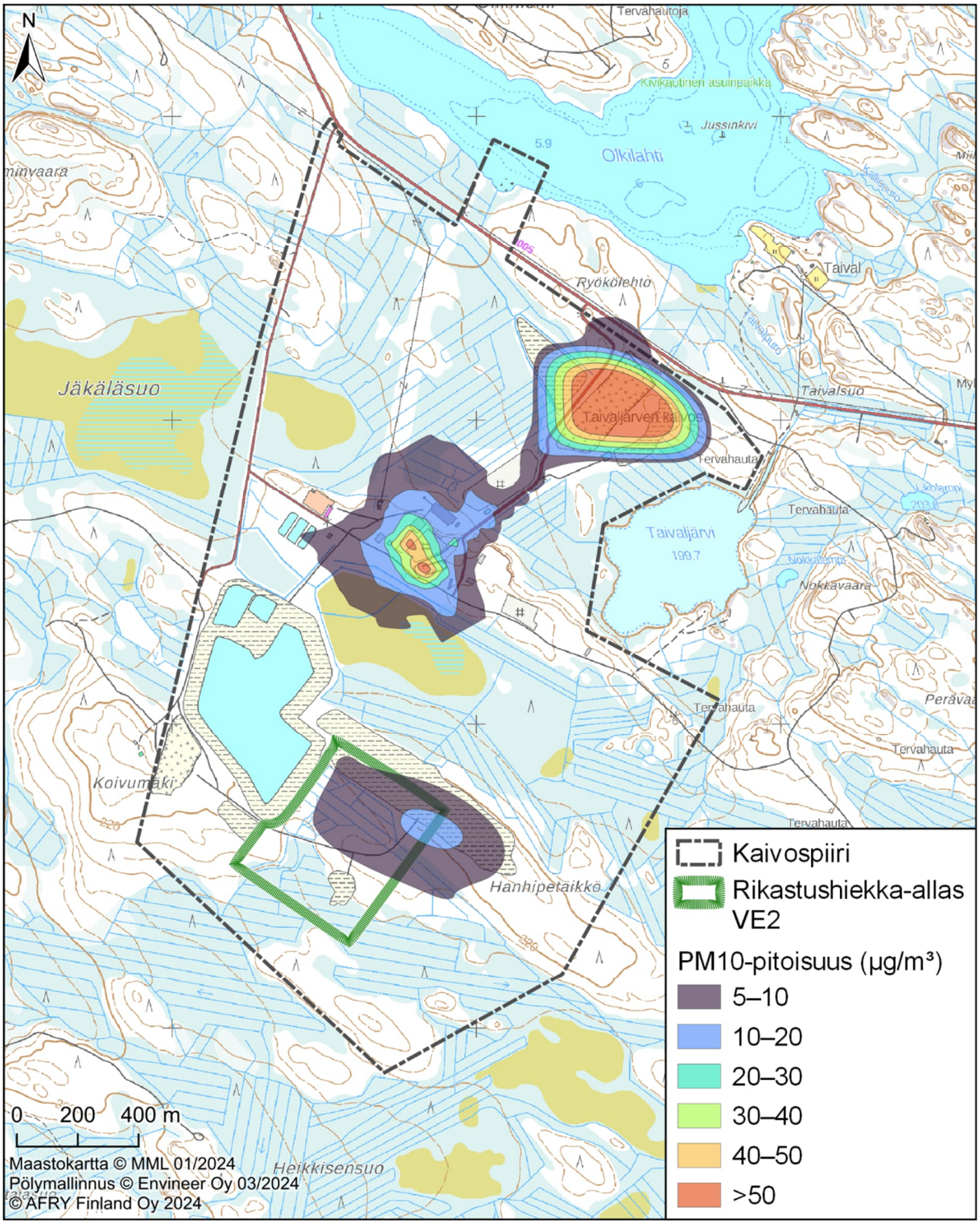
Kuva 23-5. Mallinnettu PM_{10}-pitoisuuden vuosikeskiarvo toteutusvaihtoehdossa VE1 täyttö 2.

Kuvat 23-6, 23-7, 23-8 ja 23-9 esittävät vastaavat mallinnustulokset toteutusvaihtoehdolle VE2 kahden eri kaivostäytön tapauksissa. PM_{10}-pitoisuuden vuorokausikeskiarvon raja 50 µg/m^3 ylittyy malmikentällä ja täyttö 2 -vaihtoehdossa avolouhoksessa kuten vaihtoehdossa VE1, mutta kauempana etelässä olevan kaivinkoneen aiheuttamalla suuremman pitoisuuden alueella se jää välille 10–20

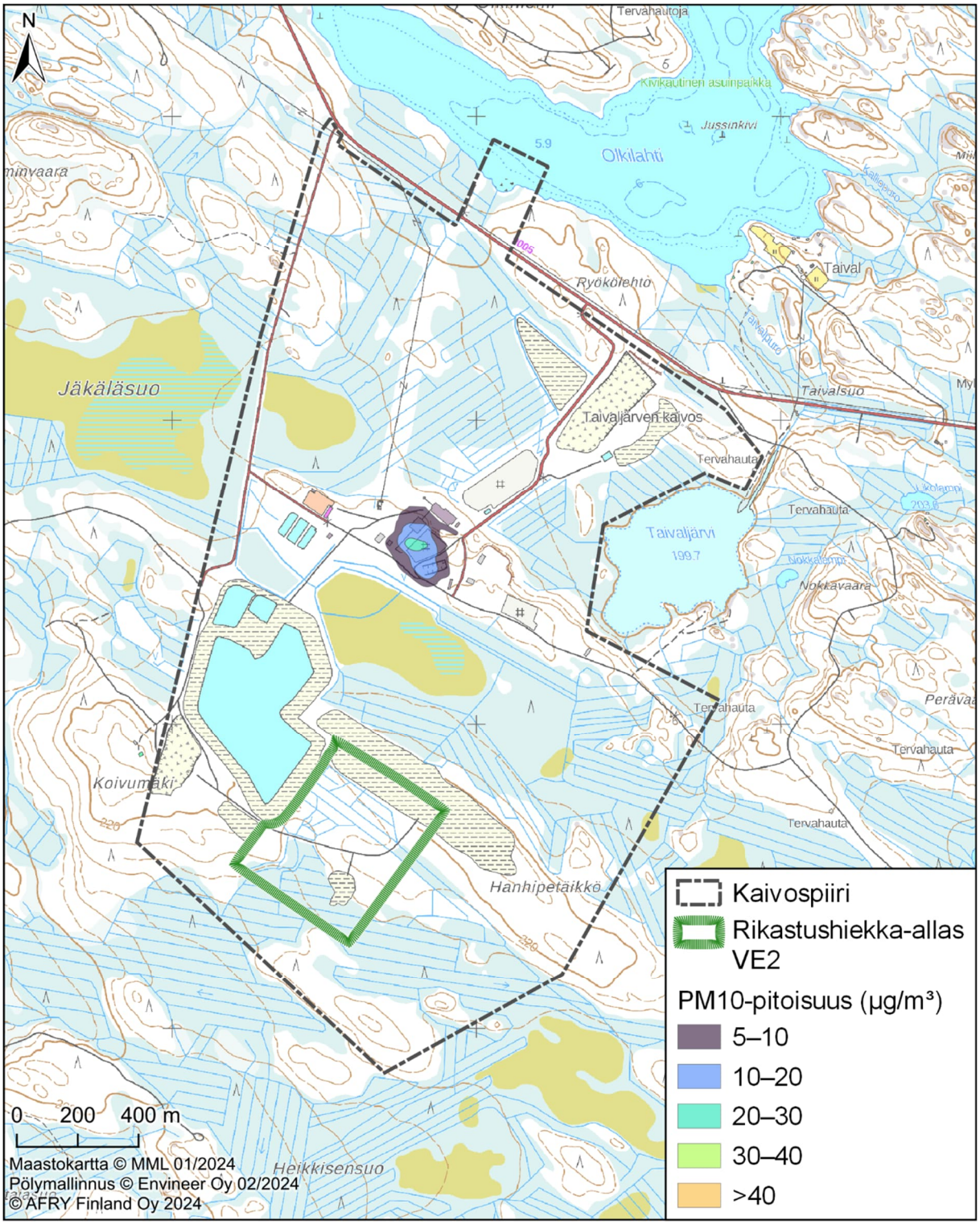
µg/m³. Vuosikeskiarvossa esiintyy yli 5 µg/m³:n vaikutusta vain malmikentällä ja täyttö 2 -vaihtoehdossa avolouhoksessa, eikä se ylitä raja-arvoa 40 µg/m³.



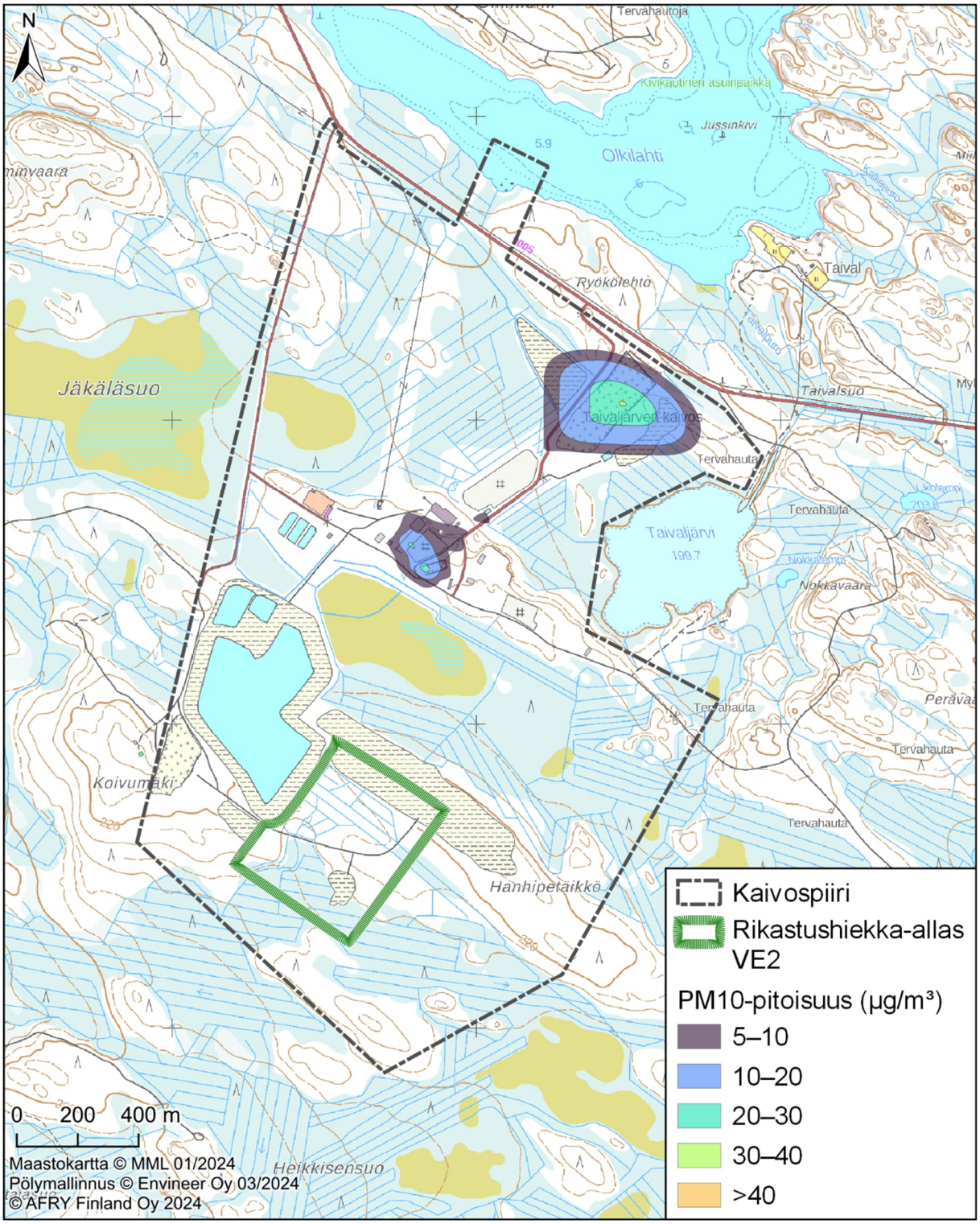
Kuva 23-6. Mallinnettu PM_{10}-pitoisuuden vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo toteutusvaihtoehdossa VE2 täyttö 1.



Kuva 23-7. Mallinnettu PM_{10}-pitoisuuden vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo toteutusvaihtoehdossa VE2 täyttö 2.



Kuva 23-8. Mallinnettu PM_{10}-pitoisuuden vuosikeskiarvo toteutusvaihtoehdossa VE2 täyttö 1.



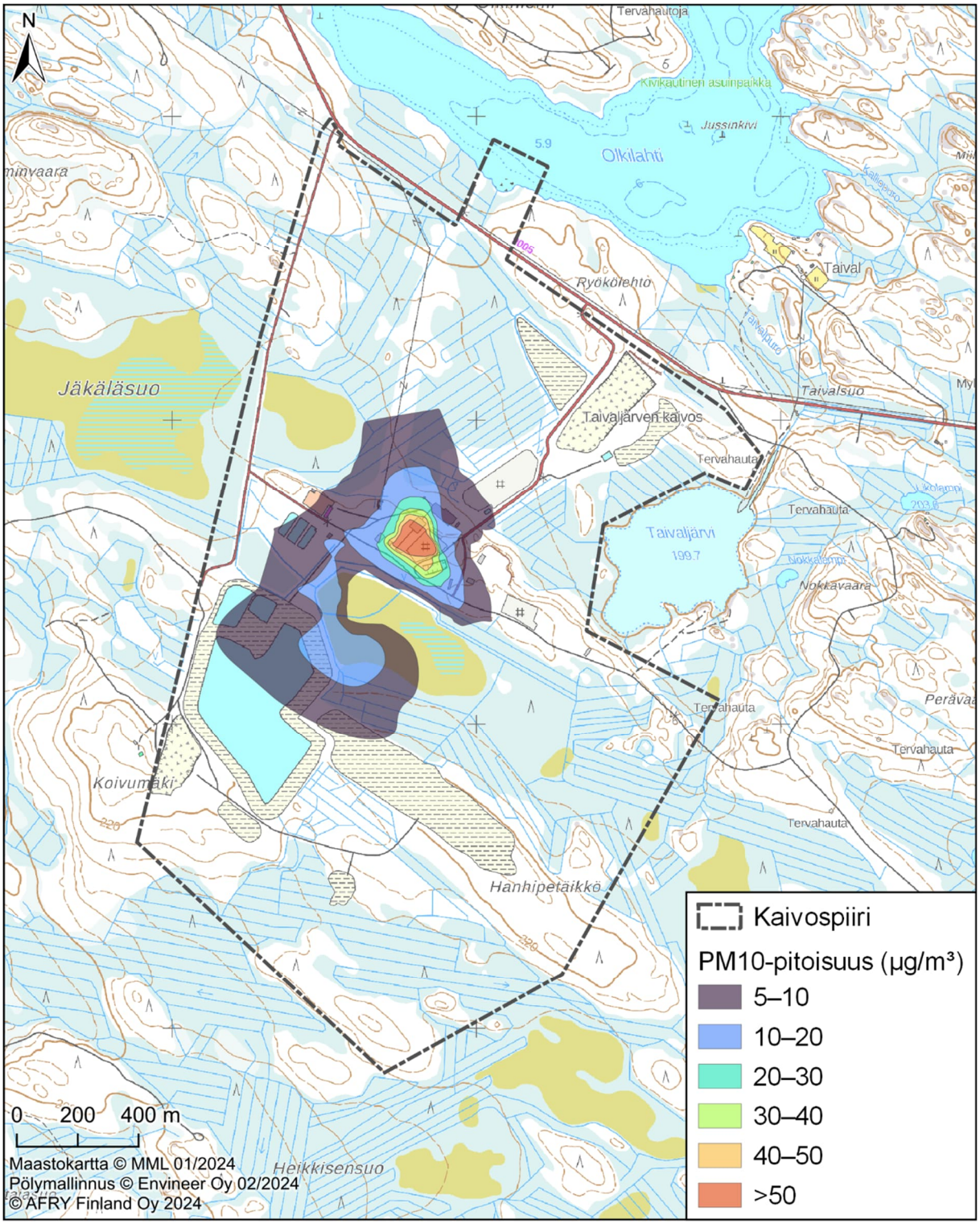
Kuva 23-9. Mallinnettu PM_{10}-pitoisuuden vuosikeskiarvo toteutusvaihtoehdossa VE2 täyttö 2.

23.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

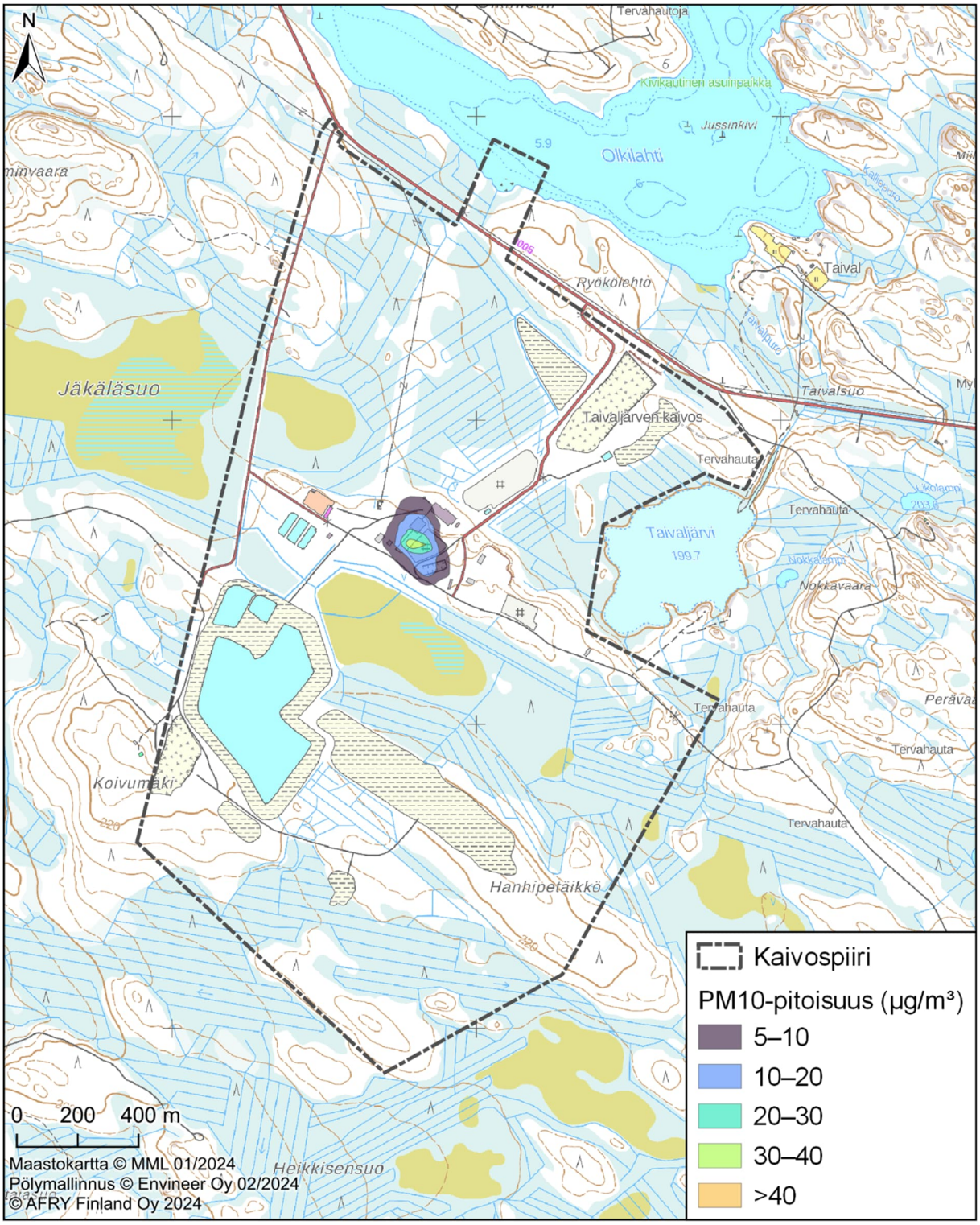
Kaivostoiminnan päätyttyä alueella ei enää muodostu pölyä liikenteestä, malmin kuljetuksesta, käsittelystä, sivukiven ja rikastushiekan läjittämisestä tai täyttökiven louhinnasta. Paljaaksi jäävien sivukivikasojen ja rikastushiekka-altaiden kuivien osien pölyäminen voi jatkua, mutta sen vaikutus ilmanlaatuun on pienempi kuin kaivoksen toiminnan aikana.

23.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Pölyn leviämismallinnuksen mukaan nykytilaa vastaavaan vaihtoehtoon VE0 liittyvien pölypäästöjen vaikutukset kaivospiirin ulkopuolella ovat hyvin lähellä samoja kuin vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 (taulukot 23-1 ja 23-2) niin kauan kuin kaivoksen toiminta siinä vaihtoehdossa jatkuisi. Kaivosalueellakin ero on hyvin pieni (lukuun ottamatta täyttö 2 -vaihtoehdon täyttökiven louhinnasta johtuvaa pölyämistä) ja näkyy lähinnä siten, että kummankaan uuden rikastushiekka-altaan reunapadolla työskentelevän kaivinkoneen aiheuttamaa paikallista pölypitoisuuden nousua ei esiinny. PM_{10}-pitoisuuden vuoden 36. korkeimman vuorokausikeskiarvon alueellinen jakauma on esitetty kuvassa 23-10 ja vuosikeskiarvon kuvassa 23-11.



Kuva 23-10. Mallinnettu PM_{10}-pitoisuuden vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo toteutusvaihto-ehdossa VE0.



Kuva 23-11. Mallinnettu PM_{10}-pitoisuuden vuosikeskiarvo toteutusvaihtoehdossa VE0.

23.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Ympäristön herkkyys arvioitavien hankevaihtoehtojen ilmanlaatuvaikutuksille arvioidaan vähäiseksi, koska alueella ei ole ilmanlaadun muutoksille herkkiä ihmisen toimintoja tai luontokohteita ja hankealueella on nykyisinkin samanlaista kaivostoimintaa, eikä muodostuva pöly oleellisesti poikkeaisi sen tai tieliikenteen aiheuttamasta. Arvioitujen hankevaihtoehtojen ilmanlaatuvaikutukset kaivospiirin ulkopuolella eivät eroa havaittavasti toisistaan ja niiden suuruus on vähäinen tai olematon luonnolliseen taustaan verrattuna, ja kaivostoimintojen lähelläkin vaikutus on ilmanlaadun raja-arvojen suuruusluokkaa vain paikallisesti ja vastaa nykyistä toimintaa. Näin ollen hankkeella ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta ilmanlaatuun kaivospiirin ulkopuolella. Täyttökiven louhinta avolouhoksesta (täyttö 2 -vaihtoehto) voi kuitenkin aiheuttaa ajoittain vähäistä ilmanlaadun heikkenemistä myös kaivospiirin pohjois- ja koillispuolella.

Taulukko 23-3. Vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys			VE1 Kaivostäyttö 2, VE2 Kaivostäyttö 2	VE0, VE1 Kaivostäyttö 1, VE2 Kaivostäyttö 1			
	Kohtalainen herkkyys							
	Suuri herkkyys							

23.5 Arvioinnin epävarmuudet

Pölypäästöjen leviämismallinnukseen aiheuttavat yleisesti epävarmuutta päästötietojen, sääaineiston ja itse matemaattisen laskentamallin epätarkkuus, ja kaivoskohteiden tapauksessa tyypillisesti myös epävarmuudet liikkuvien päästölähteiden sijainnissa ja aluelähteiden, kuten rikastushiekka-altaiden, pölyävän osan laajuudessa ja pölyämisajassa. Näiden kaikkien tekijöiden vaikutusten voi arvioida olevan kymmenen tai parinkymmenen prosentin luokkaa. Hetkellisen

tuntikohtaisen pitoisuusarvon tarkkuus on satunnaistekijöiden takia huonompi kuin pitkän ajan keskiarvojen. Tässä arviossa käytetyssä pölyn leviämismallinnuksessa ei oletettu mitään luonnollista taustapitoisuutta tai esimerkiksi tuulesta riippuvaa kaukokulkeumaa, joten laskennalliset tulokset kuvaavat pelkästään hankkeeseen liittyvien pölypäästöjen aiheuttamaa lisäystä muuhun ilmakehässä olevaan hiukkasmaiseen ainekseen.

23.6 Vaikutusten lieventäminen

Pölypäästöjen leviämismallinnuksen perusteella hankkeen vaikutus ilmanlaatuun on hyvin vähäinen muualla kuin kaivostoimintojen välittömässä läheisyydessä, eikä se oleellisesti kasva nykyisestä. Siksi ilmanlaatuvaikutuksia lieventäviä toimenpiteitä ei katsota tarpeellisiksi.

24 Melu ja tärinä

YHTEENVETO

- Kaivosalueella aiheutuu nykytilassa melua louhinnasta, murskauksesta, porauksesta sekä kuljetuksiin liittyvistä toiminnoista. Tärinää aiheutuu nykytilassa maanalaisen kaivoksen louhintaräjäytyksistä. Räjäytyksistä aiheutuva tärinä on hetkellinen tapahtuma.
- Rikastushiekka-altaan rakentamisen ajan melu tulee olemaan pääosin tasaista, työkoneista johtuvaa melua, joka on verrattavissa mittauksin todennetun toiminnan melupäästöihin. Melun nykytilasta on tehty arviointi vuonna 2024. Arvion perusteella nykytila ei aiheuta ympäristöluvassa asetettujen raja-arvojen ylitystä. Rakentamisen aikaiset meluvaikutukset arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi kummasikin hankevaihtoehdossa VE1 ja VE2. Rakentamisen aikaiset tärinävaikutukset rajautuvat maanmuokkaustöiden ja liikennereittien välittömään läheisyyteen. Rakennusaikana ei ole havaittavia tärinävaikutuksia lähimpien asuinrakennusten luona.
- Kaivosalueen meluaviin toimintoihin toiminnan aikana kuuluvat rikastus-hiekka-allasalueella toimiva kaivinkone, rikastamoalueella olevat murskain, rikotin, seula ja pyöräkuormaaja sekä rikastamon ja maanalaisen kaivoksen maanpäälliset ilmanvaihtokoneet ja muut rikastamon melulähteet. Lisäksi kaivostäyttövaihtoehdossa 2, jossa täyttö toteutetaan maanalaisen kaivoksen sivukivellä ja avolouhoksesta louhittavalla täyttökivellä, muodostuu melua kallioporaamisesta, räjäytyksistä ja kiviaineksen kasaamisesta.
- VE1 ja VE2 melumallinnuksessa huomioitujen toimintojen ja liikenteen aiheuttamat meluvaikutukset tarkastelluille asuin- ja lomakiinteistöille eivät ylitä ympäristöluvan mukaisia päivä- ja yöaikaisia raja-arvoja. Meluvaikutukset arvioidaan olevan vähäisen kielteiset kummasakin hankevaihtoehdossa. Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 tärinävaikutukset arvioidaan samansuuruisiksi kuin nykytilanteessa.
- Mikäli hanke ei toteudu (VE0) nykytilan melu- ja tärinävaikutukset pysyvät muuttumattomina.

24.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

24.1.1 Melu

Rikastushiekka-altaan rakentamisen aikana melu tulee olemaan pääosin tasaista, työkoneista johtuvaa melua, joka on verrattavissa mittauksin todennetun toiminnan melupäästöihin. Melun nykytilasta on tehty arviointi vuonna 2021 ja 2024, jonka perusteella nykytila ei aiheuta ympäristöluvassa asetettujen raja-arvojen ylitystä (APL Systems 2021, Envineer 2024b). Rakentamisen aikaisia meluvaikutuksia arvioitiin asiantuntijatyönä.

Rikastushiekka-alueen laajentamisen, malmituotannon ja rikastamon kapasiteetin kasvattamisen meluvaikutuksia on arvioitu melumallinnuksen avulla (Envineer Oy 2024b, liite 8) ja asiantuntijatyönä.

Toiminnan aiheuttamat melun leviämislaskennat on tehty Datakustik CadnaA -mallinnusohjelmalla käyttäen yhteispohjoismaisia teollisuus- ja tieliikennemelumalleja. Toiminta-alueen meluaviin toimintoihin toiminnan aikana kuuluvat rikastushiekka-allasalueella toimiva kaivinkone, rikastamoalueella olevat murskain, rikotin, seula ja pyöräkuormaaja sekä rikastamon ja maanalaisen kaivoksen maanpäälliset ilmanvaihtokoneet ja muut rikastamon melulähteet.

24.1.2 Tärinä

Tärinävaikutukset on arvioitu asiantuntijatyönä kaivoksen toiminnan laajennusta koskevien suunnitelmien sekä muista vastaavista kohteista saatujen tietojen perusteella. Tärinän vaikutuksia arvioitiin hyödyntämällä olemassa olevaa tutkimustietoa tärinän leviämiseen ja haitallisuuteen liittyen. Arvioinnissa käytettiin tärinän voimakkuudesta olemassa olevia viitearvoja.

24.2 Nykytila

24.2.1 Melu

Kaivosalueella aiheutuu nykyisellään melua louhinnasta, murskauksesta, porauksesta sekä kuljetuksiin liittyvistä toiminnoista.

APL Systems selvitti kaivosalueen ja sitä ympäröivien alueiden melutasoja vuonna 2021. Päivä- ja yöajan keskiäänitasot eivät ylittäneet ympäristöluvassa asetettuja raja-arvoja, (APL Systems 2021). Hiidenportin luonnonsuojelualueelta ei saatu mittausjaksolla tuloksia suotuisissa mittausolosuhteissa. Kun ilmeiset häiriötekijät (lentokoneet ja kova tuuli) poistettiin mittaustuloksista, päiväajan keskiäänitasojen keskiarvo mittausjaksolla ei ylittänyt alempia raja-arvoja, (APL Systems 2021).

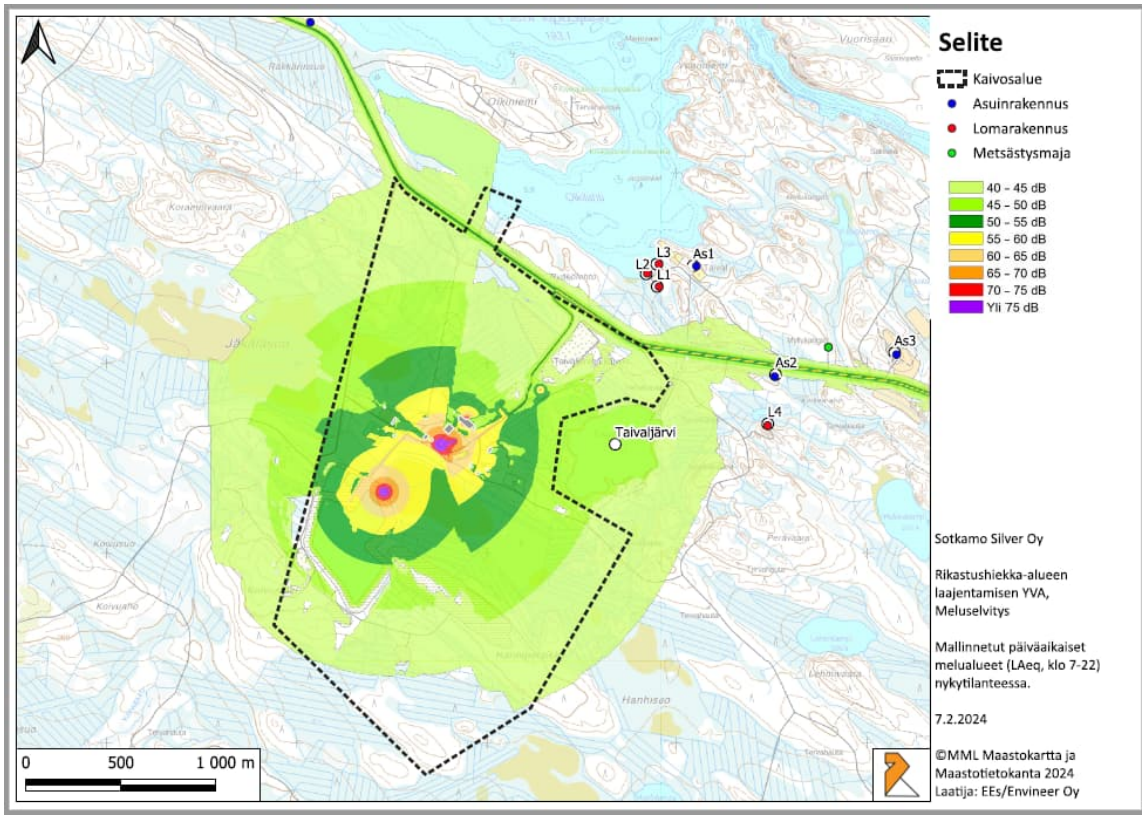
Kaivosalueen ja sitä ympäröivien alueiden melutasoja selvitettiin ja pistemäisiä melulähteitä mitattiin uudelleen vuonna 2024 Envineer Oy:n toimesta. Kaivoksen nykytoiminnan aiheuttamat päivä- ja yöajan keskimelutasot eivät ylitä ympäristöluvassa asetettuja raja-arvoja kaivosalueen ulkopuolella, raja-arvot on esitetty alla taulukossa (Taulukko 24-1). Raja-arvot on annettu erikseen päivä- (klo 7–22) ja yöajan (klo 22–7) melutasoille. Raja-arvot on annettu erikseen myös 15.6.–31.7. väliselle lomakaudelle.

Taulukko 24-1. Ympäristöluvan (PSAVI/5663/2018) mukaiset melutason raja-arvot.

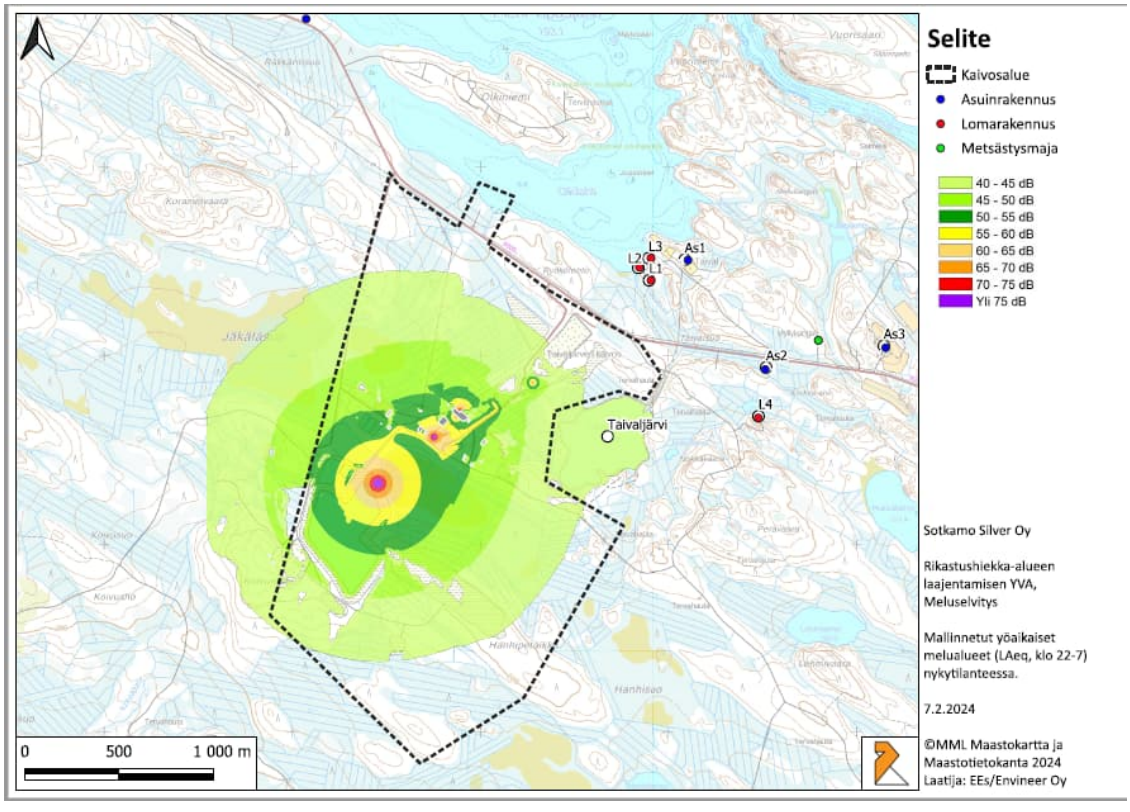
Alue	Melun A-painotettu ekvivalenttitaso (LAeq)[dB] ulkona	
	Päivällä (klo 7–22)	Yöllä (klo 22–7)
Asuinkiinteistö	55 / 45[1)]	50 / 40[1)]
Lomakiinteistö	55 / 45[1)]	50 / 40[1)]

[1)] 15.6.–31.7. väliselle ajalle annettu raja-arvo

Raja-arvojen määrittely tarkoittaa melun ekvivalenttitasoa, eli keskimelutasoa koko raja-arvon aikavälillä. Siten lyhytaikaiset raja-arvon desibelirajan ylitykset eivät välttämättä aiheuta päätöksessä tarkoitetun raja-arvon ylitystä, mikäli aikaväli sisältää hiljaisempia jaksoja. Mikäli melu on luonteeltaan impulssimaista tai kapeakaistaista, tulee mitattuun tai laskettuun arvoon lisätä 5 dB.



Kuva 24-1. Mallinnetut päiväaikaset melualueet (LAeq, klo 7–22) nykytilanteessa. (Envineer Oy 2024b)



Kuva 24-2. Mallinnetut yöaikaset melualueet (LAeq, klo 22–07) nykytilanteessa. (Envineer Oy 2024b)

24.2.2 Tärinä

Nykyisellään tärinää aiheutuu maanalaisen kaivoksen louhintaräjäytyksistä. Räjäytyksistä aiheutuva tärinä on hetkellinen tapahtuma. Maanalaisessa kaivoksessa räjäytyksiä tehdään päivittäin.

Louhinnasta ja räjäytystöistä aiheutuvaa tärinää on mitattu Finnrock Consulting:n toimesta v. 2019. Mittausjakson aikana suoritettiin louhintaa maanalaisessa kaivoksessa tavanomaisilla räjäytysmäärillä ja tiheydellä. Mittaustuloksissa ei todettu raja-arvoja ylittäviä tuloksia. Korkein mitattu tulos kiinteistöalueella oli 31 % RIL 253-2010-ohjeen määrittelemästä ohjearvosta kyseiselle kiinteistölle. Lupamääräyksen 36 määräämä yöajan raja-arvo 2 mm/s ei ylittynyt asuinkäytössä olevissa kiinteistöissä. (Finnrock Consulting 2019)

24.3 Vaikutusten arviointi

24.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

24.3.1.1 Melu

Rikastushiekka-altaan alkupato rakennetaan kerralla ja rakentamisen on arvioitu kestävän 1–2 rakennuskautta. Tämän jälkeen rikastus-hiekka-altaan patoja korotetaan ja allasta täytetään toiminnan aikana, joten rakentamisen aikaset vaikutukset nähdään jatkuvan niin kauan, kunnes altaan viimeisin suunniteltu patokorotus on tehty, arviolta vuonna 2035.

Rikastushiekka-altaan rakentamisessa käytettävien työkoneiden moottorien tuottama ääni on tasaista melua. Kaivinkoneiden kauhojen ja materiaalin kolahdukset maa- ja kiviainesten siirtojen ja lastauksen yhteydessä sekä koneiden ja ajoneuvojen hälytysäänet tuovat meluun impulssimaisuutta. Liikenteen meluvaikutus on riippuvainen mm. liikenteen määrästä ja sijainnista. Melutasoihin vaikuttavat mm. ajoneuvon tyyppi, ajonopeus, ajo-olosuhteet sekä tien ominaisuudet (pinnan laatu ja tasaisuus).

Rikastushiekka-altaan rakentamisen aikana kaivos on toiminnassa normaalisti. Altaan rakentamisen aikainen melu on verrattavissa mittauksin todennetun nykytilan toiminnan melupäästöihin. Rikastushiekka-altaiden toteutusvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 altaan alkupadon rakentamisen ja padon korottamisen aiheuttama lisämelu yhtäaikaisesti kaivostoiminnan melulähteiden kanssa ei ylitä raja-arvoja kaivosalueen ulkopuolella. Tilanteissa, joissa rikastushiekka-altaan (vaihtoehdot VE1 ja VE2) rakentamisen yhteydessä toteutetaan kaivostäyttökiven louhimista avolouhoksesta rikastushiekan lisäksi (täyttömenetelmä 2) tai rikastushiekka-allasvaihtoehdon VE1 kaivostäyttömenetelmällä 1 (rikastushiekka ja sivukivitäyttö),

melutasot ylittävät päiväajan raja-arvon (55 dB) ja lomakaudelle asetetut raja-arvot (päiväajan 45 dB) Taivaljärven alueella. (Envineer 2024b). Rakennustöitä suoritetaan päiväsaikaan, jolloin myös rakentamisesta ja kuljetuksista aiheutuvat vaikutukset rajoittuvat tälle ajalle. Meluavimpia työvaiheita ei tehdä yöaikaan ja viikonloppuisin. Rikastushiekka altaan rakentamisen aikaisen meluvaikutuksen merkittävyys arvioidaan vähäiseksi.

24.3.1.2 Tärinä

Tärinävaikutukset rajautuvat maanmuokkaustöiden ja liikennereittien välittömään läheisyyteen. Rakennusaikana ei ole havaittavia tärinävaikutuksia lähimpien asuinrakennusten luona.

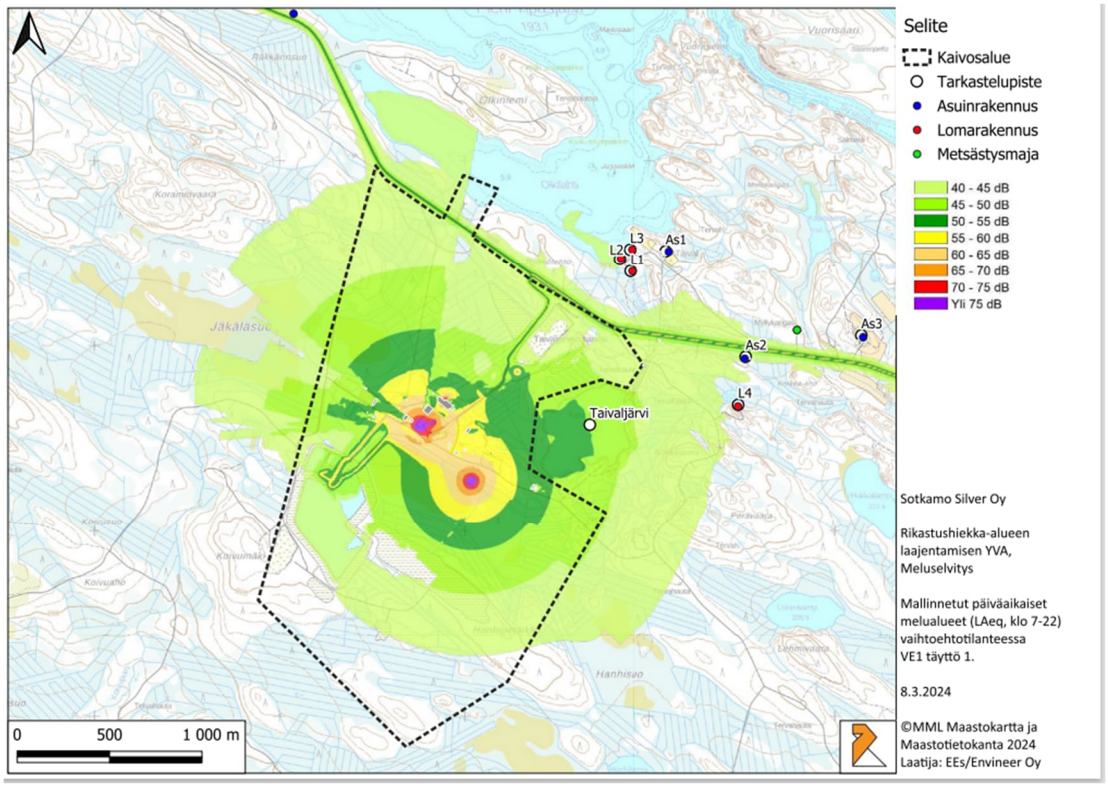
24.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

24.3.2.1 Melu

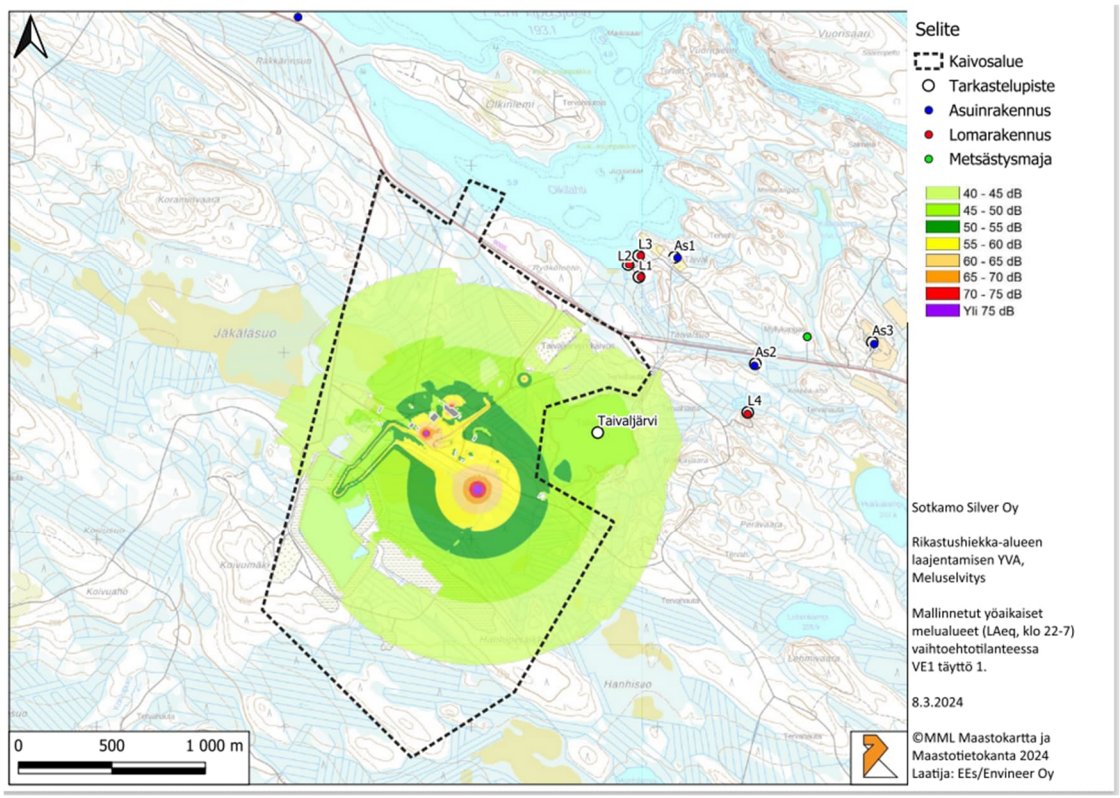
Kaivoksen meluaviin toimintoihin toiminnan aikana kuuluvat rikastushiekka-allasalueella toimiva kaivinkone, rikastamoalueella olevat murskain, rikotin, seula ja pyöräkuormaaja sekä ilmanvaihtokoneet ja muut rikastamon melulähteet sekä kaivostäyttövaihtoehdossa 2, avolouhoksen kalliopora ja kaivinkone. Lisäksi kaivoksen sisäinen liikenne sekä toiminta-alueelle suuntautuva raskas liikenne aiheuttavat melua.

Toiminnan aikaiset vaikutukset on arvioitu melumallinnusta hyödyntäen. Mallinnuksessa on huomioitu nykytilannetta vastaava tilanne VE0, jossa kaivoksen toiminta jatkuu vuoden 2025 loppuun asti tuotannon ollessa 600 000 t/v (Kuva 24-1 ja Kuva 24-2), sekä toteutusvaihtoehdot VE1 ja VE2, joissa malmin tuotantoa nostetaan siten, että tuotanto on korkeintaan 800 000 t/v tuotantoajan jatkuessa vuoteen 2035 asti. Toteutusvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on lisäksi huomioitu rikastushiekka-alueen laajentaminen sekä kaivostäyttövaihtoehdot (kaivostäyttö 1, rikastushiekka ja sivukivi tai kaivostäyttö 2, rikastushiekka ja avolouhoksesta louhittava täyttökivi).

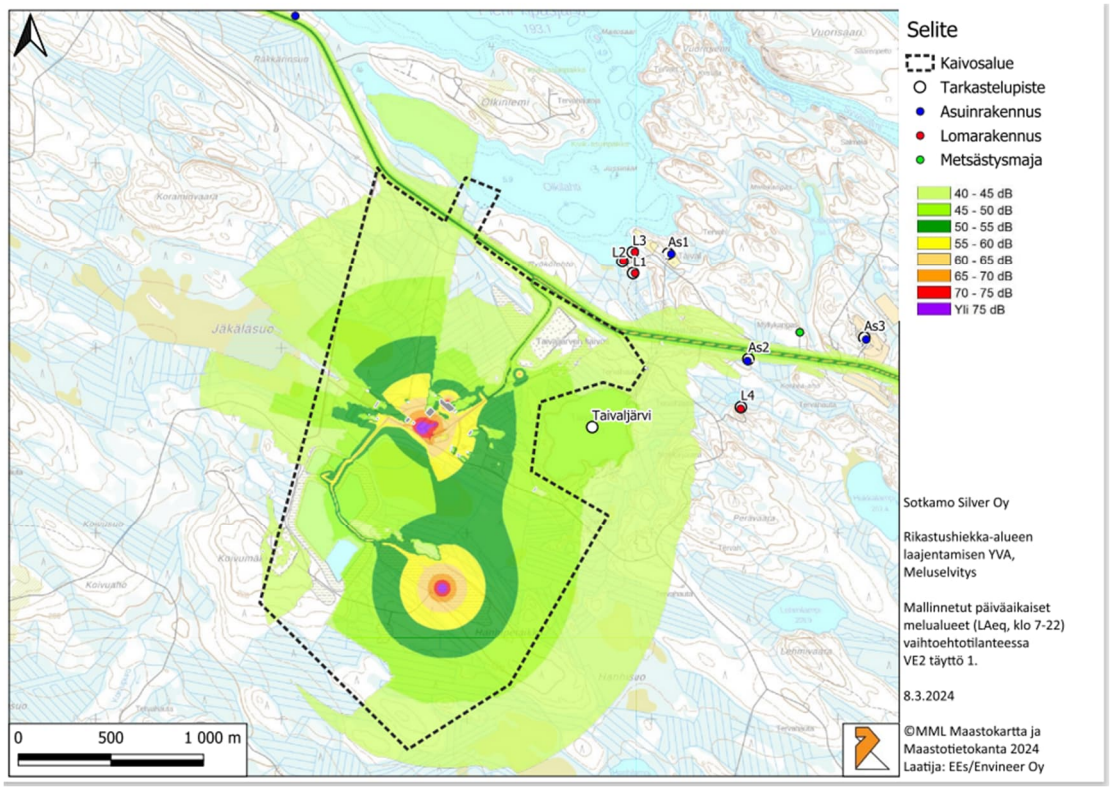
Melumallinnusten tuloksia on tarkasteltu toiminnan aikaisten päivä- (klo 7–22) ja yöajan (klo 22–7) keskiäänitasojen (LAeq) osalta ympäristövaikutusten arviointimenettelyn mukaisissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 sekä huomioitu kaivostäyttömateriaalivaihtoehdot (kaivostäyttö 1 ja 2) ja liikenteen aiheuttama melu. Mallinnetut päivä- ja yöaikaiset keskiäänitasot ja melun leviäminen toiminta-alueen ympäristössä on esitetty alla kuvissa (Kuva 24-3 - Kuva 24-10).



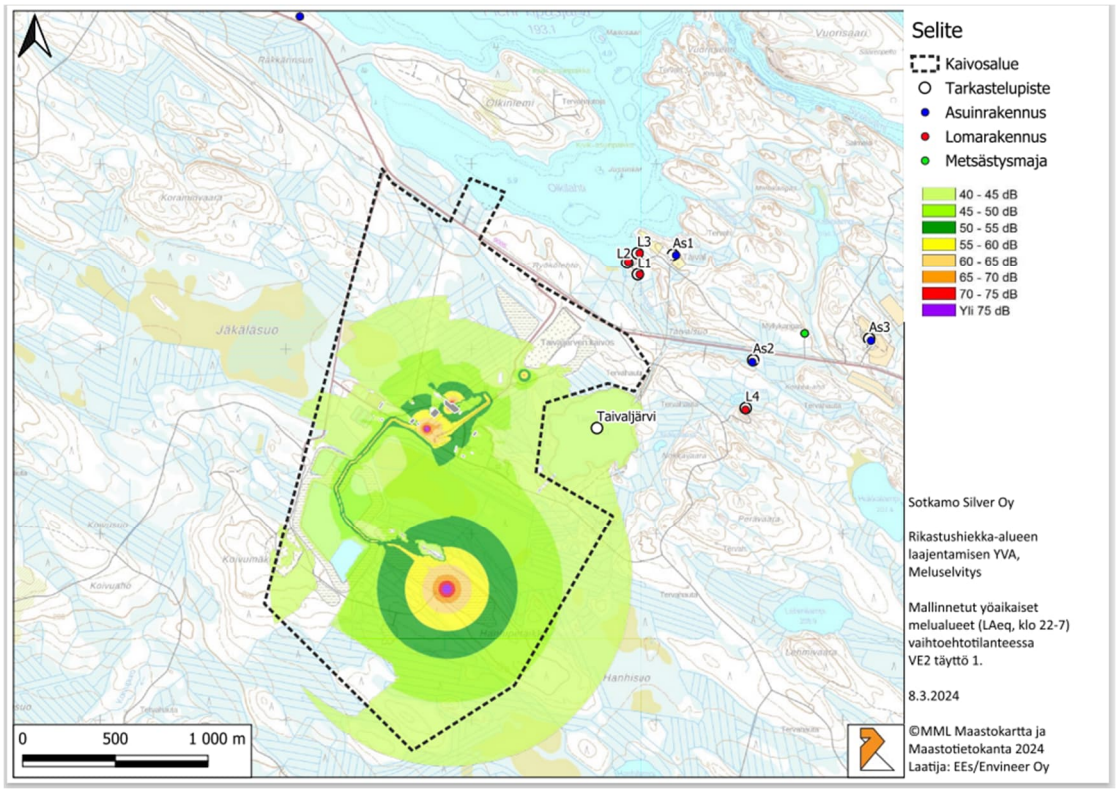
Kuva 24-3. Mallinnetut päiväaikaset melualueet (LAeq, klo 7–22) VE1 mukaisessa tilanteessa, jossa kaivostäyttö toteutetaan hyödyntämällä rikastushiekkaa ja sivukiveä (Kaivostäyttö 1). (Envineer Oy 2024b)



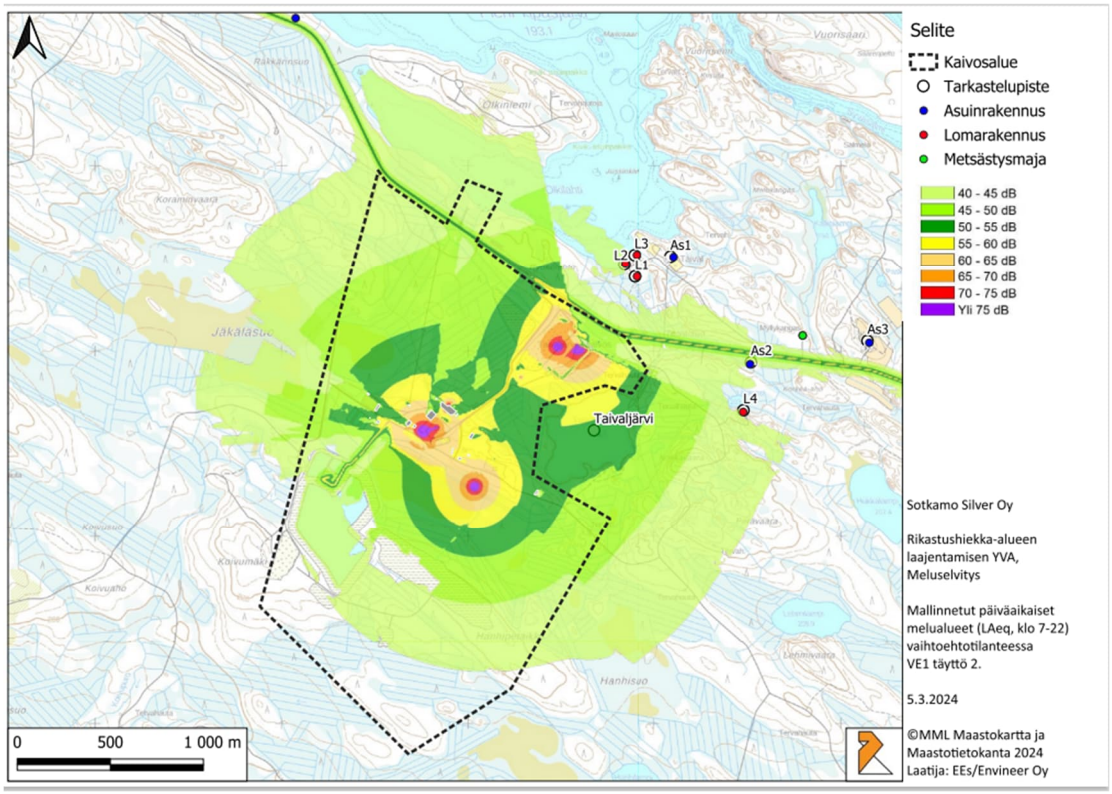
Kuva 24-4. Mallinnetut yöaikaset melualueet (LAeq, klo 22–07) VE1 mukaisessa tilanteessa, jossa kaivostäyttö toteutetaan hyödyntämällä rikastushiekkaa ja sivukiveä (Kaivostäyttö 1). (Envineer Oy 2024b)



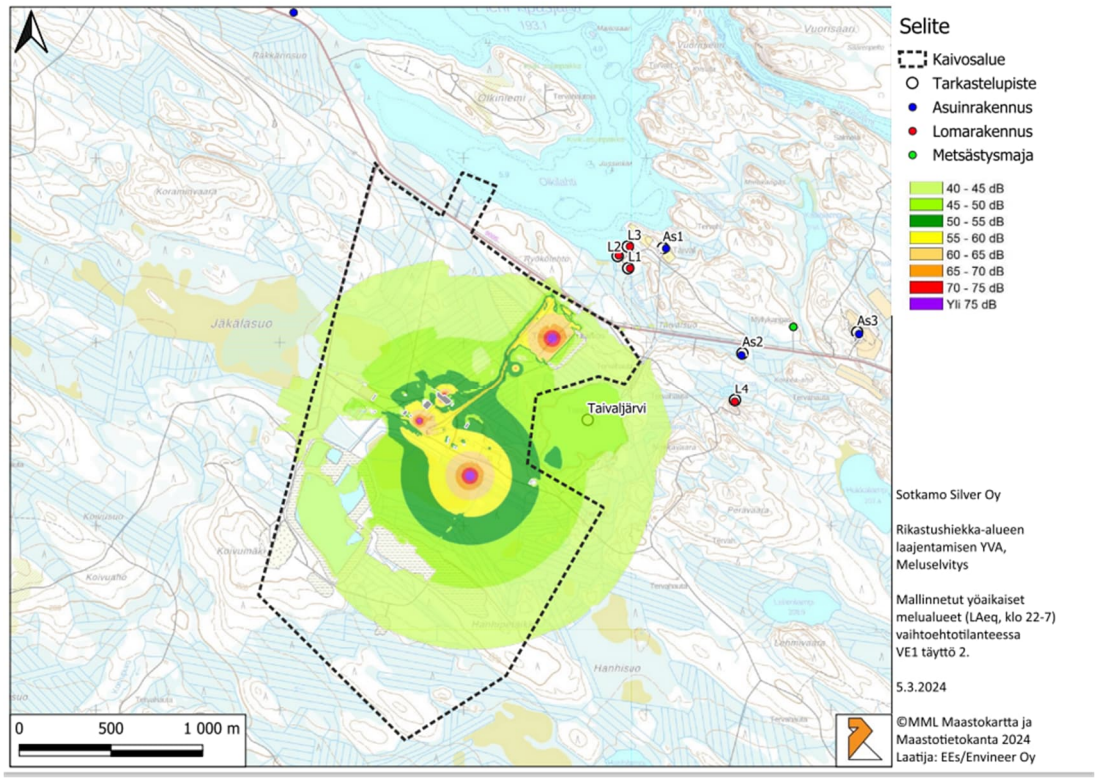
Kuva 24-5. Mallinnetut päiväaikaset melualueet (LAeq, klo 7–22) VE2 mukaisessa tilanteessa, jossa kaivostäyttö toteutetaan hyödyntämällä rikastushiekkaa ja sivukiveä (Kaivostäyttö 1). (Envineer Oy 2024b)



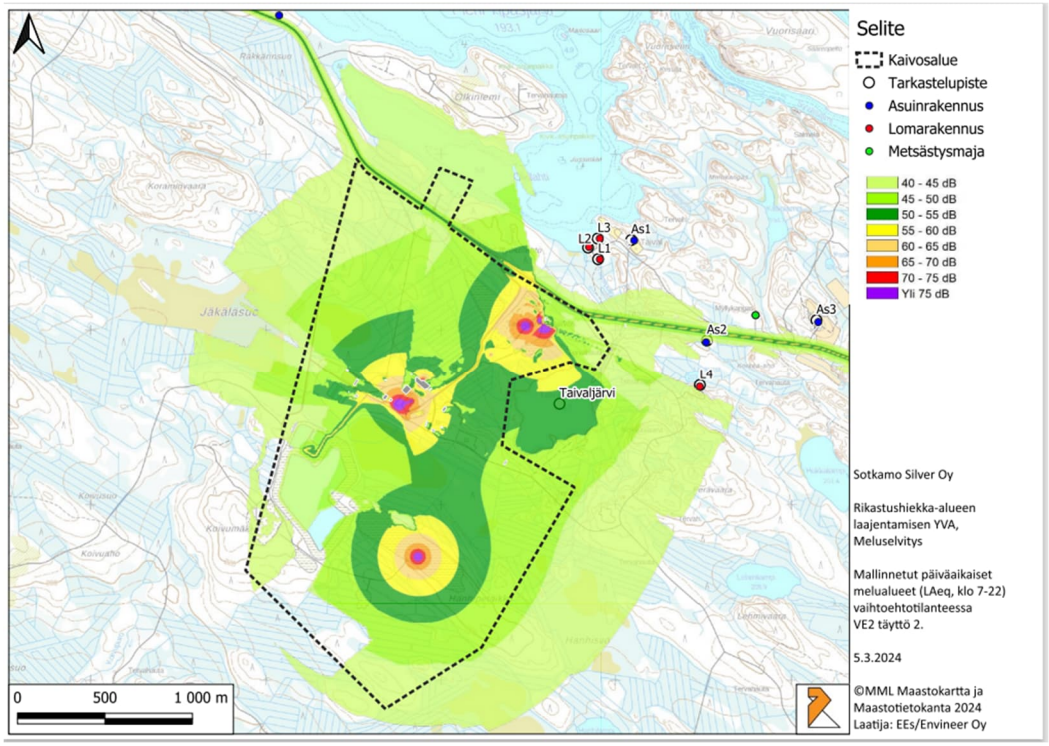
Kuva 24-6. Mallinnetut yöaikaset melualueet (LAeq, klo 22–07) VE2 mukaisessa tilanteessa, jossa kaivostäyttö toteutetaan hyödyntämällä rikastushiekkaa ja sivukiveä (Kaivostäyttö 1). (Envineer Oy 2024b)



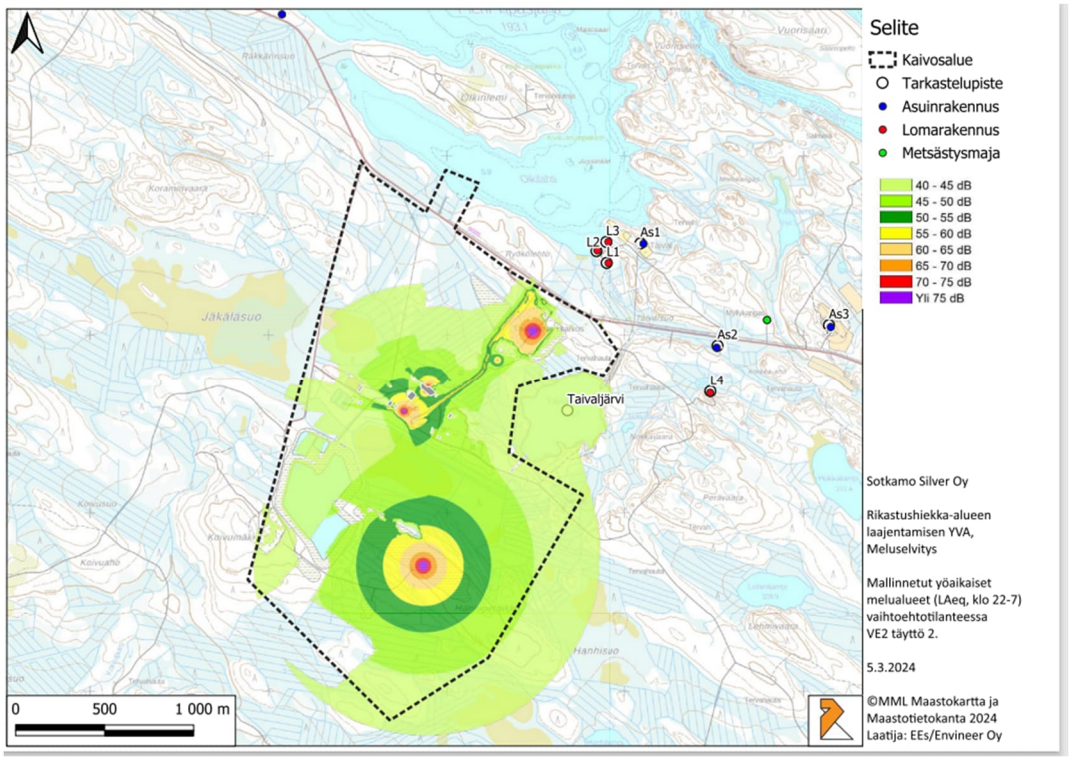
Kuva 24-7. Mallinnetut päiväaikaset melualueet (LAeq, klo 07–22) VE1 mukaisessa tilanteessa, jossa kaivostäyttö toteutetaan hyödyntämällä sivukiveä ja avolouhoksesta louhittavaa täyttökiveä (Kaivostäyttö 2). (Envineer Oy 2024b)



Kuva 24-8. Mallinnetut yöaikaset melualueet (LAeq, klo 22–07) VE1 mukaisessa tilanteessa, jossa kaivostäyttö toteutetaan hyödyntämällä sivukiveä ja avolouhoksesta louhittavaa täyttökiveä (Kaivostäyttö 2). (Envineer Oy 2024b)



Kuva 24-9. Mallinnetut päiväaikaset melualueet (LAeq, klo 07–22) VE2 mukaisessa tilanteessa, jossa kaivostäyttö toteutetaan hyödyntämällä sivukiveä ja avolouhoksesta louhittavaa täyttökiveä (Kaivostäyttö 2). (Envineer Oy 2024b)



Kuva 24-10. Mallinnetut yöaikaset melualueet (LAeq, klo 22–07) VE2 mukaisessa tilanteessa, jossa kaivostäyttö toteutetaan hyödyntämällä sivukiveä ja avolouhoksesta louhittavaa täyttökiveä (Kaivostäyttö 2). (Envineer Oy 2024b)

Kaivosalueen meluvaikutuksia tarkasteltaessa on huomioitu toiminta-aluetta lähimmät vakituiset ja vapaa-ajan kiinteistöt, Taivaljärven vesialue sekä Hiidenportin kansallispuisto. Voimassa olevan ympäristöluvan mukainen raja-arvo asuin- ja vapaa-ajankiinteistöjen piha-alueilla on päiväajalle 55 dB (LAeq) ja yöajalle 50 dB (LAeq). Lomakaudella 15.6.–31.7. välisenä aikana päiväaikainen raja-arvo on 45 dB (LAeq) ja yöaikainen raja-arvo 40 dB (LAeq). Keskiäänitasot tarkastelupisteillä on esitetty alla (Taulukko 24-2). Melulle asetetut raja-arvot eivät koske Taivaljärven vesistön eikä Hiidenportin kansallispuiston aluetta.

Mallinnuksissa huomioitujen kaivoksen toimintojen ja liikenteen aiheuttamat meluvaikutukset tarkastelluille asuin- ja vapaa-ajankiinteistöille eivät ylitä ympäristöluvan mukaisia päivä- ja yöaikaisia raja-arvoja eikä mallinnetut melualueet ulotu Hiidenportin kansallispuiston alueelle missään mallinnustilanteessa. Lomakaudella 15.6.–31.7. melutasot ylittävät päiväaikaisen raja-arvotason 45 dB ja yöaikaisen raja-arvotason 40 dB Taivaljärven tarkastelupisteellä kaikissa mallinnustilanteissa. Lomakauden ulkopuolella päiväaikainen raja-arvo 55 dB ja yöaikainen raja-arvo 50 dB eivät ylity asuin- tai vapaa-ajan kiinteistöjen tarkastelupisteillä, mutta Taivaljärven tarkkailupisteellä yöajan raja-arvot ylittyvät vaihtoehdossa VE1 (täyttövaihtoehdot 1 ja 2).

Taulukko 24-2. Päivä- (klo 7–22) ja yöaikaiset (klo 22–7) keskiäänitasot [dB(A)] tarkastelupisteillä (Envineer Oy 2024b).

Tarkastelu-piste	Kohde	Nykytilanne		VE1 (täyttö 1)		VE1 (täyttö 2)		VE2 (täyttö 1)		VE2 (täyttö 2)	
		Päivä	Yö	Päivä	Yö	Päivä	Yö	Päivä	Yö	Päivä	Yö
L1	Lomakiinteistö	36	33	38	36	36	33	36	33	37	33
L2	Autio lomakiinteistö*	38	35	39	37	36	31	36	31	37	32
L3	Lomakiinteistö	35	33	37	35	33	28	33	28	34	29
L4	Lomakiinteistö	34	21	35	24	34	23	34	23	35	24
As1	Asuinkiinteistö	29	25	35	34	30	26	30	26	31	27
As2	Asuinkiinteistö	40	27	41	31	41	27	41	27	41	28
As3	Lähin vakituiseen asumiseen käytettävä asuinkiinteistö	19	10	18	10	19	10	19	10	20	13
Taivaljärvi	Vesistö	48	42	50	47	48	43	48	43	53	43

*Sotkamo Silver Oy:n omistama tontti, jossa kiinteistö tyhjillään.

Suurimmat päiväaikaiset meluvaikutukset kohdistuvat meluselvityksen perusteella rikastamoalueen koillispuolella sijaitsevalle tilapäisessä lyhyt aikaisessa asuinkäytössä olevalle asuinkiinteistölle (tarkastelupiste As2) ja suurimmat yöaikaiset meluvaikutukset Olkilahden rannalla sijaitseville lomakiinteistöille (tarkastelupisteet L1 ja L3). Suurimmat muutokset melutasoissa kohdistuvat asuinkiinteistöille

Taipaleentiellä (tarkastelupiste As1), joka on niin ikään kaivoksen käytössä oleva tilapäiseen tai lyhytaikaiseen majoittumiseen käytettävä asunto ja Kalliolle (tarkastelupiste As3), joka on lähin vakituisessa asuinkäytössä oleva kiinteistö. Asuin- ja vapaa-ajankiinteistöjen melutasot kasvavat 2–4 dB vaihtoehdossa VE1 (täyttövaihtoehdot 1 ja 2), Taipaleentien asuinrakennuksen alueella päiväajan melutasot nousevat 6 dB ja yöajan melutaso 9 dB ja Kallion asuinrakennuksen alueella yöajan melutasot nousevat 10 dB. Lisäksi Olkilahdella melun levinneisyysalue laajenee.

Laskentatuloksen epävarmuus huomioidenkin päivä- ja yöaikaiset keskiäänitasot kaikilla tarkastelupisteillä ovat kuitenkin alle voimassa olevan ympäristöluvan mukaisia raja-arvotasoja.

24.3.2.2 Tärinä

Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 maanalaista kaivosta syvennetään 1 km maanpinnan tason alapuolelle. Tärinää aiheutuu maanalaisen kaivoksen louhintaräjäytyksistä. Räjäytyksistä aiheutuva tärinä on hetkellinen tapahtuma. Maanalaisessa kaivoksessa räjäytyksiä tehdään päivittäin. Tärinä hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on verrattavissa nykytilan tärinävaikutuksiin. Lisäksi avolouhoksen kallioporauksesta aiheutuu tärinää, kaivostäyttövaihtoehdossa 2 (sivukivi ja avolouhoksesta louhittu täyttökivi). Kallioporasta aiheutuva tärinä on porattaessa jatkuvaa, mutta tärinän arvioidaan rajautuvan tärinälähteen läheisyyteen. Tärinävaikutusten merkittävyys arvioidaan vähäiseksi kummassakin hankevaihtoehdossa VE1 ja VE2.

24.3.3 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Kaivoksen sulkemisen aikana meluvaikutukset johtuvat lähinnä maansiirtotöistä, jolloin meluvaikutukset pienentyvät. Kaivoksen sulkemisen jälkeen melun ja tärinän aiheuttajia ei alueella ole. Sivukivikasoilla ja muilla maanmuokkaustoimilla on paikallinen vaikutus melun leviämisen kannalta. Sulkemisen kokonaisvaikutukset ovat melun ja tärinän osalta olemattomat.

24.3.4 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Melun leviämismallinnuksen mukaan nykytilaa vastaavaan vaihtoehtoon VE0 liittyvien melupäästöjen vaikutukset kaivospiirin ulkopuolella ovat vähäiset. Kaivosalueellakin melu keskittyy nykytilassa kaivosalueella rikastamonalueen ympärille.

24.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Ympäristön herkkyys arvioitavien hankevaihtoehtojen melunlaatuvaikutuksille arvioidaan vähäiseksi, koska hankealueella on nykyisinkin samanlaista kaivostoimintaa, ja muodostuva melu ei oleellisesti poikkeaisi toiminnan tai tieliikenteen

aiheuttamasta melusta. Kummankin arvioitavan hankevaihtoehdon melutasoja huonontava vaikutus on kaivospiirin ulkopuolella vähäinen kaivostäyttövaihtoehdossa 1 (rikastushiekka ja sivukivi), ja kaivostoimintojen lähelläkin merkittävä vain paikallisesti ja nykyistä toimintaa vastaava. Kaivostäyttövaihtoehdossa 2 (sivukivi ja avolouhoksesta louhittava täyttökivi) melutasoja huonontava vaikutus on kaivospiirin ulkopuolelle vähäinen, vaikka avolouhostoiminta tuo melulähteen osittain Kissaniementielle ja melu leviää laajemmalle Taivaljärven alueella molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-allas sijoittuu lähemmäksi Kissanniementietä, mikä nostaa lähialueen melutasoja useita desibelejä verrattuna vaihtoehdon VE2 melutasoihin, mitkä pysyvät nykytilan kaltaisina mikäli päädytään käyttämään kaivostäyttöehtoa 1.

Hankkeen meluvaikutukset arvioidaan vähäisen kielteisiksi hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 molempien kaivostäyttövaihtoehtojen 2 ja 1 osalta.

Taulukko 24-3. Vaikutusten merkittävyys eri hankevaihtoehdoissa.

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys			VE1 täyttö 2 ja 2, VE2 täyttö 1 ja 2	VE0			
	Kohtalainen herkkyys							
	Suuri herkkyys							

24.5 Arvioinnin epävarmuudet

Kaivosalueen toimintoihin liittyvien toimintojen ajallinen jakautuminen ja melupäästöt tunnetaan suhteellisen hyvin. Suurimmat epävarmuudet liittyvät toimintojen sijoittumiseen suhteessa melun leviämistä vaimentaviin esteisiin, esimerkiksi varastokasoihin. Tätä epävarmuutta on minimoitu laatimalla maastomalli ilman varastokasoja. Mallinnukset on laadittu ns. myötätuuliolosuhteisiin, jolloin olosuhteet ovat koko laskenta-ajan samanlaiset ja melun leviämiselle suotuisat. Käytännössä tällaisia säätilanteita ovat mm. tyynet ja viilenevät kesäillat, joten ne ovat vuositasolla suhteellisen harvinaisia. Tulosten tulkinnassa on huomioitava lisäksi,

etteivät mallinnusten mukaiset melulähteiden keskiäänitasot toteudu mallinnusten mukaisina samanaikaisesti ja jatkuvasti joka puolella tarkastelualuetta, vaan melun leviämiseen vaikuttavat voimakkaasti mm. vallitsevat sääolosuhteet ja tuotannon yhtäaikaisten toimintojen ajoittuminen. Melun leviämislaskelmissa ei ole huomioitu toiminta-alueen ja kiinteistöjen välissä olevaa puustoa, joka vaimentaa melutasoja jonkin verran.

Laskentatuloksen epävarmuus on sitä suurempi, mitä kauempana laskentapiste sijaitsee. Epävarmuuden voivaan arvioida olevan alle 500 m etäisyydellä ± 2–3 dB.

24.6 Vaikutusten lieventäminen

Kaivostoiminnoista aiheutuvaa melua voidaan rajoittaa työkoneiden ja laitteiden sijoittelulla sekä myös erilaisin meluestein. Meluesteet voidaan rakentaa esim. murskekasoista tai pintamaasta ja ne tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle melun lähdettä. Meluesteen korkeus vaikuttaa huomattavasti sen vaimennuskykyyn. Äänilähteiden sijoittelussa voidaan huomioida mahdollisuuksien mukaan äänen mahdollinen suuntaavuus (esim. pakokanavan melu) ja suunnata äänilähteet poispäin lähistön häiriintyvistä kohteista.

Melutilannetta voidaan parhaiten seurata äänilähde- ja ympäristömelumittauksin (lyhyt ja/tai pitkäaikaismittaukset). Mittauksissa on kiinnitettävä erityistä huomiota taustamelun poistamiseen, jotta mittaustuloksessa olisi vain kaivoksen aiheuttama osuus mahdollisimman tarkasti edustettuna. Tämä asettaa mittauksille vaatimuksia kaivosalueen toimintojen ajoittamiselle ja säätekijöiden osalta, mikäli mittauksia suoritetaan kauempana laitoksesta. Mittauksia voidaan laajentaa käytön aikana myös äänilähdemittauksiksi ja melumallin avulla melun leviämislaskelmia voidaan edelleen tarkentaa.

25 Ihmisten elinolot, virkistyskäyttö ja terveys sekä elinkeinoelämä

YHTEENVETO

- Hankkeen merkittävimmät ihmisten elinoloja ja viihtyvyyttä heikentävät vaikutukset aiheutuvat ympäristömelusta, liikenteestä ja vesistövaikutuksista.
- Vaihtoehdoilla VE1 ja VE2 (täyttömenetelmillä 1 ja 2 sekä purkuvaihtoehdoilla 1 ja 2) arvioidaan olevan vähäinen heikentävä vaikutus ihmisten elinoloon ja viihtyvyyteen.
- Kaivostoimintojen laajentamisen tavoitteena on jatkaa kaivoksen elinkaarta 10-vuodella ja samalla toiminnan vaikutuksien kesto pitenee.
- Melumallinuksen mukaan päivä- ja yöajan ohjearvot eivät ylity, mutta melumaisema muuttuu toiminnan laajentamisen nostaessa melutasoa 6–9 dB. Yli 3 dB muutos on havaittavissa ja se koetaan häiritsevänä. Kaivosalueen maanpäällinen toiminta on ympäristöluvan mukaisesti osittain rajoittua arkipäiväajan ulkopuolella ja etenkin loma-aikaan, joten vakinaisiin tai loma-asukkaisiin ei kohdistu häiritsevää melua tai tärinää yöaikaan tai viikonloppuisin.
- Liikennemäärien kasvun ei ole arvioitu olevan suuri (20 ajoneuvoa), mutta liikenne kasvaa lähialueilla 19 %, josta raskaanliikenteen ajoneuvoja on 8 %. Teiden huonon kunnon vuoksi lisääntynyt liikenne kasvattaa onnettomuusriskiä, millä on heikentävä vaikutus ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen.
- Kaivoksen vesistökuormituksilla on arvioitu olevan kielteinen vaikutus Koivupuron purkureitin vesimuodostumien vedenlaatuun ja kalastoon vaikuttaen heikentävästi alueen virkistysmahdollisuuksiin. Negatiivisia vaikutuksia reitin kalastoon voi esiintyä pääasiassa Pieni-Hietasen ja Hietasen yläpuolisissa virtavesissä, joissa kalastus on vähäistä. Jaetulla vesistökuormituksella ei arvioida olevan Tipasjoen purkureitin vesimuodostumien vedenlaatuun tai kalastoon tai kalastusmatkailuun heikentävää vaikutusta.
- Kaivoksen ympäristön marjoissa ja sienissä on todettu kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. Kaivoksen elinkaaren pitenemisellä arvioidaan olevan kumulatiivinen vaikutus haitta-ainepitoisuuksiin heikentäen alueen kotitarvekäyttömahdollisuuksia.
- Kaivoksen toiminnan laajentamisesta muodostuu myönteisiä alueellisia ja maakunnallisia taloudellisia vaikutuksia, kun hanke kehittää aktiivisesti elinkeino- ja liikeelämän kilpailukykyä. Kaivostoiminnalla on välittömiä ja välillisiä työllistämisvaikutuksia ja kaivoksen elinkaaren piteneminen takaa jatkossakin alueellisen työllistämisen sekä kasvattaa työvoimantarvetta.
- Hankkeella ei arvioida oleva suoraa terveysvaikutusta minkään vaihtoehdon osalta. On kuitenkin huomioitava, että pienetkin muutokset tai häiriötekijät voivat aiheuttaa haittaa etenkin, jos alueelle kohdistuu useampia samanaikaisia häiriötekijöitä (liikenne, melu, tärinä sekä ilman- ja vedenlaatu). Lisäksi tulee huomioida alueella samanaikaisesti tapahtuvien muiden hankkeiden yhteisvaikutukset.

25.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi kattaa vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja terveyteen. Vaikutuksilla elinoloihin ja viihtyvyyteen tarkoitetaan hankkeen ihmiseen, yhteisöön tai yhteiskuntaan kohdistuvaa vaikutusta, joka aiheuttaa muutoksia ihmisten hyvinvoinnissa, hyvinvoinnin jakautumisessa tai

asuinympäristön viihtyvyydessä. Terveysvaikutuksilla tarkoitetaan ihmisen terveyteen kohdistuvia vaikutuksia.

Sotkamo Silverin kaivotoiminnan laajentamisen vaikutuksia ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen arvioitiin asiantuntija-arviona. Ihmisiin kohdistuvien vaikutuksien arvioinnissa yhdistyy kokemusperäisen eli subjektiivisen tiedon analyysi sekä asiantuntija-arvio. Ihmisiin kohdistuvat vaikutukset ovat kiinteästi sidoksissa hankkeen muihin vaikutuksiin ja muodostavat yhteenvedon kaikesta siitä, miten asukkaat kokevat hankkeen aiheuttamat muutokset. Hankkeen vaikutuksia on arvioitu hyödyntämällä muissa vaikutusarviointiosioissa syntyviä laskennallisia ja laadullisia arvioita (muun muassa ilmanlaatu-, melu- ja liikennevaikutuksia). Hankkeen aiheuttamia ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia ovat muun muassa asumisviihtyvyyteen kohdistuvat vaikutukset hankealueen läheisyydessä, kuten pöly ja melu, maiseman muutokset sekä vaikutukset virkistysalueiden käyttöön. Lisäksi hankkeesta voi aiheutua vaikutuksia maa- ja metsätalouteen sekä eräretkeilyyn ja -matkailuun.

Hankealueen ja sen ympäristön nykytila selvitettiin väestötilastoaineistoon ja kartta-aineistoon (virkistysalueet ja -reitit, herkät kohteet ja julkiset palvelut) perustuen. Arvioinnissa on selvitetty ne alueet tai väestöryhmät, joihin vaikutukset kohdistuvat. Vaikutuksia arvioitaessa hyödynnettiin jo olemassa olevia selvityksiä sekä YVA-menettelyn aikana saatua palautetta ja lausuntoja. Vaikutusten arvioinnissa kuvattiin hankealueen nykyinen käyttö ja tarkasteltiin hankkeesta aiheutuvia muutoksia suhteessa alueen nykytilanteeseen. Merkittävänä tausta-aineistona käytettiin kohdealueen asukkailta, toimijoilta ja alueen sidosryhmiltä tiedotustilaisuuskeskusteluissa kerättyä paikallistuntemusta ja kokemusperäiseen tietoon pohjautuvia näkemyksiä ja mielipiteitä. Sidosryhmien, muiden osallistujien ja asukkaiden näkemyksiä tarkasteltiin suhteessa muihin vaikutusten arvioinnin tuloksiin.

Terveyteen kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu suorien terveysvaikutuksien osalta asiantuntijatyönä hyödyntäen kirjallisuutta. Vaikutuksia arvioitiin vertaamalla hankkeen vaikutusarviointien tuloksia kunkin vaikutuksen terveysperusteiseen ohjearvoon tai suositukseen. Terveyteen kohdistuvia vaikutuksia saattavat aiheuttaa esimerkiksi liikenne, melu, pöly, ilmapäästöt sekä vaikutukset pinta- ja pohjavesiin. Hankkeen alustavassa riskinarvioinnissa on huomioitu mahdolliset poikkeustilanteet, jotka saattavat vaikuttaa ihmisten terveyteen.

25.2 Nykytila

25.2.1 Asutus

Sotkamon väkiluku kasvaa toisin kuin muiden Kainuun kuntien asukasluku. Vuoden 2022 osalta Sotkamon kokonaisnettomuutto oli 85 henkeä ja Sotkamon

kunnan asukasluku oli vuoden 2022 lopulla 10 354 henkilöä (*Sotkamon kunta 2024a*). Kunnan asukkaista suurin osa (57 %) oli työikäisiä 16–64-vuotiaita, asukkaista oli 14,8 % alle 15-vuotiaita ja yli 64-vuotiaita oli 28,2 %. Asuminen keskittyy taajamiin, joissa asuu yli 60 % kunnan asukkaista. (*Tilastokeskus 2024*)

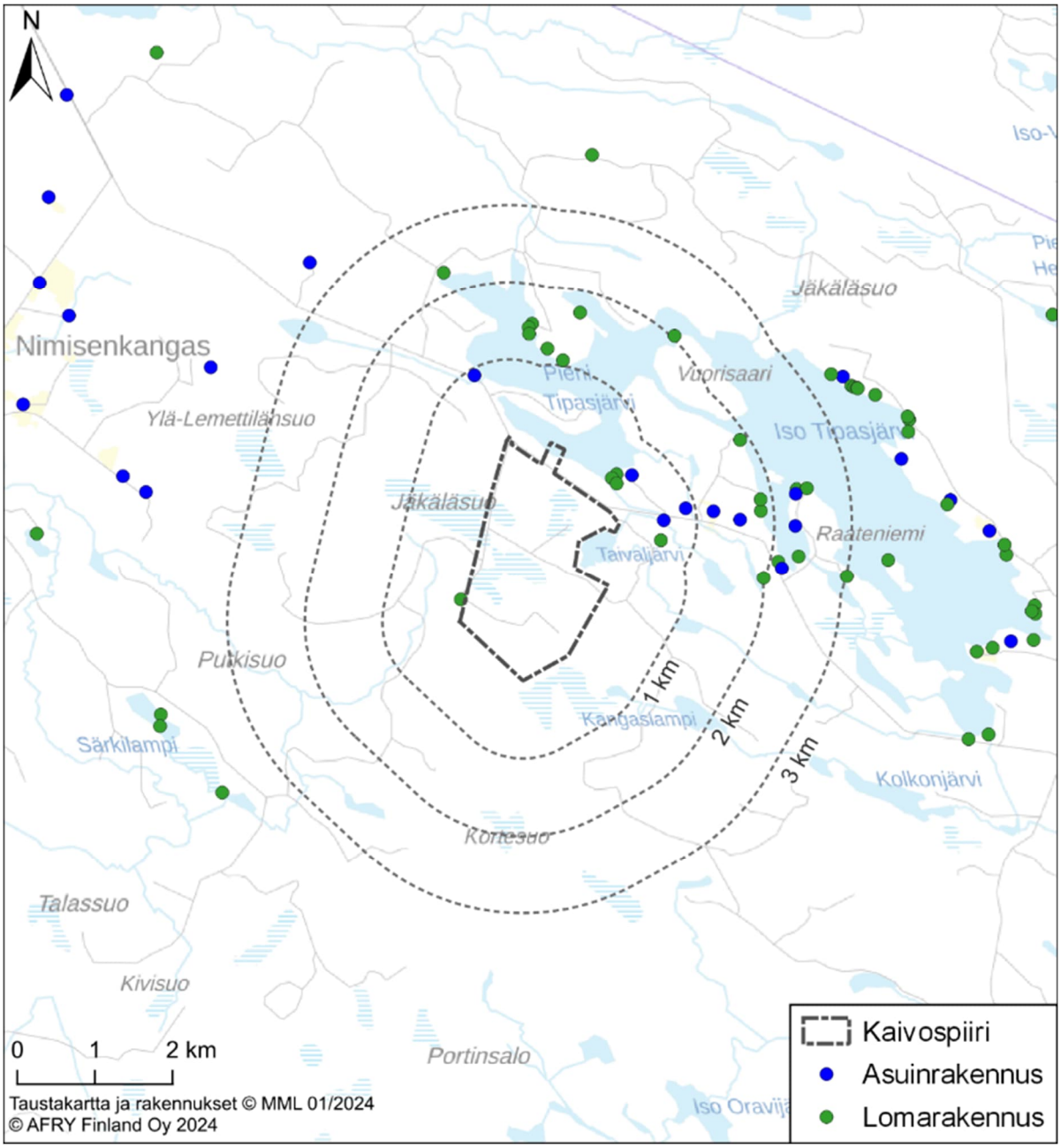
Hankealue sijaitsee maaseudun harvaan asutulla alueella taajamien ulkopuolella. Hankealueella ei sijaitse taajamatoimintoja tai tärkeimpiä liikenneyhteyksiä. Sotkamon kunnan taajamat sekä kirkonkylä sijaitsevat noin 37 km ja Vuokatti noin 41 km etäisyydellä hankealueelta länteen. Kuhmon kaupungin keskusta sijaitsee noin 30 km koilliseen. Herkät alueet, kuten koulut ja päiväkodit sekä sosiaali- ja terveyspalvelut ovat keskittyneet Sotkamon ja Kuhmon taajama-alueille. Alue on harvaan asuttua, mutta kesäisin alueen väkiluku tuplaantuu useina kuukausina matkailijoiden ja mökkiläisten vaikutuksesta. Tämä tasaa negatiivista väestökehitystä alueella ja vaikuttaa positiivisesti elinvoimaan parantamalla alueen palvelurakennetta. Alue on tunnettu erämaa-alueista ja koskikalastuspaikoista, joiden ympärille on muodostunut matkailutoimintaa. (*Kainuun liitto 2024b*)

Hankealueen ympäristö on pääasiassa asumatonta metsää, suo- ja vesistöalueita. Asutus on hajaluonteista ja keskittynyt kaivospiirin pohjois- ja kollispuolelle Pienen ja Ison Tipasjärven ympäristöön. Hankealueen ja yksittäisten asuinrakennuksien sekä asutuskeskittymien välissä on laajalti metsää, joka estää näkymiä hankealueen suuntaan. Lähimmät yksittäiset asuinrakennukset sijaitsevat noin 500-1000 metrin etäisyydellä kaivospiirin pohjoisrajasta koilliseen Kissaniementiellä ja siitä haarautuvalla Taipaleentiellä. Rakennukset ovat kaivoksen omistamia ja tarkoitettu henkilökunnan tilapäismajoitukseen. Luoteen puolella Naurislahden rannalla sijaitse Sotkamon Metsästyskoirakerho ry:n omistama Tipastupa, jota kalaosuuskunta vuokraa toiminta- ja virkistyspaikkana. (*Sotkamo Silver 2024*) Lähin vakinaisesti asuttu rakennus sijaitsee 1,2 km etäisyydellä Kissaniementien varrella Kalliossa. Tipasjärven rannoilla sijaitsee useita asuinrakennuksia yli kilometrin etäisyydellä kaivospiirin itä-koillispuolella.

Vapaa-ajan asutus on keskittynyt Pienen ja Ison Tipasjärven rannoille. Lähimmät niistä sijaitsevat kaivospiirin koillispuolella Taipaleentien varrella noin 600 metrin etäisyydellä kaivospiirin pohjoisrajasta. Kaivospiirin lounaispuolella sijaitsee yksittäinen lomarakennus (tukkikämppä), noin 50 metrin etäisyydellä rajasta, Hopeatieltä haarautuvan yksityistien varrella.

Lännessä ja luoteessa asutusta sijaitsee lähimmillään Nimisenkankaalla hieman yli 3 kilometrin etäisyydellä kaivospiiristä. Asutuskeskittymiä sijaitsee Pajuvaarassa ja Kuikkakylässä sekä Herttuankylässä noin 10 km etäisyydellä sekä Luoman, Hietasen, Pieni-Hietasen ja Kalliojärven vesistöjen ympäristössä 8–11 km etäisyydellä kaivosrajalta. Lähimmät asutuskeskittymät Kuhmon kaupungin puolella sijaitsevat Välivaarassa ja Nurmesjärven rannalla yli 10 km etäisyydellä. Kaivospiirin

ympäristön asuin- ja lomarakennuksien sijoittuminen on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 25-1).

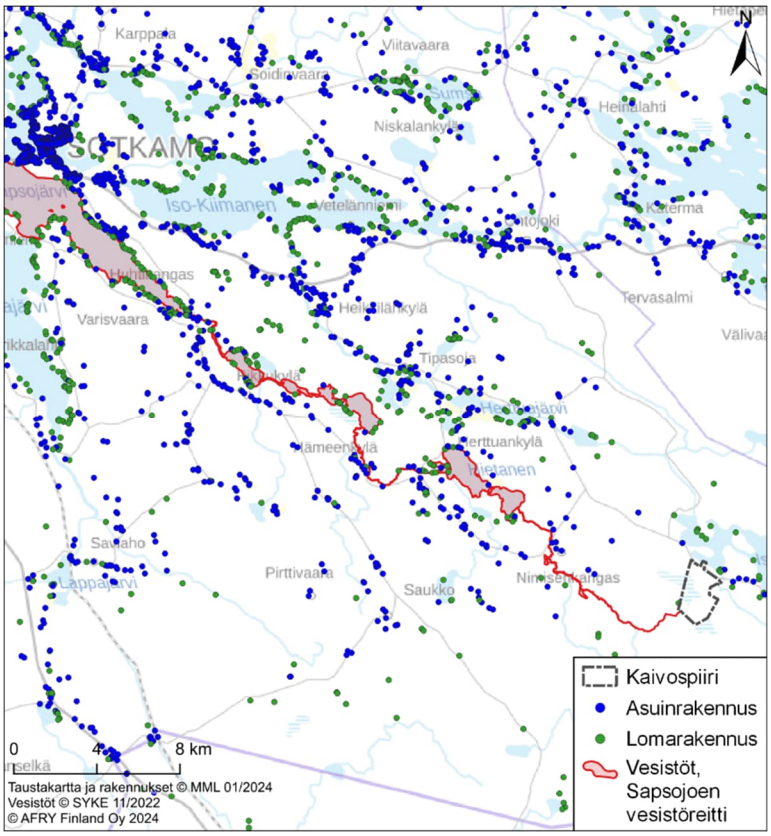


Kuva 25-1. Asuin- ja lomarakennuksien sijainnit kaivosalueen lähiympäristössä.

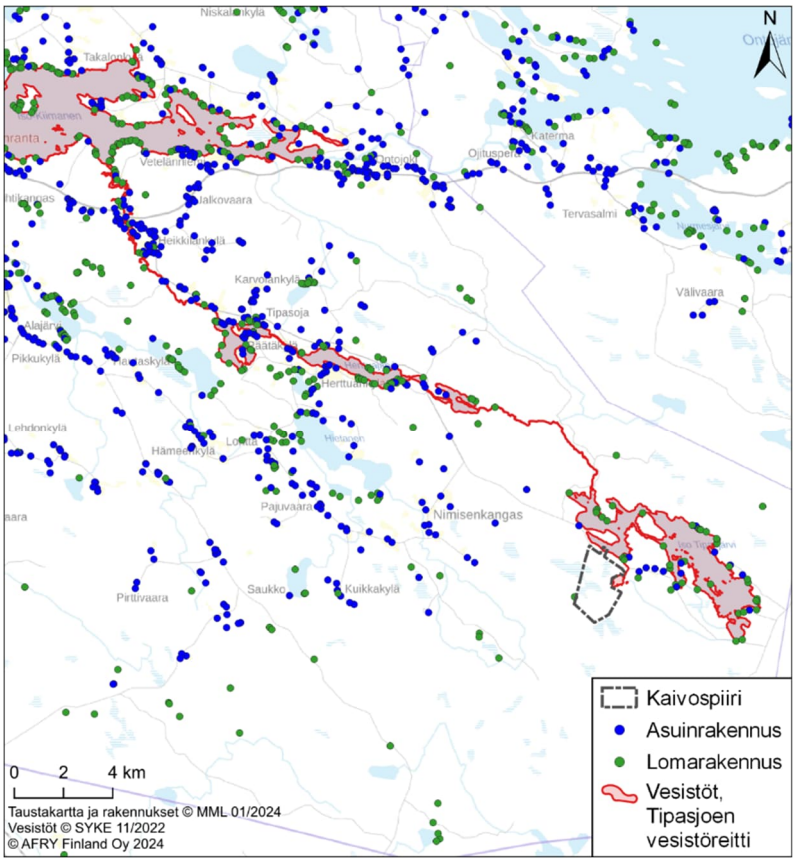
Seuraavissa kuvissa on lisäksi esitetty asuin- ja lomarakennukset hankkeeseen liittyvien vaihtoehtoisten vesienjohtamisreittien (Tipasjoen ja Sapsojoen vesistöreitit) varsilla (Kuva 25-2, Kuva 25-3). Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vedet johdetaan joko nykyisen luvan mukaisesti Koivupuroon tai vaihtoehtoisesti vedet johdetaan jaetusti Koivupuroon sekä Taivaljärven kautta Tipasjärven Olkilahteen.

Tipasjoen vesistöreitillä asutus on lähellä kaivosta, täten virkistyskäytön kannalta purkuvesien mahdollisilla vaikutuksilla on suurempi merkitys verrattuna

Sapsojärven (Koivupuro) vesireittiin. Lisäksi Tipasjoen vesienjohtamisreitin varrella sijaitsevat Tipasojan ja Sapsoperän kylät, joissa on aktiivista kylätoimintaa. (*Sotkamon kunta 2024b)*



Kuva 25-2. Asuin- lomarakennukset Sapsojärven (Koivupuron) vesistöalueen vesistöreitin varrella.



Kuva 25-3. Asuin- lomarakennukset Tipasjoen vesistöalueen vesistöreitin varrella.

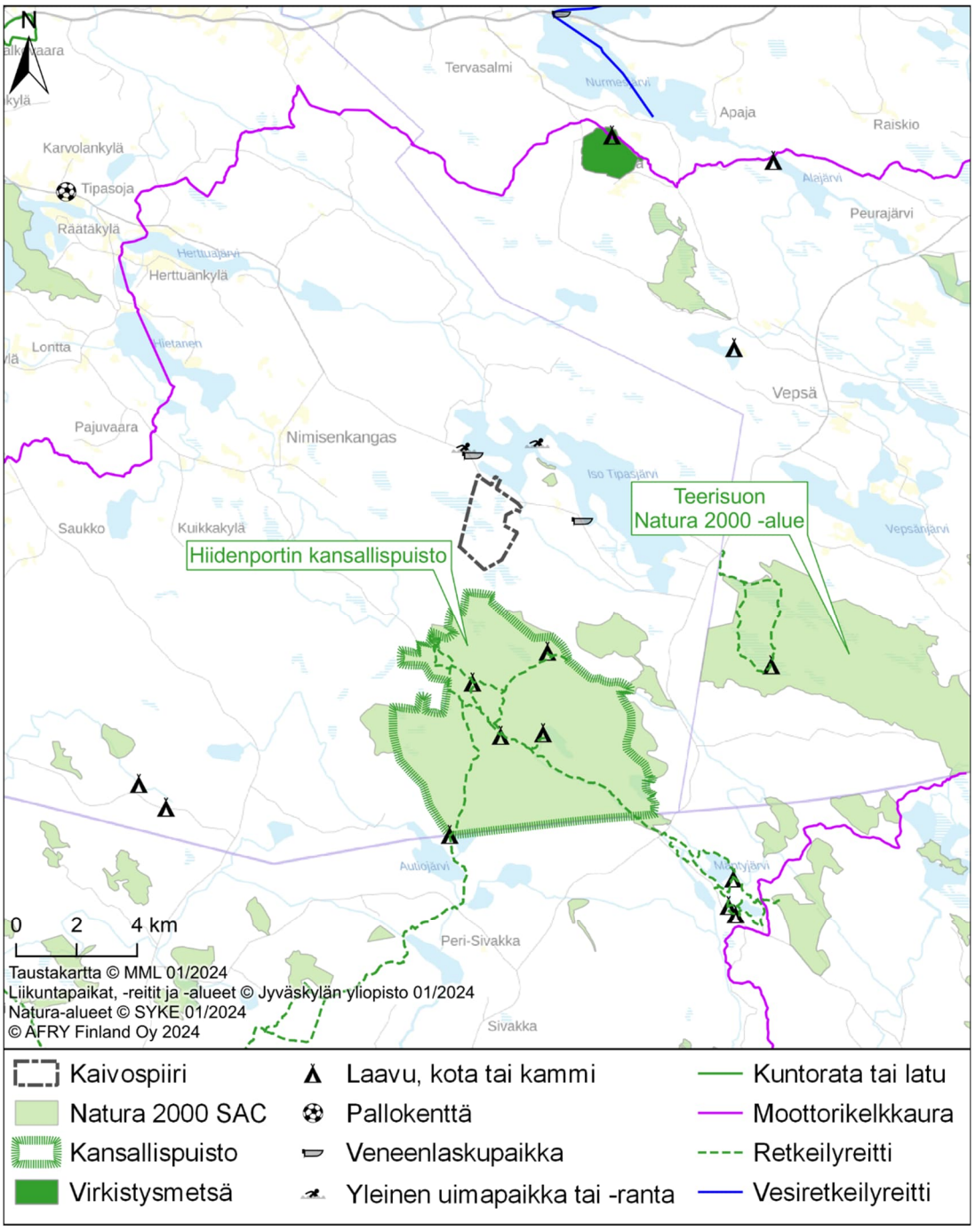
Ranta-asemakaava, johon kuuluu ranta-alueita Iso Tipasjärven, Pieni Tipasjärven, Iso Raatelammen, Kalettomanlammen, Kourulammen ja Mäntylammen rannoilla. Tipasjärven ranta-asemakaavahanke on tullut vireille 2011 ja se sijaitsee hankealueen pohjois- ja itäpuolella. Ranta-asemakaavan toteutuessa kaavaluonnoksessa osoitetuille kaivoshanketta lähimmille rantarakennuspaikoille voi aiheutua kaivostoiminnasta ja toiminnan laajentumisesta asuinviihtyvyyttä heikentäviä vaikutuksia (esimerkiksi melusta, pölystä ja liikenteestä johtuen).

Virkistys

Pieni ja Iso Tipasjärvi sekä Tipasjoki ovat ranta-asukkaiden, mökkiläisten ja lähialueen asukkaiden, sekä kyläläisten merkittävä vapaa-ajanvietto- ja kalastuskohde. Tipasjoella on luontainen taimen- ja harjuskanta, minkä takia se on suosittu kalustuskohde myös ulkopaikkakuntalaisille. Paikallistiedon mukaan Tipasjärvi-alueella on kaksi yleistä uimapaikkaa ja kaksi veneenlaskupaikkaa. Pientä ja Isoa Tipasjärveä jakava Vuoriniemi on Natura-alue, jossa on huomion arvoista kasvillisuutta ja paikallisten suosima ulkoilukohde. Lisäksi vastarannalla olevassa Vuorisaaressa esiintyy metsäpeuroja ja hirviä. Kaivospiirin itäpuolella sijaitseva Taivaljärvi kunnostettiin vuonna 2022 kosteikoksi muodostaen vesi- ja rantalinnuille hyvin soveltuvan elinympäristön. Taivaljärvi on arvokas lintu- ja luontotarkkailukohde.

Hankealueella ei sijaitse virallisia virkistysalueita tai -reittejä, mutta alueen suot ja metsät soveltuvat kotitarvekeräämiseen (marjastukseen, sienestykseen) ja metsästykseen sekä luonnossa liikkumiseen. Hankealueen eteläpuolella noin kilometrin etäisyydellä kaivospiirin rajalta sijaitsee Hiidenportin kansallispuisto, joka on myös Natura-alue. Kansallispuistossa on yhteensä noin 30 km retkeilyreittejä sekä useita laavuja, joista lähimmät, Porttilammien laavu ja Urpolammen laavu, sijaitsevat noin 4 kilometrin etäisyydellä kaivospiirin rajalta. Teerisuon - Lososuon Natura-alue sijaitsee noin 7 km hankealueesta kaakkoon, alueella sijaitsee Teerisuon laavu retkeilyreitin varrella.

Hankealueetta lähinnä oleva moottorikelkkaura, Sotkamo-Kuhmo reitti, kulkee lounaassa noin 11 km etäisyydellä hankealueesta. Nurmeksen kunnan puolella sijaitseva Hornionvaara-Maakuntaraja moottorikelkkaura kulkee noin 14 km etäisyydellä ja Talonpojantaival-retkeilyreitti päättyy Hiidenportin kansallispuiston kuntarajalla sijaitsevalle Allaslahden laavulle. Tipasojan kylässä on pallokenttä, muutoin lähimmät ulkoilualueet ja -reitit sekä hiihtoladut sijaitsevan Sotkamon ja Kuhmon taajamien läheisyydessä. (Metsähallitus 2024) Lähiympäristön retkeily- ja virkistysalueet on esitetty alla (Kuva 25-4)



Kuva 25-4. Retkeily- ja virkistysalueet hankealueen ympäristössä.

25.2.2 Elinkeinot

Kaivostoiminta on merkittävä työllistäjä Kainuun alueella ja se vaikuttaa merkittävästi myös maaseuturakenteeseen ja palveluihin. Sotkamo Silver Oy:n kaivos työllistää suoranaisesti noin 50 henkilöä ja yli 90 alihankkijaa ja -urakoitsijaa sekä välillisesti useita satoja henkilöitä Kainuussa ja muualla Suomessa. Suurin osa työntekijöistä asuu Sotkamossa, Nurmeksessa, Kuhmossa tai Kajaanissa, mutta

osa työntekijöistä on myös matkatyöläisiä, joille Sotkamo Silver on järjestänyt työvuorojen ajankohdaksi mahdollisuuden majoittua kaivoksen lähialueilla.

Kaivosalueen itäpuolella noin 500 m etäisyydellä PSW Kivi Oy harjoittaa kiviainestenottotoimintaa Nokkavaaran alueella. Aiemmin hankealueen lähistöllä, Jäkäläsuolla sekä Iso Varpusuolla, Neova Oy:n (ennen Vapo Oy) harjoittama turvetuotanto on päättynyt. Majoituspalveluja Tipasjoen ja Tipasjärvien kalastusmatkailijoille tarjoavat hankealueen luoteispuolella, noin 15 km päässä sijaitsevat Välikosken Lomamökit Herttuakylässä ja Loma Rinteelä. Tipasjoen varrella, Räätäjärven luoteispuolella toimii Kainuun Lohi Oy:n kalankasvattamo.

Kaivostoiminta vaikuttaa myönteisesti alueen elinkeinoelämään, palveluihin ja elinvoimaisuuteen. (*Sotkamon kunta 2024*) Tilastokeskuksen mukaan Sotkamon kunnassa asuvien työllisen työvoiman määrä vuonna 2021 oli 4 399 ja työpaikkaomavaraisuus oli 104,5. Asuinkunnassa työssäkäyvien osuus oli 69 % ja työttömien osuus työvoimasta 6,5 prosenttia. Vuonna 2020 alueella olevien työpaikkojen määrä oli 4 595. Suurin osa työpaikoista kuului palvelujen piiriin (56 %), jalostuksen osuus oli 36 % ja alkutuotannon osuus oli 6,2 %. (*Tilastokeskus 2024*) Työ- ja elinkeinoministeriön tuoreimman työllisuuskatsauksen mukaan Sotkamossa työttömyys on laskenut ja työtä on runsaasti tarjolla niin Sotkamossa kuin alueen työssäkäyntialueella. (*Sotkamon kunta 2024*)

25.3 Vaikutusten arviointi

Kaivostoiminnan tehostamisen aikaiset toiminnat keskittyvät suurelta osin kaivospiirin alueelle. Tehostamistoiminnat muodostuvat uuden rikastushiekka-altaan rakentamisesta toteutusvaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukaisesti sekä kaivostäyttö-menetelmien 1 (rikastushiekka ja sivukivitäyttö) ja 2 (sivukivi ja avolouhoksesta louhittava täyttökivi) käyttöönotosta. Altaiden rakentaminen vastaa tavanomaista maarakentamista ja täyttökiven louhinta kaivostoimintaa. Kaivostoiminnan tehostamisesta ja allasalueiden rakentamisesta aiheutuu pääasiassa melu-, pöly ja liikennevaikutuksia. Purkuvesienjohtamisen toteuttamisvaihtoehdoista (Tipasjoen ja Sapsojoen vesistöreitit) ja purkuvesimäärien lisääntymisestä muodostuu vesistövaikutuksia, joilla on mahdollisia välittömiä tai välillisiä vaikutuksia alueen elinoloihin, virkistystoimintaan ja terveyteen.

25.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset ihmisten elinoloihin

Melu ja tärinä sekä liikenne

Rakentamisesta aiheutuva ympäristömelu muodostuu pääasiassa rikastushiekka-altaan alkupadon maarakennustöistä ja rikastushiekka-allaan vuorotellen korottamisesta ja täyttämisestä koko kaivoksen toiminnan ajan aina vuoteen 2035 asti. Rakentamisen melutasot tuovat lisämelunlähteen toiminnassa olevan kaivoksen

(louhinta, murskaus, kuljetus ja prosessitoiminta) melulähteisiin nykytilaan nähden. Altaan rakentaminen toteutetaan päiväaikaan, eikä meluavimpia työvaiheita tehdä yöaikaan ja viikonloppuisin. Ympäristömelumallinnuksen mukaan maarakentamisesta (vaihtoehdot VE1 ja VE2 molempien täyttömenetelmien 1 ja 2 osalta) aiheutuvan melun tasot yhdessä kaivostoiminnan melutasojen kanssa eivät ylitä asuinrakennuksille asetettuja päivä- tai yöajan ohjearvoja (55 dB ja 50 dB) rakennuksien läheisyydessä. Vapaa-ajanrakennuksiin sovelletaan luonnonsuojelualueille asetettuja alempia päivä- ja yöajan ohjearvoja (45 dB ja 40 dB), joita kaivoksen ympäristöluvan mukaisesti sovelletaan lomakautena (15.6.–31.7.) myös asuinrakennuksiin. Melumallinnuksen mukaan melutasot asuin- ja vapaa-ajanrakennuksien läheisyydessä alittavat myös asetetut alemmat päivä- ja yöajan ohjearvot vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Mallinnetut melualueet eivät ulottuneet Hiidenportin kansallispuiston tai Teerisuon Natura-alueille. Taivaljärven läheisestä sijainnista (sijaitsee kaivospiirin itärajalla) johtuen vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 alemmat päivä- ja yöajan ohjearvot (45 dB ja 40 dB) ylittyvät. Alueella ei tosin sijaitse asutusta.

Hankealueen läheisyydessä sijaitsee häiriintyviä kohteita lähimpien asuin- ja vapaa-ajanrakennuksien ollessa noin 500 metrin etäisyydellä kaivospiirin rajalta. Melutasot muuttuvan kaivosalueella ja sen ulkopuolella nykytilanteeseen nähden, mutta pääsääntöisesti melualueen levinneisyys rajautuu kaivosalueelle. Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaan sijainti sekä vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kaivoksen täyttömenetelmä 2 (mikäli avolouhos otetaan toimintaan saman aikaisesti altaan rakentamisen kanssa) tuovat lisämelulähteen lähelle Kissaniementietä. Kaivoksen nykyinen toiminta on jo muuttanut alueen melumaisemaa ja kaivostoiminnan laajentamisesta vaihtoehdosta VE1 aiheutuva melu lisää alueen melutasoa merkittävästi (2–10 dB) nykytilaan verrattuna. Muutos alueen melumaisemassa jatkuu kaivoksen elinkaaren pidentyessä 10-vuodella. Suurin päiväajan meluvaikutus kohdistuu Kissamäentien asuinrakennuksen läheisyyteen sekä yöaikainen meluvaikutus Olkilahden rannalla sijaitseville vapaa-ajankiinteistöille. Rakentamisen aikaisella melulla arvioidaan olevan kohtalaisen heikentävä vaikutus ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen. Rikastushiekka-altaiden rakentamisesta aiheutuvalla liikenteellä ei arvioida olevan vaikutusta ihmisten elinoloihin tai viihtyvyyteen eikä rakentamisen arvioida aiheuttavan tärinää.

Ilmalaatu ja ilmasto

Rikastushiekka-altaan rakentamisesta pölyä muodostuu pääasiassa rakentamis- ja korotusvaiheessa ja lisäksi pölyämistä voi aiheutua myös liikenteestä ja työkoneista, mutta pölyäminen on vähäistä ja paikallista. Leviämismallinuksen mukaan, jossa tarkasteltiin rikastushiekka-altaiden ja kaivoksen toiminnan ja täyttömenetelmien aiheuttamia pölypäästöjä, pölylaskeuma rajoittuu kaivospiirin sisäpuolelle molempien toteuttamisvaihtoehtojen VE1 ja VE2 osalta. Rakentamisvaiheen ilmastovaikutukset ovat pienet noin 1 % hankkeen elinkaaren kokonaispäästöistä.

Pölyllä tai hiilidioksidipäästöillä ei arvioida oleva ihmisten elinoloja tai viihtyvyyttä heikentävää vaikutusta.

Pohjavesi ja pintavedenlaatu

Rakentamisvaiheessa ei muodostu purkuvesiä eikä rakentamistöissä oteta vettä alueen vesistöstä. Toteuttamisvaihtoehtojen VE1 ja VE2 rakentamisella ei arvioida olevan vaikutusta alueen pohjaveden hankintaan eikä vesistön tilaan.

Virkistys

Rikastushiekka-altaiden rakentamisesta aiheutuvat toiminnot rajoittuvat kaivospiirin sisäpuolelle, eikä niistä aiheudu muutoksia alueen virkistyskäyttöön.

25.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset ihmisten elinoloihin

Liikenne

Tuotannon noston arvioidaan kasvattavan kokonaisliikennemäärää noin 124 ajoneuvoon vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus olisi noin kahdeksan ajoneuvoa vuorokaudessa. Näin ollen kaivoksen kokonaisliikennemäärään tulisi 20 ajoneuvon lisäys vuorokaudessa ja raskaan liikenteen määrään kahden ajoneuvon lisäys vuorokaudessa, eli kaivostoiminnasta aiheutuvat kokonaisliikennemäärät kasvaisivat noin 19 % nykyisestä.

Tipasojan kyläyhdistys ry huomautti YVA-ohjelmassa antamassaan lausunnossa, että kaivos hankkeesta johtuvaa tiestön kunnon huonontumista on havaittavissa. Tämä on yhdistyksen mukaan ollut syy myös moniin vaaratilanteisiin ja sattuneisiin liikennevahinkoihin. Lisäksi raskaan liikenteen lisääntymisen vaikutus tiestön kuntoon aiheuttaa huolta, etenkin kun arviolta 90 % kaivostoiminnan liikenteestä kulkee Sotkamon suuntaan ohittaen Tipasjoen kylän. Tieosuuksilla on tapahtunut useita liikenneonnettomuuksia, viimeisen seitsemän vuoden aikana on ollut noin 11 onnettomuutta, joista yksi johti henkilövahinkoihin. Onnettomuuksissa noin neljässä prosentissa on ollut raskasajoneuvo osallisena. (*Väylävirasto 2024*) Liikennemäärät kuljetusreitin tieosuuksilla ovat yleisesti tarkasteltuna vähäisiä, mutta kaivoksen lähialueiden tieosuuksilla liikennemäärän kasvu on merkittävä. Liikennemäärillä on merkittävä vaikutus onnettomuusriskin kasvuun ja teiden kunnon heikkenemiseen. Lisääntyvällä liikenteellä ja onnettomuusriskin kasvulla arvioidaan olevan kohtalainen heikentävä vaikutus elinoloihin ja viihtyvyyteen.

Melu ja tärinä

Kaivostoimintojen laajentamisesta aiheutuva ympäristömelu ja tärinä muodostuvat louhinnasta, porauksista, räjäytyksistä, murskauksesta, prosessitoiminnoista ja kalustosta sekä raskaasta liikenteestä. Toiminnan laajentamisesta aiheutuvat melutasot eivät melumallinuksen mukaan ylittäneet ympäristöluvassa asetettuja ohjearvoja kaivosalueen ulkopuolella, mutta muutos melumaisemassa

vaihtoehdossa VE1 molempien kaivoksen täyttömenetelmien (1 rikastushiekka ja sivukivi ja 2 rikastushiekka ja avolouhoksesta louhittava täyttökivi) osalta on merkittävä. Vaihtoehdossa VE1 (täyttövaihtoehdot 1 ja 2) melutasot lisääntyvät keskimäärin asuin- ja vapaa-ajanrakennuksien läheisyydessä 2–4 dB. Erityisesti Taipaleentien varressa (Taival) sijaitsevan asuinrakennuksen kohdalla, joka on kaivoksen henkilökunnan majoituskäytössä, muutos on suuri yöajan melutason noustessa 9 dB ja päiväajan 6 dB. Vaihtoehdossa VE2 melutasot pysyvät lähes nykyisen tasoisina, lukuun ottamatta Kallion asuinrakennuksen yöaikaisen melutason 10 dB nousua nykyisestä tasosta vaihtoehdossa VE2, täyttömenetelmällä 2. Lisäksi vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 kaivoksen täyttömenetelmällä 2, jossa täyttö tehdään rikastushiekan lisäksi avolouhoksesta louhittavalla täyttökivellä, tuo lisämelulähteen lähelle Kissaniementietä. Suurin päiväajan meluvaikutus kohdistuu Kissamäentien asuinrakennuksen läheisyyteen sekä yöaikainen meluvaikutus Olkilahden rannalla sijaitseville vapaa-ajankiinteistöille.

Kaivoksen toiminta on jo muuttanut alueen melumaisemaa, kaivostoiminnan laajentamisesta aiheutuva melu lisää alueen melutasoa merkittävästi (2–10 dB) nykytilaan nähden ja muutos alueen melumaisemassa jatkuu 10-vuodella kaivoksen elinkaaren pidentyessä. Melutason muutoksen ollessa yli 3 dB se koetaan häiritsevänä, vaikka melutaso ei ylittäisi ohjearvotasoa, täten 6-10 dB melutason muutoksella arvioidaan olevan merkittävä vaikutus. Herkimmillä ihmisillä melu voi aiheuttaa stressin tuntemuksia, jolla on välillisesti yhteys fyysiseen terveyteen. Lisäksi kaivoksen äänet kantautuvat vettä pitkin kaivosalueelta ulkopuolelle Pienen Tipasjärven alueelle sekä kaivostäyttövaihtoehdossa 2 kaivoksen melualue leviää laajemmalle Olkilahden alueella. Asukaspalautteena on ilmoitettu, että meluvaikutuksia on havaittavissa erityisesti Hankaniemessä rannalla sijaitsevilla loma-asutuksilla. (*Sotkamo Silver 2024*) Melulla arvioidaan olevan kohtalaisen heikentävä vaihtoehdossa VE1 ja vähäinen heikentävä vaikutus vaihtoehdossa VE2 ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen.

Kaivostoimintojen laajentaminen lisää tärinälähteitä kaivostäyttövaihtoehdossa 2, jossa täyttökiveä louhitaan avolouhoksesta. Kallioporaamisesta aiheutuva tärinä on jatkuvaa ja paikallista. Kaivostoimintojen laajentaminen ei tuo lisäjäräytyksiä, mutta maanalaisen kaivoksen tärinää aiheuttavien päivittäisien louhintaräjäytyksien vaikutukset jatkuvat kaivostoiminnan elinkaaren pitenemisen myötä kymmenellä vuodella. Räjäytyksistä aiheutuva tärinä on hetkellinen tapahtuma, ja mittaustuloksissa ei ole todettu raja-arvoja ylittäviä tuloksia eikä louhinnasta aiheutuva tärinä aiheuta vauriovaaraa kiinteistöillä sijaitsevien rakennusten rakenteille. Ihmiset kokevat yksilöllisesti tärinän häiritsevyyden, riippumatta ylittyykö ohjearvo tai ei. Yleisesti ihmistä häiritsevä tärinätaso on matalampi kuin rakenteiden vaurioitumiseen johtavat tärinätasot. Maanalaisessa kaivoksessa räjäytyksien tärinävaikutuksia lievennetään ennakkoon ilmoittamalla räjäytyksistä lähiasukkaille

(vakinaisille sekä vapaa-ajan-asukkaille). Tärinällä arvioidaan olevan vähäinen heikentävä vaikutus asuinviihtyvyyteen ja elinoloihin.

Ilmanlaatu ja ilmasto

Pölymallinuksien mukaan pölypäästöt rajautuvat kaivospiirin sisäpuolelle pölylähteen välittömään läheisyyteen. Vuoden 2023 ympäristötarkkailuraportin mukaan nykyisen toiminnan aikana esiintyneet pölyn laskeumamäärät olivat suhteellisen vähäisiä verrattuna viihtyvyysraja-arvoon eikä kaivostoiminnan laajentamisen arvioida lisäävän havaittavasti pölypäästöjä. Vaihtoehdossa VE1 täyttömenetelmällä 2 pölylähde sijoittuu Kissaniementien läheisyyteen ja otollisissa tuuliolosuhteissa pölyä voi levitä kaivosalueen ulkopuolelle. Asukaspalautteena on ilmoitettu, että pölyvaikutuksia on havaittavissa kaivostoiminnan nykytilanteessa erityisesti Hankaniemessä rannalla sijaitsevilla vapaa-ajanasutuksilla. (*Sotkamo Silver 2024*) Pölyvaikutuksilla arvioidaan olevan vähäinen heikentävä vaikutus ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen.

Hankevaihtoehdot VE1 ja VE2 aiheuttavat alueen hiilidioksidipäästöjen merkittävälisääntymisen nykytilaan nähden ja sillä arvioidaan olevan kohtalaisen heikentävä vaikutus ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen. Pölyllä ja ilmastopäästöillä arvioidaan olevan vähäinen heikentävä vaikutus lähialueen ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen.

Pohja- ja pintaveden laatu

Kaivostoiminnan laajentamisen ei arvioida vaikuttavan alueen pohjaveteen tai sen laatuun. Kaivosalue ei ole luokitellulla pohjavesialueella eikä välittömässä läheisyydessä ole talousvesikäytössä olevia kaivoja tai lähteitä. Lähin asutus, jossa vedenhankinta perustuu omaan kaivoon, sijaitsee Kissaniementien varressa Kalliossa yli kilometrin etäisyydellä kaivokselta koilliseen. Osana kaivoksen ympäristövaikutuksienseurantoja tarkkaillaan talousvesikaivojen vedenlaatua. Kaivovesi täytti pääosin yksityistalouksienkaivovedelle asetetut laatuvaatimukset ja -suositukset (STM asetus 401/2001) vuonna 2023 tehtyjen analyysien mukaan.

Pintavesiin kohdistuva purkuvesistä aiheutuva kuormitus on vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 samansuuruinen. Purkuvesien johtaminen kokonaisuudessa (100 %) Koivupuron reitillä purkuvesillä voi mahdollisesti arvion mukaan olla Hietasen - Pienen Hietasen ekologista tilaluokitusta heikentävä vaikutus. Nykytilassa kaivoksen purkuvesien kuormitus kohdistuu kokonaisuudessaan Koivupuron purkureitille, ja niiden vaikutukset on arvioitu kokonaisuutena kohtalaisen kielteiseksi. Jaetussa vaihtoehdossa, jossa 60 % purkuvesistä johdetaan Koivupuron reitille ja 40 % johdetaan Taivaljärven purkureitille, ei todeta ympäristönlaatunormien ylityksiä Ollinjoessa tai Pienen Tipasjärven Olkilahdessa. Purkuvaihtoehdon 2 osalta arvioidaan, ettei purkuvesien kuormituksella ole heikentävää vaikutusta Pienen ja Ison Tipasjärven vesimuodostuman ekologiseen tilaluokitukseen. Vesistöön laskettavat

purkuvedet sisältävät vähäisiä raskasmetallipitoisuuksia, mutta tehdyissä tutkimuksissa todettiin vesieliöstön metallipitoisuuksien olevan alhaiset.

Vesistöjen (järvien ja jokien) rannoilla sijaitsee asuin- ja lomarakennuksia, joiden elinoloihin mahdollisella vedenlaadun ja ekologisen tilan heikkenemisellä olisi vaikutus. Ei myöskään voida täysin poissulkea mahdollisuutta haitta-aineiden kerääntymisestä ajan mittaan vesieliöstöön ja kalastoon, jolloin sillä voi olla välillinen vaikutus ihmisten elinoloihin ja terveyteen. Järvi- ja jokivettä voidaan lisäksi käyttää saunassa pesu- ja löylyvetenä sekä järvessä uidaan asuin- ja lomarakennuksien rannoilta. Purkuvesien kuormituksella on arvioitu olevan kokonaisuutena kohtalainen kielteinen vaikutus Koivupuron purkureitillä, ja jaetulla purkuvesien johtamisvaihtoehdolla arvioidaan olevan vähäinen kielteinen vaikutus.

Virkistys ja maisema

Pieni ja Iso Tipasjärvi sekä Tipasjärvestä alkunsa saava Tipasjoki ovat merkittäviä kalastus- ja vapaa-ajan viettokohteita (kalastus, ravustus, melonta, veneily ja uiminen). Lisäksi Tipasjokea on kunnostettu vaelluskaloille paremmin soveltuvaksi elinympäristöksi Tipasjoen kyläyhdistyksen toimesta, joen ja järven kalataloudelliset vaikutukset ovat herkkyydeltään suuret. Koivupuron purkureitin vesimuodostumassa harrastetaan myös virkistyskalastusta. Tipasjärven ja Tipasjoen vesimuodostuman ekologinen tila on nykytilassa arvioitu hyväksi sekä Koivupuron purkureitin Hietasen – Pienen-Hietasen vesimuodostuman ekologinen tila erinomaiseksi.

Kaivostoiminnan laajentamisesta aiheutuvalla vesistöjen mahdollisella jaetulla kuormituksella ei ole heikentävää vaikutusta Pieni Tipasjärven kalastoon tai kalastukseen eikä kuormituksella ole todennäköisesti heikentävää vaikutusta vesimuodostumien ekologiseen tilaan ja siten niiden ei arvioida vaikuttavan vesistön virkistystoimintaa heikentävästi. Tipasjärvessä on kaksi yleistä uimapaikkaa, mutta vähäisellä lisäkuormituksella ei ole uimaveden laatua heikentävää vaikutusta. Kaivostoiminta voi mahdollisesti heikentää Koivupuron purkureitin vesimuodostumien ekologista tilaa, jos kuormitus kohdistetaan 100 % reitille ja siten heikentää vesistön virkistysmahdollisuuksia.

Hankealueen ympäristön luonto on ihmistoiminnan muuttamaa, metsät ovat talouskäytössä ja suot on pääsääntöisesti ojitettu. Hankealueen läheisyydessä ei kulje ulkoilureittejä tai luontopolkuja, mutta ympäröiviä metsä- ja suoalueita käytetään kotitarvehankintaan (marjastus, sienestys) ja luonnossa liikkumiseen. Hankealueen ympäristössä harrastetaan myös metsästystä. Kaivospiirin lähistön marjoissa ja sienissä on todettu kohonneita metallipitoisuuksia, jotka heikentävät alueen kotitarvekäyttömahdollisuuksia. Kaivostoiminnan laajentamisen toiminnot rajautuvat olemassa olevan kaivospiirin sisäpuolelle, joten niillä ei arvioida olevan vaikutusta lähialueen virkistys- ja ulkoilu- tai metsästysmahdollisuuksiin.

Hiidenportin kansallispuiston alueelle ei kohdistu sellaisia välittömiä vaikutuksia (melu-, pöly- ja vesistö- tai maisemavaikutuksia), jotka voisivat heikentää kansallispuistoalueella tapahtuvaa virkistys- tai retkeilytoimintaa. Kaivostoiminnan laajentamisen maisemalliset vaikutukset ovat vähäiset, ja niitä voidaan lieventää säilyttämällä suojaavaa puustoa.

Kaivostoiminnan laajentamisella arvioidaan olevan kohtalainen heikentävä vaikutusta vesistön virkistys- sekä lähialueen kotitarvekäyttöarvoon.

25.3.3 Terveysvaikutukset

Sotkamo Silverin kaivoksen mahdolliset terveysvaikutukset liittyvät pääasiassa toiminnasta aiheutuviin melu- ja pölypäästöihin, lisääntyvään liikenteeseen sekä mahdollisista pohjaveden ja pintaveden välityksellä leviäviin haitta-aineisiin. On myös mahdollista, että hankkeella voi olla vaikutuksia koetun terveyden kautta, esimerkiksi mahdolliset onnettomuus- ja häiriötilanteiden riskit voivat aiheuttaa pelkotiloja ja ahdistusta. Hanke tai sen vaikutukset saattavat aiheuttaa stressin tuntemuksia.

Terveyden ja hyvinvointilaitoksen (2022) mukaan meluhaitan suuruuteen vaikuttavat muun muassa äänen voimakkuus ja impulssisuus, altistumisen kesto, aika ja paikka (ns. melun fysikaaliset ominaisuudet) sekä henkilön yksilölliset ominaisuudet, kuten meluherkkyys ja asenne äänilähdettä kohtaan. Melu voi olla kiusallista tai häiritsevää, ja melun yleisin vaikutus on sen häiritsevyys ja unen häiriintyminen. Melumallinuksen mukaan päivä- ja yöajan ohjearvot eivät ylity kaivospiirin ulkopuolella, mutta melu voi olla häiritsevää jo alle ohjearvotason. Herkimmillä ihmisillä melu voi aiheuttaa stressintuntemuksia, joka pitkittyessään voi johtaa terveyshaittoihin. Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetus (545/2015) asettaa sisätilojen äänitasoille toimenpiderajat erityisesti yöajan äänitasoille nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa (yöajan keskiäänitaso LAeq 22–07 ei saa ylittää on 30 dB sisällä asuinhuoneissa ja oleskelutiloissa). Ulkoilman yöajan melutasot ovat korkeimmillaan 38 dB, joten äänet voivat kulkeutua rakennuksien sisätiloihin, erityisesti vapaa-ajanrakennuksiin huonon eristyksen vuoksi. Liikenne ja kaivoksen räjäytykset aiheuttavat maaperän värähtelyä, joka koetaan tärinänä. Tärinäaaltojen etenemiseen vaikuttavat puolestaan maaperän ominaisuudet, etäisyys ja rakennuksen ominaisuudet, sekä rakennuksen tyyppi havaittavan tärinän suuruuteen. (*Törnqvist & Talja 2006*) Tipasjärven alueella kaivoksen äänet ja tärinä ovat havaittavissa, vaikka ohjearvot eivät ylity, ja pitkäkestoisena (yli 10 vuotta) niillä saattaa olla ihmisten terveyttä ja hyvinvointia heikentävä vaikutus.

Kaivoistoiminnan laajentamisesta arvion mukaan muodostuu vähäisiä pölypäästöjä, jotka arvioidaan merkityksettömiksi. Toiminnan laajentamisen myötä lisääntyvän liikenteen aiheuttamalla melulla, pölyllä tai tärinällä ei myöskään arvioida

oleva suoria terveysvaikutuksia. Kuljetuksien aiheuttama pölyäminen voi vaikuttaa asuinkeskittymien hengityskorkeuden ilmanlaatuun kuljetusreittien läheisyydessä. Katupöly ja pakokaasupäästöt voivat aiheuttaa terveyshaittoja hengitystiesairauksista sairastaville ihmisille. Liikennemäärien lisääntyminen rasittaa alueen jo heikko kuntoista tiestöä kasvattaen onnettomuusriskiä. Liikenneonnettomuusriski voi aiheuttaa ihmisissä huolta ja yhdessä muiden haittavaikutuksien (melu, tärinä, pöly) kanssa voi osaltaan lisätä mahdollisia ihmisten kokemia välillisiä haittavaikutuksia (esimerkiksi ahdistuksena), joilla pitkäkestoisena on terveyttä heikentävä vaikutus.

Pohjaveden kautta ei tapahdu haitta-aineille altistumista, täten sillä ei arvioida olevan haitallisia terveysvaikutuksia alueen vakinaisille tai vapaa-ajan asukkaille. Kaivostoiminnan laajentamisen vaikutukset pintavesiin muodostuvat purkuvesien haitta-ainepitoisuuksista. Purkuvesien metallipitoisuudet ylittävät osittain ympäristönlaatunormit ja metallien kertyminen ajan mittaan kalastoon ja vesieliöstöön voi välillisesti aiheuttaa terveyshaittaa ihmisille, esimerkiksi ruokakalan myötä haitta-aineita voi kerääntyä elimistöön. Uimisen lisäksi järvi- ja jokivettä voidaan käyttää saunassa pesuvetenä ja löylyvetenä, varsinaista juomavesikäyttöä ei joki- tai järvivedellä ole, joten haitta-aineet eivät päädy vedestä suoraan elimistöön. Kaivospiirin lähistön marjoissa ja sienissä on todettu kohonneita pitoisuuksia metalleja (Eurofins Ahma Oy 2024), joten niiden runsaan hyötykäytön myötä haitta-aineet voivat kulkeutua elimistöön. Edellä mainittujen käyttömuotojen terveysvaikutukset arvioidaan vähäiseksi.

Mahdolliset poikkeus- ja häiriötilanteiden riskit voivat aiheuttaa ihmisille ahdistusta ja pelkotiloja, joilla on välillisiä terveysvaikutuksia koettujen tuntemuksien kautta (mm stressin tuntemukset) ja pitkäkestoisena niillä on terveyttä heikentävä vaikutus. Rikastushiekka-altaan laajentamiseen liittyviä ympäristöriskejä ovat kaivostoiminnasta muodostuvien vesien pääsy hallitsemattomasti ympäristöön. Onnettomuustilanne voi aiheuttaa myös suoranasia vaikutuksia ihmisten terveyteen mahdollisen vesistön pilaantumisen myötä. Lisäksi esimerkiksi tulipalotilanne kaivoksella voi aiheuttaa ennakoimattoman päästötilanteen tai sen seurauksena muodostuu paljon sammutusjätevesiä, joilla käsittelemättöminä on ihmisterveyteen heikentävä vaikutus. Poikkeus- ja häiriötilanteisiin varautuminen ja niiden haittavaikutuksien lieventämistoimenpiteet on esitetty tarkemmin luvussa 27. Ympäristöriskit, onnettomuudet ja häiriötilanteet.

25.3.4 Vaikutukset elinkeinoelämään ja talouteen

Kaivoshanke kehittää aktiivisesti alueen elinkeino- ja liike-elämän kilpailukykyä, kaivoksen kapasiteetin nostamisesta muodostuu positiivisia elinkeino- ja talousvaikutuksia Sotkamon kunnalle ja Kainuun maakuntaan. Kaivoksen elinkaarta pidentävät ratkaisut varmistavat myös aluetaloudellisten vaikutusten jatkumisen tulevaisuudessa tuoden tehdyille investoinneille kannattavuutta ja jatkuvuutta

aiempia arvioita pidempään. (Sotkamon Kunta 2024) Kaivoksen lähiympäristössä ei ole sellaisia elinkeinoja tai palveluja, joihin kaivostoiminnasta ja sen laajentamisesta voisi aiheutua kielteisiä vaikutuksia. Huomioitavaa on, että vesistön ekologisen laadun heikentymisellä voi olla kielteinen vaikutus Tipasjoen alueen kalastusmatkailuelinkeinon harjoittamiseen kalakanan tai kalastusmatkailun houkuttelevuuden heikkenemisen myötä.

Rakennusvaiheessa välittömiä työllisyysvaikutuksia ovat hankkeen edellyttämät suunnittelu- ja rakentamistyöt suoraan rakentajan, urakoitsijoiden, aliurakoitsijoiden ja palveluntoimittajien toteuttamina. Välittömien vaikutusten lisäksi hankkeen toteuttamisessa tarvittavista materiaaleista ja tarvikkeista sekä kuljetuspalveluista, alihankinnasta ja muita palveluista syntyy pitkä välituotetoimitusketju. Rakentamisen aikana erityisesti rakennustekniset työt ja rakentamiseen liittyvä alihankinta ja palvelutarve voivat työllistää alueen ihmisiä. Olennainen tekijä vaikutusten kohdentumisessa on kuitenkin alueen yritysten kilpailukyky urakoitsijoita ja laitetoimittajia valittaessa. Rikastushiekka-altaan laajentamisen rakentamistyöt työllistävät arviolta vähintään 10 henkilöä noin 1–2 rakentamiskautta (toukokuusta marraskuulle). Sekä välittömien että välillisten työllisyysvaikutusten seurauksena syntyy palkkatuloa, jota käytetään kulutukseen. Rakentamisvaiheessa esimerkiksi alueen muiden alojen palveluiden kysyntä mahdollisesti kasvaa. Kasvanut kulutus lisää näin edelleen hankeen myötä välillisesti työllistyneiden määrää. Rakentamisvaiheessa maksettavat tuloverot kasvattavat työntekijöiden kotikunnan ja seurakuntien sekä valtion verokertymää.

Kaivostoiminnan laajentamisen ei arvioida kasvattavan suoranaisesti toiminnan aikana työllistettävien määrää nykyisestään, mutta sen myötä alihankkijoiden ja -urakoitsijoiden tarve kasvaa noin 30 prosentilla sekä kaivoksen elinkaaren pidentyminen (10 vuotta) takaa aluetaloudellisten myönteisten vaikutuksien jatkumisen. Hankeen työllisyysvaikutus on noin 3 % Sotkamon kunnan työssäkäyvien määrästä, siten sillä on kohtalaisen myönteinen alueellinen vaikutus. Alueellisen työvoiman hyödyntämistä saattaa rajoittaa ammattitaitoisen työvoiman tarjonnan rajallisuus sekä osa tehtävistä saattaa edellyttää erikoisosaamista, jota alueelta ei välttämättä löydy. Lisäksi hanke luo välillisiä työpaikkoja esimerkiksi logistiikan ja palvelualan sektoreilla kasvattaen alueellista työllisyyttä. Hankeen toteutumisesta muodostuu merkittäviä positiivisia maakunnallisia ja valtakunnallisia vaikutuksia mineraalituotannosta riippuvaisen teollisuuden ja tuotannon piirissä. Toiminta-aikana hankkeesta muodostuu veroluonteisia vaikutuksia kiinteistö-, kunnallis- ja yhteisöverojen kautta. Tämä edistää kulutusta, palvelujen tarvetta sekä työllistää (välillisesti ja suoraan). Veroa kertyy sekä välittömästi että välillisesti työllistyviltä sekä myös lisääntyvän kulutuskysynnän välillisten vaikutusten kautta. Verotuloja muodostuu myös muun muassa yritysverotuksen kautta.

25.3.5 Toiminnan päättymisen jälkeiset vaikutukset

Kaivostoiminnan loppumisen jälkeen kaivoksen aiheuttama melu- pöly- ja liikennevaikutukset lakkaavat. Liikennemäärien kehitys on seurausta muista alueen hankkeista tai muutoksista. Alue on tarkoitus palauttaa monimuotoiseksi luonnon elinympäristöksi. Maaston muotoilussa entinen kaivosalue pyritään sulauttamaan ympäröivään luonnonmaisemaan ja tavoitteena on alueen soveltuvuus ulkoilu- ja virkistyskäyttöön.

25.3.6 Hankkeen toteuttamatta jättäminen VE0

Vaihtoehdossa VE0 ei muodostu nykytilasta muuttuvia vaikutuksia ihmisten elinoloihin ja virkistyskäyttöön. Kaivostoiminta jatkuu voimassa olevan luvan mukaisesti vuoden 2025 loppuun asti ja kaivoksen purkuvedet johdetaan edelleen Koivupuroon.

25.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutuksen merkittävyys

Hankkeen vaikutuksien merkittävyyttä ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja terveyteen on arvioitu sen suhteessa, miten suuri muutos on (myönteinen tai kielteinen) ja kuinka herkkä kohde on muutoksille.

Kaivostoimintojen laajentamisen vaikutuskohteen herkkyys, suuruus ja merkittävyys

Herkkyys: vähäinen

- Kaivoksen purkuvesien kuormitus kohdistuu kalastollisesti ja virkistystoiminnallisesti arvokkaaseen vesistöön
- Toiminnot tapahtuvat olemassa olevan kaivospiirin alueella

Suuruus: keskisuuri kielteinen muutos

- Muutos kohdistuu muutokselle kohtalaisen herkkään vesistöön ja vesistön tarjoamiin virkistys mahdollisuuksiin purkuvesien johtamisen myötä
- Melumaiseman muutos on merkittävä
- Vaikutuksien kesto kasvaa kaivoksen elinkaaren pidentyessä 10-vuodella

Merkittävyys: kohtalainen kielteinen

Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 vaikutuksissa ei ole suuria eroja ja molemmilla vaihtoehdoilla arvioidaan olevan kokonaisuudessaan kohtalainen kielteinen vaikutus ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja terveyteen. Huomioitavaa on, että meluvaikutuksissa vaihtoehto VE1 (täyttömenetelmät 1 ja 2) aiheuttaa

toiminnanaikaisessa melutasoissa merkittävän muutoksen melutasoissa vaihtoehtoon VE2 verrattuna. Tarkastelu on esitettynä taulukossa 25-1.

Taulukko 25-1. Vaikutusten merkittävyys ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen eri hankevaihtoehdoissa.

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri Muutos -	Keski-suuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keski-suuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys		VE1 täyttö 1 ja 2, VE2 täyttö 1 ja 2		VE0			
	Kohtalainen herkkyys							
	Suuri herkkyys							

Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 vaikutuksissa elinkeinoihin ei ole eroja ja molemmilla vaihtoehdoilla arvioidaan olevan kokonaisuudessaan vähäinen myönteinen vaikutus alueen elinkeinoon ja elinvoimaisuuteen. Tarkastelu on esitettynä taulukossa 25-2.

Taulukko 25-2. Vaikutusten merkittävyys elinkeinoihin eri hankevaihtoehdoissa.

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
		Suuri muutos -	Keski-suuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keski-suuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys				VE0	VE1 täyttö 1 ja 2, VE2 täyttö 1 ja 2		
	Kohtalainen herkkyys							
	Suuri herkkyys							

25.5 Arvioinnin epävarmuudet

Hankeen vaikutuksia elinoloihin ja viihtyvyyteen on tarkasteltu siinä laajuudessa, kuin mitä hankkeen vaikutusarvioinneissa on arvioitu hankkeesta aiheutuvan. Yleispiirteisesti on arvioutu hankeen rakentamisen ja toiminnan aikaisia vaikutuksia ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön ja hankkeen rakentamisen ja toiminnan aikaisia elinkeino- ja työllisyysvaikutuksia.

Elinoloihin ja viihtyvyyteen kohdistuvien vaikutuksien kokeminen on subjektiivista, mikä tuo arviointiin epävarmuutta. Vaikutuksien kokeminen on myös sidoksissa hankkeeseen kohdealueeseen, ajankohtaan ja kokijaan. Sosiaaliset vaikutukset ovat sidoksissa muuttuviin yhteiskunnallisiin tilanteisiin, ja täten ihmisten kokemukset hankeen vaikutuksista voivat muuttua hankeen edetessä. Vaikutuksia ei voi arvioida yksilökohtaisesti, joten osallisten yksittäiset näkemykset on arvioitu yleisemmällä tasolla alueen tai kohderyhmän mukaan. Kaikki näkökulmat eivät välttämättä tule tavoitetuksi, riippumatta osallistuneiden määrästä tai kuinka runsaasti on osallistamismahdollisuuksia.

Sosiaalisten vaikutuksien arvioinnissa ei ole käytössä tarkkoja raja-arvoja. Lisäksi vaikutuksien laadullisen luonteen vuoksi arviointi on asiantuntijan osin subjektiivinen tulkinta. Arviointimenettelyn kuvaamisella ja lähtötietojen dokumentoinnilla pyritään minimoimaan arvioinnin subjektiivisuuteen liittyvät epävarmuustekijät. Ihmisiin kohdistuvien vaikutuksien arvioinnissa hyödynnetään muiden osioiden laskennallisia ja laadullisia tuloksia. Näiden arviointien epävarmuudet voivat kertaantua niiltä osin, kuin ne vaikuttavat ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen.

25.6 Vaikutusten lieventäminen

Hankkeesta aiheutuvia haitallisia vaikutuksia voidaan lieventää hankkeen huolellisella suunnittelulla ja aktiivisesti tiedottamalla hankeen vaikutuspiirissä olevia asukkaita hankkeen etenemisestä kaikissa sen vaiheissa. Asukkaita sekä mahdollisesti muita aluetta käyttäviä tahoja tiedottamalla ja kuulemalla voidaan vähentää ihmisten kokemaa epätietoisuutta ja etsiä ratkaisuja hankkeen vaikutuksiin sekä mahdollisiin ristiriitoihin. Tiedotuksessa on hyvä hyödyntää eri viestintäkanavia monipuolisesti, jotta viestintä on mahdollisimman tehokasta ja se tavoittaa eri kohderyhmät kattavasti. Hankkeen ympäristövaikutuksiin liittyviä lieventämiskeinoja, jotka toimivat myös ihmisiin kohdistuvien vaikutuksia lieventävinä, on käsitelty kunkin vaikutusarviointiosion yhteydessä.

26 Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa

Vesistövaikutusten osalta saman vesistöalueen kuormittajat on huomioitu vesistöt ja vedenlaatu osuudessa luvussa 14. Vedenlaatunäytteissä ovat mukana ja näkyvät myös muut yläpuolisen valuma-alueen toiminnot kuten Tipasjärven (Kiisulan) hylätty rikkikiisukaivos, ja nykyinen vedenlaatu kuvaa yhteisvaikutusta.

27 Ympäristöriskit, onnettomuudet ja häiriötilanteet

27.1 Poikkeustilanteet

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä on arvioitava normaalin toiminnan lisäksi mahdollisten poikkeus- ja häiriötilanteiden vaikutukset. Allasalueisiin liittyviä ympäristöriskejä ovat esimerkiksi rikastushiekka-altaan ja selkeytysaltaiden patorakennelmien vauriot ja pahimmassa tapauksessa niiden murtuminen, jolloin altaisiin padottu vesi voi päästä hallitsemattomasti ympäristöön. Vesienjohtamiseen ja puhdistukseen liittyvän riskin muodostaa myös avainlaitteiden 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. Vähäisempiä ympäristöriskejä allasalueella liittyy erilaisiin öljy- tai kemikaalivuototilanteisiin laitteiden tai ajoneuvojen rikkoutuessa.

HDPE-kalvon ja bentoniittimaton rikkoutuminen voi tapahtua kulumalla tai esimerkiksi jonkin ulkoisen tekijän vaikutuksesta, kuten esimerkiksi työkoneen kauhasta niillä alueilla, jossa kalvo on näkyvissä eikä esimerkiksi rikastushiekkakerroksen suojaama. HDPE-kalvon ja bentoniittimaton rikkoutuminen ei vielä itsessään aiheuta patomurtumaa tai vuotoa. Tiivisteenä toimii myös pienen vedenläpäisevyyden omaava paksu moreeni tai turvekerros.

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

Rikastushiekka-altaita valvotaan patoturvallisuuslaissa vaaditun turvallisuustarkkailuohjelman mukaisesti. Säännöllisesti hoidetulla tarkkailulla ja pitämällä altaissa riittävä varastokapasiteetti (HW-tason seuraaminen) pienennetään merkittävästi häiriö- ja poikkeustilanteiden todennäköisyyksiä.

Padoilla kuljetaan päivittäin, jolloin patojen, putkien ja pumppaamojen kuntoa tarkkaillaan. Päivittäisen tarkkailun lisäksi tehdään patoturvallisuuskierrokset viikoittain patojen tarkkailuohjelman mukaisesti.

Poikkeustilanteiden ympäristövaikutuksia voidaan useimmiten arvioida samoilla periaatteilla kuin normaalitoiminnankin. Poikkeustilanteiden arvioinnissa keskitytään lähtökohtaisesti häiriön seurauksena syntyviin päästöihin ja niiden aiheuttamiin vaikutuksiin.

27.2 Ilmastonmuutoksesta aiheutuvat ennakoimattomat päästötilanteet

Ilmastonmuutoksen myötä sademäärien arvioidaan kasvavan ja rankkasateiden voimistuvan. Tästä syystä kaivoksen vesienhallinnassa tulee varautua poikkeuksellisiin ilmastollisiin lyhytkestoisiin tilanteisiin. Vesitasemalli on kaivosympäristön vesienhallinnan varautumisen ja operoinnin työkalu. Sotkamo Silverin kaivoshankkeelle on jo nyt laadittu kaivoksen tuotantovaiheen kattava vesitasemalli. Sään ääri-ilmiöihin ja erityisen sateisiin vuosiin on vesitasemallinnuksessa varauduttu mallintamalla 1/100 vuoden toistuvuudelle määritettyjen rankkasateiden sekä vuosisadantojen vaikutus kaivoksen vesitaseeseen. Vesitasemallia voidaan edelleen kehittää ja kalibroida mittaustiedon perusteella osana kaivoshankkeen kehitystä.

28 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

Nollavaihtoehdon eli hankkeen toteuttamatta jättämisen osalta tarkastellaan tilannetta, jossa rikastushiekka-altaan laajennusta ja maanalaisen kaivoksen syventämistä ei toteuteta. 0-vaihtoehdossa hankealue ja sen lähivaikutusalue tulevat säilymään nykytilan mukaisina. 0-vaihtoehdossa hankkeen taloudellinen hyöty alueelle jää toteutumatta. 0-vaihtoehdon vaikutuksia on arvioitu jokaisen vaikutusarviointiosa-alueen yhteydessä luvuissa 10.3.4–24.3.4 ja 25.3.6.

Alla olevaan taulukkoon 28-1 on koottu yhteenvetona edellä luvuissa 10–25 esitetyt hankavaihtoehtojen VE1, VE2, Purkureitti 1, Purkureitti 2, Kaivostäyttö 1 ja Kaivostäyttö 2 vaikutusten merkittävyydet vaikutusosa-alueittain. Hankkeen vaikutukset arvioidaan pääosin vähäisiksi ja kielteisiksi. Ilmastovaikutukset sekä vaihtoehdon Purkureitti 1 osalta vesistö-, vesieliöstö- ja kalastovaikutukset on arvioitu kohtalaisiksi ja kielteisiksi. Myönteisiä vaikutuksia on tunnistettu luonnonvarojen hyödyntämisen sekä alueen elinkeinon ja elinvoimaisuuden osalta. Ilmastovaikutusten osalta on myös hyvä huomioida, että kaivoksessa tuotettava hopea, lyijy- ja muut kaivoksen metallit ovat vihreään siirtymään tarvittavia metalleja, joten kokonaisarviossa täytyy huomioida koko hankkeen vaikutukset vihreän siirtymän toteutuksen edellytyksille.

Taulukko 28-1. Hankevaihtoehtojen (VE 1–2) vaikutusten merkittävyys verrattuna nykytilanteeseen ja hankkeen toteuttamatta jättämiseen (0-vaihtoehto).

Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Hankkeen ympäristövaikutukset	VE0	VE1-VE2	Huomiot
Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö		VE1, VE2	Hankealueen ja sen lähivaikutusalueen herkkyys muutoksille maankäytön ja yhdyskuntarakenteen osalta arvioidaan vähäiseksi, sillä hankkeen toteuttaminen ei edellytä uusien kaavojen laatimista tai aiheuta olemassa olevien kaavojen muutostarpeita. Lisäksi kaivostoiminnassa jo olevalla hankealueella ei sijaitse vaikutuksille herkkiä maankäyttömuotoja, kuten asutusta ja virkistyskäytössä olevia alueita tai reittejä. Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 toteuttaminen ei muuta kaivoksen lähialueen maankäyttöä. Hankkeen toteutusvaihtoehdoista VE1 ja VE2 aiheutuvat vaikutukset maankäytölle ja yhdyskuntarakenteelle arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi ja kielteiseksi.

Hankkeen ympäristövai-kutukset	VE0	VE1-VE2	Huomiot
			Laajennettu maanalainen kaivos ulottuu kuitenkin syvällä kalliossa nykyisen kaivospiirin ulkopuolelle. Siirtymäsäännöksen mukaan kaivostoiminta alueella, jolla vähäisesti laajennetaan olemassa olevaa kaivosta, voi vanhan kaivoslain mukaisesti perustua asema- tai yleiskaavan sijaan myös maakuntakaavaan tai riittävään selvitykseen.
Maisema ja kulttuuriympäristö		VE1, VE2	Hankealueen lähialueella ei ole valtakunnallisia tai maakunnallisia arvokkaita maisema-alueita tai rakennetun kulttuuriympäristön kohteita. Kahdelle kiinteälle muinaisjäännöskohteelle hankealueen itälaidalla ei kohdistu vaikutuksia hankkeesta. Hankkeen maisemalliset vaikutukset ovat vähäiset. Hankkeen toteutusvaihtoehdoista VE1 ja VE2 aiheutuvat vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi ja kielteiseksi.
Maa- ja kallioperä		VE1 Kaivostäyttö 1 ja 2, VE2 Kaivostäyttö 1 ja 2	Hankealueen herkkyys muutoksille maa- ja kallioperän osalta arvioidaan vähäiseksi, sillä hankealueelle ei sijoitu arvokkaita maa- tai kallioperämuodostumia. Vaikutukset maa- ja kallioperään arvioidaan vähäiseksi ja kielteiseksi, sillä rikastushiekka-altaan laajennuksen ja louhinnan vaikutukset kallioperään ovat pysyviä vaikkakin paikallisia. Hankevaihtoehdoilla VE1 ja VE2 ei ole merkittäviä keskinäisiä eroja maa- ja kallioperään kohdistuvien vaikutusten kannalta. Vaihtoehdossa VE1 rikastushiekka-altaasta läpi suotautuva vesimäärä on luontaisen turvepohjan takia todennäköisesti pienempi kuin vaihtoehdossa VE2. Vaihto-ehdossa VE2 läpisuotautuvan veden määrää voidaan kuitenkin pienentää juurisalaojilla ja veden pois pumppauksella. Vaihtoehdossa VE2 rikastushiekka-allas tulee moreenimaaperän päälle, moreenia ei tällöin voi käyttää muuhun rakentamiseen alueella. Maanalaisen louhoksen täyttövaihtoehdossa Kaivostäyttö 2, avolouhosta laajennetaan, joten vaikutukset kallio- ja maaperään ovat jonkin verran suuremmat kuin vaihtoehdossa Kaivostäyttö 1, jossa avolouhosta ei laajenneta.
Pohjavedet		VE1 Kaivostäyttö 1 ja 2, VE2 Kaivostäyttö 1 ja 2	Kaivosalueella ei ole luokiteltuja pohjavesialueita ja välittömässä läheisyydessä ei ole talousvesikäytössä olevia kaivoja tai lähteitä. Vaikutukset ovat kokonaisuudessaan arvioituna merkittävyydeltään vähäisiä ja kielteisiä vaihtoehdoissa VE1 ja VE2, sillä ne kohdistuvat lähinnä toimintavaiheeseen ja ovat väliaikaisia, sillä pohjavesipinta palautuu lähelle toimintaa edeltävää tilaa toiminnan lopettamisen jälkeen.

Hankkeen ympäristövaikutukset	VE0	VE1-VE2		Huomiot
				Toiminnan päätyttyä avolouhos täyttyy vedellä. Vaihtoehdossa Kaivostäyttö 1 louhosjärvi on pienempi kuin vaihtoehdossa Kaivostäyttö 2.
Vesistöt ja vedenlaatu		VE1, VE2 Purkureitti 2	VE1 VE2 Purkureitti 1	Rikastushiekka-alueen laajennuksen sijainnilla ei ole vaikutusta vesistökuormituksen suuruuteen, ja pintavesiin kohdistuvat vaikutukset ovat siten toiminnan aikana vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 samansuuruiset. Vesistökuormitus ja vesistövaikutukset ovat eri parametrien osalta pääosin pienempiä kaivostäyttövaihtoehdolla sivukivi + rikastushiekka (Kaivostäyttö 1) kuin pelkällä sivukivellä (Kaivostäyttö 2). Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys pintavesiin arvioidaan nykytilaan nähden *kohtalaiseksi kielteiseksi*, kun kuormituksesta johdetaan 100 % Koivupuron purkureitille (Purkureitti 1) ja *vähäiseksi kielteiseksi*, kun kuormitus johdetaan jaetusti Koivupuron (60 %) ja Taivaljärven (40 %) purkureiteille (Purkureitti 2). Vesien johtamista on tutkittu myös sulkemisen jälkeisessä vaiheessa, jossa louhosjärven ylivuotovedet johdetaan Pieneen Tipasjärveen. Sulkemisen jälkeen vaihtoehdolla VE1 on vähäisemmät vesistövaikutukset kuin vaihtoehdolla VE2.
Vesieliöstö		VE1, VE2 Purkureitti 2	VE1 VE2 Purkureitti 1	Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys vesieliöstöön arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi, kun kuormituksesta johdetaan 100 % Koivupuron purkureitille (Purkureitti 1) ja vähäiseksi kielteiseksi, kun kuormitus johdetaan jaetusti Koivupuron (60 %) ja Taivaljärven (40 %) purkureiteille (Purkureitti 2).
Kalat ja kalastus		VE1, VE2 Purkureitti 2	VE1 VE2 Purkureitti 1	Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys kalastolle arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi, kun kuormituksesta johdetaan 100 % Koivupuron purkureitille (Purkureitti 1) ja vähäiseksi kielteiseksi, kun kuormitus johdetaan jaetusti Koivupuron (60 %) ja Taivaljärven (40 %) purkureiteille (Purkureitti 2).
Kasvillisuus, luontotyypit ja suojelualueet		VE1	VE2	Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys kasvillisuudelle ja luontotyypeille arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi. VE1 herkkyys arvioidaan kohtalaiseksi ja VE2 vähäiseksi. Valtaosa kasvillisuusvaikutuksista ajoittuu hankkeen rakentamisvaiheeseen, toiminnan aikana vaikutuksen jäävät vähäisemmiksi.

Hankkeen ympäristövaikutukset	VE0	VE1-VE2		Huomiot
Linnusto ja muu eläimistö		VE1, VE2 (Kaivostäyttö 2, Purkureitti 1)	VE1, VE2 (Kaivostäyttö 1, Purkureitti 2)	Hankealueen herkkyys vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 arvioidaan nykyisten kaivostoimintojen ja muun toiminnan aiheuttaman luonnontilaisuuden heikentymisen seurauksena nykyisellään linnuston ja muun eläimistön kannalta lähtökohtaisesti vähäiseksi. Alueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole kummassakaan tarkasteltavassa vaihtoehdossa luontodirektiivin liitteen IV(a) lajien lisääntymis- tai levähdyspaikkoja. Merkittävimmät vaikutukset aiheutuvat elinympäristöjen menetyksistä sekä melusta. Varovaisuusperiaate huomioiden on mahdollista, että purkuvesien ohjaamisella 100 % Koivupuron suunnalle (Purkureitti 1) voi olla kohtalainen kielteinen vaikutus kalastolle, mikä voi edelleen epäsuorasti vaikuttaa Koivupuron reitin alueella esiintyvien saukkojen ravinnonhankintaan. Vaikutukset arvioidaan kokonaisuudessaan *vähäiseksi kielteiseksi.*
Luonnonvarojen hyödyntäminen		VE1, VE2		Hankealueen herkkyys muutoksille luonnonvarojen hyödyntämisen osalta arvioidaan vähäiseksi. Rikastushiekka-altaan laajentamisen vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiselle on arvioitu kohtalaiseksi ja myönteiseksi. Myönteisiä vaikutuksia kohdistuu luonnonvarojen hyödyntämisestä, kun malmia louhitaan ja rikastetaan kaivoksella ja muodostuvia kaivannaisjätteitä hyödynnetään kaivostäytössä.
Liikenne		VE1, VE2		Hankkeen herkkyys muutoksille liikennevaikutusten osalta arvioidaan vähäiseksi, koska alueella on jo kaivostoimintaa ja siitä aiheutuvaa liikennettä. Liikennemäärät ovat suhteellisen alhaisia tarkastelualueella. Muutosten suuruus arvioidaan molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 olevan pieni, koska varsinkin raskaan liikenteen määrän kasvu katsotaan vähäiseksi. Suurin vaikutus liikennemäärän muutoksella on hankealueen läheisimmän tien, Kissaniementien osuudelle, jonka alueella asutus on vähäistä. Hankkeen liikennevaikutusten merkittävyys arvioidaan siten kokonaisuudessaan vähäiseksi kielteiseksi.
Ilmasto		VE1, VE2		VE1 ja VE2 vaihtoehdot ovat ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta ratkaisuja, joita pitäisi välttää. Laskentojen perusteella ratkaisut eivät tue Kainuun maakuntastrategian toteuttamista eikä Suomen hiilineutraaliustavoitetta vuonna 2035. Rakentamisen, käyttövaiheen ja sulkemisen päästöt muodostuvat pääosin kuljetuksista ja maanrakennustöistä. Lisäksi VE1 ja VE2 ratkaisut pienentävät Sotkamossa pysyvästi hiilivarastoja- ja nieluja. VE1 ja VE2 ratkaisujen päästöjä pystytään merkittävästi vähentämään käyttämällä

Hankkeen ympäristövaikutukset	VE0	VE1-VE2		Huomiot
				vähäpäästöisiä koneita, laitteita ja polttoaineita sekä uusiutuvia energialähteitä. Muutoksen laatu on kielteinen kaikissa vaihtoehdoissa ja sen merkittävyys on arvioitu VE1 ja VE2 tapauksissa kohtalaiseksi ja VE0 tapauksessa pieneksi.
Ilmanlaatu		VE1 Kaivostäyttö 2, VE2 Kaivostäyttö 2	VE0, VE1 Kaivostäyttö 1, VE2 Kaivostäyttö 1	Pölypäästöjen vaikutus on kaivospiirin ulkopuolella merkityksetön kaikissa hankevaihtoehdoissa. Kaivostoiminnasta johtuva hiukkasten pitoisuuden lisäys on selvästi pienempi kuin muista lähteistä peräisin olevien hiukkasten pitoisuus. Pölyämisen ilmanlaatua heikentävä vaikutus kaivospiirin alueella on paikallinen ja rajoittuu malmikentälle ja rikastushiekka-altaan reunalla työskentelevän kaivinkoneen läheisyyteen. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvon arvioidaan sielläkin pysyvän asetuksella säädettyä raja-arvoa alempana, mutta sallitun vuorokausikeskiarvon ylityksiä on odotettavissa.
Melu ja tärinä		VE1 täyttö 2 ja 2, VE2 täyttö 1 ja 2		Melun nykytilan arvion (2021) perusteella nykytila ei aiheuta ympäristöluvassa asetettujen raja-arvojen ylitystä. Rakentamisen aikaiset meluvaikutukset arvioidaan vähäiseksi negatiiviseksi kummasikin hankevaihtoehdossa VE1 ja VE2. Rakentamisen aikaiset tärinävaikutukset rajautuvat maanmuokkaustöiden ja liikennereittien välittömään läheisyyteen. Rakennusaikana ei ole havaittavia tärinävaikutuksia lähimpien asuinrakennusten luona. VE1 ja VE2 melumallinnuksessa huomioitujen toimintojen ja liikenteen aiheuttamat meluvaikutukset tarkastelluille asuin- ja lomakiinteistöille eivät ylitä ympäristöluvan mukaisia päivä- ja yöaikaisia raja-arvoja. Meluvaikutukset arvioidaan olevan vähäisen negatiiviset kummasakin hankevaihtoehdossa. Kummassakin hankevaihtoehdossa tärinävaikutukset arvioidaan samansuuruisiksi kuin nykytilanteessa. Mikäli hanke ei toteudu (VE0) nykytilan melu- ja tärinävaikutukset pysyvät jäljellä.
Ihmisten elinolot, viihtyvyys ja terveys		VE1 täyttö 1 ja 2, VE2 täyttö 1 ja 2		Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 vaikutuksissa ei ole suuria eroja ja molemmilla vaihtoehdoilla arvioidaan olevan kokonaisuudessaan kohtalainen kielteinen vaikutus ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja terveyteen.
Elinkeinoelämä ja talous		VE1 täyttö 1 ja 2, VE2 täyttö 1 ja 2		Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 vaikutuksissa elinkeinoihin ei ole eroja ja molemmilla vaihtoehdoilla arvioidaan olevan kokonaisuudessaan vähäinen myönteinen vaikutus alueen elinkeinoon ja elinvoimaisuuteen.

Seuraavassa on esitetty koonti keskeisimmistä vaihtoehtojen välisistä eroista:

VE0: Kaivoksen toiminta jatkuu voimassa olevan luvan mukaisesti
• Hankealue tulee säilymään nykyisenkaltaisena. • Hankkeen taloudellinen hyöty alueelle jää toteutumatta
VE1: Malmituotanto nostetaan korkeintaan tasolle 800 000 t/v ja tuotantoaikaa jatketaan vuoteen 2035 asti. Maanalaista louhintaa jatketaan 1 km maanpinnan tason alapuolelle. Pyriittiallasta korotetaan. Rikastushiekka-altaan laajennus toteutetaan Hanhipetäikön pohjoispuolelle.
• Rikastushiekka-altaasta läpi suotautuva vesimäärä on luontaisen turvepohjan takia todennäköisesti pienempi kuin vaihtoehdossa VE2.
• Sulkemisen jälkeen vaihtoehdolla VE1 on vähäisemmät vesistövaikutukset kuin vaihtoehdolla VE2, mikäli vedet johdetaan nykyisen suunnitelman mukaisesti.
VE2: Malmituotanto nostetaan korkeintaan tasolle 800 000 t/v ja tuotantoaikaa jatketaan vuoteen 2035 asti. Maanalaista louhintaa jatketaan 1 km maanpinnan tason alapuolelle. Pyriittiallasta korotetaan. Rikastushiekka-altaan laajennus toteutetaan Hanhipetäikön eteläpuolelle.
• Rikastushiekka-allas tulee moreenimaaperän päälle. Moreenia ei tällöin voi käyttää muuhun rakentamiseen alueella.
• Rikastushiekka-altaasta läpi suotautuva vesimäärä on luontaisen turvepohjan puuttumisen takia todennäköisesti suurempi kuin vaihtoehdossa VE2.
• Sulkemisen jälkeen vaihtoehdolla VE2 on suuremmat vesistövaikutukset kuin vaihtoehdolla VE1, mikäli vedet johdetaan nykyisen suunnitelman mukaisesti.
Purkureitti 1: Vedet johdetaan nykyisen luvan mukaisesti Koivupuroon.
• Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys pintavesiin arvioidaan nykytilaan nähden kohtalaiseksi kielteiseksi.
• Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys vesieliöstöön arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi.
• Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys kalastolle arvioidaan kohtalaiseksi kielteiseksi.
Purkureitti 2: Vedet johdetaan jaetusti Koivupuroon ja Tipasjärven Olkilahteen.
• Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys pintavesiin arvioidaan nykytilaan nähden vähäiseksi kielteiseksi
• Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys vesieliöstöön arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.
• Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 merkittävyys kalastolle arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.

Kaivostäyttö 1: Kaivostäyttömateriaalina käytetään peränajosta muodostuvaa sivukiveä sekä rikastushiekkaa.
• Avolouhosta ei laajenneta, joten vaikutukset kallio- ja maaperään ovat jonkin verran pienemmät kuin vaihtoehdossa Kaivostäyttö 2.
• Sulkemisen jälkeen syntyvä louhosjärvi on pienempi kuin vaihtoehdossa Kaivostäyttö 2.
• Vesistökuormitus ja vesistövaikutukset ovat eri parametrien osalta pääosin pienempiä kuin vaihtoehdossa Kaivostäyttö 2.
• Pöly- ja melupäästöt ovat hieman pienemmät kuin vaihtoehdossa Kaivostäyttö 2, koska avolouhosta ei laajenneta.
Kaivostäyttö 2: Kaivostäyttömateriaalina käytetään peränajosta muodostuvaa sivukiveä sekä avolouhoksesta louhittavaa täyttökiveä.
• Avolouhosta laajennetaan, joten vaikutukset kallio- ja maaperään ovat jonkin verran suuremmat kuin vaihtoehdossa Kaivostäyttö 1.
• Toiminnan laajimmassa vaiheessa (Kaivostäyttö 2) pientä pohjavesipinnan alenemaa voi olla havaittavissa talousvesikaivoissa (kaivot E ja D) Taivalin alueella.
• Sulkemisen jälkeen syntyvä louhosjärvi on suurempi kuin vaihtoehdossa Kaivostäyttö 1.
• Vesistökuormitus ja vesistövaikutukset ovat eri parametrien osalta pääosin suurempia kuin vaihtoehdossa Kaivostäyttö 1.
• Pöly- ja melupäästöt ovat hieman suuremmat kuin vaihtoehdossa Kaivostäyttö 1, koska avolouhosta ei laajenneta.

29 Ympäristövaikutusten seuranta

29.1 Seurannan periaatteet

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

Tarkkailuohjelmat laaditaan yhteistyössä ELY-keskuksen kanssa ja niissä määritellään suoritettavan kuormitus- ja ympäristötarkkailun ja raportoinnin yksityiskohdat.

Ympäristövaikutusten tarkkailuohjelma on suunnitelma tietojen keräämisestä säännöllisin aikavälein hankkeen aiheuttamasta ympäristökuormituksesta, ympäristövaikutuksista sekä ympäristön muutoksista hankkeen vaikutusalueella. Seurannan tavoitteita ovat:

- tuottaa tietoa toiminnan ympäristökuormituksesta ja -vaikutuksista
- selvittää, mitkä ympäristön tilan muutokset ovat seurauksia kaivoksen toiminnasta ja mitkä aiheutuvat muista tekijöistä
- selvittää, miten ympäristövaikutusten ennuste- ja arviointimenetelmät vastaavat todellisuutta
- selvittää, miten haittojen lieventämistoimet ovat onnistuneet
- käynnistää tarvittavat toimet, jos esiintyy ennakoimattomia haittoja.

Tarkkailun tuloksista raportoidaan määräajoin, yleensä vuosittain ja raportit toimitetaan ympäristöviranomaisille. Tarkkailuraportit ovat julkisia asiakirjoja.

Tarkkailu voidaan jakaa yleisesti käyttötarkkailuun, päästötarkkailuun ja vaikutusten tarkkailuun. Seuraavassa on esitetty yleisluontoinen ehdotus rikastushiekka-allasalueen laajennushankkeen seurantaohjelmaksi. Hankkeen suunnittelun edetessä ohjelma tarkentuu.

29.2 Käyttötarkkailu

Kaivoksella tehdään kattavaa käyttötarkkailua. Käyttötarkkailu on normaalia kohteessa tehtävää toiminnan tarkkailua ja valvontaa. Sillä pyritään osaltaan vähentämään haittoja ja riskitilanteita. Kaivostoiminnan keskeiset tiedot ovat saatavilla yhtiön toimintajärjestelmästä, ja ne raportoidaan vuosittain käyttötarkkailuraportoinnin yhteydessä. Käyttötarkkailussa huomioidaan mm. rakentamiseen, tuotantoon ja poikkeamiin liittyvät asiat kuten vesien hallintajärjestelmät, vesitase, jätteet, tuotantomäärät, päästöt jne. Kaikkien ympäristönsuojelurakenteiden kunto ja toiminta tarkastetaan toimintapäivittäin. Kaivoksen toiminta-alueen ja

prosessien vesitasetta seurataan jatkuvasti ja luotettavasti Kainuun ELY-keskuksen kanssa sovittavalla tavalla sekä AVI:n päätöksessä 7.12.2020 annettujen lupamääräysten mukaisesti. Käyttötarkkailun kirjanpito on kaivoksella saatavilla koko toiminnan ajan ja sen ylläpidosta vastuullisen henkilön yhteystiedot ilmoitetaan Kainuun ELY-keskukselle. Käyttötarkkailusta laaditaan ELY-keskuksen kanssa sovittavalla tavalla vuosittain yhteenveto, joka voidaan liittää ympäristönsuojelun vuosi-ilmoitukseen ja lupamääräysten tarkistamishakemuksen asiakirjoihin.

Nykyistä käyttötarkkailua tullaan myös tulevaisuudessa jatkamaan ja käyttötarkkailun vaatimat osat lisätään maanalaiseen kaivokseen ja uudelle rikastushiekka-altaalle.

29.3 Päästötarkkailu

Päästötarkkailu tarkoittaa kaivoksen vesipäästöjen, kaivannaisjätteen laadun sekä melu- ja pölypäästöjen tarkkailua. Tarkkailua voi hoitaa toiminnanharjoittaja itse ELY-keskuksen hyväksymän tarkkailusuunnitelman mukaisesti tai ulkopuolisen asiantuntijan avulla.

Vesipäästöjen laatua tarkkaillaan vedenpuhdistamolta lähtevästä vedestä sekä mittakaivoista 1 ja 2, joista vedenpuhdistamolta lähtevän veden tarkkailupiste on varsinainen päästötarkkailupiste.

Kaivannaisjätteiden tarkkailuohjelma vastaa kaivannaisjäteasetuksessa (VNa 190/2013) kaivannaisjätteiden luokitukselle annettuja kriteerejä. Tarkkailuohjelman laadinnassa on huomioitu AVI:n päätöksen mukaisesti Suomen ympäristö -sarjan julkaisussa 21/2011 ”Kaivannaisjätteen luokittelu pysyväksi” esitetyt näyte- ja louhintamäärien suhteet.

Nykyistä päästötarkkailua jatketaan myös tulevaisuudessa ja Taivaljärven suuntaan lähtevälle purkuvedelle lisätään tarkkailupiste.

29.4 Ympäristövaikutusten tarkkailu

29.4.1 Vesistötarkkailu, sedimenttitarkkailu ja vesistöjen biologinen tarkkailu

Vesistötarkkailua, sedimenttitarkkailua ja vesistöjen biologista tarkkailua jatketaan 30.9.2021 päivätyn tarkkailuohjelman (AFRY Finland Oy, 2021) mukaisesti kuitenkin niin, että tarkkailuohjelmaa päivitetään tarvittavilta osin ympäristölupavaiheessa, kun suunnitelmat jätevesien johtamisesta tarkentuvat. Jos jätevedet johdetaan jaetusti Koivupuron ja Taivaljärven purkureiteille, Taivaljärven purkureittiä koskien laaditaan täydennetty tarkkailuohjelma ja ennen johtamisen aloittamista tehdään tarvittavat ennakkotarkkailut.

Nykyinen ympäristövaikutusten tarkkailuohjelma sisältää vedenlaadun tarkkailun yhteensä kymmenellä tarkkailupisteellä, Taivaljärven ja Pienen Tipasjärven vedenpinnan korkeuden seurannan sekä Pienen-Hietasen ja Hietasen kerrostuneisuuden seurannan. Sedimenttitarkkailua tehdään seitsemällä näytepaikalla.

Vesistöjen biologinen tarkkailu sisältää kasviplanktontarkkailun, pohjaeläintarkkailun, vesisammalten metallipitoisuuksien seurannan sekä kalataloustarkkailun. Kalataloustarkkailu sisältää verkkokoekalastukset, sähkökoekalastukset, kalastustiedustelun sekä kalojen metallipitoisuuksien seurannan.

29.4.2 Pohjavesitarkkailu

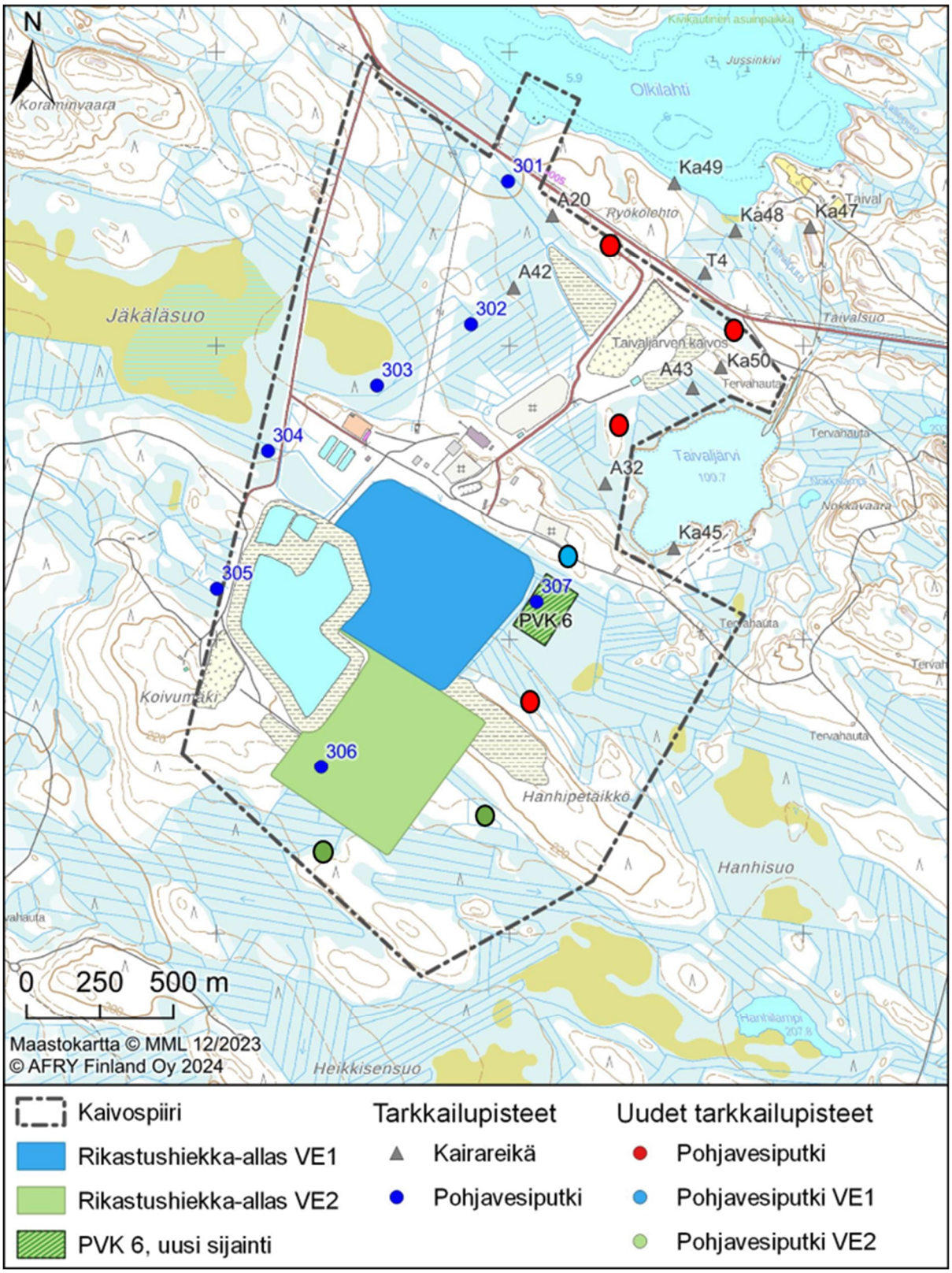
Kainuun ELY-keskus edellytti lausunnossaan (Ympäristölupapäätös Nro 155/2020, Dnro PSAVI/5663/2018, 7.12.2020) pohjavesitarkkailun ulottamista nykyistä seurantaverkkoa laajemmalle alueelle, jotta voidaan luotettavammin tarkkailla muun muassa kaivoksen lisääntyvän kuivatuspumppauksen vaikutusalueen laajuutta, ja mahdollisia muutoksia pohjaveden pinnankorkeuksissa. Tarkkailuohjelmassa (AFRY Finland Oy 2021) kaivospiirin luoteispuolelle Jäkäläsuon suuntaan on ehdotettu asennettavaksi pohjavesiputkia kahteen pisteeseen (401 ja 402) sekä Taivaljärven itäpuolelle yhteen pisteeseen (403) ja kaivospiirin eteläosaan yhteen pisteeseen (404). Pisteillä 401 ja 402 on ollut tarkoitus täydentää pohjavesivaikutusten seurantaa Jäkäläsuon suunnassa. Jäkäläsuolla kasvaa arvokkaita kasveja noin kilometrin etäisyydellä kaivospiirin rajasta. Pohjavesimallinnuksen (luku 13, liite 7) perusteella kaivoksen kuivatuspumppauksen aiheuttama pohjaveden alenemakartio ei kuitenkaan tulisi laajenemaan Jäkäläsuon suuntaan.

Pohjavesimallinnuksen perusteella ehdotetaan, että pohjavesitarkkailua eli pohjaveden korkeuden ja laadun seurantaa jatketaan nyt tarkkailun piirissä olevissa putkissa ja kairarei'issä tarkkailuohjelman (AFRY Finland Oy, 2021b) mukaisesti kuitenkin niin, että mahdollisuuksien mukaan kairareiät T4, A32, A42, Ka49 tai Ka48 ja A43 tai Ka50 otetaan mukaan vedenlaadun seurantaan. Analyysivalikoimaan lisätään kloridi ja alkaliteetti, mutta kokonaisrikki ja väri voidaan poistaa analyyseistä. Lisäksi kun tarkkailupisteiden sijoittelussa otetaan huomioon pohjavesimallinnukseen perustuvat pohjaveden vallitsevat virtaussuunnat sekä simuloidut kuivatuspumppauksen vaikutusalueet, ehdotetaan tarkkailuohjelmassa esitettyihin pohjaveden tarkkailupisteiden 401–404 sijainteihin muutoksia. Uusien pohjavesiputkien ehdotetut sijainnit on esitetty kuvassa 29-1. Molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 asennetaan kolme pohjavesiputkea avolouhoksen ympärille, lisäksi yksi pohjavesiputki asennettaan vaihtoehdon VE1 mukaisen rikastushiekka-altaan itäpuolelle. Vaihtoehdossa VE1 yksi putki asennetaan jo olemassa olevan putken 307 pohjoispuolelle. Putken 307 säilyminen vaihtoehdon VE1 mukaisen rikastushiekka-altaan ja uuden pintavalutuskentän PVK6 rakentamisen jälkeen on epävarmaa. Vaihtoehdossa VE2 asennetaan kaksi pohjavesiputkea altaan etelä- ja itäpuolelle. Uusilla pohjavesiputkilla täydennetään pohjaveden

määrällisen ja laadullisen tilan seurantaa. Uusissa putkissa tarkkailua tehdään nykyisen tarkkailuohjelman putkien 310, 303, 304 ja 305 tapaan kuusi kertaa vuodessa tarkkailuohjelmassa esitetyllä analyysivalikoimalla siten, että analyysivalikoimaan lisätään kloridi ja alkaliteetti, mutta kokonaisrikkiä, väriä sekä elohopeaa ja toriumia ei analysoida. Elohopean ja toriumin tarkkailua pohjavesiputkista on toteutettu vuodesta 2019 alkaen. Kaikissa pohjavesiputkista otetuissa tarkkailunäytteissä ko. pitoisuudet ovat olleet alle laboratorion määritys rajan.

Kaikki ehdotetut pohjavesiputket on tarkoitettu maapohjaveden seurantaan. Uusia kallioreikiä ei tarkkailun osalta tarvitse porata, jos pohjaveden laadunseurantaa laajennetaan jo olemassa oleviin kairareikiin. Maapohjaveden seurantaan asennettava putki tulee ulottaa kallion pintakerrokseen (kalliovarmistus 1–2 m). Putkien siiviläosan tulee olla riittävä ja ulottua koko vesikerrokseen kuitenkin huomioiden vesipinnan luontainen taso ja sen vaihtelu. Siivilän tulee olla kokonaisuudessaan pohjavesipinnan alapuolella. Jos olemassa olevia kairareikiä ei jostain syystä pystytä ottamaan mukaan pohjaveden laadunseurantaan tai uusia kallioperäreikiä tarvitaan esimerkiksi avolouhoksen ja Tipasjärven väliselle alueelle kallion vedenjohtavuuden selvittämiseksi, ne asennetaan porakonekairauksella maaputkikalustolla. Kairaus ulotetaan tarvittavan syvälle kallioon (30–50 m). Tarkempi asennussuunnitelma laaditaan tarvittaessa.

Jos tarkkailtavissa putkissa havaitaan merkittäviä muutoksia vesipinnassa tai laadussa tai louhokseen suotautuvan veden määrä kasvaa selkeästi nyt arvioidusta, tarkkailua voidaan laajentaa tässä ehdotetusta.



Kuva 29-1. Ehdotus uusien pohjavesiputkien sijainnista. Punaisella merkityt putket asennetaan molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Vaaleansinisellä merkitty putki asennetaan vaihtoehdossa VE1 ja vihreällä merkityt putket vaihtoehdossa VE2.

29.4.3 Biologinen tarkkailu maa-alueilla

Kaivoksen alueelta sekä sen ympäristöstä on toteutettu vuoden 2021 tarkkailuohjelman mukaisesti bioindikaattoritarkkailu jäkälä-, neulas-, seinäsammal-, sieni- ja muurahaisnäytteenottona. Ohjelmassa ei ole esitetty seuraavaa ajankohtaa vastaavalle bioindikaattoritarkastelulle, mutta näytteenotto olisi hyvä uusia vastaavista näytteenottopisteistä mahdollisen uuden rikastushiekka-altaan käyttöönoton jälkeen sekä myöhemmin täytön oltua käynnissä alueella.

Taivaljärven kosteikon linnustollisten arvojen säilymistä ja kosteikon tilan kehittymistä suositellaan seurattavaksi linnustolaskennoilla järven vedenlaatuseurantojen ja vedenpinnan korkeuden tarkastelun lisäksi etenkin rakentamisen ja toiminnan alkuvaiheissa.

29.4.4 Ilmanlaadun tarkkailu

Ilmanlaadun tarkkailua toteutetaan leijuma- ja laskeumatarkkailun avulla. Tarkkailuohjelman (AFRY Finland Oy 2021) mukaisesti pölylaskeumaa tarkkaillaan pölyämistä aiheuttavien kaivostoimintojen, kuten rikastamoalueen ja murskauksen sekä rikastushiekka-alueen läheisyydessä sekä kaivospiirin lähialueille sijoittuvan vakituisen ja loma-asutuksen läheisyydessä. Ilmatieteen laitos toteutti kalenterivuoden 2021 kestäneen ilmanlaadun seurantatutkimuksen Hopeatien varressa, kaivospiirin luoteisreunalla noin 600 metrin päässä lähimmistä kaivoksen toiminnoista, sijainneella väliaikaisella mittausasemalla (Ilmatieteen laitos 2022). Tarkkailun jatkosta päätetään ELY-keskuksen kanssa.

29.4.5 Melun ja tärinän tarkkailu

Tarkkailuohjelman (AFRY Finland Oy 2021) mukaisesti melu mitataan kaivoksen lähimmissä häiriintyvissä kohteissa. Lähimmät häiriintyvät kohteet ovat Taipaleentiellä sijaitsevat loma-asunnot ja vakituinen asunto. Kaivospiirin eteläpuolella noin 800 m etäisyydellä kaivospiirin rajasta alkaa Hiidenportin kansallispuisto. Mittausjakson päätyttyä mittauksesta laaditaan kirjallinen raportti, jossa esitetään käytetyt menetelmät, mittalaitteet, mittauspisteet ja tulokset. Tuloksia verrataan VNp 993/1992 mukaisiin ympäristömelun ohjearvoihin. Mittauksia tehdään kolmen vuoden välein, sekä aina, kun toiminta-alueelle tulee uusi melupäästölähde ja kun toiminta-alueella toteutetaan meluntorjuntatoimenpiteitä (esimerkiksi kun rakennetaan meluvalleja tai -seiniä).

29.4.6 Sidosryhmiin kohdistuvien vaikutusten seuranta

Mahdollisia tapoja seurata ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia ovat esimerkiksi säännöllisesti järjestettävät keskustelutilaisuudet, asukaskuulemiset, haastattelut sekä sähköiset palautekanavat. Vakinaisille ja loma-asukkaille sekä muille toimijoille

voidaan osoittaa hankevastaavan taholta yhteyshenkilö, johon voi olla yhteydessä, mikäli häiritseviä vaikutuksia havaitaan. Avoimella tiedonvaihdolla lähialueen asukkaiden ja toimijoiden kanssa hankevastaava voi saada tietoa hankkeen vaikutuksista, sekä keinoista, joilla haitallisia vaikutuksia voisi lieventää tai ehkäistä.

30 Lähdeluettelo

AFRY Finland Oy 2021. Sotkamo Silver Oy. Sotkamon hopeakaivoksen tarkkailuohjelma.

AFRY Finland Oy 2024a. Toiminnanaikaiset sekä sulkemisen jälkeiset vesilaadut Sotkamo Silverin kaivannaisjätteiden läjitysalueilla sekä louhoksissa.

AFRY Finland Oy 2024b. Sotkamon hopeakaivoksen numeerinen pohjavesimalli.

Ahma Ympäristö Oy. 2013. Taivaljärven kaivoshankkeen viitasammakkoselvitys 2013. Raportti 28.3.2014, 11 sivua.

Alakangas ym. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia (Properties of the fuels used in Finland). VTT Technical Research Centre of Finland Ltd., Espoo (2016). https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2016/T258.pdf

Aluehallintovirasto 2020. Sotkamon hopeakaivoksen toiminnan laajentaminen ja muuttaminen. Nro 155/2020.

APL Systems 2021. Melumittausraportti Sotkamo Silver Oy, Sotkamo – 31.8. - 14.9.2021.

Envineer Oy 2024a. Sotkamo Silver Oy, Sotkamon kaivoksen rikastushiekka-allasalueen laajentamisen YVA-ohjelma: pölyn leviämismallinnus.

Envineer Oy 2024b. Sotkamo Silver Oy, Rikastushiekka-allasalueen laajentamisen meluselvitys.

Eurofins Ahma Oy 2018. Sotkamon hopeakaivos – Saukkokartoitus 2018.

Eurofins Ahma Oy 2024. Sotkamo Silver Oy, Sotkamon hopeakaivoksen bioindikaattori- ja keruutuotetarkkailu 2023.

Eurola, S. 1999. Kasvipeitteemme alueellisuus. Oulanka Reports 22. Oulanka biological station. University of Oulu.

Finnrock Consulting 2019. Sotkamo Silver Oy. Tärinämittausraportti – Louhinta- ja räjäytystyöt.

Geologian tutkimuskeskus 2014. Taivaljärven ja laskeutusaltaan pohjasedimenttien kemiallinen koostumus.

GTK Hakku-palvelu 2023. https://hakku.gtk.fi/fi/locations/search, haettu rakennetulkinnat, luettu 19.10.2023

Hiraishi ym. (toim.) 2014. 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol. Switzerland: Intergovernmental

Panel on Climate Change. [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/kpsg/pdf/KP_Supplement_Entire_Report.pdf]

Hoek, E. & Brown, E.T. 1982. Underground excavations in rock. London, England: The Institution of Mining and Metallurgy, p. 14-36.

Huvikummun luonto- ja koirapalvelu Oy 2023. Sotkamo Silver Oy luontoselvitys vuonna 2023.

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 704 s

ICMM 2019. Integrated Mine Closure – Good Practice Guide, 2nd Edition.

Ilmatieteenlaitos 2022. Ilmanlaatumittaukset Sotkamo Silverin hopeakaivoksen alueella. Hengitettävien hiukkasten, arseenin, antimonin ja metallien pitoisuustulokset vuonna 2021.

IPCC 2007. Climate Change 2007. AR4 Synthesis Report.

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf]

Kainuun ELY-keskus 2017. Kainuun bioindikaattoriselvitys. 115 s.

Kainuun liitto 2021a. Kainuu-ohjelma. https://kainuunliitto.fi/assets/uploads/2022/11/Kainuu-ohjelma-web-final.pdfhttps://kainuunliitto.fi/assets/uploads/2022/10/Kainuu-ohjelma-oikoluettu-102022.pdf. Viitattu 11.11.2022.

Kainuun liitto 2021b. Voimassa olevat kaavat. https://kainuunliitto.fi/kaavoitus-ja-liikenne/voimassa-olevat-kaavat/. Viitattu 24.1.2024.

Kainuun liitto 2024a. Kainuun tuulivoimamaakuntakaavan tarkistaminen – Hyväksymisvaihe.https://kainuunliitto.fi/kaavoitus-jaliikenne/tuulivoimamaakuntakaavan-tarkistaminen/kainuun-tuulivoimamaakuntakaavan-tarkistaminen-hyvaksymisvaihe/ . Viitattu 24.1.2024.

Kainuun liitto 2024b. https://kainuunliitto.fi/tietopalvelut/tilastot/

Kalliola, R. 1973. Suomen kasvimaantiede. WSOY, Porvoo.

Kesäniemi 2009. Rahkaturvemaiden hydrauliset ominaisuudet. Teknillinen korkeakoulu, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos, Lisensiaatintyö.

Korhonen ym. 2013. Suomen metsät 2004–2008 ja niiden kehitys 1921–2008. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/518978/Korhonen.pdf?sequence=1&isAllowed=y]

Koskimies, P. & Väisänen, R.A. 1988: Linnustonseurannan havainnointiohjeet. – Helsingin yliopiston eläinmuseo, 2. Painos. Helsinki.

Lehtonen ym. 2004. Biomass expansion factors (BEFs) for Scots pine, Norway spruce and birch according to stand age for boreal forests. Forest Ecology and Management 188 (2004) 211–224.

Liski ym. 2006. Carbon accumulation in Finland's forests 1922–2004–an estimate obtained by combination of forest inventory data with modelling of biomass, litter and soil. Annals of forest science 63.7 (2006): 687–697. [https://www.afs-journal.org/articles/forest/pdf/2006/07/f6070.pdf]

Luke 2021. Avoin data, Luke - aineistonlatauspalvelu. [https://kartta.luke.fi/opendata/valinta.html]

Luontoselvitys Metsänen 2017. Lepakkoselvitys Taivanjärven kaivoslaajennusalueella. 20.11.2017. Raportti, 24 s.

Marttunen, M., Grönlund, S., Hokkanen, J., Jantunen, J., Karjalainen, T.P, Luode-mäki, S., Mustajoki, J., Neste, J., Saarikoski, H., Vallius, E., Vartia, M., Vehmas, A. & Vienonen, S. 2015. Hyviä käytäntöjä ympäristövaikutusten arvioinnissa. Imperia-hankkeen yhteenveto. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 39/2015.

Merilä ym. 2023. Carbon Stocks and Transfers in Coniferous Boreal Forests Along a Latitudinal Gradient. *Ecosystems* (2023): 1–17. [https://doi.org/10.1007/s10021-023-00879-5] (23.1.2024)

Metsähallitus 2024. https://www.retkikartta.fi/

Minkkinen & Laine 1998. Effect of forest drainage on the peat bulk density of pine mires in Finland. Canadian Journal of Forest Research, 28(2), 178–186. [https://www.researchgate.net/profile/Kari-Minkkinen-2/publication/249534602_Effect_of_forest_drainage_on_the_peat_bulk_density_of_pine_mires_in_Finland/links/5e4ea16392851c7f7f48df4c/Effect-of-forest-drainage-on-the-peat-bulk-density-of-pine-mires-in-Fin]

Mäkelä, K. & Salo, P. 2024. Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi. Opas tekijälle, tilaajalle ja viranomaiselle. 2. korjattu painos. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 43/2023. 374 s. (Helda)

Nieminen M & Ahola A (toim.) 2017. Euroopan unionin luontodirektiivin liitteen IV lajien (pl. lepakot) esittelyt. Suomen ympäristö 1/2017

Pohjois-pohjanmaan-, Kainuun-, ja Lapin ELY-keskukset 2022. Oulujoen–Iijoen vesienhoitoalueen toimenpideohjelma vuosille 2022–2027. Raportteja 9/2022.

Pöyry Environment Oy 2006. Taivaljärven hopeakaivoshanke - Ympäristön perustilaselvitys, Osa I (kesä - syksy 2006)

Pöyry Environment Oy 2008. Taivaljärven hopeakaivoshanke - Ympäristön perustilaselvitys, Osa II (kesä 2007 – talvi 2008)

Ramboll Finland Oy 2017. Sotkamo Silver Oy. Materiaalitehokkaan esirikastuksen käyttöönotto hopeakaivoksella. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma.

Ramboll Finland Oy 2018. Materiaalitehokkaan esirikastuksen käyttöönotto hopeakaivoksella. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. 212 s.

SLTY Suomen lepakkotieteellinen yhdistys ry. 2012. Suomen lepakkotieteellinen yhdistys ry:n suositus lepakkokartoituksista luontokartoittajille, tilaajille ja viranomaisille.

Sotkamon kunta 2018. Kaavoituskatsaus 2018. https://www.sotkamo.fi/wp-content/uploads/2018/01/KAAVOITUSKATSAUS-2018.pdf. Viitattu 24.1.2024.

Sotkamon kunta 2024a. https://www.sotkamo.fi/

Sotkamon kunta 2024b. https://www.sotkamo.fi/asuminen-ja-ymparisto/kylat/

Sotkamon kunta 2024c. Kaavoituskatsaus. https://www.sotkamo.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaavoitus/kaavoituskatsaus/. Viitattu 24.1.2024.

Sotkamo Silver 2024. Puhelin keskustelu Sotkamo Silver Oy:n edustajan kanssa 12.2.2024 ja seurantaryhmän kokousmuistiot

Suomen Lajitietokeskus 2022. Laji.fi -palvelun avoin aineisto. Aineisto luettu 25.11.2022

Suomen Lepakkotieteellinen yhdistys 2023. Lepakkokartoitusohje 2023. Suomen lepakkotieteellisen yhdistyksen suosituksia lepakkokartoitusten tekijöille, tilaajille ja kartoitustietoja käyttäville viranomaisille. Raportti, 69 sivua.

SYKE (Suomen ympäristökeskus) 2020. Vesistöjen kemiallinen tila on edelleen huono. Tiedote 28.8.2020.

SYKE (Suomen ympäristökeskus) 2023 ja 2024. Ympäristöhallinnon avoimet ympäristötietojärjestelmät.

a) Vesistömallijärjestelmä (WSFS-VEMALA) / SYKE, 18.10.2023

b) Ympäristötiedon hallintajärjestelmä, Pivet, 26.1.2024

c) Arviot pienten virtavesien luonnontilan muuttuneisuudesta – PURO-HELMI. Suomen ympäristökeskus 2023. https://syke.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/idex.html?id=fefc71aa76b64e88b88cdc28a209832b

d) Vesienhoidon 3. suunnittelukauden tietojärjestelmä, 30.1.2024

SYKE (Suomen ympäristökeskus) 2023e. Maa-ainesten ottoluvat ja kiviainesvarannot.https://syke.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=9af59a7f70ee43e5a6cd43cc47980422. Viitattu 28.2.2023

Suomen ympäristökeskus ja ELY-keskukset 2020. Virtavesien lohikalakannat. https://ckan.ymparisto.fi/dataset/virtavesien-lohikalakannat

Suomen ympäristökeskus ja ELY-keskukset 2021. Vesikartta. http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikartta/

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2022. Ympäristöterveys. Melu. https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/melu (7.3.2024)

Tervo, K. 2017. Sotkamon kulttuuriympäristöohjelma, 4. painos. Sotkamo – Kainuun Etelä.

Tilastokeskus 2021. Greenhouse gas emissions in Finland 1990 to 2019. National inventory report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. [https://unfccc.int/documents/271571]

Tilastokeskus 2024. https://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html

Tomra, 2016. X-TRACT –laitteiston tuotesivut. https://www.tomra.com/en/solutions-and-pro-ducts/sorting-solutions/recycling/products/x-tract/

Tornivaara, A., Räisänen, M. L., Kovalainen, H. & Kauppi. S. 2018. Suljettujen ja hylättyjen kaivosten kaivannaisjätealueiden jatkokartoitus (Kajak II). Suomen ympäristökeskuksen raportteja 12/2018.

Törnqvist, J. & Talja, A. 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. VTT Working Papers 50. Espoo: VTT

Vastuullisen kaivostoiminnan verkosto 2017. Kaivosvastuu. https://www.kaivosvastuu.fi/

Väylävirasto 2022. Latauspalvelu Oskari. https://julkinen.vayla.fi/oskari/. Luettu 28.11.2022.

Väylävirasto 2023. Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmä. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-43_vahahiilisyyden_arviointimenetelma_web.pdf

Väylävirasto, 2024a. Suomen väylät -karttapalvelu. https://suomenvaylat.vayla.fi/. Luettu 25.1.2024.

Väylävirasto, 2024b. Pienet alueelliset investoinnit, Pohjois-Pohjanmaa ja Kainuu. https://vayla.fi/documents/25230764/35412234/Hankekortti_pienet_alueelliset_investoinnit_Pohjois-Pohjanmaa_Kainuu.pdf/66d77aa1-77e6-495a-8bd6-

2181fbbbc99a/Hankekortti_pienet_alueelliset_investoinnit_Pohjois-Pohjan-maa_Kainuu.pdf?t=1606375419423. Luettu 29.1.2024.

Ympäristöministeriö 2021. Ilmastovaikutusten arviointi YVAssa ja SOVAssa – vaikutusten tunnistaminen ja johdonmukainen käsittely. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-257-0