

ASIA

Kuusilammen avolouhoksen länsipuolella sijaitsevan sivukivialueen KL1 sulkeminen ja peittorakenteen toteuttaminen, Sotkamo

LUVAN HAKIJA

Terrafame Oy
Malmitie 66
88120 Tuhkakylä

SISÄLLYSLUETTELO

HAKEMUS JA ASIAN VIREILLETULO	7
TOIMINTA JA SEN SIJAINTI	7
SUUNNITELMAN TOIMITTAMISEN PERUSTE	8
LUPAVIRANOMAISEN TOIMIVALTA	8
TOIMINTAA KOSKEVAT OLENNAISET PÄÄTÖKSET, LAUSUNNOT, YVA, SOPIMUKSET JA ALUEEN KAAVOITUSTILANNE	9
Sivukivialueen KL1 ympäristö- ja vesitalouslupa nro 107/2023	9
Vaasan hallinto-oikeuden välipäätös nro 77/2024	9
Vaasan hallinto-oikeuden päätös nro 1739/2024	9
Asian käsittely korkeimmassa hallinto-oikeudessa	14
Sivukivialueen KL2 ympäristölupa nro 76/2017/1	15
Sotkamon kaivos- ja metallituotannon ympäristö- ja vesitalouslupa nro 87/2022	15
Sivukivialueen KL2 lohkon 5 ympäristölupa ja pohjarakennevaatimusten muuttaminen päätöksessä nro 87/2022	16
Vaasan hallinto-oikeuden välipäätös nro 76/2024	17
Vaasan hallinto-oikeuden päätös nro 1738/2024	18
Asian käsittely korkeimmassa hallinto-oikeudessa	19
Luvan hakijan näkemys Vaasan hallinto-oikeuden päätösten vaikutuksista hakemuksen mukaiseen sivukivialueen sulkemiseen ja peittorakenteeseen	19
Ilmoitukset koeluonteisesta toiminnasta	20
Muut asiaan liittyvät aluehallintovirastossa vireillä olevat hakemukset ja annetut päätökset	21
Kuusilammen sivukivialueen KL2 sulkeminen ja peittorakenteen toteuttaminen (PSAVI/1802/2024)	21
Kolmisopen malmion maa-alueen louhinnan ympäristö- ja vesitalouslupahakemus sekä ympäristöluvan nro 87/2022 olennainen muuttaminen (PSAVI/8746/2023)	21
Päätöksen nro 87/2022 lupamääräyksen 185 mukainen sulkemissuunnitelma (PSAVI/16044/2024)	21
Päätöksen nro 87/2022 lupamääräyksen 102 mukainen jätehuoltosuunnitelma (PSAVI/16043/2024)	22
Kipsisakka-altaan 1 sulkeminen (PSAVI/16183/2023)	24
Sotkamon kaivoksen vesienhallinnan ja -käsittelyn tehostaminen sekä sakkojen kuivaläjityksen toteuttaminen (päätös nro 166/2024)	24
Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA)	24
Kaivosoikeudet	26
Kaavoitustilanne	26
SIVUKIVIALUE KL1	28
Sivukivialueen KL1 päivitetty yleissuunnitelma	28
Yleiskuvaus	31
Sivukiven määrä ja jäteluokitus	34
Sivukiven ominaisuudet	34
Geologiset ominaisuudet	35
Kokonaispitoisuudet	36
Liukoisuustestit	38
Haponmuodostus ja neutralointipotentiaali	41
Jäteluokitus ja siihen liittyvät vaaraominaisuudet	44
Sulkemissuunnittelun yhteydessä tehty täydentävä ominaisuuksien määrittely	45
ABA-testi	47
Kokonaispitoisuuksien mittaaminen kuningasvesiuutolla	48
NAG-testi	49

Röntgendiffraktiometria (XRD)	51
Mineraalipistelaskenta (MLA käyttäen SEM/EDX).....	52
Kolonnikokeet	53
Kosteuskammiokokeet (HCT)	55
Lausunto pitkäaikaistestauksen tuloksista (hakemuksen täydennys 10.4.2025).....	58
Sivukivialueen pohjarakenteet.....	63
Rakennusvaiheet 1–6	63
Rakennusvaihe 7	63
Vesienjohtaminen	64
Rakennusvaiheet 1–6	64
Rakennusvaihe 7	67
Suotovesien määrä ja laatu.....	67
Rakennusvaiheet 1–6	67
Rakennusvaihe 7	71
TEHDYT KOERAKENTEET JA PEITTORAKENTEISIIN LIITTYVÄ KOETOIMINTA.....	72
Vuosi 2011–2012.....	74
Vuosi 2016.....	75
Vuosi 2018.....	75
Vuosi 2020.....	75
Vuosi 2021.....	76
Koetoiminnan tulosten yhteenveto	76
Koetoiminnan tulosten huomioiminen peittorakenteen suunnittelussa.....	77
Tuleva ja meneillään oleva koetoiminta.....	78
SIVUKIVIALUEEN KL1 SULKEMINEN	79
Sulkemisen lähtökohdat.....	79
Lainsäädännön vaatimukset ja kaivosalan yleiset ohjeet	79
Aiemmat sulkemissuunnitelmat.....	81
Sulkemisen tavoitteet.....	82
Sivukivialueen peittorakenne	84
Yleistä.....	84
Perustelut peittorakenteen valinnalle	86
Kalvorakenteen valintaperusteet.....	89
Peittorakenteen muut kerrokset ja pitkäaikaiskestävyys.....	90
Sivukivikasan muotoilu.....	102
Työnaikaiset järjestelyt.....	104
Rakennekerrokset.....	104
Peittorakenteen rakentaminen	107
Destia Oy:n täydentävä lausunto peittorakenteesta (hakemuksen täydennys 20.5.2025)	110
Terrafame Oy:n täsmennys peittorakennetta koskien (hakemuksen täydennys 20.5.2025) .	114
Vesienkäsittely ja vesien johtaminen sulkemisvaiheessa ja sen jälkeen.....	115
Sivukivialueella muodostuvat suotovedet.....	117
Suotovesien geokemiallisen mallinnuksen lähtötiedot.....	118
Suotoveden laatu geokemiallisen mallinnuksen perusteella.....	126
Rapautumisreaktioiden hiipumisen ja uudelleen käynnistymisen vaikutus suotovesien laatuun	130
Suotovesien johtaminen.....	132
Rakennusvaiheiden 1–6 pohjarakenteen alapuoliset vedet.....	133
Peittorakenteen päältä tulevat hulevedet	134
Sivukivialueen ulkopuoliset vedet.....	136
Laskeutusaltaiden ja imeytyskentän rakenteet ja rakentaminen.....	136
Maisemointisuunnitelma ja alueen jatkokäyttö	137

Kasvukerroksen kasvittaminen	137
Alueen jatkokäyttö	139
Sulkemisen aikataulu	139
YMPÄRISTÖN NYKYTILAN KUVAUS	142
Maisema ja kulttuuriympäristö	142
Valtakunnallisesti arvokkaat alueet ja kohteet	143
Paikallisesti arvokkaat alueet ja kohteet	143
Asutus ja virkistyskäyttö	144
Maa- ja kallioperä	145
Kallioperä	146
Maaperä	147
Pintavedet	149
Yleiskuvaus	149
Oulujoen vesistöalue	151
Vuoksen vesistöalue	153
Vesistöjen taustapitoisuusselvitys	153
Sivukivialueen KL1 vaikutukset vesistöihin nykytilanteessa	155
Pohjavedet	155
Yleiskuvaus	155
Pohjaveden pinnankorkeuden tarkkailu	157
Pohjaveden laadun tarkkailu	158
Luonto ja suojelualueet	159
Suojelualueet	161
Uhanalaiset eliölajit	161
Luontodirektiivin liitteen IV(a) lajit	162
Melu	164
Tärinä	166
Ilmanlaatu ja päästöt ilmaan	167
Hajapölypäästöjen hallintasuunnitelma	167
Laskeumamittaukset	168
Hengitettävien hiukkasten mittaukset	170
Biologinen tarkkailu	171
ARVIO SIVUKIVIALUEEN SULKEMISEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSISTA	173
Vaikutukset kaavoitukseen ja maankäyttöön	173
Vaikutukset yleiseen viihtyvyyteen ja ihmisten terveyteen	173
Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön	174
Vaikutukset maa- ja kallioperään	175
Vaikutukset pintavesiin	175
Vaikutukset pohjavesiin	176
Vaikutukset vesienhoitosuunnitelman tavoitteisiin	176
Oulujoen–lijoen vesienhoitoalue	177
Vuoksen vesienhoitoalue	177
Vaikutukset luontoon ja suojeluarvoihin	178
Meluvaikutukset	179
Tärinävaikutukset	179
Vaikutukset ilmanlaatuun	180
Vaikutukset liikenteeseen	181
YMPÄRISTÖRISKIT JA NIIHIN VARAUTUMINEN	181
Ympäristöriskinarviointi	183
PARAS KÄYTTÖKELPOINEN TEKNIikka (BAT)	188
Arvio parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) soveltamisesta	188

Arvio ympäristön kannalta parhaan käytännön (BEP) soveltamisesta	195
TOIMINNAN JA SEN VAIKUTUSTEN TARKKAILU	195
Käyttötarkkailu	196
Vesijakeiden tarkkailu	196
Vaikutustarkkailu.....	198
Raportointi	198
VAKUUS	199
Kaivannaisjätealueita koskeva ja jätehuollon varmistamiseksi asetettava vakuus	199
VAHINKOARVIO JA VAHINKOA ESTÄVÄT TOIMENPITEET	199
HAKIJAN ESITYS YMPÄRISTÖLUVAN NRO 87/2022 LUPAMÄÄRÄYKSEN	186
MUUTTAMISEKSI	200
TOIMINNAN ALOITTAMINEN MUUTOKSENHAUSTA HUOLIMATTA	200
Vakuus.....	201
HAKEMUKSEN KÄSITTELY.....	201
Hakemuksen täydennykset	201
Hakemuksesta tiedottaminen	202
Lausunnot.....	202
Muistutukset ja mielipiteet	221
Hakijan kuuleminen ja selitys	224
Tapaamiset.....	269
MERKINNÄT.....	270
ALUEHALLINTOVIIRASTON RATKAISU	270
KÄSITTELYRATKAISU 1	270
KÄSITTELYRATKAISU 2.....	270
YMPÄRISTÖLUPARATKAISU.....	271
LUPAMÄÄRÄYKSET	271
Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkeminen	271
Tarkkailu ja raportointi.....	275
Päätöksen nro 107/2023 muutettavat lupamääräykset 18 ja 25 (<i>muutos kursivilla</i>) ja uusi lupamääräys 3a.	277
Suotovesien kerääminen ja altaiden DP8 ja DP9 rakentaminen sekä käyttö.....	277
Rajasuon maankaatopaikka.....	279
OHJAUS ENNAKOIMATTOMIEN VAHINKOJEN VARALLE	279
RATKAISUJEN PERUSTELUT	279
Käsittelyratkaisujen perustelut.....	279
Käsittelyratkaisu 1	279
Käsittelyratkaisu 2.....	281
Ympäristöluvan harkinnan perusteet.....	282
Käsiteltävä asia ja sen tausta.....	282
Sivukivialueen KL1 yleissuunnitelma	285
Ympäristönsuojelulain 41 §:n ja 46 §:n mukaisen samanaikaisen käsittelyn tarpeen arviointi	286
Valituksenalaisten lupapäätösten nro 87/2022 ja 107/2023 vireilläolovaikutuksen merkityksen arviointi sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemisen kannalta	292
Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA).....	294
Luvan myöntämisen edellytykset sulkemisorakenteen osalta.....	295
Toiminnan lopettamiseen liittyvä sääntely	295
Hakemuksen mukaisen peittorakenteen arviointi	297
Päästöt ja vaikutukset pintavesiin	307
Päästöt ja vaikutukset maaperään ja pohjavesiin.....	310
Vesienhoitosuunnitelman huomioon ottaminen	310

Melu ja tärinä	311
Päästöt ilmaan ja vaikutukset ilmanlaatuun	311
Vaikutukset luontoon ja suojeluarvoihin	311
Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT)	311
Kaivannaisjätteen jätehuoltoa koskeva vakuus	313
Luvan myöntämisen edellytykset sivukivialueen KL1 yleissuunnitelman muutosten osalta	315
Altaan DP8 pohjarakenteen ja sijainnin muutos	315
Rajasuon maankaatopaikan suunnitelman muutos ja laskeutusallas	316
Johtopäätökset	318
Lopputulema luvan myöntämisen edellytyksistä	319
Lupamääräysten perustelut	319
Määräykset pilaantumisen ehkäisemiseksi	319
Tarkkailu- ja raportointimääräykset	323
MUUTETTAVAT LUPAMÄÄRÄYKSET JA UUSI LUPAMÄÄRÄYS	325
VASTAUS YKSILÖITYIHIN VAATIMUKSIIN	326
LUVAN VOIMASSAOLO JA KORVATTAVA MÄÄRÄYS	327
Päätöksen voimassaolo	327
Luvan voimassaolon perustelut	327
Korvattava määräys	327
Lupaa ankaramman asetuksen noudattaminen	328
PÄÄTÖKSEN TÄYTÄNTÖÖNPANO	328
Päätöksen yleinen täytäntöönpanokelpoisuus	328
Toiminnan aloittaminen muutoksenhausta huolimatta ja vakuus	328
Täytäntöönpanoratkaisun perustelut	329
SOVELLETUT SÄÄNNÖKSET	330
KÄSITTELYMAKSU	330
Ratkaisu	330
Perustelut	330
Oikeusohjeet	331
PÄÄTÖKSESTÄ TIEDOTTAMINEN	332
MUUTOKSENHAKU	333

HAKEMUS JA ASIAN VIREILLETULO

Terrafame Oy on 31.7.2024 toimittanut Pohjois-Suomen aluehallintovirastoon hyväksyttäväksi Kuusilammen sivukivialueen KL1 sulkemista ja peittorakenteen hyväksymistä koskevan suunnitelman. Sivukivialueen KL1 yleissuunnitelma on päivitetty sulkemissuunnittelun yhteydessä.

Sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelman mukaan sivukivialueen KL1 ja sivukivialueen KL2 sulkemista tehdään toiminnan aikana vaiheittain, siten että ympäristöluvan nro 107/2023 lupamääräyksen 14 mukaisesti ympäristöluvan mukaisella rakenteella sulkematta olevan jätealueen laajuus sivukivialueella KL1 on joka tilanteessa enintään 100 hehtaaria.

Hakemuksen mukaan sivukivialueen KL1 rakennusvaiheet 1–6 suljetaan rakentamalla läjitetyn ja muotoillun sivukiven päälle tiivis peittorakenne. Sulkeminen tehdään vaiheittain ja aloitetaan rakennusvaiheen 1 alueelta. Peittorakenteeksi esitetään mm. tutkimustietoon ja koerakenteista saatuihin tuloksiin perustuen peittorakennetta, joka koostuu sivukivilouheen yläpinnasta lukien kiilauskerroksesta, suojageotekstiilistä, LLDPE-kalvosta, salaojamatosta, pintakerroksesta ja pintamaakerroksesta. Peittorakenne on vastaava kuin sivukivialueen KL2 sulkemisen ympäristölupahakemuksessa (PSAVI/1802/2024) esitetty peittorakenne. Suunnitelman mukaan sivukivialueen KL1 rakennusvaihe 7 suljetaan pelkällä pintamaakerroksella.

Peittorakenteen päällä muodostuva pintavalunta ohjataan laskeutusaltaiden ja imeytyskentän kautta luontaisille purkureiteille. Tuotannon aikana sivukivitäytössä muodostuvat suotovedet johdetaan joko vesienkäsittelyyn tai liuoskiertoon. Kuusilammen avolouhoksen toiminnan loputtua sivukivialueella KL1 mahdollisesti muodostuvat vedet varaudutaan johtamaan Kuusilammen avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen.

Sulkemissuunnitelma sisältää myös esityksen suotovesialtaan DP8 sijainnin muuttamisesta sekä Rajasuon maanläjitysalueen rajauksen muuttamisesta siten, että Kiukerolampi ei häviä maanläjityksen seurauksena.

TOIMINTA JA SEN SIJAINTI

Terrafamen kaivosalue sijaitsee Sotkamon ja Kajaanin kuntien alueella, noin 23 km Sotkamon keskustasta lounaaseen. Sivukivialue KL1 sijoittuu kaivospiirin eteläosaan Munninmäen selänteiden alueelle kiinteistöllä 765-402-60-28.

Kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km². Käytössä olevat tuotantoalueet ovat Kuusilammen avolouhos (noin 140 ha), primääriiluotusalue (noin 200 ha), sekundääriiluotusalue lohkot 1–4 (noin 290 ha), pintamaiden

läjitysalueet (yhteensä noin 190 ha), kipsisakka-altaat (noin 127 ha), sivukivialue KL2 (noin 200 ha) sekä tehdasalue. Lisäksi rakenteilla ovat sekundääriliuotusalue lohkot 5–8 (yhteensä noin 310 ha) sekä uusi sivukivialue KL1 (yhteensä noin 370 ha), jonka ensimmäiset osat on otettu tuotannolliseen käyttöön vuoden 2024 alussa. Sivukivialueesta KL1 on tällä hetkellä rakennettu sivukiven sijoituskäyttöön rakennusvaihe 1, jonka pinta-ala on 46 hehtaaria.

SUUNNITELMAN TOIMITTAMISEN PERUSTE

Terrafame Oy:n Sotkamon kaivos- ja metallituotantoa koskevan täytöntöönpanokelpoisen ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksen nro 87/2022 lupamääräyksen 186 mukaan luvan saajan on toimitettava hakemuksena aluehallintovirastoon yksittäistä jätealuetta koskeva yksityiskohtainen sulkemiseen liittyvä rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelma 10 kuukautta ennen kyseisen jätealueen sulkemistöiden aloittamista.

Sivukivialuetta KL1 koskevassa ympäristöluvassa (nro 107/2023) edellytetään riskinarvioon ja sulkemisen jälkeiseen pitkän aikavälin vaikutustarkasteluun perustuvan sulkemissuunnitelman toimittamista Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle vuoden 2024 loppuun mennessä. Sulkemissuunnitelmaan tulee olla yhdistetty myös sivukivialueen KL1 ja maanläjitysalueen sulkemissuunnitelma ja uusi jätehuoltosuunnitelma.

Hakemuksen mukaan koska lupapäätöksessä nro 107/2023 on esitetty lupamääräys täyttötoimintojen suunnittelusta ja toteutuksesta siten, että ympäristöluvan mukaisella rakenteella sulkematta olevan jätealueen laajuus on joka tilanteessa enintään 100 hehtaaria, tulee tuotannon jatkuvuuden varmistamiseksi sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkeminen vaiheittain aloittaa suunnitellussa aikataulussa, ja tämän vuoksi sivukivialuetta KL1 koskeva sulkemissuunnitelma toimitetaan ennen koko toiminnan sulkemissuunnitelmaa.

Hakemuksen mukaan Rajasuon läjitysalueelle väliaikaisesti sijoitetut maa- ja kiviainekset käytetään kaivosalueen sulkemistoimenpiteissä (kuten sivukivialueen KL1 peittorakenteen pintamaakerroksissa), joten Rajasuon läjitysalueelle ei ole tämänhetkisen tiedon mukaan tarpeen laatia sulkemissuunnitelmaa.

LUPAVIRANOMAISEN TOIMIVALTA

Ympäristönsuojelusta annetun asetuksen 1 §:n (952/2020) 2 momentin 7 a) -kohdan mukaisesti valtion ympäristölupaviranomainen ratkaisee kaivostoimintaa koskevat ympäristölupa-asiat.

TOIMINTAA KOSKEVAT OLENNAISET PÄÄTÖKSET, LAUSUNNOT, YVA, SOPIMUKSET JA ALUEEN KAAVOITUSTILANNE

Sivukivialueen KL1 ympäristö- ja vesitalouslupa nro 107/2023

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on myöntänyt 29.6.2023 päätöksellään nro 107/2023 (Dnro PSAVI/4347/2020) ympäristö- ja vesitalousluvan pääosin hakemuksen mukaiseen sivukivialueen KL1 ja Rajasuon tilapäisen maankaatopaikan rakentamiseen ja toimintaan. Ympäristölupa on myönnetty määräaikaisena 31.3.2030 asti Sotkamon kaivos- ja metallituotantotoimintaa koskevan pääluvan (nro 87/2022) määräaikaisuuden vuoksi. Aluehallintovirasto on myöntänyt Terrafame Oy:lle oikeuden aloittaa päätöksen mukainen toiminta lupaa noudattaen muutoksenhausta huolimatta.

Lupapäätöksen nro 107/2023 lupamääräyksen 14 mukaan luvan saajan on suunniteltava ja toteutettava lohkojen 1–6 täyttötöiminto siten, että ympäristöluvan mukaisella rakenteella sulkematta olevan jätealueen laajuus on joka tilanteessa enintään 100 hehtaaria.

Lupapäätöksen nro 107/2023 lupamääräyksessä 36 edellytetään riskin arvioon ja sulkemisen jälkeiseen pitkän aikavälin vaikutustarkasteluun perustuvan sulkemissuunnitelman toimittamista Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle vuoden 2024 loppuun mennessä. Terrafame Oy toteaa hakemuksessa, että koska lupapäätöksessä nro 107/2023 on esitetty lupamääräys täyttötöimintojen suunnittelusta ja toteutuksesta siten, että ympäristöluvan mukaisella rakenteella sulkematta olevan jätealueen laajuus on joka tilanteessa enintään 100 hehtaaria, tulee tuotannon jatkuvuuden varmistamiseksi sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkeminen vaiheittain aloittaa suunnitellussa aikataulussa ja tämän vuoksi sivukivialuetta KL1 koskeva sulkemissuunnitelma toimitetaan ennen koko toiminnan sulkemissuunnitelmaa.

Terrafame Oy on toimittanut koko toimintaa koskevan sulkemissuunnitelman ja jätehuoltosuunnitelman aluehallintovirastoon 31.12.2024 (asiat Dnro PSAVI/16044/2024 ja PSAVI/16043/2024).

Vaasan hallinto-oikeuden välipäätös nro 77/2024

Sivukivialuetta KL1 koskevasta lupapäätöksestä nro 107/2023 valitettiin Vaasan hallinto-oikeuteen, joka antoi 23.1.2024 asiassa välipäätöksen nro 77/2024. Välipäätöksellä hallinto-oikeus kielsi toiminnan aloittamisen sivukivialueen KL1 lohkojen 1–4 osalta, kunnes valitusasia on hallinto-oikeudessa ratkaistu tai kunnes asiasta toisin määrätään.

Vaasan hallinto-oikeuden päätös nro 1739/2024

Vaasan hallinto-oikeus antoi lupapäätöksestä nro 107/2023 tehtyihin valituksiin 19.12.2024 päätöksen nro 1739/2024. Hallinto-oikeus kumosi aluehallintoviraston päätöksen ja hylkäsi Terrafame Oy:n hakemuksen

sivukivialueen KL1 lohkoja 1, 2 ja 4 koskevilta osin ja muutti lupamääräyksiä 14, 15, 20, 21 ja 46 sekä luvan voimassaoloa.

Hakemuksen osittainen hylkääminen

Vaasan hallinto-oikeus on perustellut päätöstä lohkojen 1, 2 ja 4 hylkäämisen osalta muun muassa seuraavasti:

Päätöksen sivuilla 48–49: ”Jätevesipäästöt ovat keskeisin toiminnasta ympäristöön aiheutuva päästö. Sivukivialueella KL1 ja muulla kaivostoinnalla on yhteinen jätevesien käsittelyjärjestelmä. Eri toimintojen aiheuttamia jätevesipäästöjä ja niiden vaikutuksia ei siten voida erottaa toisistaan. [...] Hallinto-oikeus katsoo, että sivukivialueen KL1 rakentaminen ja käyttöönotto on alueelta muodostuvien valuma- ja suotovesien määrä ja laatu huomioon ottaen omiaan vaikeuttamaan koko kaivostoinnin vesienhallintaa ja vesienkäsittelyä tilanteessa, jossa liuotus- ja jätealueet olennaisesti laajenevat eikä käytöstä poistettuja jätealueita ole suljettu. Sivukivialueelta KL1 muodostuva liuoskiertoon tai jätevesien käsittelyyn johdettava vesimäärä on huomattava, vaikka otetaan huomioon, että valituksenalaisen päätöksen mukaisesti sivukivialueella KL1 saa olla avoimena enintään 100 hehtaaria jätealueita kerrallaan. [...]

Kokonaisuutena tarkastellen ja aluehallintoviraston 20.6.2022 antaman uutta päälupaa koskevan päätöksen numero 87/2022 määräaikaisuus huomioon ottaen kokonaispinta-alaltaan 370 hehtaarin suuruisen uuden sivukivialueen KL1 rakentamista ja käyttöönottoa valituksenalaisessa päätöksessä hyväksytyssä laajuudessa ei voida pitää sallittavana tilanteessa, jossa koko toiminnasta aiheutuvat päästöt ja pilaantumisen vaaraa aiheuttavat riskit ovat hakemusasiakirjoista ja aluehallintoviraston päätöksistä ilmenevän perusteella merkittävimmät seuraavien vuosien aikana, ja samanaikaisesti lopulliseen tasoonsa täytettyjen kaivannaisjätealueiden ja muiden käytöstä poistettujen jätealueiden sulkeminen ei ole toteutunut aiemmissa lupapäätöksissä edellytetyllä tavalla. [...]

Hallinto-oikeus on tänään antamassaan Terrafame Oy:n uutta päälupaa koskevassa päätöksessään katsonut, että luvan myöntämisen edellytykset eivät ole täyttyneet sulkematta olevista ja laajenevista jätealueista aiheutuvan aikaisempaa lupapäätöstä suuremman jätevesien sulfaattipäästön johtamiseksi vesistöön. Tähän nähden uusien jätealueiden perustamista on tarpeen myös tässä asiassa edelleen rajoittaa toiminnasta aiheutuvien ympäristövaikutusten ja ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi.”

Lohkojen 3, 5 ja 6 pohjarakenteen muuttaminen

Päätöksessä on muutettu lupamääräystä 15 sivukivialueen KL1 lohkojen 3, 5 ja 6 pohjarakenteen osalta siten, että pohjarakenteeseen edellytetään kaksinkertainen yhdistelmäkalvorakenne (muutos kursiivilla):

"15. Sivukivialueen KL1 lohkojen 3, 5 ja 6 pohjarakenteet on tehtävä siten, että sen pohjarakenne louhepenkereen tai moreenimaan päällä muodostuu vähintään seuraavista rakenteista ylhäältä alaspäin:

- Sivukivitäyttö
- Louhe 0/600 1 500 mm
- Suojakerros sivukivestä 0/200 500 mm
- Suojakerros kiilleliuskeesta KaM 0/12 150 mm
- Suodatinkangas, geotekstiili 1 200 g/m²
- HDPE-kalvo, 2,0 mm
- Bentoniittimatto, jossa bentoniitin massa on > 6 kg/m² ja vedenläpäisevyys $k \leq 1 \cdot 10^{-11}$ m/s
- Suojakerros, kalliomurske raekooltaan 0/16 mm 100 mm
- Kiilauskerros, kalliomurske raekooltaan 0/63 mm 150 mm
- Louhe 0–600 mm 1 500 mm
- Suojakerros seulottua sivukiveä 0–200 mm 500 mm
- Seulottua purkumalmimursketta 0–12 mm tai kalliomursketta 0–12 mm 300 mm
- Suodatinkangas, geotekstiili 1 200 g/m²
- HDPE-kalvo 2,0 mm
- Bentoniittimatto, jossa bentoniitin massa on > 6 kg/m² ja vedenläpäisevyys $k \leq 1 \cdot 10^{-11}$ m/s
- Tiivistetty pohjamoreeni tai
- Suojakerros KaM 0–16 mm 100 mm
- Kiilauskerros KaM 0–63 mm 150 mm
- Louhepenger

Kaksinkertaisen kalvorakenteen väliin on rakennettava vuotojen havaitsemis- ja keräyskerros."

Vaasan hallinto-oikeus on perustellut päätöstä lohkojen 3, 5 ja 6 pohjarakenteiden muuttamisen osalta muun muassa seuraavasti:

Päätöksen sivuilla 54–55: *"Suunnittelun sijoituspaikan geologiset ominaisuudet huomioon ottaen kysymyksessä olevan jätealueen perustaminen on alueelle loppusijoitettavan jätteen määrä ja laatu huomioon ottaen geoteknisesti erittäin haastava hanke. Alueelle sijoitetut jätteet jäävät alueelle pysyvästi ja jätteiden vaaraominaisuudet huomioiden niistä aiheutuu ympäristön pilaantumisen vaaraa hyvin pitkälle tulevaisuuteen. Alueella käytettävien pohjarakenteiden pitkäaikaiskäyttäytymisestä ja -kestävyydestä on siten varmistuttava osana luvan myöntämisen edellytysten arviointia. [...] [H]allinto-oikeus katsoo, että asiassa on jäänyt huomattavaa epävarmuutta hakemuksessa esitetystä ja valituksenalaisessa päätöksessä määrätyn vaiheittaisen sulkemisen periaatteen toteutumisesta, aikataulusta ja ympäristön pilaantumista ehkäisevien sulkemusrakenteiden riittävyyydestä.*

Päätöksen sivuilla 56–57: *"Hallinto-oikeus toteaa, että keinotekoisessa tiivisrakenteessa käytettävät HDPE-kalvot ovat alttiita muun ohella jännityssäröilylle sekä varastoimisen ja asentamisen aikaisille vaurioille.*

[...] Hakemusasiakirjoista ilmenevästi luvan hakijan teettämät sylinterikokeet ovat olleet huomattavan lyhytkestoisia suhteessa sivukiven läjitysalueen pysyvyyteen, ja niissä käytetyt kuormat eivät ole vastanneet nyt kysymyksessä olevan sivukivialueen tulevaa enimmäisläjituskorkeutta. [...] Terrafame Oy on uutta pääalupaa koskevassa hakemuksessaan esittänyt uuden toisen vaiheen liotusalueen pohjarakenteen toteuttamisvaihtoehdoksi kaksinkertaista kalvorakennetta, kuten ole-massa olevalla toisen vaiheen liotusalueella on tehty. Myös kaivannaisjätteen hallinnan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskevassa vertailuasiakirjassa on esitetty kaksinkertainen kalvorakenne yhtenä vaihtoehtona tilanteessa, jossa pohjarakenteena on pohjaveden tilan huononemisen ja maaperän pilaantumisen ehkäisemiseksi ja vähentämiseksi oltava tiivis vettä läpäisemätön keinotekoinen materiaali (BAT 35b). [...]

[V]alituksenalaisessa päätöksessä määrätty sivukivialueen KL1 suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavien kaivannaisjätealueen lohkojen yksinkertaiseen yhdistelmäkalvorakenteeseen perustuvat pohjarakenteet eivät ole riittävät toiminnasta aiheutuvan ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi pitkällä aikavälillä. Sivukivialueen KL1 suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi kaivannaisjätealueeksi luokitelluille lohkoille toteutettavista pohjarakenteista on tässä tapauksessa määrättävä erityistä varovaisuutta noudattaen (niin sanottu BAT+-periaate) ympäristöluvan myöntämisen edellytysten täyttymisen varmistamiseksi. Hallinto-oikeus katsoo näin ollen tarpeelliseksi alueen ja toiminnan erityisistä ominaisuuksista sekä jätteen ja suotovesien haitallisuudesta johtuen määrätä sivukivialueen KL1 lohkojen 3, 5 ja 6 pohjarakenteissa käytettäväksi niin sanottua kaksinkertaista kalvorakennetta ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi.”

Lohkon 7 pohjarakenteen muuttaminen

Päätöksessä on lisäksi muutettu lupamääräystä 15 lohkon 7 osalta siten, että myös lohkon 7 pohjarakenteeseen on edellytetty yksinkertaisen yhdistelmäkalvorakenne seuraavasti:

”Sivukivialueen KL1 lohkon 7 pohjarakenteet on tehtävä siten, että sen pohjarakenne louhepenkereen tai moreenimaan päällä muodostuu vähintään seuraavista rakenteista ylhäältä alaspäin:

- Sivukivitäyttö
- Louhe 0/600 1 500 mm
- Suojakerros sivukivestä 0/200 500 mm
- Suojakerros kiilleliuskeesta KaM 0/12 150 mm
- Suodatinkangas, geotekstiili 1 200 g/m²
- HDPE-kalvo, 2,0 mm
- Bentoniittimatto, jossa bentoniitin massa on > 6 kg/m² ja vedenläpäisevyys $k \leq 1 \cdot 10^{-11}$ m/s
- Kallioleikkauksessa suojakerros kiilleliuskeesta KaM 0/12 tai KaM 0/16, 100 mm ja kalliopinnan irtilouhintaa ja kiilaus KaM 0/90, 150 mm

- *Moreenialueella tasalaatuistettu ja tiivistetty moreenipohja*

Vaasan hallinto-oikeus on perustellut päätöstä lohkon 7 pohjarakenteen muuttamisen osalta muun muassa seuraavasti (päätöksen s. 60–62):
”Hallinto-oikeus katsoo, että hakemuksessa esitettyjen tietojen perusteella ei ole voitu varmistua siitä, että sivukivialueen KL1 lohkolle 7 loppusijoitettava kiilleliuske aina luokituisi ei-happoa muodostavaksi. Eri metallit ovat liukoisia jo neutraaleissa olosuhteissa, eikä kiilleliuskeesta aiheutuva metallipitoinen valumavesi siten vaadi esiintyäkseen erityistä haponmuodostusta tai happamia olosuhteita. [...] Hallinto-oikeus toteaa, että asiassa on näin ollen jäänyt epävarmuutta mustaliuskesivukiven ja kiilleliuskesivukiven lajittelun tarkkuudesta. Tämä tarkoittaa, että sivukivialueen KL1 lohkolle 7 sijoitettavan kiviaineksen haitattomuudesta ei ole varmuutta. [...]

Valituksenalaisessa päätöksessä on arvioitu, että suotovedet todennäköisesti edellyttävät käsittelyä ennen ympäristöön johtamista. Hallinto-oikeus katsoo näin ollen, että sivukivialueen KL1 lohkolle 7 muodostuvat suotovedet ovat ympäristönsuojelulain 5 §:n 1 momentin 13 kohdassa tarkoitettua jätevettä. [...] Sivukivialueen KL1 lohkolle 7 loppusijoitettavan kiilleliuskeen ominaisuuksista hakemuksessa esitetyt tiedot ja edellä kiilleliuskeen ja alueella muodostuvien suotovesien laadun määrittelystä sekä kiilleliuskeen ja mustaliuskeen lajitteluun liittyvistä epävarmuuksista lausuttu huomioon ottaen hallinto-oikeus katsoo, että myös sivukivialueen KL1 lohko 7 on ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi perustettava käyttäen tiivistä pohjarakennetta.”

Kaivannaisjätevakuuden muuttaminen

Vaasan hallinto-oikeuden päätöksessä kaivannaisjätealueiden vakuuksia koskeva lupamääräys 46 on muutettu kuulumaan seuraavasti:

”46. Terrafame Oy:n on asetettava kolmen kuukauden kuluessa tämän päätöksen antamisesta 2 000 000 euron suuruinen vakuus sivukivialueen KL1 lohkon 7 asianmukaisen käytön, tarkkailun ja toiminnan lopettamisen ja sen jälkeen tarvittavien toimien sekä toiminnan jälkeisen tarkkailun varmistamiseksi.

Terrafame Oy:n on asetettava ennen lohkoilla 3, 5 ja 6 täyttötoiminnan aloittamista 22 500 000 euron suuruinen jätteen käsittelytoiminnan vakuus sivukivialueen KL1 lohkojen 3, 5 ja 6 asianmukaisen käytön, tarkkailun ja toiminnan lopettamisen ja sen jälkeen tarvittavien toimien sekä toiminnan jälkeisen tarkkailun varmistamiseksi.

Vakuus muodostuu seuraavasti:

	Vakuus, euroa (sis. ALV 24 %)
<i>Sivukivialueen KL1 lohkojen 3, 5 ja 6 sulkeminen</i>	17 500 000
<i>Sivukivialueen KL1 lohkon 7 sulkeminen</i>	2 000 000
<i>Sivukivialueen suotovesien käsittely ja tarkkailu sulkemisen ja jälkihoitovaiheen aikana</i>	5 000 000

Vakuus on tarkistettava vuosittain tammikuun aikana. Vakuuden on tuolloin vastattava käytössä olevien ja samana vuonna käyttöön otettavan suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavan (lohkot 3, 5 ja 6) ja muun kaivannaisjätteen (lohko 7) jätealueen vakuuteen laskettuja toimenpiteitä.

Vakuutta on tarkistettava lohkojen 3, 5 ja 6 osalta 35 €/lla (alv 24 %) ja lohkon 7 osalta 10 €/lla (alv 24 %) jokaista sivukiven jätealueen KL1 käytössä olevaa pinta-alaneliömetriä kohden, jolle ei ole tehty sulkemistoimenpiteitä ja sulkematta oleva pinta-ala ylittää seuraavassa virkkeessä mainitun kokonaisalan. Tässä vaiheessa vakuus koskee lohkojen 3, 5 ja 6 osalta 50 hehtaarin ja lohkon 7 osalta 20 hehtaarin kokoisien alueen rakentamista ja käyttöä.

Vakuus on asetettava Kainuun ELY-keskuksen eduksi sen hyväksymällä tavalla joko takauksena, vakuutuksena tai pantattuna talletuksena. Vakuuden antajan on oltava luotto-, vakuutus- tai muu ammattimainen rahoituslaitos, jolla on kotipaikka Euroopan talousalueeseen kuuluvassa valtiossa.

Valvontaviranomainen voi hyväksyä omasta tai luvanhaltijan aloitteesta vakuuden määrän muuttamisen siltä osin, kun kyse on hintatason muutosta kuvaavaan indeksiin sidotun vakuuden määrän muuttamisesta. Vakuuden määrän muuttaminen on tehtävä viimeistään, kun rakennuskustannusindeksi on noussut päätöksen antopäivän hintatasosta viisi prosenttia.

Luvan saajan on huolehdittava siitä, että vakuus on aina voimassa. Määräaikaisen vakuuden ollessa kyseessä luvan saajan on toimitettava Kainuun ELY-keskukselle uusi vakuus vähintään kolme kuukautta ennen vakuutuskauden päättymistä.

Luvan saaja voi hakea aluehallintovirastolta vakuuden vapauttamista joko kokonaan tai osittain ympäristönsuojelulain 61 §:ssä säädetyin edellytyksin. Vakuus vapautuu vasta, kun aluehallintoviraston päätös on tullut lainvoimaiseksi.”

Luvan voimassaolon muuttaminen

Päätöksessä on muutettu luvan voimassaoloa. Hallinto-oikeuden muutamana ympäristölupapäätös nro 107/2023 on voimassa 31.12.2028 saakka, tai jos toiminnanharjoittaja aikoo jatkaa toimintaansa voimassaoloajan jälkeen, päätös on voimassa mainitun ajankohdan jälkeen siihen saakka, kunnes toiminnanharjoittajan viimeistään 30.6.2027 vireille panema uutta ympäristölupaa koskeva lupahakemus on lainvoimaisella tai täytäntöönpanokelpoisella päätöksellä ratkaistu.

Asian käsittely korkeimmassa hallinto-oikeudessa

Vaasan hallinto-oikeuden päätöksestä on haettu valituslupaa ja valitettu korkeimpaan hallinto-oikeuteen. Vaasan hallinto-oikeuden päätös ei ole lainvoimainen.

Sivukivialueen KL2 ympäristölupa nro 76/2017/1

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on myöntänyt 22.9.2017 päätöksellään nro 76/2017/1 (Dnro PSAVI/2827/2016) ympäristöluvan sivukivialueen KL2 lohkojen 1–4 toimintaan. Päätöksessä on huomioitu erittäin uhanalaisen rotkokehräjäkälän (*Lecanora epanora*) elinympäristön vaatima suojelurajaus lohkolla 2. Hakemus on tuolloin hylätty sivukivialueen KL2 lohkon 5 osalta. Päätöksessä on muutettu Sotkamon kaivoksen ympäristölupapäätöksen nro 36/2014/1 lupamääräystä 65 ja vakuutta koskevaa lupamääräystä 117 sivukiven läjitysalueen koskevan vakuuden osalta.

Sivukivialueen KL2 lohkoille 1–4 määrätyt pohjarakenteet ovat päätöksen nro 76/2017/1 lupamääräyksen 3 mukaan seuraavat:

- tiivisrakenteen alapuolinen kerros
 - o louhetäyttö, jonka päällä vähintään 150 mm paksuinen kiilauskerros 0–65 mm kalliomurskeesta ja sen päällä vähintään 100 mm suojakerros 0–16 mm kalliomurskeesta tai
 - o luontainen tasattu ja kivetön moreeni
- bentoniittimatto, jonka vedenläpäisevyys on enintään $1,1 \times 10^{-11}$ m/s ja jonka bentoniittikerroksen paksuus vähintään 6 mm
- saumoiltaan tiiviiksi hitsattu 1,5 mm:n HDPE-kalvo
- suojageotekstiili, jonka painoluokka on vähintään 400 g/m²
- vähintään 150 mm paksu primääriliuotuskasalta seulotusta 0–12 mm malmimurskeesta rakennettava suojakerros
- sivukivestä (0–200 mm) rakennettu suojakerros, jonka paksuus on vähintään 500 mm
- tiivisrakenteen suojakerrokseksi rakennettava vähintään 1,5 m paksu louhekerros 0–500 mm louheesta.

Sotkamon kaivos- ja metallituotannon ympäristö- ja vesitalouslupa nro 87/2022

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on myöntänyt 20.6.2022 päätöksellään nro 87/2022 (Dnro PSAVI/2461/2017) Terrafame Oy:lle ympäristö- ja vesitalouslupan Sotkamon kaivos- ja metallituotantoon (ns. päälupa) ja sivukivialueen KL2 laajentamiseen uuden lohkon 5 (noin 37 hehtaaria) rakentamiseen ja käyttöön ottamiseen.

Ympäristölupa on myönnetty määräaikaisena 31.3.2030 asti. Päätöksen mukaan, jos toiminnanharjoittaja aikoo jatkaa toimintaansa voimassaoloajan jälkeen, on päätös voimassa mainitun ajankohdan jälkeen siihen saakka, kunnes toiminnanharjoittajan viimeistään 31.3.2029 vireille panema uutta ympäristölupaa koskeva lupahakemus on lainvoimaisella tai täytäntöönpanokelpoisella päätöksellä ratkaistu.

Aluehallintovirasto myönsi päätöksessään Terrafame Oy:lle oikeuden aloittaa päätöksen mukainen toiminta lupaa noudattaen muutoksenhausta huolimatta. Päätös nro 87/2022 ei ole lainvoimainen.

Lupapäätöksen nro 87/2022 lupamääräykset 186 ja 187 kuuluvat seuraavasti:

186. Luvan saajan on toimitettava hakemuksena aluehallintovirastoon 10 kuukautta ennen yksittäisen jätealueen tai kaatopaikan sulkemistöiden aloittamista koko kaivosalueen sulkemissuunnittelun tuottaman tiedon perustella laadittu kyseistä yksittäistä jätealuetta tai kaatopaikkaa koskeva yksityiskohtainen sulkemiseen liittyvä rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelma.

187. Luvan saajan on aloitettava kaivannaisjätteen jätealueiden, kaatopaikkojen sekä toisen vaiheen liuotusalueiden sulkeminen tiiviillä pintarakenteella tuotantotoiminnan aikana sitä mukaa, kun jätealueen tai kaatopaikan osa saavuttaa lopullisen kokonsa ja muotonsa tai sen käyttö on muusta syystä loppunut ja kun sulkemista koskeva lupamääräyksen 186 tarkoittama ympäristölupapäätös on tullut lainvoimaiseksi tai täytäntöönpanokelpoiseksi.

Sivukivialueen KL2 lohkon 5 ympäristölupa ja pohjarakennevaatimusten muuttaminen päätöksessä nro 87/2022

Sivukivialueen KL2 lohkon 5 rakentamiseen ja käyttöön on myönnetty ympäristölupa 20.6.2022 Sotkamon kaivoksen ja metallituotannon pääluvassa nro 87/2022.

Päätöksessä on muutettu sivukivialueen KL2 pohjarakenteiden vaatimuksia siltä osin kuin niitä ei ollut vielä toteutettu. Lupamääräyksen 118 mukaan:

”Sivukivialueen KL 2 uuden lohkon 5 pohjarakenteet, niiltä osin kuin niitä ei tämän päätöksen antopäivänä ole vielä toteutettu, on tehtävä siten, että sen pohjarakenne louhepenkereen päällä muodostuu vähintään seuraavista rakenteista ylhäältä alaspäin:

- Louhe 0/500 1 500 mm
- Suojakerros sivukivestä 0/200 500 mm
- Suojakerros kiilleliuskeesta KaM 0/12 150 mm
- Suodatinkangas, geotekstiili 1 200 g/m²
- HDPE-kalvo 2,0 mm
- Bentoniittimatto, jossa bentoniitin massa on > 6 kg/m² ja vedenläpäisevyys $k \leq 1 \cdot 10^{-11}$ m/s
- Suojakerros kiilleliuskeesta KaM 0/12 tai KaM 0/16, 100 mm”

Aluehallintovirasto on perustellut päätöksessään lupamääräystä 118 seuraavasti: *”Sivukivialueen KL2 lohkot 1–4 on rakennettu aiemmin annetun luvan nojalla ja hakemuksessa esitetysti. Lohkot on jo otettu käyttöön ja ne ovat jo pääosin täytetty tässä sallittuun täyttötasoon. Käyttöön otettujen jätealueiden osalta rakenteista ei ole mahdollista jälkikäteen muuttaa. Tältä osin pohjarakenteista ei ole tarpeen enempää määrittä.*

Uuden lohkon 5 rakentaminen on jo alkanut ja hakemuksen mukaan pohjarakenne muodostuu seuraavista kerroksista louhepenkereen päällä: suojakerros kiilleliuskeesta KaM 0/12 tai KaM 0/16, 100 mm, bentoniittimatto, HDPE-kalvo 1,5 mm, suodatinkangas geotekstiili 1 200 g/m² BS80, suojakerros kiilleliuskeesta KaM 0/12, 150 mm, suojakerros sivukivestä 0/200, 500 mm, louhe 0/500, 1 500 mm. Jo toteutettu rakenne on hyväksytty hakemuksen mukaisena. Kun otetaan huomioon asian käsittelyyn kulunut aika ja alueen käyttöönoton kiireellisyys, olisi kohtuutonta edellyttää tehtyjen rakenteiden uusimista.

Sivukivialueen tarkkailutulokset ovat osoittaneet, että suotovedet sisältävät huomattavia määriä ympäristölle erittäin haitallisia metalleja. Sivukivialueen täyttökorkeus ja pohjarakenteisiin kohdistuva kuormitus on suuri. Sivukivialueen pohjarakenteet ovat keskeinen tekijä toiminnan aikana ja osin jälkihoitovaiheessakin aiheutuvan pilaantumisen vaaran estämisessä. Esityksestä poiketen on keskeisimmän uusien alueiden suojausrakenteen eli HDPE-kalvon paksuudeksi määrätty 2,0 mm. Kalvon paksuuden kasvattaminen > 30 %:lla lisää vastaavasti kalvon lujuus- ja kestävyysominaisuuksia, mikä vähentää riskiä rakenteen vaurioille. Määräyksen mukainen 2,0 mm:n HDPE-kalvo on laajasti käytössä erilaisten jätealueiden suojausrakenteissa ja se on parasta käyttökelpoista tekniikkaa kyseessä olevien jätteiden sijoittamiseen käytettävällä kaivannaisjätteen jätealueella.”

Bentoniittimaton vaadittavista ominaisuuksista on lupamääräyksessä 118 määrätty ympäristön pilaantumisen vaaran minimoimiseksi muun muassa seuraavin perusteluin: ”Toiminnan aikana saatujen tietojen perusteella etenkin malmin ja sivukiven käsittely- ja läjitysalueiden suotovedet sisältävät runsaasti ympäristölle haitallisia metalleja. Pilaantumisen vaaran minimoimiseksi uusien rakenteiden osalta on määrätty käytettäväksi aiemmin käytettyä bentoniittimattoa paksumpaa mattoa. Käytännössä käytettäväksi määrätty bentoniittimatto vastaa vaarallisen jätteen kaatopaikan maaperän vedenläpäisevyysvaatimusta, josta on säädetty valtioneuvoston asetuksessa kaatopaikoista. Määräyksessä käytettäväksi edellytetty bentoniittimatto on vastaava, mitä luvan saaja on käyttänyt kipsisakka-altaan 3 rakenteissa. Kyseisellä matolla pystytään merkittävästi vähentämään mahdollisesta HDPE-kalvon rikkoutumisesta aiheutuvaa vuotoriskiä. Kaivosalueella on käytetty myös mattoja, joiden bentoniitin neliöpaino on nyt määrättyä alhaisempi. Olettaessa huomioon toiminnasta aiheutuva pilaantumisen vaara ja sen estäminen sekä varovaisuusperiaate, on aiempaa paksumman maton käyttämisen edellyttäminen perusteltua.”

Vaasan hallinto-oikeuden välipäätös nro 76/2024

Lupapäätöksestä nro 87/2022 valitettiin Vaasan hallinto-oikeuteen, joka antoi 23.1.2024 asiassa välipäätöksen nro 76/2024. Välipäätöksellä hallinto-oikeus kielsi muun muassa tuotannon nostamisen myönnetyn ympäristöluvan mukaiselle tasolle, kunnes valitusasia on hallinto-oikeudessa ratkaistu tai kunnes asiasta toisin määrätään. Täytäntöönpano-oikeutta ei muutettu sivukivialueen KL2 toiminnan osalta.

Vaasan hallinto-oikeuden päätös nro 1738/2024

Vaasan hallinto-oikeus antoi lupapäätöksestä nro 87/2022 tehtyihin valituksiin 19.12.2024 päätöksen nro 1738/2024.

Päätöksessä nro 1738/2024 on muutettu luvan voimassaoloa. Hallinto-oikeuden muuttamana ympäristölupapäätös on voimassa 31.12.2028 saakka, tai jos toiminnanharjoittaja aikoo jatkaa toimintaansa voimassaoloajan jälkeen, päätös on voimassa mainitun ajankohdan jälkeen siihen saakka, kunnes toiminnanharjoittajan viimeistään 30.6.2027 vireille panema uutta ympäristölupaa koskeva lupahakemus on lainvoimaisella tai täytäntöönpanokelpoisella päätöksellä ratkaistu.

Vaasan hallinto-oikeus ei muuttanut sivukivialuetta KL2 koskevaa ympäristölupaa muilta kuin luvan voimassaoloa koskevilta osin.

Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen perusteluissa on kirjoitettu muun muassa sivukivialuetta KL2 koskien seuraavasti (pätöksen s. 132):
”Erityisesti vielä sulkematta olevan sivukivialueen KL2, kipsisakka-altaiden 1 ja 2 sekä vuoden 2026 alkupuolella lopullisen täyttökorkeutensa saavuttavan olemassa olevan toisen vaiheen liuotusalueen lohkojen 1–4 valuma-alueita on pidettävä koko toiminnan vesienhallinnan näkökulmasta merkityksellisinä alueiden pinta-ala ja niillä muodostuva vuotuihin valumavesimäärä huomioon ottaen.”

Hallinto-oikeus on todennut päätöksen perusteluissa (s. 138), että: *”Alueella ei ole vielä suljettu käytöstä poistettuja jätealueita tai niiden osia. Sivukivialue KL2 on ollut avoinna ja siten alttiina hapen ja veden vaikutukselle useita vuosia, jolloin kemialliset reaktiot sivukivitäytön sisällä muodostavat happamia ja metallipitoisia suotovesiä, jotka edelleen kuormittavat alueen vesienhallintajärjestelmää. Kun otetaan huomioon jätteiden laadusta, liukoisuudesta ja vaaraominaisuuksista sekä jätealueilta aiheutuvien suoto- ja valumavesien ja kipsisakka-altailta lähtevän jäteveden laadusta hakemuksessa esitetyt tiedot, aiheuttavat sulkematta olevat jätealueet merkittävän lisäkuormituksen kaivosalueen vesienhallintajärjestelmään.”*

Päätöksen perusteluiden s. 138–139 mukaan:

”Hallinto-oikeus toteaa, että saadun selvityksen perusteella kipsisakka-altaalla 1 on ollut käynnissä peiterakennekokeita vuodesta 2016 alkaen ja olemassa olevalla toisen vaiheen liuotusalueella ja sivukivialueella KL2 vuodesta 2018 alkaen. Alueella toteutettujen koejärjestelyiden lisäksi yhtiö on toteuttanut jätteiden karakterisointia ja mahdollisten peiterakennerekaisuiden pitkäaikaiskestävyyttä ja muiden ominaisuuksien kartoittamista koskevia laboratorioskokeita. Kun otetaan huomioon nyt kysymyksessä olevien jätteiden laatu ja niistä muodostuvien suotovesien laatu ja haitallisuus ympäristölle sekä se, että valittavien peiterakenteiden on kestävä kohteen olosuhteissa vähintään satoja vuosia, on kohteisiin mahdollisesti soveltuvien peiterakenteiden testaukseen ja valintaan kiinnitettävä erityistä huomiota.”

Päätöksen perusteluiden s. 139 mukaan:

”Terrafame Oy on hallinto-oikeuden katselmuksen johdosta toimittamassaan lisäselvityksessä todennut, että sen tarkoituksena on sulkea 10 hehtaarin suuruinen koeala sivukivialueella KL2 vuonna 2024, minkä jälkeen sulkemisen on tarkoitus jatkua noin 50 hehtaaria vuodessa. Aluehallintoviraston toimittaman Terrafame Oy:n vireillä olevia lupahakemuksia koskevan diaariotteen mukaan Terrafame Oy on 16.2.2024 pannut aluehallintovirastossa vireille sivukivialueen KL2 sulkemista ja peittorakenteen toteuttamista koskevan hakemuksen. Hallinto-oikeus toteaa yhtiön esittämä sulkemisaikataulu ja valituksenalaisilla päätöksillä hyväksytyt sivukivialueiden KL2 (200 ha) ja KL1 (370 ha) pinta-alat huomioon ottaen, että jätealueiden sulkemattomuus tulee vaikuttamaan kaivosalueen vesienhallintaan ja jätevesien laatuun vielä vuosia.”

Päätöksen perusteluissa sivulla 148 hallinto-oikeus toteaa, että:

”Edellä todetusti sivukivialueen KL2 lohko 5 on rakennettu ja sen täyttäminen on aloitettu ennen valituksenalaisen päätöksen antamista. Hallinto-oikeuden katselmuksella tehtyjen havaintojen ja Terrafame Oy:n hallinto-oikeuden katselmuksen johdosta antaman lisäselvityksen perusteella sivukivialueen KL2 lohko 5 on täytetty lopulliseen tasoonsa valitusten käsittelyn aikana. Alueelle loppusijoitetun sivukiven määrä ja laajennusalueen liittyminen olemassa olevaan sivukivialueeseen huomioon ottaen pohjarakenteiden muuttaminen jälkikäteen ei käytännössä ole mahdollista. Tähän nähden keskeistä on sivukivialueen KL2 sulkeminen tiiviitä pintarakenteita käyttäen veden ja hapen kulkeutumisen estämiseksi ja sivukivialueesta aiheutuvan ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi. Sulkemisen jälkeen sivukivialueesta aiheutuva ympäristön pilaantumisen riski pienenee, kun vielä otetaan huomioon, että valituksenalaisen päätöksen lupamääräyksessä 11 on määrätty puhtaiden vesien erottamisesta likaantuneista vesistä ja johtamisesta maastoon. Hallinto-oikeus katsoo näissä oloissa, että sivukivialuetta KL2 koskevia valituksenalaisen päätöksen lupamääräyksiä ei ole asian tässä vaiheessa syytä muuttaa.”

Asian käsittely korkeimmassa hallinto-oikeudessa

Vaasan hallinto-oikeuden päätöksestä on haettu valituslupaa ja valitettu korkeimpaan hallinto-oikeuteen. Vaasan hallinto-oikeuden päätös ei ole lainvoimainen.

Luvan hakijan näkemys Vaasan hallinto-oikeuden päätösten vaikutuksista hakemuksen mukaiseen sivukivialueen sulkemiseen ja peittorakenteeseen

Terrafame Oy on toimittanut aluehallintovirastoon 11.3.2025 seuraavan näkemyksen edellä mainittujen Vaasan hallinto-oikeuden päätösten nro 1738/2024 ja 1739/2024 vaikutuksesta sivukivialueen KL1 sulkemiseen:

”VHO antoi 19.12.2024 päätöksen nro 1738/2024 PSAVI:n päätöstä nro 87/2022 (päälupa) koskevasta valitusasiasta sekä päätöksen

1739/2024 sivukivialuetta KL1 ympäristölupaa nro 107/2023 koskevasta valitusasiasta. Päätöksissään VHO muutti PSAVI:n päätöksiä muun muassa purkureittien, sulfaattipäästöjen ja jätealueiden pohjarakenteiden osalta. Lisäksi pääluvan voimassaoloaika lyhennettiin. Terrafame on hakenut valituslupaa korkeimmalta hallinto-oikeudelta 27.1.2025.

VHO:n ratkaisujen perusteluissa oli viitattu siihen, ettei alueiden jälkihoito ollut riittävästi edennyt ja alueiden laajenemista olisi siksi syytä rajoittaa.

VHO:n päätöksellä ei ole suoria vaikutuksia vireillä oleviin sivukivialueiden sulkemista koskeviin lupa-asioihin. VHO korosti päätöksessään jätealueiden sulkemista, jota yhtiö on vienyt joka tapauksessa systemaattisesti eteenpäin. Kuten Terrafame on nyt käsiteltävässä lupa-asiaassa jo hakemuksessaan todennut, se on tehnyt aktiivisesti tutkimusta parhaiden, Terrafamen olosuhteisiin ja prosessiin soveltuvien jälkihoitotoimien selvittämiseksi. Sulkemissuunnittelun tarkentaminen on edellyttänyt mm. yli kaksi vuotta kestäneiden, edelleen jatkuvien laboratoriokokeiden toteuttamista ja useita erilaisia niiden pohjalta tehtyjä perusteellisia mallinnuksia. Näin ollen sulkemissuunnittelua on tosiasiaassa viety jatkuvasti eteenpäin.

Terrafame on myös aloittanut sulkemisen käytännön toteuttamisen peittorakenteiden rakentamisella noin 9 hehtaarin alalla sivukivialueella KL2 Kainuun ELY-keskukselle ilmoittamansa mukaisesti. Tämä on ollut merkityksellistä myös sulkemissuunnittelun tarkentamisen vuoksi, sillä sulkemisen alkuvaiheessa ratkaistavana on erilaisia työtapoihin ja -järjestykseen liittyviä kysymyksiä sekä työturvallisuusasioita. Vuonna 2025 Terrafame suunnittelee rakentavansa peittorakenteita yhteensä noin 30 hehtaarin alalla sivukivialueilla KL2 ja KL1.”

Ilmoitukset koeluonteisesta toiminnasta

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on antanut useita päätöksiä Terrafamen koeluonteista toimintaa koskeviin ilmoituksiin, joista tämän asian käsittelyn kannalta keskeisiä ovat erityisesti sulkemistekniikkaa koskevat asiat:

- Koetoimintailmoitus uudesta koepeittorakenteesta, joka rakennetaan KL2-sivukivialueen peittorakenteen rakennusvaiheen 1 pohjoispuolelle (päätös nro 115/2024, 30.8.2024) PSAVI/9219/2024
- Koetoimintailmoitus koskien kipsisakka-allas 1:n sulkemisen työtapakokeilua (päätös nro 118/2023, 16.8.2023) PSAVI/6030/2023
- Koetoimintailmoitus sulkemisen peiterakennekokeista (päätös nro 149/2021, 9.9.2021) PSAVI/6459/2021
- Koetoimintailmoitus geopolymeerin käyttämisestä sivukivialueen pintarakenteessa (päätös nro 117/2020, 24.9.2020) PSAVI/6278/2020
- Sivukivialueiden peiterakenteiden koetoiminta (päätös nro 89/2018/1, 26.9.2018) PSAVI/3023/2018
- Koetoimintailmoitus sivukiven liukenemisesta ja käyttäytymisestä läjitettäessä (päätös nro 60/2017/1, 13.7.2017) PSAVI/1867/2017

- Koetoimintailmoitus koskien kipsisakka-altaiden pintarakenteita (päättös nro 129/2016/1, 16.9.2016) PSAVI/2023/2016

Muut asiaan liittyvät aluehallintovirastossa vireillä olevat hakemukset ja annetut päätökset

Seuraavassa on kuvattu sivukivialueen KL1 sulkemiseen liittyviä Pohjois-Suomen aluehallintovirastossa vireillä olevia hakemusasioita ja annettuja päätöksiä.

Lisäksi aluehallintovirastossa on vireillä muita Terrafame Oy:n hakemuksia ja on annettu muita päätöksiä, joilla ei ole välitöntä yhteyttä nyt käsiteltävään asiaan.

Kuusilammen sivukivialueen KL2 sulkeminen ja peittorakenteen toteuttaminen (PSAVI/1802/2024)

Terrafame Oy on toimittanut 16.2.2024 aluehallintovirastoon ympäristöluvan nro 87/2022 lupamääräyksen 186 edellyttämän sivukivialueen KL2 sulkemissuunnitelman. Sulkemissuunnitelmassa on esitetty samalaista peittorakennetta kuin sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelmassa. Hakemus PSAVI/1802/2024 on kuulutettu ja annettu tiedoksi yhtä aikaa sivukivialueen KL1 sulkemista koskevan hakemusasian kanssa.

Kolmisopen malmion maa-alueen louhinnan ympäristö- ja vesitalouslupahakemus sekä ympäristöluvan nro 87/2022 olennainen muuttaminen (PSAVI/8746/2023)

Terrafame Oy on toimittanut 4.7.2023 aluehallintovirastoon hakemuksen, jolla haetaan määräaikaista ympäristö- ja vesitalouslupaa muun muassa Kolmisopen malmion maa-alueen avolouhintaan ja siihen liittyviin toimintoihin sekä sivukiven läjitykseen kaivannaisjätealueelle KS1. Sivukivialueen KS1 peittorakenteen suunnitelma on vireillä osana lupahakemusta.

Terrafame Oy hakee myös lupapäätöksen nro 87/2022 muuttamista siten, että päätöksessä myönnetyn lisäksi lupa koskee Kolmisopen maa-alueen hyödyntämiskelpoisten malmivarojen (noin 55–70 Mt) louhimista ja Kolmisopen maa-alueen avolouhosta siten, että vuosittain Kuusilammen ja/tai Kolmisopen louhoksista louhitaan yhteensä enintään 18 Mt malmia ja enintään 45 Mt sivukiveä ja että louhoksista yhteensä louhitavan malmin kokonaismäärä ei ylitä päätöksessä nro 87/2022 sallittua 320 miljoonaa tonnia.

Hakemus PSAVI/8746/2023 on kuulutettu ja annettu tiedoksi yhtä aikaa sivukivialueen KL1 sulkemista koskevan hakemusasian kanssa.

Päätöksen nro 87/2022 lupamääräyksen 185 mukainen sulkemissuunnitelma (PSAVI/16044/2024)

Terrafame Oy on toimittanut 31.12.2024 aluehallintovirastoon ympäristöluvan nro 87/2022 lupamääräyksen 185 edellyttämän sulkemissuunni-

telman koskien koko toimintaa (PSAVI/16044/2024). Sulkemissuunnitelmassa (31.12.2024) on todettu sivukivialueiden peittorakenteiden osalta seuraavaa:

”Sivukivialueet KL1, KL2 ja KS1

Sulkemisvaiheessa sivukiven läjitysalueille KL1 (lohkot 1–6), KL2 ja KS1 rakennetaan tiivis, kalvorakenteeseen perustuva peitto. Rakenne alhaalta ylöspäin on:

- Sivukivitäytön kiilaus (tehdään jo toiminnan aikana)
- Suojageotekstiili 400 g/m²
- LLDPE-kalvo 1,5 mm
- Salaojamatto
- Pintakerros, kalliomurske 0...8/32, 200 mm
- Pintamaakerros, 500 mm
- Kasvitus

Ympäristölupapäätöksen Nro 87/2022 (PSAVI/2461/2017, annettu 20.6.2022) määräyksen 181 mukaisesti sivukivialueiden KL1, KL2 ja KS1 yksityiskohtaiset peittorakenteiden lupahakemukset on jätetty aluehallintovirastolle. Tässä suunnitelmassa esitetty rakenne on sama kuin lupahakemuksissa esitetty rakenne.”

Sivukivialueen KL1 ympäristölupapäätöksen nro 107/2023 lupamääräyksen 36 mukaan ”Luvan saajan on jätettävä hakemusasiassa Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle vuoden 2024 loppuun mennessä riskinarvion ja sulkemisen jälkeiseen pitkän aikavälin vaikutustarkasteluun perustuva sulkemissuunnitelma, johon on yhdistetty myös sivukivialueen KL1 ja maanläjitysalueen sulkemissuunnitelma ja uusi jätehuoltosuunnitelma.

Aluehallintovirasto voi täsmentää sulkemista koskevia lupamääräyksiä tai täydentää lupaa uuden sulkemissuunnitelman ja jätehuoltosuunnitelman perusteella.”

Sivukivialueen KL1 lupamääräyksen 36 mukainen sulkemissuunnitelma sisältyy luvan nro 87/2022 lupamääräyksen 185 mukaiseen koko toiminnan sulkemissuunnitelmaan, jossa tarkastellaan sulkemisen jälkeistä vesienkäsittelyä pidemmällä aikavälillä koko toiminta huomioon ottaen.

Päätöksen nro 87/2022 lupamääräyksen 102 mukainen jätehuoltosuunnitelma (PSAVI/16043/2024)

Terrafame Oy on toimittanut 31.12.2024 aluehallintovirastoon ympäristöluvan nro 87/2022 lupamääräyksen 102 edellyttämän jätehuoltosuunnitelman koskien koko toimintaa (PSAVI/16043/2024). Jätehuoltosuunnitelmassa on todettu sivukivialueista muun muassa seuraavaa:

”Sivukivialueelle KL2 on läjitetty sivukiveä yhteensä noin 149 Mt. Sivukivialueen KL2 enimmäistäyttötaso on +285 (N60). Reunaluiskien kaltevuus on 1:3 ja sivukivialueen laki on tasattu noin 2–3 % kaltevuuteen.

Varsinainen sivukiven läjitys sivukivialueelle KL2 on loppunut tammi-kuussa 2024, mutta luiskun muotoilua varten KL2 alueelle tullaan vielä ajamaan noin 1,8 Mt sivukiveä. Luiskien muotoilu tehdään arviolta vuosien 2024–2025 aikana.

Sivukivialue suljetaan vaiheittain ja se on aloitettu toukokuussa 2024, ja vuoden 2024 aikana läjitysalue on suljettu yhteensä 9,3 ha verran (kalvotetun alan pinta-ala). Sivukivialueen sulkemisen aikatauluun vaikuttavat sääolosuhteet, sillä sulkemistoimenpiteet tehdään optimirakennuskauden aikana mahdollisimman laadukkaan peittorakenteen takamiseksi. Käytännössä vuoden aikana saadaan Terrafamen tämänhetkisen arvion mukaan suljettua korkeintaan noin 40 hehtaaria sivukivialuetta.

Myös sivukivialueen KL1 lupamääräykset (päätos nro 107/2023, PSAVI/4347/2020) vaikuttavat sivukivialueiden sulkemisaikatauluun. Sivukivialueen KL1 lohkojen 1–6 täyttötoiminnot on suunniteltava ja toteutettava siten, että ympäristöluvan mukaisella rakenteella sulkematta olevan jätealueen laajuus on joka tilanteessa enintään 100 hehtaaria. Tuotannon jatkuvuuden varmistamiseksi Terrafame varmistaa ensisijaisesti sivukivialueen KL1 sulkemisen vaatimat resurssit. Arvioidun mukaan sivukivialueen KL2 sulkeminen kestää maksimissaan noin 10 vuotta.”

Sivukivialueen KL1 ympäristölupapäätöksen nro 107/2023 lupamääräyksen 31 mukaan: ”Hakemukseen liitettyä kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma on päivitettävä ja täydennettävä siten, että se vastaa sisällöltään tämän päätöksen ratkaisua ja määräyksiä. Suunnitelmaan on sisällytettävä muun muassa seuraavaa:

- yksityiskohtaiset suunnitelmat sivukivialueen KL1 ja maankaatopaikan rakenteista
- kuvaus jätealueiden ja kaatopaikkojen jätetäyttöjen sisäisten olosuhteiden tarkkailusta sekä niiden jäljellä olevan täyttötilavuuden ajantasaisesta seurannasta,
- kuvaus toteutettujen sulkemistoimenpiteiden seurannasta
- kuvaus kivi- ja maa-ainesten sekä jätteiden lajittelusta,
- kuvaus etenkin kiilleliukseen tunnistamiseen ja lajittelusta siten, että lohkolle 7 menee vain happoa tuottamatonta sivukiveä

Päivitetty jätehuoltosuunnitelma on toimitettava sulkemissuunnitelman yhteydessä aluehallintovirastolle hakemusasiassa vuoden 2024 loppuun mennessä. Siihen saakka, kunnes uusi jätehuoltosuunnitelma on hyväksytty, on toiminnassa noudatettava, 5.2.2021 päivättyä jätehuoltosuunnitelmaa.”

Sivukivialueen KL1 lupamääräyksen 31 mukainen jätehuoltosuunnitelma tulee ottaa huomioon luvan nro 87/2022 lupamääräyksen 102 mukaisesti aluehallintovirastoon toimitetussa jätehuoltosuunnitelmassa.

Kipsisakka-altaan 1 sulkeminen (PSAVI/16183/2023)

Terrafame Oy:n ympäristöluvan nro 87/2022 lupamääräyksen 189 mukainen suunnitelma kipsisakka-altaan 1 sulkemisesta on tullut vireille aluehallintovirastossa 29.12.2023. Kipsisakka-altaat 1–3 on ympäristöluvassa määritelty vaarallisen jätteen kaatopaikoiksi. Kipsisakka-altaaseen 1 on läjitetty vuosina 2010–2017 yhteensä noin 5 miljoonaa m³ rautasakkaa (RaSa), loppuneutralointisakkaa (LoNe) sekä keskusvedenpuhdistamolla muodostuvaa vesienkäsittelysakkaa. Kipsisakka-altaan 1 lohkojen 1–3 sulkemisorienteeksi on esitetty seuraavaa kerrosrakennetta ylhäältä alaspäin:

- pintakerros: turve/maa-aines
- suodatinkerros: suodatinkangas N3–N4
- kuivatuskerros: murske 0/32 mm
- kuivatuskerros: salaojamatto
- synteettinen tiiviste: LLDPE-kalvo
- mineraalinen tiiviste: bentoniittimatto
- kiilauskerros 2: murske 0/16 mm
- kiilauskerros 1: murske 0/55–63 mm
- suodatinkerros: suodatinkangas N4
- kuivatettu kipsisakka

Sotkamon kaivoksen vesienhallinnan ja -käsittelyn tehostaminen sekä sakkojen kuivaläjityksen toteuttaminen (päätös nro 166/2024)

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on antanut Terrafame Oy:lle 17.12.2024 päätöksen nro 166/2024 koskien Sotkamon kaivoksen vesienhallinnan ja -käsittelyn tehostamista ja sakkojen kuivaläjityksen toteuttamista (PSAVI/16179/2023). Päätös on lainvoimainen. Päätöksessä on muun ohella muutettu ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksen nro 87/2022 lupamääräystä 25 siten, että sivukivialueiden happamien ja metallipitoisten suotovesien vesienkäsittelyssä voidaan keskuspuhdistamon sijaan hyödyntää myös metallien talteenottolaitoksen loppuneutralointiprosessia. Päätöksessä nro 166/2024 luvansaaja on veloitettu toimittamaan päivitetty toiminnan tarkkailusuunnitelma hyväksyttäväksi Kainuun ELY-keskukselle 30.4.2025 mennessä.

Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA)

Terrafamella oli vuonna 2017 yhtäaikaisesti vireillä kaksi eri ympäristövaikutusten arviointimenettelyä: Kaivostoiminnan jatkaminen ja kehittäminen tai vaihtoehtoinen sulkeminen ("Tuotanto-YVA") ja vesienhallinnan YVA. Hakijan mukaan ympäristövaikutusten arviointiselostukset ovat ajantasaisia sivukivialueen KL1 sulkemista koskien.

Tuotanto-YVA koskee Terrafamen kaivostoiminnan jatkamista ja kehittämistä tai vaihtoehtoisesti kaivoksen sulkemista ja siinä selvitetään tuotannon ja vaihtoehtoisesti sulkemisen aiheuttamia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia ympäristöön. Kaivoksen alustava sulkemissuunnitelma oli esitetty Tuotanto-YVA-selostuksen liitteenä 7.

Kaivostoiminnan jatkaminen ja kehittäminen tai vaihtoehtoinen sulkeminen arviointiselostuksessa, joka on valmistunut vuonna 2017, yhtenä arvioitavana vaihtoehtona oli VE0+, johon sisältyi rakennettavaksi muun muassa sivukivialueet KL1 ja KL2. Sivukivialueen rakentaminen sisältyi myös arvioituihin vaihtoehtoihin VE1a, VE1b ja VE1c. Tässä YVA-menettelyssä tarkasteltiin malmin louhintamäärän nostamista, nikkelin tuotantomäärän nostamista, uraanin talteenoton käynnistämistä, uusien prosessivaiheiden (esim. pasutto ja rikkihappotehdas) käynnistämistä sekä kaivostoiminnan päättämistä ja sulkemista.

Arviointiselostuksessa on käsitelty sivukivialueiden sulkemista ja sulkemisrakenteita. Selostuksen sivulla 86 todettu, että sivukivialueiden sulkeminen toteutetaan vaiheittain. Peittorakenteiden suunnittelu pohjautuu sivukiven karakterisointitietoon ja vuoden 2014 lupapäätöksen määräykseen 111. Kiven ominaisuudet vaativat tiivistä peittoa sivukiven sulfidimineraalien hapettumisen estämiseksi. Tiivis peite minimoi myös läpivirtaaman, jolloin happamia ja metallipitoisia suotovesiä muodostuu pienempinä määrinä. Lisäksi pohjarakenteen tiivisy edellyttää tiivistä pintarakennetta. Lupamääräysten valossa jätteiden läjitysalueille tehdään tiivis pintarakenne heti alueiden täytyttyä loppuunsa. Suotovesien muodostumisen estämiseksi muotoillun jätetäytön päälle rakennetaan yhtenäinen 1,5 mm:n HDPE-muovikalvosta tehty eriste suoja-/kasvukeroksineen (0,5 m). Lisäksi kalvo suojataan pistekuormilta.

Selostuksen sivulla 94 vaihtoehto VE0+ kohdalla on todettu, että sivukivialueilta kerättävät suotovedet hyödynnetään ensisijaisesti tuotannon käyttövetenä. Lisäksi sivukivialueen vaikutuksia on arvioitu eri kohdissa kuten meluvaikutusten mallintamisen yhteydessä.

Tässä hakemuksessa on esitetty sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemisrakenteeksi lähes vastaavia kerroksia kuin arviointiselostuksessa on esitetty. Suurimpana erona on suojakalvon vaihto HDPE-kalvosta LLDPE-kalvoon. Perusteluina kyseisen kalvon käytölle on se, että LLDPE-kalvo on joustava ja kestää mahdollisia muodonmuutoksia paremmin kuin esimerkiksi pohjarakenteessa käytetty HDPE-kalvo (korkeatiheksinen polyeteeni, high density polyethene). Joustavuudesta on etua myös kylmissä lämpötiloissa. LLDPE-kalvo ei myöskään ole yhtä herkkä jännityssäröilylle eli vetojännitysten aiheuttamalle muovin ulkoiselle tai sisäiselle murtumalle kuin HDPE-kalvo. Sitä on myös paremman levitettävyytensä vuoksi helpompi käsitellä rakennettaessa kuin HDPE-kalvoa.

Vesienhallinnan arviointiselostuksessa on huomioitu vuonna 2017 viereillä olleen Tuotanto-YVA:n vaihtoehdot ja niiden vastaavuudet sekä esitetty eri alueiden kuten KL1:n käyttöönoton ja sulkemisen aikatauluun. Arviointiselostuksessa on todettu taulukossa 4–8 sivulla 54, että vaikka toimintaa kehitettäisiin VE1a:n mukaisesti ja tehtäisiin uusia sivukivialueita (kuten KL1) ei tämän vaihtoehdon toteutuminen vaikuttaisi juoksutettavien vesien määrään tai kuormitukseen. Vesienhallinnan YVA-menettelyssä on tarkasteltu myös sulkemisvaiheen kuormituksia.

Silloisessa toiminnan kuvauksessa on ollut mukana sivukivialue KL1 aluevarauksena.

Kolmisopen esiintymän hyödyntämisestä ja kaivospiirin laajennuksesta on toteutettu ympäristövaikutusten arviointimenettely vuonna 2021. Kainuun ELY-keskus on antanut yhteysviranomaisen perustellun päätelmän YVA-selostuksesta 21.2.2022. Kainuun ELY-keskus on antanut 24.1.2024 lausunnon perustellun päätelmän ajantasaisuudesta louhinnan rajoittuessa Kolmisopen maa-alueelle ja todennut YVA-selostuksen ja perustellun päätelmän olevan ajantasaisia.

Kaivosoikeudet

Kauppa- ja teollisuusministeriö on antanut 24.9.1986 Outokumpu Mining Oy:lle kaivoskirjan RN:o 2819/1a koskien Kolmisoppi- ja Kuusilampi -nimisiä kaivospiirejä. Kaivospiirit on 31.3.2004 siirretty Outokumpu Mining Oy:ltä Talvivaara Projekt Oy:lle. Kauppa- ja teollisuusministeriö on 3.10.2006 antanut kaivospiirien laajentamista koskevan päätöksen. Siitä on tullut lainvoimainen korkeimman hallinto-oikeuden 14.4.2009 antamalla päätöksellä. Kaivosrekisterissä laajennetut kaivospiirit on 18.2.2010 rekisteröity yhdeksi kaivospiiriksi nimeltään Talvivaara. Edelleen kaivosoikeus on siirtynyt 14.8.2015 Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (TUKES) tekemällä kaivosoikeuden siirtoa koskevalla päätöksellä Terrafame Oy:lle.

Terrafame Oy:llä on vireillä turvallisuus- ja kemikaalivirastossa hakemus kaivospiirin laajentamiseksi. Asian käsittely on kesken.

Kaavoitustilanne

Hankealueella on voimassa seuraavat maakuntakaavat: Kainuun maakuntakaava 2020, Kainuun vaihemaakuntakaava 2030, Kainuun tuuli-voimamaakuntakaava, Kainuun 1. vaiheen maakuntakaava ja Kainuun kaupan vaihemaakuntakaava.

Kainuun vaihemaakuntakaavassa 2030 Terrafamen kaivospiirin laajennusalue on osoitettu kaivosmineraalialueeksi (ek-m). Osa-aluemerkinnällä osoitetaan alueita, joilla on todettu olevan merkittäviä ja/tai hyödyntämiskelpoisia malmi- ja mineraaliesiintymiä. Näillä alueilla kaivos-toiminta on tulevaisuudessa todennäköistä. Maakuntakaavassa näille alueen erityisominaisuutta ilmaisevalla osa-aluemerkinnällä osoitetuille alueille on vireillä kaivospiiri tai kaivoslupahakemus. Nykyisen kaivospiirin alueelle on osoitettu uusina merkintöinä energiahuollon alue (en) ja teollisuus- ja varastoalue, jolla on merkittävä, vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos (t/kem). Kaivospiirille on osoitettu myös 110 kV:n pääsähköjohto ja yhdysrata/sivurata sekä liikennepaikka.

Kaivospiirin itäpuolella sijaitseva maantie 870 (Tuhkalantie) on osoitettu elinkeinoelämän kannalta erityisen merkittäväksi seututiekse (st-e). Maantien varressa sijaitseva Kainuun puromyllyt: Huovilan turbiinimylly

on osoitettu valtakunnallisesti arvokkaaksi kulttuurihistorialliseksi kohteeksi ja kaivospiirin itäosaan on osoitettu luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeä luo-alue (jäkälä, Kellojärven alue). Kyseinen alue on suojeltu vaihemaakuntakaavan hyväksymisen jälkeen.

Kainuun vaihemaakuntakaavan 2030 hyväksymisen yhteydessä on kumottu seuraavat Terrafamen kaivospiirin läheisyyteen aiemmissa maakuntakaavoissa osoitetut merkinnät ja -määräykset: kaivospiirin eteläpuolella sijaitseva virkistysreitti, länsipuolella sijaitseva Sammakkolammen ja pohjoispuolella sijaitseva Losonvaaran E luo-alueet, ohjeellinen ratalinjaus ja ohjeellinen 110 kV:n pääsähköjohto.

Kainuun tuulivoimamaakuntakaava 2035 on hyväksytty maakuntavaltuustossa 12.12.2023 ja maakuntahallitus on 12.02.2024 määrännyt maakuntakaavan tulemaan voimaan ennen kuin se on saanut lainvoiman. Kainuun liitto on kuuluttanut maakuntakaavan voimaan tulosta 6.3.2024. Kaavassa käsitellään seudullisesti merkittäviä tuulivoimaloiden alueita, muutostarpeita voimajohtojen maakuntakaavamerkintöihin, pohjavesialueita ja valtakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita. Kaavan tavoitevuosi on 2035. Kainuun tuulivoimamaakuntakaavassa 2035 Terrafamen kaivospiirin eteläpuolelle on osoitettu Sivakkalehdon tuulivoimaloiden alue (tv-26) ja länsipuolelle Maaselänkankaan laajennusalueen tuulivoimaloiden alue (tv-24). Lisäksi kaivospiirin länsi- ja pohjoispuolelle on osoitettu pääsähköjohdon yhteystarve 400 kV, 110 kV.

Hankealue ei sijoitu yleiskaavoitetulle alueelle eikä alueella ole vireillä yleiskaavoja.

Terrafamen tehdasalueella on voimassa Sotkamon kunnan laatima Talvivaaran kaivoksen tehdasalueen asemakaava. Kaava on hyväksytty 29.8.2006 Sotkamon kunnanvaltuustossa. Kaava-alueen pinta-ala on 284 hehtaaria ja tehokkuusluku $e=0,04$. Tehdasalue on osoitettu asemakaavassa teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueeksi (T). Alueelle on jo nykyisin rakennettu metallien talteenottolaitos, hienomurskaamo ja sen välivarasto, huoltotilat, varastot ja toimistotilat, akkukemikaalitehdas sekä uraanin talteenottolaitos.

Terrafamella on tarve laajentaa asemakaava-aluetta tulevaisuuden rakennustarpeita varten ja asia on tällä hetkellä valmisteluvaiheessa. Alue varataan tulevaisuuden laajenemisalueeksi, joille sijoittuu teollisuutta, varastoja ja toimistotiloja (mm. akkukemikaalitehtaan toimisto- ja laboratoriorakennus). Kaavoitettava alue kuuluu nykyiseen kaivospiiriin.

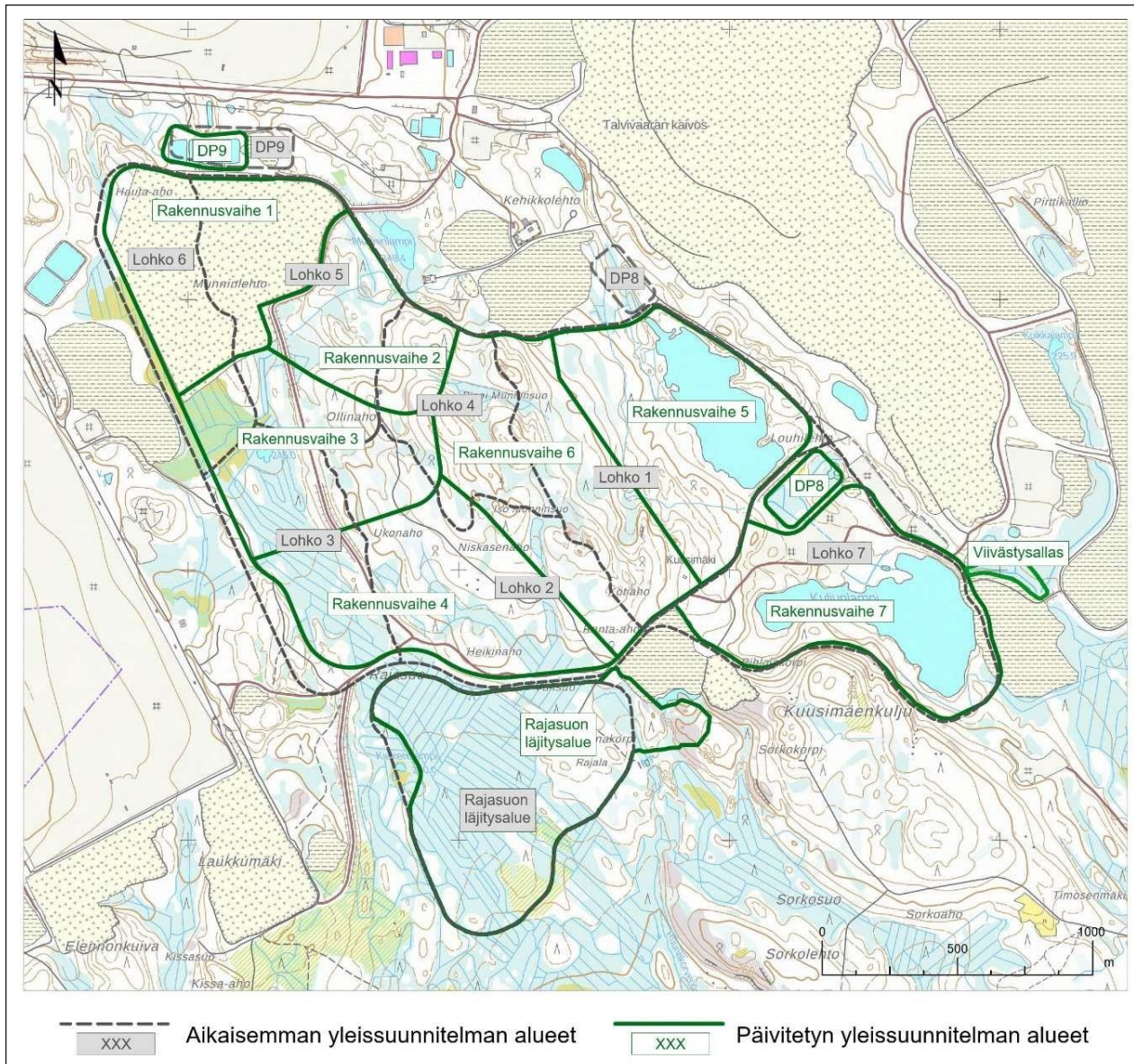
Lisäksi osia Neuvolanniemen ranta-asemakaava-alueesta sijoittuu Kuusilammen, Mustalammen ja Munninlammen rannoille. Alueet on osoitettu maa- ja metsätalousalueeksi (M). Mustalammi on jo aikaisemmin jäänyt Terrafamen toimintojen alle. Neuvolanniemen ranta-asemakaava on hyväksytty 17.7.2000.

SIVUKIVIALUE KL1

Sivukivialueen KL1 päivitetty yleissuunnitelma

Sivukivialueen KL1 lupahakemuksen (AFRY Finland Oy 2020) yhteydessä esitetty yleissuunnitelma on päivitetty sivukivialueen KL1 sulke-
missuunnittelun yhteydessä. Hakemuksen liitteenä on esitetty päivitetty
sivukivialueen KL1 yleissuunnitelma. Seuraavassa taulukossa on esi-
tetty merkittävimmät muutokset yleissuunnitelman päivityksessä ja syyt
muutoksiin, ja seuraavassa kuvassa on esitetty merkittävimmät muutok-
set kartalla.

Aiemmassa yleissuunnitelmassa esitetty	Päivitettyssä yleissuunnitelmassa esitetty
Sivukivialue on jaettu lohkoihin 1–7.	Sivukivialue on jaettu lohkojen sijaan rakennusvaiheisiin 1–7 sel- keämmän terminologian vuoksi. Lohkojen 1–6 alue vastaa raken- nusvaiheiden 1–6 aluetta, mutta lohkojen ja rakennusvaiheiden rajaukset alueen sisällä eivät ole täysin vastaavat (esimerkiksi ra- kennusvaihe 1 sijoittuu lohkojen 5 ja 6 alueelle). Rakennusvaihei- den 1–6 alueen rajausta on muutettu lounaiskulmassa maaston- muotojen takia sisäänpäin. Rakennusvaiheen 7 rajausta on muu- tettu lounaiskulmassa sisäänpäin myös maastonmuotojen takia. Lohkon 7 alue vastaa rakennusvaiheen 7 aluetta.
DP8-allas sijoittuu sivukivialueen KL1 koil- lisreunaan.	DP8-allas sijoittuu rakennusvaiheen 5 ja rakennusvaiheen 7 vä- liin, jolloin myös rakennusvaiheen 7 alue pienenee. Myös raken- nusvaiheiden 1–6 pohjan taseaus ja kuivatusuomien sijainnit muut- tavat. Siirto on tehty sivukivialueen KL1 koillisreunan haastavien pohjaolosuhteiden takia.
Lohkojen 1–6 ja 7 väliin on suunniteltu täyttö happoa tuottamattomasta kiillelius- keesta siten, että lohkojen alueet ovat yh- teneväiset. Lohkojen 1–6 mustaliuskesi- vukivitäytön peittorakenne on suunniteltu rakennettavaksi täytön kohdalla kiillelius- ketäytön alle.	Rakennusvaiheet 1–6 ja 7 rakennetaan toisistaan irrallisina eli nii- den väliin ei ole suunniteltu täyttöä. Rakennusvaiheiden väliin jää tilaa 10 metriä leveälle huoltotielle ja vesienjohtamisreiteille. Muutos on tehty siksi, että DP8-altaan siirron vuoksi rakennusvai- heiden välisen kiilleliusketäytöntäytön tilavuus pienenee merkittä- västi ja rakennusvaiheiden välisen täytön tekeminen siten, että ra- kennusvaiheiden 1–6 peittorakenne kiilleliusketäytön alle saa- daan ympäristöriskit huomioiden toteutettua, ei ole tämänhetkisen arvion mukaan teknistaloudellisesti kannattavaa.
Lohkojen 1–6 sivukivitäyttö on suunniteltu ilman tasannetta.	Rakennusvaiheiden 1–6 sivukivitäyttöön on suunniteltu noin 20 m leveä tasanne tasolle +280 (N60).
Rakennusvaiheen 7 täyttötilavuus on noin 26 Mm ³ .	Rakennusvaiheen 7 täyttötilavuus on noin 18 Mm ³ . Rakennusvai- heen 7 täyttötilavuus pienenee DP8-altaan siirron ja rakennusvai- heiden 1–6 ja 7 välisen täytön tekemättä jättämisen takia. Raken- nusvaiheen 7 täyttökorkeus on erillisenä sivukivikasana toteutuk- sen takia matalampi, +295 (N60).
DP-altaat on suunniteltu yksiosaisina. Huom! DP9-allas on rakennettu kaksiosai- sena.	DP-altaat on jaettu välipenkereellä kahteen osaan, jolloin puh- taammat ympäristövedet saadaan pidettyä erillään metallipitoi- semmista suotovesistä.
Rajasuon läjitysalue sijaitsee sivukivialu- een KL1 eteläpäässä Rajasuon ja Ruu- nakorven alueella.	Rajasuon läjitysalue on pienennetty itäreunasta siten, että se kiertää mm. Kiukerolammen. Läjitysalue on laajennettu itäreu- nalta ja sen yhteyteen rakennetaan toinenkin laskeutusallas.



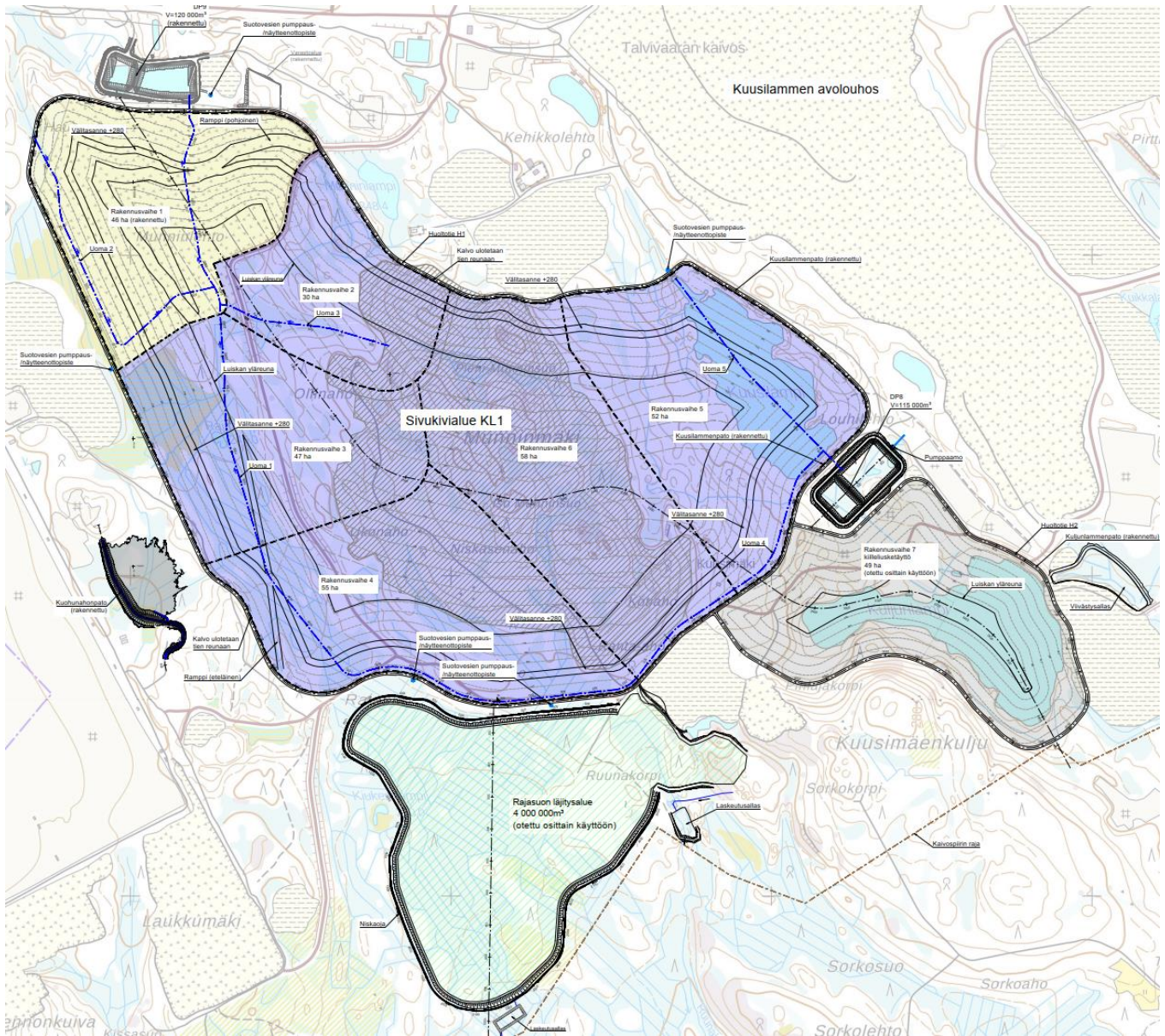
Aiemman yleissuunnitelman mukaiset sivukivialueen KL1 lohkojen pinta-alat ovat seuraavat:

Lohko 1	83,6 ha
Lohko 2	61,4 ha
Lohko 3	40,2 ha
Lohko 4	31,2 ha
Lohko 5	56,3 ha
Lohko 6	34,8 ha
Lohko 7	63,5 ha
Yhteensä	371 ha

Yleissuunnitelman mukaiset sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden pinta-alat ovat seuraavat:

Rakennusvaihe 1	46 ha
Rakennusvaihe 2	30 ha
Rakennusvaihe 3	47 ha
Rakennusvaihe 4	55 ha
Rakennusvaihe 5	52 ha
Rakennusvaihe 6	58 ha
Rakennusvaihe 7	49 ha
Yhteensä	337 ha

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden jako sekä suotovesialtaiden DP8 ja DP9 ja viivästysaltaan sijainnit on esitetty seuraavassa kuvassa (Sivukivialueen KL1 yleissuunnitelma 31.7.2024, piirustus nro R3-2).



Yleissuunnitelman muutoksista johtuvat toiminnan ympäristövaikutukset pysyvät ennallaan tai pienenevät. Rakennusvaiheen 7 muuttunut täyttötilavuus huomioidaan vuoden 2024 loppuun mennessä toteutettavassa jätehuoltosuunnitelman päivityksessä.

Suotovesialtaat DP8 ja DP9

Sivukivialueen KL1 altaiden yleissuunnitelman mukaan DP8-allas rakennetaan sivukivialueen KL1 itäpuolelle rakennusvaiheiden 5 ja 7 väliin. Jo rakennettu DP9-allas sijoittuu sivukivialueen pohjoispuolelle rakennusvaiheen 1 viereen. Altaat rakennetaan kalvorakenteisina altaina, jotka tehdään osittain maa- ja osittain kallioleikkaukseen sekä osittain penkereelle. Altaat jaetaan välipenkereellä kahteen osaan. Altaiden reuna- ja välipenger rakennetaan louheesta. Louhepenkereen sisäluiskan kaltevuus on 1:3 ja ulkoluisikan kaltevuus 1:2. Märän puolen luis-kassa on louheen päällä 0,5 m paksuinen tiivistetty moreenitäyttö. Penkereen 1:3 kaltevuudessa oleva sisäluiska ja harja on kiilattu. Tiivisra-kenne tehdään sisäluiskan päälle ja lukitaan penkereen harjalla suoja-vallin ja huoltotien rakenteiden avulla. Padon harjalle tehdään liikennöintiä varten murskeesta rakennekerrokset ja suojavalli, joko moree-nista tai murskeesta.

DP8-altaan patopenkereen harja on tasolla +229.65 ja altaan ylävesi-pinta (HW) on tasolla +229.15. DP9-altaan patopenkereen harja on ta-solla +235.15 ja altaan ylävesipinta (HW) on tasolla +234.65.

DP8- ja DP9-altaiden tiivisrakenne koostuu altaan pohjalla ja luiskissa 2.0 mm:n HDPE-kalvosta, salaojamatosta, 1.5 mm:n HDPE-kalvosta ja bentoniittimatosta. HDPE-kalvojen väliin asennetaan tarkkailuputki mah-dollisen vuodon havaitsemiseksi.

Rajasuon läjitysalue

Rajasuon maanläjitysalueen tilavuus on 4 000 000 m³. Yleissuunnitel-man mukaan Rajasuon läjitysalueen sijainti on muuttunut itä- ja länsi-reunoilta ja sen läheisyyteen on lisätty kaksi laskeutusallasta (edellä oleva kuva).

Yleiskuvaus

Sivukivialueen KL1 pinta-ala on 337 hehtaaria ja alueen pituus pohjois-eteläsuunnassa on noin 1,9 kilometriä ja leveys itä-länsisuunnassa noin 2,6 kilometriä. Alue sijoittuu Munninmäen kallio- ja moreeniselänteelle.

Sivukivialue KL1 on otettu käyttöön vuonna 2023. Alueesta on Kuusi-lammen avolouhoksen sivukiven sijoituskäytössä pohjoisosan raken-nusvaihe 1, joka sijoittuu aiemman yleissuunnitelman lohkojen 5 ja 6 alueelle. Käytössä olevan alueen pinta-ala on 46 hehtaaria. Muu sivuki-vialue on toistaiseksi pääosin avohakkuualueita ja metsämaata. Alueen länsiosaan sijoittuu myös ojitettua suoaluetta sekä itäosaan Kuusilam-men ja Kuljunlammen vesialueet.

Sivukivialueesta KL1 on rakennettu heinäkuuhun 2024 mennessä valmiiksi rakennusvaihe 1 (aik. lohko 6) ja DP9-allas. Rakennusvaihetta 2 (aik. lohko 5) ollaan rakentamassa kesällä 2024. Rakennusvaiheelle 7 on tehty sivukivitäyttöä Kuljunlammen patoaltaan luoteispuolelle. Yleissuunnitelman mukaan Rajasuon läjitysalueen koillisreunaan on sijoitettu sivukivialueen KL1 rakennustoiminnasta peräisin olevia maa-aineksia.

Sivukivialueelle KL1 on vuonna 2023 käytetty alueen rakentamiseen sivukiveä yhteensä 2,03 Mt. Vuonna 2024 sivukiveä on sijoitettu ja käytetty pohjakalvon yläpuolisiin rakennekerroksiin rakennusvaiheilla 1 ja 2 yhteensä 26,27 Mt. Vuonna 2025 huhtikuun loppuun mennessä sivukiveä on sijoitettu rakennusvaiheille 1 ja 2 yhteensä noin 10 Mt. Sivukivialueella KL1 on näin ollen sivukiveä yhteensä reilut 38 Mt. Happoa tuottamatonta sivukiveä on sijoitettu rakennusvaiheelle 7 vuosina 2021–2025 yhteensä 3,95 Mt.

Lupapäätöksessä nro 107/2023 (PSAVI/4347/2020) sivukivialueen KL1 lohkot 1–6 (nyk. rakennusvaiheet 1–6) luokitellaan suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi kaivannaisjätteen jätealueeksi, joille saadaan sijoittaa toiminnassa muodostuvia sivukiviä ja kaivosalueelta poistettavia, pilaantuneita maa-aineksia ja maa-aineksia, jotka sisältävät vaarallisia aineita sekä louhinnan räjäytystoiminnan yhteydessä sivukiven sekaan jäävän panostusmateriaalin. Lohko 7 (nyk. rakennusvaihe 7) luokitellaan muuksi kaivannaisjätteen jätealueeksi, jolle saadaan sijoittaa vain happoa muodostamatonta kiilleliusketta.

Ympäristöjärjestelmässä, turvallisuusselvityksessä sekä sisäisessä pelastussuunnitelmassa on huomioitu kaivannaisjäteasetuksen (190/2013) liitteen 4 vaatimukset ja periaatteet. Suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavien kaivannaisjätealueiden sisäinen pelastussuunnitelma on esitetty hakemuksen liitteenä.

Sivukivien lajittelua tehdään jo louhimisen yhteydessä. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheen 7 alueelle saadaan sijoittaa vain happoa tuottamatonta kiilleliusketta. Mustaliuskesivukivi ja kiilleliuske voidaan tunnistaa silmämääräisesti värin perusteella. Kiilleliusketta sijaitsee Kuusilammen avolouhoksessa ainoastaan koillisosassa ja alueen rajat tunnetaan hyvin myös kairaustulosten perusteella, sillä kiilleliuskeen alueelle on tehty useita kymmeniä timanttikairausreikiä osana malminetsintäkairausa malmin sijaitessa osittain kiilleliuskeen alapuolella. Kairareijistä kerätyn tiedon perusteella on mallinnettu kiilleliuskealueen rajat ja 3D-malli.

Tuotantoporauksen yhteydessä kiilleliuskeesta otetaan tarvittaessa näytteitä laadun varmistamiseksi ennen lastausta ja kuljetusta. Selkeästi alle 0,3 % rikkiä sisältäviltä alueilta näytetiheys voi olla harvempi ja raja-alueilta näytteitä voidaan ottaa enemmän tarkkuuden parantamiseksi. Kaivosgeologi määrittää analyysitulosten ja geologisten mallien perusteella rajat eri kiilleliuskeen laaduille ja niistä tehdään lastauskartta, joka ladataan kaivinkoneen GPS/GNSS-ohjausta hyödyntävään

3D-ohjausjärjestelmään ja kaivinkoneen kuljettaja voi erotella erilaatuisen kiilleliuskeen kauhan tarkkuudella.

Happoa tuottamattoman kiilleliuskeen sijoittaminen sivukivialueen KL1 rakennusvaiheelle 7 on aloitettu vuonna 2021. Rakennusvaihe 1 (aikaisemmin lohko 6) on otettu käyttöön alkuvuonna 2024. Rakennusvaiheen 2 (aikaisemmin lohko 5) pohjarakennetta ollaan rakentamassa kesällä 2024.

Rakennusvaiheelta 7 on otettu käyttöön noin 13 hehtaaria. Käyttöönotto on tehty ennen Vaasan hallinto-oikeuden päätöksiä nrot 1738/2024 ja 1739/2024 (19.12.2024). Terrafame Oy arvioi, että nykyinen käyttöön otettu ala riittää vuoden 2025, eikä kesän 2025 aikana ole suunniteltu rakennettavaksi uutta läjitysalueita. Vuoden 2026 läjitystarve riippuu muutoksenhakuprosessin etenemisestä, projekteissa tarvittavan kiilleliuskeen määrästä sekä lopullisesta louhintasuunnitelmasta, joten on mahdollista, että KL1-alueen lohkoa 7 rakennetaan vuoden 2026 aikana.

Sivukivialueen KL1 enimmäistäyttötaso on ympäristöluvan mukaan +330 (N60). Rakennusvaiheiden 1–6 reunalle rakennetaan noin 20 metriä leveä tasanne +280 tasolle. Rakennusvaiheiden 1–6 alueelle rakennetaan rampit sivukivitäytön etelä- ja pohjoispäähän. Sivukivikasojen ympäri rakennetaan huoltotiet. Ennen peittorakenteiden rakentamista sivukivialueen reunaluiskat muotoillaan kaltevuuteen 1:3 tai loivemmiksi ja sivukivialueen lakialueet tasataan noin 2–3 % kaltevuuteen.

Rakennusvaiheiden 1–6 täyttötilavuus on noin 150 Mm³. Rakennusvaiheiden 1–6 alueelle sijoitetaan pääasiassa mustaliusketta ja lisäksi pieniä määriä muita happoa todennäköisesti tuottavia sivukiviä, kuten korkearikkistä kiilleliusketta. Alue täytetään vaiheittain lopulliseen korkeuteensa ja tilavuuteensa, ja rakennusvaiheita ei voida täyttää enimmäistäyttötasoon asti ilman että viereiset rakennusvaiheet on ainakin osittain täytetty.

Rakennusvaiheen 7 täyttötilavuus on noin 18 Mm³. Rakennusvaiheen 7 alueelle sijoitetaan happoa tuottamatonta kiilleliusketta, joka ei koko kaivoksen toimintaa koskevan ympäristöluvan (nro 87/2022) mukaisesti ole jätettä, jos se välittömästi tai lyhyen varastointiajan jälkeen toimitetaan rakennus- tai muussa toiminnassa käytettäväksi, sen sulfidisen rikin pitoisuus on alle 0,3 %, se ei omaa haponmuodostuspotentiaalia ja jos se täyttää muutoinkin rakennuskivelle asetettavat vaatimukset. Tarvittaessa läjitettyä kiilleliusketta hyödynnetään tarvekivenä.

Sivukivialueen KL1 rakennustoiminnasta peräisin olevat puhtaat maa- ja kiviainekset sijoitetaan sivukivialueen eteläpuolella sijaitsevalle Rajasuon läjitysalueelle. Rajasuon läjitysalueelle sijoitetut maa- ja kiviainekset hyödynnetään kaivosalueen sulkemistoimenpiteissä.

Sivukiven määrä ja jäteluokitus

Kaivostoiminnan aikana syntyvistä kaivannaisjätteistä sivukiveä muodostuu määrällisesti eniten. Tällä hetkellä sivukiveä muodostuu Kuusilammen louhoksen malmin ja tarvekiven louhinnan yhteydessä vuosittain noin 18...45 Mt. Louhinnan yhteydessä muodostuvia sivukivilajeja ovat mustaliuske, metakarbonaattikivi (myös talkkiliuske), kiilleliuske ja kvartsiitti. Louhittu sivukivi on sekarakeista ja sen raekoko on noin 0–1000 mm.

Lupapäätösten nro 87/2022 (PSAVI/2461/2017) ja 107/2023 (PSAVI/4347/2020) mukaan sivukiviä, joiden sulfidisen rikin pitoisuus on alle 0,3 % ja jotka eivät omaa haponmuodostuspotentiaalia, voidaan käyttää rakennuskivenä. Sivukiviä, joiden rikkipitoisuus on enintään 0,8 % voidaan hyödyntää kaivoksen rakentamiseen liittyvissä, pysyvästi maavesi- tai pohjavesipinnan alapuolelle jäävissä täytöissä. Hyödyntämättä jääneet sivukivet sijoitetaan sivukivialueille. Sivukivialueita on kaksi, sivukivialue KL1 ja sivukivialue KL2. Sivukivialueelle KL2 on sijoitettu pääasiassa happoa muodostavaa sivukiveä (rikkipitoisuus yli 0,3 %). Varsinainen sivukiven läjitys sivukivialueelle KL2 on loppunut tammikuussa 2024, mutta luiskun muotoilua varten sivukivialueelle KL2 tullaan vielä ajamaan sivukiveä.

Sivukivialueelle KL1 sijoitettavat jätteet ja niiden luokitukset (nro 107/2023) ovat seuraavassa taulukossa.

Jäte	Jätenumero
Sivukivialueen KL1 lohkot 1–6	
Malmin louhinnassa muodostuva sivukivi, happoa tuottamaton	01 01 01
Malmin louhinnassa muodostuva sivukivi, happoa tuottava	01 01 01*
Tarvekiven louhinnassa muodostuva sivukivi	01 01 02
Pilaantuneet maa-ainekset, jotka sisältävät vaarallisia aineita ja joilla on jäteasetuksen mukainen vaarallisuus	17 05 03*
Muut pilaantuneet maa-ainekset	17 05 04
Sivukivialueen KL1 lohko 7	
Malmin louhinnassa muodostuva sivukivi (kiilleliuske), happoa tuottamaton	01 01 01

* vaarallinen jäte

Sivukiven ominaisuudet

Sivukivien ominaisuudet ja niiden seurantamenetelmät on esitetty kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmassa ja niistä on määrätty toimintaa koskevissa ympäristölupapäätöksissä.

Geologiset ominaisuudet

Kuusilammen louhoksesta louhinnan yhteydessä syntyvä sivukivi on suurimmaksi osaksi mustaliusketta. Muita louhinnan yhteydessä muodostuneita sivukiviä ovat kiilleliuske, kvartsiitti ja metakarbonaattikivet (sis. talkkiliuske). Kvartsiittia ja metakarbonaattikiviä on sivukivestä määrällisesti selvästi vähiten.

Hyödynnettävä mustaliuske ja sivukiveksi päätyvä mustaliuske kuuluvat samaan aikaan muodostuneeseen litostratigrafiseen kivilajiyksikköön (Sotkamo ryhmä, 2,10–1,96 mrd. vuotta) eikä niissä ole teräviä vaihteluja litologiassa tai mineralogiassa. Mustaliuskeen päämineraaleja ovat kvartsi, kalimaasälpä, biotiitti, grafiitti sekä rikki- ja magneettikiisu. Lisäksi siinä esiintyy muita mineraaleja, kuten esimerkiksi alabandiittia, sinkkivälkettä, pentlandiittia ja kuparikiisua. Malmin ja sivukiven välinen raja on määritetty kiven nikkelpitoisuuden perusteella (nykyinen cut-off-arvo 1500 ppm Ni). Sinkki-, kupari- ja kobolttipitoisuudet korreloivat nikkelpitoisuuden kanssa ja ovat malmissa korkeammat kuin sivukivessä lukuun ottamatta satunnaisia malmin raja-alueita, joissa sivukiveksi päätyvän mustaliuskeen sinkkipitoisuudet voivat olla samaa luokkaa kuin malmissa.

Sivukivilajeissa esiintyvistä mineraaleista merkittävimpiä sulfidimineraaleja ovat rikkikiisu (pyriitti), magneettikiisu (pyrrotiitti), kuparikiisu, sinkkivälke ja pentlandiitti. Sulfidimineraalit ovat muodostuneet maankuoren pelkistävässä olosuhteissa. Pelkistävässä olosuhteissa ne ovat stabiileja eli metallin ja rikin väliset sidokset eivät rikkoonnu. Kun sulfidimineraalit joutuvat kosketuksiin hapen tai muiden hapettavien aineiden kanssa, sidos rikin ja metallin välillä rikkoontuu eli sulfidimineraalit hapettuvat (rapautuvat). Rikkoontumisen seurauksena muodostuu rikkihappoa (H_2SO_4) ja veteen vapautuu metalli-ioneja. Sulfidimineraalien rapautumisen seurauksena syntyy hapanta, metallipitoista suotovettä (hapan valuma, Acid Mine Drainage, AMD). Hapan suotovesi liuottaa edelleen metalleja muista kiviaineksen sisältämistä mineraaleista.

Happaman suotoveden syntyminen vaatii seuraavien osatekijöiden toteutumisen:

- maa- tai kiviaineksen tulee sisältää riittävästi sulfidimineraaleja suhteessa neutraloiviin mineraaleihin (alkaliset mineraalit, kuten karbonaatit), sillä sulfidimineraalien hapettumisessa muodostuvien vesien happamuus riippuu kivi- tai mineraaliaineksen sisältämien happoa tuottavien ja neutraloivien mineraalien määrsuhteista
- maa- tai kiviaineksella on oltava sellainen rakenne (tiiviys, rae-koko, ominaispinta-ala), että sulfidimineraalien pinnoille pääsee sekä vettä että happea
- maa- tai kiviaineksen läpi pääsee kulkeutumaan happirikasta vettä satamalla tai virtaamalla

Kokonaispitoisuudet

Kuusilammen louhoksen sivukivien laatua on tutkittu kivilajikohtaisesti useita kertoja vuosien 2006 ja 2023 välillä. Laatututkimusten lisäksi sivukivialueelle KL2 läjitettyä sivukiveä on tarkkailtu kokoomanäytteistä kuukausittain osana velvoitetarkkailua joulukuusta 2017 lähtien. Sivukivialueelle KL1 läjitettävää mustaliusketta on tarkkailtu vuoden 2024 alusta asti. Lisäksi alueelle varastoitua kiilleliusketta on tarkkailtu vuodesta 2021 asti osana Terrafamen omaa tarkkailua.

Kuukausittaisessa tarkkailussa näytteistä analysoidaan mm. useiden metallien kohdalta kuiva-ainepitoisuus, hehkutushäviö ja liukoiset pitoisuudet. Sivukivistä tehtyjen tutkimusten tuloksia on kuvattu tarkemmin Ramboll Finland Oy:n vuonna 2021 laatimassa ja vuonna 2023 päivitettyssä jätehuoltosuunnitelmassa. Terrafame pitää hakemukseen liitettyä jätehuoltosuunnitelmaa tässä vaiheessa riittävän ajantasaisena. Päivitetty jätehuoltosuunnitelma on valmistunut vuoden 2024 lopussa.

Sivukiven ominaisuudet riippuvat pitkälti niiden geologisesta alkupe-
rästä, ja useimmissa sivukivinäytteissä onkin todettu korkeita sinkin, kuparin ja nikkelin pitoisuuksia. Myös muita puolimetalleja ja metalleja, kuten arseenia, kobolttia ja kromia on sivukivissä todettu kohonneina pitoisuuksina. Rikkipitoisuudet ovat sivukivinäytteissä vaihdelleet välillä 0,1–10 %. Sivukiveksi päätyneessä mustaliuskeessa esiintyy uraania saman verran kuin malmissakin. Alueen mustaliuskeen uraanipitoisuus on 15–20 mg/kg.

Seuraavassa taulukossa on esitetty mustaliuskeen kuukausikokoomanäytteistä määritettyjen alkuaineiden kokonaispitoisuudet merkittävimpien alkuaineiden osalta. Sivukiven jäteluokituksen kannalta kriittisten metallien (kupari, nikkeli ja sinkki) osalta pitoisuuksia on verrattu myös vaarallisen jätteen pitoisuusarvoihin.

Alkuaineiden kokonaispitoisuudet mustaliuskeessa vuodesta 2017 lähtien sekä vaarallisen jätteen raja-arvot CLP-asetuksen ja Ympäristöministeriön julkaisun 2/2019 mukaan ovat seuraavassa taulukossa. Aineisto © Eurofins Ahma Oy 2024. Vaarallisen jätteen raja-arvon ylittävät pitoisuudet esitetty punaisella.

Aine/muut- tuja	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Cu TP	Mn	Mo
	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg TP	mg/kg ka	mg/kg ka
Vaarallinen jäte	2 500	225 000	2 500	380	1 000	1 000	1 000	9 100	
Joulukuu 2017	50		9	37	76	370	366	1 400	
Min 2018	53		6	34	53	290	290	1 200	
Ka 2018	88		21	57	75	674	670	2 933	
Maks 2018	130		73	88	97	2 200	2 178	5 700	
Min 2019	85	20	10	30	50	480	468	1 140	34
Ka 2019	119	23	24	59	73	614	607	3 632	43
Maks 2019	180	29	72	210	92	780	773	8 150	51
Min 2020	65	7	13	23	34	460	459	1 000	44
Ka 2020	124	21	21	50	74	682	670	3 067	56
Maks 2020	200	33	39	69	120	970	970	7 700	72

Min 2021	35	8	10	20	29	350	340	640	30
Ka 2021	134	16	20	44	86	617	607	2 721	61
Maks 2021	260	34	33	84	190	1 000	987	6 800	91
Min 2022	10	7	2	28	17	270	268	820	9
Ka 2022	68	16	14	69	66	563	558	2 041	32
Maks 2022	230	28	23	200	94	820	818	5 100	58
Min 2023	6	6	2	9	23	50	49	340	2
Ka 2023	42	18	10	50	62	386	398	1 630	22
Maks 2023	100	49	19	87	130	700	694	5 000	50
Min 2024	58	9	12	30	34	410		480	27
Ka 2024	107	15	18	71	68	608		2 282	46
Maks 2024	170	24	24	140	140	980		5 900	62
Aine/muut- tuja	Ni	Ni TP	Zn	Zn TP	V	S	Ca	U	Fe
	mg/kg ka	mg/kg TP	mg/kg ka	mg/kg TP	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka
Vaarallinen jäte	380	380	1 000	1 000	5 600				
Joulukuu 2017	400	396	1 600	1 584		63 000	12 000	10	80 000
Min 2018	350	350	1 200	1 200		62 000	6 100	7	63 000
Ka 2018	568	565	3 808	3 783		82 750	9 342	12	92 573
Maks 2018	970	970	18 000	17 820		110 000	14 000	17	110 000
Min 2019	370	364	1 700	1 659	300	68 400	5 600	8	77 300
Ka 2019	500	495	3 087	3 056	360	92 209	11 210	14	97 600
Maks 2019	740	740	7 800	7 730	460	120 000	27 400	21	120 000
Min 2020	320	313	2 100	2 054	180	66 000	4 500	0,2	65 000
Ka 2020	457	448	3 017	2 958	378	99 833	12 100	16	99 833
Maks 2020	640	637	4 300	4 283	650	14 000	22 000	22	130 000
Min 2021	230	227	1 200	1 184	100	66 000	3 800	9	62 000
Ka 2021	460	453	2 580	2 541	425	96 700	12 630	14	102 300
Maks 2021	810	799	3 900	3 830	670	160 000	24 000	19	180 000
Min 2022	140	139	410	406	48	33 000	5 700	2	13 000
Ka 2022	558	551	2 168	2 145	322	82 417	10 075	11	83 167
Maks 2022	1 100	1 092	3 800	3 781	590	180 000	20 000	16	120 000
Min 2023	60	59	310	304	26	6 700	8 600	1	12 000
Ka 2023	426	414	1 536	1 545	174	41 070	12 725	8	56 250
Maks 2023	710	707	2 500	2 480	350	88 000	21 000	18	99 000
Min 2024	340		1 900		140	67 000	6 300	8	68 000
Ka 2024	648		2 942		263	88 700	13 167	13	97 000
Maks 2024	1 500		4 300		440	110 000	21 000	18	130 000

Mustaliuskeessa todetut alkuaineiden kokonaispitoisuudet ovat olleet hyvin samankaltaisia koko tarkkailun aikana. Suurinta vaihtelu on ollut kuparin, mangaanin, nikkelin, sinkin, raudan ja kalsiumin kokonaispitoisuuksissa. Kiviaineksen korkean kuiva-ainepitoisuuden takia kuivapainoa (ka) ja tuorepainoa (TP) kohden ilmoitetut pitoisuudet ovat hyvin lähellä toisiaan eivätkä vaikuta pitoisuusvertailuun.

Seuraavassa taulukossa on esitetty kiilleliuskeen vuosien 2021–2024 kuukausikokoomanäytteistä määritettyjen alkuaineiden kokonaispitoisuudet merkittävimpien alkuaineiden osalta. Mustaliuskeen ja kiilleliuskeen ero näkyy selkeästi rikkipitoisuuksissa, mikä johtuu mustaliuskeen rikkipitoisista kiisumineraaleista.

Vuosi	Arseeni	Antimoni	Barium	Kadmium	Koboltti	Kromi	Kupari
	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka
Min 2021	<3	<2	26	<0,3	4,8	37	29
Ka 2021	1,8	1,4	311	0,3	28	89	39
Maks 2021	3,9	3,8	430	0,7	52	110	72
Min 2022	<3	<2	400	<0,3	12	88	29
Ka 2022	2,4	<2	426	0,18	19	126	32
Maks 2022	4,7	<2	470	0,32	28	160	34
Min 2023	1	0,053	340	0,052	12	99	26
Ka 2023	1,5	0,9	394	0,1	16	131	31
Maks 2023	<3	<2	440	<0,3	25	150	39
Min 2024	1	0,031	44	0,047	4	14	5
Ka 2024	3	0,048	352	0,088	15	128	28
Maks 2024	4	0,053	460	0,15	17	160	34
Vuosi	Lyijy	Molybdeeni	Nikkeli	Rikki	Sinkki	Uraani	
	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	
Min 2021	3,9	<1	14	1 200	57	1,0	
Ka 2021	4,7	1,8	38	1 629	73	1,8	
Maks 2021	5,9	6,8	46	2 800	88	2,2	
Min 2022	3,0	<1	38	1 100	70	1,7	
Ka 2022	4,1	0,8	43	1 400	75	1,9	
Maks 2022	5,4	2,5	46	1 800	84	2,2	
Min 2023	2,7	<1	37	920	62	1,6	
Ka 2023	3,3	0,9	42	1 412	70	1,9	
Maks 2023	4,1	3	52	2 400	79	2,2	
Min 2024	3,1	0,46	8	760	21	1,1	
Ka 2024	6,6	1,5	44	1 207	84	1,7	
Maks 2024	9,5	2,5	52	1 800	110	2,1	

Liukoisuustestit

KL2-alueelle läjitetyn sivukiven liukoisuuksia on tutkittu kuukausittain kokoomanäytteistä joulukuusta 2017 lähtien. Sivukivinäytteistä tutkitut liukoiset pitoisuudet kuvastavat lyhyen ajan pitoisuuksia, eivätkä ne huomioi sulfidien hapettumisen aiheuttamien happamien suotovesien liuottavaa vaikutusta.

Seuraavassa taulukossa on esitetty mustaliuskeen kuukausikokoomanäytteistä määritettyjen alkuaineiden liukoiset pitoisuudet merkittävimmien parametrien osalta sekä sivukiven pH ja sähkönjohtavuus. Liukoisuusominaisuuksia on verrattu kaatopaikka-asetuksen (VNa 331/2013) mukaisiin pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikoille sijoittamista varten asetettuihin kaatopaikkakelpoisuusriteereihin. Loka-kuuhun 2023 saakka on tehty 2-vaiheinen ravistelutesti kuukausittain, ja uuden tarkkailuohjelman mukaan testi tehdään puolivuositain.

Aine/muuttuja	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb
	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka
Pysyvä jäte	0,5	20	0,04	0,5	2	0,01	0,5	0,4	0,5	0,06
Vaaraton jäte	2	100	1	10	50	0,2	10	10	10	0,7
Vaarallinen jäte	25	300	5	70	100	2	30	40	50	5
Joulukuu 2017	<0,020	0,023	<0,020	<0,020	<0,020	<0,003	<0,020	2	<0,020	<0,020
Min 2018	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,003	<0,020	0,17	<0,020	<0,020
Ka 2018		0,02	0,10	0,02	0,18		0,04	6,8		0,02
Maks 2018	<0,020	0,02	0,13	0,02	0,18	<0,003	0,07	24	<0,020	0,02
Min 2019	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,003	<0,020	0,34	<0,020	<0,020
Ka 2019			0,39		0,16		0,03	18	0,02	0,02
Maks 2019	<0,01	0,2	1,2	<0,01	0,22	<0,004	0,03	44	0,02	0,02
Min 2020	<0,01	<0,05	0,01	<0,01	<0,05	<0,004	<0,01	1,6	<0,005	<0,01
Ka 2020		0,09	0,55		1,1		0,03	23	0,04	0,02
Maks 2020	<0,01	0,2	2,7	<0,01	2,6	<0,004	0,03	81	0,13	0,02
Min 2021	<0,01	<0,05	0,01	<0,01	<0,05	<0,004	<0,01	2,3	<0,005	<0,01
Ka 2021		0,06	0,36		0,2			22	0,06	
Maks 2021	<0,01	0,1	1,0	2,5	0,57	<0,004	0,46	71	0,44	0,02
Min 2022	<0,01	<0,05	<0,005	<0,01	<0,05	<0,004	<0,01	1,1	<0,005	<0,01
Ka 2022			0,17					14	0,03	
Maks 2022	<0,01	0,091	0,7	<0,01	0,31	<0,004	0,06	47	0,15	0,01
Min 2023	<0,01	<0,05	0,01	<0,01	<0,05	<0,004	<0,01	0,01	0,01	0,01
Ka 2023	0,007	<0,05	0,04	<0,01	<0,05	0,008	0,020	1,9	0,02	0,01
Maks 2023	0,017	<0,05	0,08	<0,01	0,06	0,066	0,036	14	0,042	0,017
Min 2024	<0,01	<0,05	0,01	<0,01	<0,05	<0,004	<0,01	2,0	<0,005	<0,01
Ka 2024	<0,01	<0,05	0,06	<0,01	<0,05	<0,004	0,0145	5,6	0,081	0,0155
Maks 2024	<0,01	<0,05	0,11	<0,01	0,06	<0,004	0,024	9,2	0,026	0,026
Aine/muuttuja	Se	Zn	U	Cl ⁻	F ⁻	SO ₄ ²⁻	DOC	TDS	pH	Säh- könj.
	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka		mS/m
Pysyvä jäte	0,1	4	-	800	10	1 000	500	4 000		-
Vaaraton jäte	0,5	50	-	15 000	150	20 000	800	60 000	>6	-
Vaarallinen jäte	7	200	-	25 000	500	50 000	1 000	100 000		-
Joulukuu 2017	0,12	0,19	<0,020	<24	<1,0	1 300	<23	2 600	8,5	22
Min 2018	0,05	0,03	<0,020	<24	<4,9	250	<39	84	5,3	10
Ka 2018	0,10	3,5				920		1 449	7,2	12
Maks 2018	0,15	17	<0,020	<25	<9	1 800	<50	2 200	9,2	16
Min 2019	0,05	0,23	<0,020	<5,6	<5	540	<50	1 600	4,2	12
Ka 2019	0,18	53	0,02	135		1 381	71	2 455	6,5	16
Maks 2019	0,34	380	0,10	210	<9	2 220	80	3 410	8,6	20
Min 2020	0,10	0,45	0,00	<50	<5	900	50	1 600	4,0	<5
Ka 2020	0,25	57	0,17	1 339	46	1 908	73	2 975	6,1	17
Maks 2020	0,70	250	0,87	3 900	86	4 400	100	4 900	8,1	20
Min 2021	0,07	0,16	0,00	<50	<5	300	<50	2 100	3,3	10
Ka 2021	0,19	51	0,40			1 530	80	3 175	6,2	29
Maks 2021	0,31	170	0,96	<50	<5	2 600	150	4 700	10,4	81
Min 2022	<0,04	0,07	<0,002	<50	<5	110	<50	<1 250	2,9	7,1
Ka 2022	0,16	23	0,07	<50	<5	1 250	85	4 845	5,6	29
Maks 2022	0,26	150	0,3	<50	<5	2 300	130	26 000	8,0	150
Min 2023	<0,04	0,05	0,0	<50	<5	130	61	1 300	6,1	6
Ka 2023	0,07	2,02	0,0	<50	<5	879	86	2 000	7,8	12
Maks 2023	0,15	13	0,0	<50	<5	2 700	130	2 700	10,3	20
Min 2024	0,078	0,3	<0,002	<50	<5	660	74	1 300	7,0	14
Ka 2024	0,070	2,6	0,003	<50	<5	1 030	102	1 800	7,2	40
Maks 2024	0,15	13,0	0,004	<50	<5	1 400	130	2 300	7,3	66

Pääsääntöisesti sivukivestä liukenevien alkuaineiden pitoisuudet olivat tehtyjen testien mukaan vähäisiä, ja sivukivestä liukenee metallien osalta pääosin nikkeliä ja sinkkiä. Vuosien 2018–2023 aikana vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä on todettu nikkelin ja sinkin osalta ja vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä kadmiumin, seleenin ja pH:n osalta.

Terrafamen ympäristötarkkailussa koostetuista kiilleliuskeen kuukausinäytteistä ei ole tutkittu liukoisuusominaisuuksia vuosina 2021–2023. Kiilleliuskesivukiven liukoisuuksia on kuitenkin selvitetty yksittäisistä näytteistä. Seuraavassa taulukossa on esitetty kiilleliuskesivukiven yksittäisten näytteiden liukoisuustuloksia vuosilta 2016, 2017 ja 2018. Taulukossa on esitetty myös valtioneuvoston kaatopaikoista antaman asetuksen (VNa 331/2013) mukaiset kaatopaikkakelpoisuuskriteerit pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätelle.

Kiilleliuskesivukiven liukoisuustuloksia vuosilta 2016, 2017 ja 2018:

	Näytteet					Raja-arvot (VNA 331/2013)		
	2016	2016	2016	2017	2018	Pysyvän jätteen kaatopaikka	Tavanomaisen jätteen kaatopaikka	Vaarallisen jätteen kaatopaikka
	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Kokoomanäyte	Keskiarvo n=5			
Liukoisuusominaisuudet (L/S 10) mg/kg								
As	<0,05	<0,05	<0,05	0,042	<0,05	0,5	2	25
Ba	0,09	0,2	<0,01	0,025	0,2	20	100	300
Cd	<0,04	<0,04	<0,04	<0,020	<0,02	0,04	1	5
Cr	0	0	0	<0,020	<0,1	0,5	10	70
Cu	<0,06	<0,06	<0,06	<0,020	<0,05	2	50	100
Mo	<0,05	<0,05	<0,05	<0,020	0,06	0,5	10	30
Ni	<0,05	<0,05	<0,05	<0,020	0,9	0,4	10	40
Hg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,003	<0,01	0,01	0,2	2
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	<0,05	<0,05	<0,05	<0,020	<0,05	0,5	10	50
Sb	<0,05	<0,05	<0,05	<0,020	<0,05	0,06	0,7	5
Se	<0,05	<0,05	<0,05	<0,020	0,08	0,1	0,5	7
V	<0,06	<0,06	<0,06	0,036	0,1	-	-	-
Zn	<0,6	<0,6	<0,6	<0,020	0,8	4	50	200
DOC	18	14	16	3,2	18	500	800	1000
Cl	<2	2,8	2,9	<2,2	5,5	800	15000	25000
F	0,3	0,7	0,9	<1,4	<2	10	150	500
SO ₄	20	26	37	45	379	1000	20000	50000

Vuonna 2016 ja 2017 tehdyissä kiilleliuskeen liukoisuuskokeissa todetut liukoisuudet olivat alhaisia ja alittivat pysyvän jätteen kaatopaikalle asetetut raja-arvot. Vuonna 2018 analysoitiin viisi kiilleliuskenäytettä, joiden nikkelpitoisuuden keskiarvo ylitti pysyvän jätteen kaatopaikalle asetetun raja-arvon. Käytännössä yhden näytteen nikkelpitoisuus (3,1 mg/kg) ylitti raja-arvon. Muiden näytteiden nikkelpitoisuudet alittivat raja-arvon

ja kolmessa näytteessä nikkelpitoisuus jäi alle määritysrajan (<0,05 mg/kg).

Haponmuodostus ja neutralointipotentiaali

Todenmukaisempi käsitys liukoista pitoisuuksista sivukiven pitkän aikavälin varastoinnissa saadaan haponmuodostus- ja neutralointikapasiteetin määritysten perusteella. Suomessa kaivannaisjätteen haponmuodostus- ja neutralointipotentiaalia tutkitaan yleensä ABA-testillä, koska kaivannaisjäte voidaan kyseisen testin tulosten perusteella luokitella joko pysyväksi tai ei-pysyväksi sekä EU-lainsäädännön (komission päätös 2009/359/) että kansallisen lainsäädännön (nk. kaivannaisjäteasetus, Vna 190/2013) mukaan. Kaivannaisjäteasetuksen mukaan pysyvän jätteen raja-arvo on sulfidille rikille joko 0,1 %, tai enintään 1 % mikäli jätteen neutralointipotentiaalisuhde (NPR) on suurempi kuin kolme (3). Näyte tulkitaan ei-happoa tuottavaksi (Not Acid Forming, NAF), mikäli edellä mainitut ehdot täyttyvät ja todennäköisesti happoa tuottavaksi (Potentially Acid Forming, PAF), jos sulfidisen rikin raja-arvo ylittyy.

Toinen yleisesti käytetty karakterisointimenetelmä on NAG-testi (Net Acid Generation). NAG-testi ei ole standardoitu menetelmä. AMIRA Internationalin (2002) ohjeistuksen mukaan näyte luokitellaan ei-happoa tuottavaksi (NAF), kun NAGpH ylittää 4,5 ja nettohapontuottopotentiaali (jatkossa NAPP-arvo) on negatiivinen. Mikäli NAPP-arvo on positiivinen ja NAGpH alittaa 4,5, näyte luokitellaan todennäköisesti happoa tuottavaksi (PAF). Näytteen luokitus on epävarma (UC), mikäli NAPP-arvo on negatiivinen ja NAGpH alle 4,5, ja kun NAPP-arvo on positiivinen ja NAGpH yli 4,5. ABA-testien lisäksi sivukivistä on määritetty niiden haponneutralointikapasiteetti (ANC) ja esimerkiksi osana sivukivien pitkäaikaikäkäyttämistutkimusta sivukiville on tehty myös NAG-testejä (ks. kappale jäljempänä).

Sivukivien haponmuodostus- ja neutralointikapasiteetin määrittämisä eli ns. ABA-testit on tehty vuosina 2006, 2017, 2018 ja 2020.

Vuoden 2017 ABA-testin tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Alkuaine	Mustaliuske	Kiilleliuske	Kvartsiitti	Metakarbonaatti
S (kok) [%]	11,6	0,079	<0,005	9,12
Sulfidinen rikki [%]	8,58	0,03	<0,02	7,45
C (kok) [%]	7,04	0,206	0,044	7,3
NP [kg CaCO ₃ /t]	2,2	2,9	4	65
AP [kg CaCO ₃ /t]	268	0,94	0,62	233
NP/AP (NPR)	0,01	3,09	6,45	0,28
Hapontuottokyky	Happoa tuottava	Ei happoa tuottava	Ei happoa tuottava	Happoa tuottava

Vuosina 2018 ja 2020 tutkittiin vain kiilleliuskeita, viisi näytettä 2018 ja seitsemän näytettä 2020. Vuosien 2018 ja 2020 kiilleliuskenäytteiden ABA-testien tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa.

Alku- aine	S (kok) [%]	C (kok) [%]	NP [kg CaCO ₃ /t]	AP [kg CaCO ₃ /t]	NP/AP (NPR)	Hapontuottokyky
2018	0,20	0,21	12,6	6,1	2,05	Happoa tuottava
	0,37	0,25	9,0	11,6	0,77	Happoa tuottava
	1,14	0,15	6,2	35,7	0,17	Happoa tuottava
	1,12	0,11	5,7	35,0	0,16	Happoa tuottava
	1,11	0,64	5,8	34,8	0,17	Happoa tuottava
2020	0,21	0,17	8,9	6,5	1,36	Happoa tuottava
	0,21	0,15	4,6	6,5	0,71	Happoa tuottava
	0,11	0,22	9,7	3,6	2,70	Happoa tuottava
	0,08	0,25	11,9	2,6	4,58	Ei happoa tuottava
	0,32	0,67	8,9	10,1	0,88	Happoa tuottava
	0,14	0,47	10,0	4,4	2,26	Happoa tuottava
	0,13	0,35	9,8	4,2	2,33	Happoa tuottava
	0,09	0,55	7,5	2,8	2,65	Ei happoa tuottava
	0,09	0,22	10,6	2,7	3,93	Ei happoa tuottava

Näiden tutkimusten perusteella mustaliuske sekä suurin osa metakarbonaattikivistä luokittuivat todennäköisesti happamia suotovesiä muodostaviksi. Kvartsiittia olevista sivukivistä suurin osa luokitui ei-happamia suotovesiä muodostavaksi. Kiilleliuskenäytteissä on esiintynyt sekä mahdollisesti happamia suotovesiä muodostavia näytteitä että ei-happamia suotovesiä muodostavia näytteitä. Tehtyjen tutkimusten perusteella kiilleliuskeessa esiintyvät satunnaisesti korkeat rikkipitoisuudet todennäköisesti johtuvat kiilleliuskeen sisällä sulkeutuneena olevista mustaliuskeista ja itse kiilleliuske luokituu ei-happamia suotovesiä muodostavaksi.

Kiilleliuskeen osalta on myös tehty vuosien 2021–2023 aikana säännöllisen ympäristötarkkailun puitteissa tehty sekä ABA- että NAG-testejä (seuraavat taulukot). Näytteiden sulfidisen rikin pitoisuutta ei ole määritetty, jolloin luokittelun perusteena on käytetty kokonaisrikkipitoisuutta. ABA-testin tulosten perusteella vain heinäkuussa 2021 kerätty näyte on luokitunut ei happamia suotovesiä muodostavaksi (NAF) rikkipitoisuuden (alle 1 %) ja NPR-luvun (yli 3) perusteella. Muiden näytteiden perusteella kiilleliuske luokitellaan todennäköisesti happamia suotovesiä muodostaviksi eli ns. PAF-sivukiviksi, koska näytteiden rikkipitoisuus on yli 0,1 % ja NPR-luku alle 3. Kun ABA- ja NAG-testin tuloksia tulkitaan AMIRA Internationalin ohjeiden mukaan (AMIRA 2002), vain elokuussa 2021 koostettu näyte luokituu todennäköisesti happamia suotovesiä muodostavaksi (PAF, NAGpH < 4,5 ja NAPP > 0). Syyskuussa 2022 koostetun näytteen luokitus on epävarma (UC, NAGpH > 4,5 ja NAPP > 0). Muiden näytteiden luokitus on ei happoa muodostava (NAF, NAGpH > 4,5 ja NAPP < 0).

Ympäristötarkkailussa kiilleliuskeille tehtyjen ABA-testien tulokset ovat seuraavassa taulukossa. NAF = ei happoa tuottavaa, PAF = todennäköisesti happoa tuottavaa. Aineisto © Ramboll Finland Oy 2024.

Vuosi	Kk	Rikki (S)	AP	NP	NPR	Luokit- telu	ANC	MPA	NAPP
		(%)	(kg CaCO ₃ /t)	(kg CaCO ₃ /t)		NAF/PAF	(kg H ₂ SO ₄ /t)	(kg H ₂ SO ₄ /t)	(kg H ₂ SO ₄ /t)
2021	7	0,14	4,4	25	5,7	NAF	24	4,3	-19,70
	8	0,31	9,7	-1,50	<0,1	PAF	<0,3	9,5	9,2
	9	0,14	4,4	8,2	1,9	PAF	8	4,3	-3,70
	10	0,15	4,7	9,4	2	PAF	9,2	4,6	-4,60
	11	0,12	3,8	6,8	1,8	PAF	6,7	3,7	-3,00
	12	0,16	5	9,4	1,9	PAF	9,2	4,9	-4,30
2022	1	0,15	4,7	8,1	1,7	PAF	7,9	4,6	-3,30
	2	0,18	5,6	7,6	1,4	PAF	7,4	5,5	-1,90
	3	0,16	5	12	2,4	PAF	12	4,9	-7,10
	4	0,18	5,6	7,4	1,3	PAF	7,2	5,5	-1,70
	5	0,12	3,8	7,7	2,1	PAF	7,5	3,7	-3,80
	8	0,13	4,1	6,6	1,6	PAF	6,5	4	-2,50
	9	0,18	5,6	5,2	0,92	PAF	5,1	5,5	0,40
	10	0,12	3,8	5,5	1,5	PAF	5,4	3,7	-1,70
	11	0,13	4,1	6,8	1,7	PAF	6,7	4	-2,70
	12	0,16	5	6,6	1,3	PAF	6,5	4,9	-1,60
2023	2	0,13	4,1	8,5	2,1	PAF	8,3	4	-4,30
	5	0,18	5,6	8	1,4	PAF	7,8	5,5	-2,30
	8	0,16	5	12	2,4	PAF	12	4,9	-7,10
	11	0,15	4,7	8,2	1,7	PAF	8	4,6	-3,40

Ympäristötarkkailussa kiilleliuskeille tehtyjen NAG-testien tulokset ovat seuraavassa taulukossa. NAF = ei happoa tuottavaa, PAF = todennäköisesti happoa tuottavaa, UC = epävarma. Aineisto © Ramboll Finland Oy 2024.

Vuosi	Kk	NAGpH	NAG (pH 4.5) (kg H ₂ SO ₄ /t)	NAG (pH 7.0) (kg H ₂ SO ₄ /t)	Luokittelu NAF/PAF/UC
2021	6	6,8	0	<0,2	-
	7	9,7	0	0	NAF
	8	4	0,3	1,13	PAF
	9	6,3	0	1,1	NAF
	10	6,6	0	0,9	NAF
	11	7,3	0	0	NAF
	12	6,4	0	0,5	NAF
2022	1	6,8	0	<0,2	NAF
	2	6,7	0	0,2	NAF
	3	6,3	0	0,5	NAF
	4	5,9	0	1,3	NAF
	5	7	0	<0,2	NAF
	8	5,1	0	6,2	NAF
	9	5,2	0	1	UC
	10	6,7	0	0,5	NAF
	11	5,8	0	2,7	NAF
	12	5,7	0	2,2	NAF
2023	2	7,2	0	0	NAF
	5	5,4	0	1,9	NAF
	8	6	0	1,4	NAF

Sivukivistä on tutkittu myös haponneutralointikapasiteetti (ANC). Sivukivien haponneutralointikapasiteetti on alhainen, koska haponneutralointikapasiteetti on alle 0,2 mol H⁺/kg pH:ssä 5.

Jäteluokitus ja siihen liittyvät vaaraominaisuudet

Sivukiville on tehty Ympäristöministeriön oppaan ”Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi – päivitetty opas 02/2019” mukainen ympäristövaarallisuuden arviointi, jossa verrattiin sivukivien kokonaispitoisuuksia vaarallisen jätteen pitoisuusraja- ja cut-off-arvoihin.

Mustaliuskekivessä mikään aine ei ylitä vesieliöille välittömästi myrkyllisen aineen raja-arvoa. Kupari-, nikkeli- ja sinkkisulfaateille annetut cut-off-arvot ylittyvät kyseisten metallien pitoisuuksien osalta, jolloin välitön myrkyllisyys vesieliöille määritetään niiden osalta. Mustaliuskesivukivi ei ole välittömästi myrkyllistä vesieliöille metallisulfaattien osaltakaan. Vesieliöstön pitkäaikaisia haittavaikutuksia arvioitaessa kupari-, nikkeli- ja sinkkisulfaatile asetetut raja-arvot ylittyvät kuparin, nikkelin ja sinkin osalta. Koska mustaliuskesivukivessä kolmen aineen raja-arvo ylittyy, ei ole tarpeen tehdä aineiden (metallien) yhteenlaskuun perustuvaa arviota. Mustaliuskekivi ei ole välittömästi myrkyllinen vesieliölle, mutta kupari-, nikkeli- ja sinkkipitoisuuden takia mustaliuskesivukivi luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi, vesieliöille pitkäaikaisia haittavaikutuksia aiheuttavaksi (Aquatic Chronic 1, H410).

Kiilleliuskesivukivessä mikään aine ei ylitä vesieliöille välittömästi myrkyllisen aineen raja-arvoa. Vuoden 2011 sinkkipitoisuus 1067 mg/kg ylittää sinkkisulfaatile annettu cut-off-arvon (1000 mg/kg). Kiilleliuskesivukivi ei ole välittömästi myrkyllistä vesieliöille, koska sinkkipitoisuus alittaa välittömästi myrkyllisen vesieliöille esitetyn pitoisuusrajan 250 000 mg/kg. Vesieliöstön pitkäaikaisia haittavaikutuksia arvioitaessa sinkkisulfaatile asetettu raja-arvo ylittyy sinkin osalta. Koska kiilleliuskesivukivessä yhden aineen raja-arvo ylittyy, ei ole tarpeen tehdä aineiden (metallien) yhteenlaskuun perustuvaa arviota. Kiilleliuskekivi ei ole välittömästi myrkyllistä vesieliölle, mutta sinkkipitoisuuden takia kiilleliuskesivukivi luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi, vesieliöille pitkäaikaisia haittavaikutuksia aiheuttavaksi (Aquatic Chronic 1, H410). Koska sinkkipitoisuus on merkittävästi vaihdellut kiilleliuskesivukivessä, ei kiilleliuskesivukiven luokitus vaaralliseksi jätteeksi ole selkeä. Kiilleliuskesivukiven sinkkipitoisuuden keskiarvon mukaan pitoisuus alittaa sinkkisulfaatin raja-arvon, jolloin kiilleliuskesivukiveä ei luokitella ympäristölle vaaralliseksi.

Kvartsiittisivukivessä mikään aine ei ylitä vesieliöille välittömästi myrkyllisen aineen raja-arvoa. Vuoden 2011 sinkkipitoisuus 1431 mg/kg ylittää sinkkisulfaatile annettu cut-off-arvon (1000 mg/kg), mutta vuonna 2017 sinkkipitoisuus on ollut alle 5 mg/kg. Kvartsiittisivukivi ei ole välittömästi myrkyllistä vesieliöille, koska sinkkipitoisuus alittaa välittömästi myrkyllisen vesieliöille esitetyn pitoisuusrajan. Vesieliöstön pitkäaikaisia haittavaikutuksia arvioitaessa sinkkisulfaatile asetettu raja-arvo ylittyy sinkin osalta. Koska kvartsiittisivukivessä yhden aineen raja-arvo ylittyy, ei ole

tarpeen tehdä aineiden (metallien) yhteenlaskuun perustuvaa arviota. Kvartsiittisivukivi ei ole välittömästi myrkyllinen vesieliölle, mutta sinkkipitoisuuden takia kvartsiittisivukivi luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi, vesieliölle pitkäaikaisi haittavaikutuksia aiheuttavaksi (Aquatic Chronic 1, H410). Koska sinkkipitoisuus on merkittävästi vaihdellut kvartsiittisivukivessä, ei kvartsiittisivukiven luokitus vaaralliseksi jätteeksi ole selkeä. Kvartsiittisivukiven sinkkipitoisuuden keskiarvon mukaan pitoisuus alittaa sinkkisulfaatin raja-arvon, jolloin kvartsiittisivukiveä ei luokitella ympäristölle vaaralliseksi.

Metakarbonaattisivukivessä mikään aine ei ylitä vesieliölle välittömästi myrkyllisen aineen raja-arvoa. Kupari-, nikkeli- ja sinkkisulfaateille annetut cut-off-arvot ylittyvät kyseisten metallien pitoisuuksien osalta. Pitoisuuksien perusteella metakarbonaattisivukivi ei ole välittömästi myrkyllistä vesieliölle. Vesieliöstön pitkäaikaisia haittavaikutuksia arvioitaessa kupari-, nikkeli- ja sinkkisulfaateille asetetut raja-arvot ylittyvät kuparin, nikkelin ja sinkin osalta. Koska metakarbonaattisivukivessä kolmen aineen raja-arvo ylittyy, ei ole tarpeen tehdä aineiden (metallien) yhteenlaskuun perustuvaa arviota. Metakarbonaattisivukiven mangaanipitoisuus on vaihdellut 9 300–18 900 mg/kg. Mangaanisulfaatin vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo on 25 000 mg/kg ja vaarallisen jätteen pitoisuusraja yhdisteen sisältämälle mangaani-ionille on 9 300 mg/kg. Metakarbonaatin mangaanipitoisuus ylittää mangaanisulfaatin vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon mangaani-ionille. Metakarbonaattisivukivi ei ole välittömästi myrkyllinen vesieliölle, mutta kupari-, mangaani-, nikkeli- ja sinkkipitoisuuden takia metakarbonaattisivukivi luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi, vesieliölle pitkäaikaisia haittavaikutuksia aiheuttavaksi (Aquatic Chronic 1, H410).

Sulkemissuunnittelun yhteydessä tehty täydentävä ominaisuuksien määrittely

Sivukiven pitkäaikaiskäyttäytyminen vaikuttaa muodostuvan suotoveden laatuun. Mahdollisten ympäristövaikutusten näkökulmasta merkitystä on erityisesti sulfidipitoisten, todennäköisesti happoa tuottavien sivukivilajien pitkäaikaiskäyttäytymisellä, sillä sulfidimineraalien hapettumisen seurauksena syntyy hapanta, metallipitoista suotovettä (AMD).

Eri sulfidimineraalit hapettuvat eri lailla ja eri nopeuksilla. Magneettikiisun hapettuminen on merkittävä tekijä erityisesti hapettumisen alkuvaiheessa. Rikkikiisu taas on määränsä puolesta tärkein sulfaattilähde. Muiden sulfidimineraalien vaikutus liittyy pääasiassa raskasmetallien vapautumiseen niitä sisältävien mineraalien rapautumisen yhteydessä. Hapettumisen nopeuteen vaikuttaa myös vallitseva lämpötila: lämpötilan noustessa hapettumisreaktiot nopeutuvat.

Happoa tuottavat reaktiot laskevat suotoveden pH:ta, jolloin happamuus ja kiisujen hapettumisen seurauksena vapautunut ferrirauta liuottavat mineraaleista metalleja liuokseen. Sivukivissä esiintyvät neutraloivat mineraalit (kalsiitti, kalimaasälpä, plagioklaasi ja amfibolit) puskuroivat pH:ta. Suotoveden pH:n ollessa riittävän korkealla, ferrirauta reagoi hapen ja veden kanssa muodostaen saostuvaa rautahydroksidia, johon

pidättyä myös muita sulfideista happamissa olosuhteissa liuenneita metalleja (arseenia, kromia, kuparia, elohopeaa, molybdeeniä, lyijyä, tinaa, uraania, sinkkiä).

Sivukiven pitkäaikaikäyttyymistä on tutkittu AFRY Finland Oy:n toimesta pitkäaikaikäyttyymisen laboratorioskokeilla. Sivukiven geokemiallisia ominaisuuksia tutkittiin ottamalla 16 sivukivinäytettä, jotka edustavat eri kivilajityyppejä ja rapautumisen vaiheita (tuore vs. hapettunut). Rapautuneet (hapettuneet) näytteet poimittiin Kuusilammen avolouhoksen pidempään avoinna olleista osista, tuoreet sivukivinäytteet taas koostettiin vastikään louhituilta kentiltä.

Geokemiallisia ominaisuuksia on tutkittu sekä staattisilla että kineettisillä tutkimuksilla. Staattiset tutkimukset kuvaavat näytteen tilaa yhdellä ajanhetkellä eli eivät siten kuvaa näytteen reagoitua olosuhtemuutoksiin. Sivukivinäytteitä on tutkittu tai näytteitä on parhaillaan tutkittavana seuraavilla staattisilla menetelmillä:

- ABA-testi (acid base accounting), jolla määritellään näytteen neutralointi- ja hapontuottopotentiaali
- kokonaispitoisuuksien määrittäminen (kuningasvesiuutto tai fuusio)
- NAG-testi (net acid generation), jolla määritetään näytteen nettohapontuotto teoreettisella tasolla
- NAG-testin loppuliuosanalyysi, jolla määritetään NAG-uutteen pitoisuudet eli kuinka paljon aineita näytteestä liukenee sulfidien äärimmäisen hapettamisen seurauksena suoraan tai välillisesti
- mineraloginen karakterisointi röntgendiffraktiometrian (XRD) avulla
- mineraloginen karakterisointi mineraalipistelaskennan (MLA) avulla

Tulosten raportointi keskittyy ympäristövaikutuksiltaan tärkeimpiin alkua-aineisiin (kuten nikkeli, kadmium ja sinkki). Tulokset on esitetty viikolle 95 asti, ja esimerkiksi mustaliuskenäytteiden osalta kosteuskammio-koetulokset ovat vielä kesken.

Kosteuskammioskokeiden päätyttyä näytteet tutkitaan uudelleen seuraavilla staattisilla menetelmillä:

- näytteen pH ja sähkönjohtavuus lopputilanteessa
- ABA-testi
- peräkkäisuuutto
 - vaihtuvat ionit
 - absorboituneet
 - karbonaatit
 - amorfiset rautaoksidiin sitoutuneet
 - kiteiset rautaoksidiin sitoutuneet
 - jäännöksestä kuningasvesiliukoiset (sis. myös mahdolliset sulfideihin sitoutuneet)
- mineralogia (XRD)

ABA-testi

ABA-testi (acid base accounting) tehdään kaivannaisjätteelle aina, sillä kyseessä on yksi kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) liitteen 1 mukaisista vaatimuksista, joiden perusteella kaivannaisjäte luokitellaan pysyväksi tai ei-pysyväksi. Jotta jäte voidaan luokitella pysyväksi kaivannaisjätteeksi, sulfidisen rikin pitoisuus saa olla enintään 0,1 prosenttia tai neutralointipotentiaalisuhteen ollessa >3 , enintään 1 prosentti.

ABA-testin tarkoituksena on selvittää, voiko kaivannaisjätteestä aiheutua hapanta valumaa. Määrityspaketti ja laskennat toteutetaan standardin EN 15875 mukaisesti. Testissä saadaan tuloksena kokonaisrikki- ja kokonaishiilipitoisuudet, karbonaatti- ja ei-karbonaattihiili sekä sulfaattirikki. Laskennallisena tuloksena saadaan sulfidinen rikki (S₂-), josta lasketaan aineksen hapontuottokapasiteetti AP. Neutralointikapasiteetti NP lasketaan karbonaattihiilen pitoisuudesta. Testin tuloksista lasketaan myös neutralointipotentiaali-suhde NPR (kaavalla NP/AP; neutralization potential ratio) sekä nettoneutraloimispotentiaali NNP (kaavalla NP-AP; net neutralization potential). Tulosten perusteella tutkittava materiaali voidaan luokitella happoa tuottavaksi (PAF; potentially acid forming) tai ei-happoa tuottavaksi (NAF; non acid forming), mutta pysyväksi jätteeksi luokittelu edellyttää tämän lisäksi riittävän alhaisia alkuainepitoisuuksia kuningasvesiuutolla tutkittuina.

Sivukivien ABA-testien tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa. Lyhenteet ovat H= kosteuskammiotestin sivukivi, K= kolonnikokeen sivukivi, KL = mustaliuske, KL = kiilleliuske, TL = talkkiliuske, T = tuore näyte, R = rapautunut näyte.

Näyte	Kivilaji	Ckok. %	C epä- org. %	Skok. %	S sulf. %	AP kg/CaCO ₃ eq/t	NP kg/CaCO ₃ eq/t	NPR
001-H	ML-T	6,9	0,73	12,8	9,0	282	3,3	0,012
002-H	ML-T	12,1	1,45	7,2	4,2	133	10,9	0,082
003-H	ML-T	5,6	0,94	7,7	3,5	108	1,8	0,017
004-H	ML-T	8,6	1,62	8,8	7,3	229	4,9	0,021
005-	ML-R	9,3	1,15	5,0	0,65	20	3,7	0,18
006-K	ML-R	4,0	0,61	10,7	9,9	308	-0,6	-0,002
007-K	ML-R	9,2	0,75	9,9	8,2	255	5,0	0,020
008-K	ML-R	8,9	0,42	6,6	0,74	23	10,4	0,45
009-H	KL-T	0,20	0,020	0,71	0,07	2,2	7,1	3,3
010-H	KL-T	0,15	0,030	1,22	0,10	3,1	6,2	2,0
011-H	KL-T	0,15	0,010	0,27	0,10	3,1	7,5	2,4
012-H	KL-T	0,13	0,005	0,13	0,02	0,63	7,8	12

013-K	KL-R	0,02	0,005	0,19	0,10	3,1	30,8	9,9
014-K	KL-R	0,05	0,030	0,07	0,02	0,63	32,1	51
015-K	KL-R	0,30	0,005	0,79	0,05	1,6	29,4	19
016-H	TL-T	0,04	0,005	2,46	0,23	7,2	31,9	4,4

Kokonaispitoisuuksien mittaaminen kuningasvesiuutolla

Kuningasvedellä pyritään uuttamaan muut kuin vaikeasti silikaattimineeraaleihin sitoutuneet metallit. Kuningasvesiuutto toteutetaan standardin SFS ISO 11466 mukaisella tavalla väkevän suolahapon (HCl) ja typpihapon (HNO₃) seoksella. Kuningasvesiuuton tieto toimii osana kaivannaisjätteen luokittelua pysyväksi tai ei-pysyväksi jätteeksi. Kaivannaisjätteen luokittelun liitteen 1 mukaisesti, kuningasvesiuuton tuloksia verrataan PIMA-asetuksen (214/2007) kynnysarvoihin. Vaihtoehtoisesti tuloksia verrataan alueellisiin taustapitoisuuksiin.

Sivukivien kokonaispitoisuustestin tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa. Lyhenteet ovat H= kosteuskammiokeheen sivukivi, K= kolonnikokeen sivukivi, KL = mustaliuske, KL = kiilleliuske, TL = talkkiliuske, T = tuore näyte, R = rapautunut näyte.

Tunnus		Metallit										
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
Maanäytteet		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Taustapitoisuus*				6	23	33		19			1	1
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
001-H	ML-T	233	13,2	117	110	1055	2,6	1705	48	2,5	750	4150
002-H	ML-T	116	21,0	47	150	727	2,6	712	49	3,7	1085	4910
003-H	ML-T	19	10,1	88	110	666	0,25	1075	23	0,74	618	2580
004-H	ML-T	117	15,2	76	140	710	0,67	838	27	1,5	910	4160
005-	ML-R	11	16,4	40	120	836	0,35	427	20	0,68	910	2790
006-K	ML-R	120	1,6	39	90	273	0,16	140	26	0,61	287	241
007-K	ML-R	189	23,6	49	120	532	1,9	567	53	3,3	702	3350
008-K	ML-R	8	18,9	60	160	790	0,15	905	25	0,49	1000	5080
009-H	KL-T	1,9	0,3	17	110	54	<0,005	60	13	<0,05	137	115
010-H	KL-T	0,7	1,5	17	100	49	0,005	53	12	0,05	118	308
011-H	KL-T	0,6	0,1	17	100	31	0,007	57	11	0,06	121	121
012-H	KL-T	1,8	0,1	17	110	39	<0,005	51	13	0,06	126	92

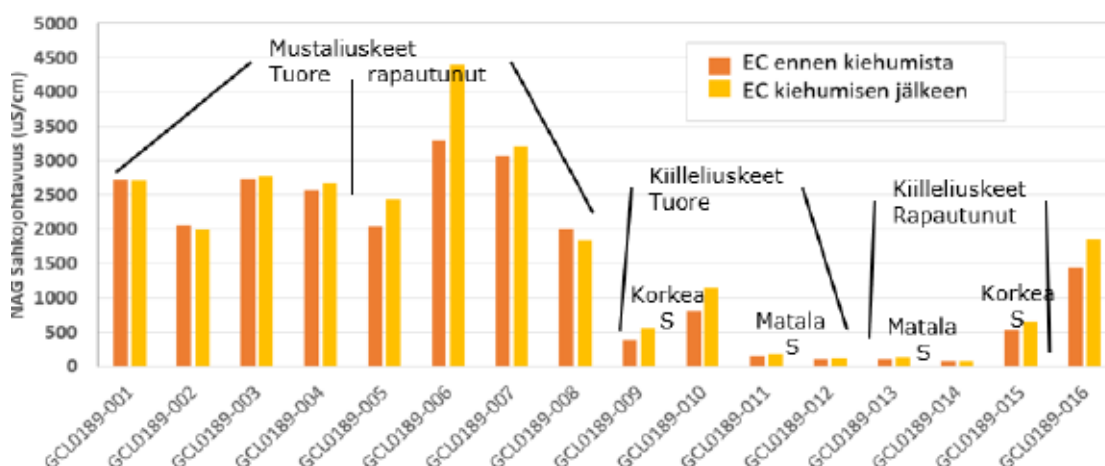
013-K	KL-R	1,8	0,2	16	100	45	<0,005	47	18	0,12	113	84
014-K	KL-R	1,8	0,2	15	100	46	0,006	44	16	0,07	118	82
015-K	KL-R	0,9	0,2	16	100	57	<0,005	53	13	0,06	125	93
016-H	TL-T	2,0	0,4	60	1770	174	0,059	1510	4	0,21	76	175
Jäte- jae		113	21	53	76	637		506	22			3057

* GTK:n taustapitoisuusrekisteristä (TAPIR) 2022

NAG-testi

NAG-testi tehdään yleensä ABA-testin rinnakkaismenetelmänä. NAG-testillä määritetään näytteen nettohapontuotto (net acid generation). NAG-testi hapettaa tehokkaasti näytteessä olevia sulfidimineraaleja vapauttaen myös happamuutta, joka puolestaan reagoi karbonaattimineraalien ja reaktiivisten silikaattimineraalien kanssa. NAG-testi tehdään ohjeen AMIRA P387A (Appendix D) mukaisesti. NAG-testin tuloksena saatavat NAG-pH (eli NAG-testin minimi-pH) ja nettohapontuottopotentiaali eli NAG-arvo eivät vastaa mitään todellisesta kaivannaisjätealueen suotovedestä mitattavia tekijöitä, vaan toimivat riskien tunnistamisen työkaluna ja antavat viitteellistä tietoa kaivannaisjätteen pitkäaikaiskäytäytymisestä.

NAG-testien lopputulokset pH:n ja sähkönjohtavuuden osalta on esitetty seuraavissa kuvissa.



K	0,05	mg/l	6,9	8,9	6,6	7,2	5,4	1	7,5	4,6
Li	0,001	mg/l	B.D.L.	B.D.L.	0,011	0,0082	0,0059	0,0011	B.D.L.	B.D.L.
Mg	0,005	mg/l	2,8	3,5	9,7	7,3	4,5	0,88	2,7	3,3
Mn	0,0001	mg/l	5,3	6,7	2,1	6,7	6,4	1,3	2	2,1
Mo	0,00005	mg/l	0,00032	0,00041	B.D.L.	0,00056	B.D.L.	B.D.L.	0,00083	B.D.L.
Na	0,05	mg/l	1,3	2,9	1	0,8	0,27	0,064	2	2
Ni	0,0005	mg/l	6,6	3	4,4	3,6	1,6	0,3	2,2	3,2
P	0,05	mg/l	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
Pb	0,00005	mg/l	0,093	0,093	0,04	0,062	0,038	0,0076	0,16	0,032
Ru	0,0002	mg/l	0,018	0,026	0,028	0,03	0,02	0,0036	0,026	0,015
Sb	0,0001	mg/l	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
Se	0,00005	mg/l	0,082	0,081	0,065	0,066	0,05	0,0089	0,072	0,067
Si	0,05	mg/l	33	55	24	32	11	2	26	43
Sn	0,0001	mg/l	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
Sr	0,0002	mg/l	0,035	0,08	0,019	0,035	0,0043	0,00085	0,043	0,08
S	0,5	mg/l	210	180	190	160	130	25	190	160
Te	0,0002	mg/l	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
Tl	0,00001	mg/l	0,0042	0,0048	0,0041	0,0046	0,0025	0,00049	0,0049	0,0026
Th	0,0001	mg/l	0,0041	0,003	0,0025	0,0035	0,005	0,0011	0,018	0,0021
Ti	0,0003	mg/l	0,0062	0,0045	B.D.L.	0,018	B.D.L.	B.D.L.	0,019	B.D.L.
U	0,00001	mg/l	0,08	0,11	0,036	0,065	0,069	0,017	0,065	0,096
V	0,0005	mg/l	0,0066	0,0039	0,01	0,018	B.D.L.	B.D.L.	0,01	0,0042
W	0,0001	mg/l	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
Zn	0,001	mg/l	17	22	11	18	12	2,4	15	20

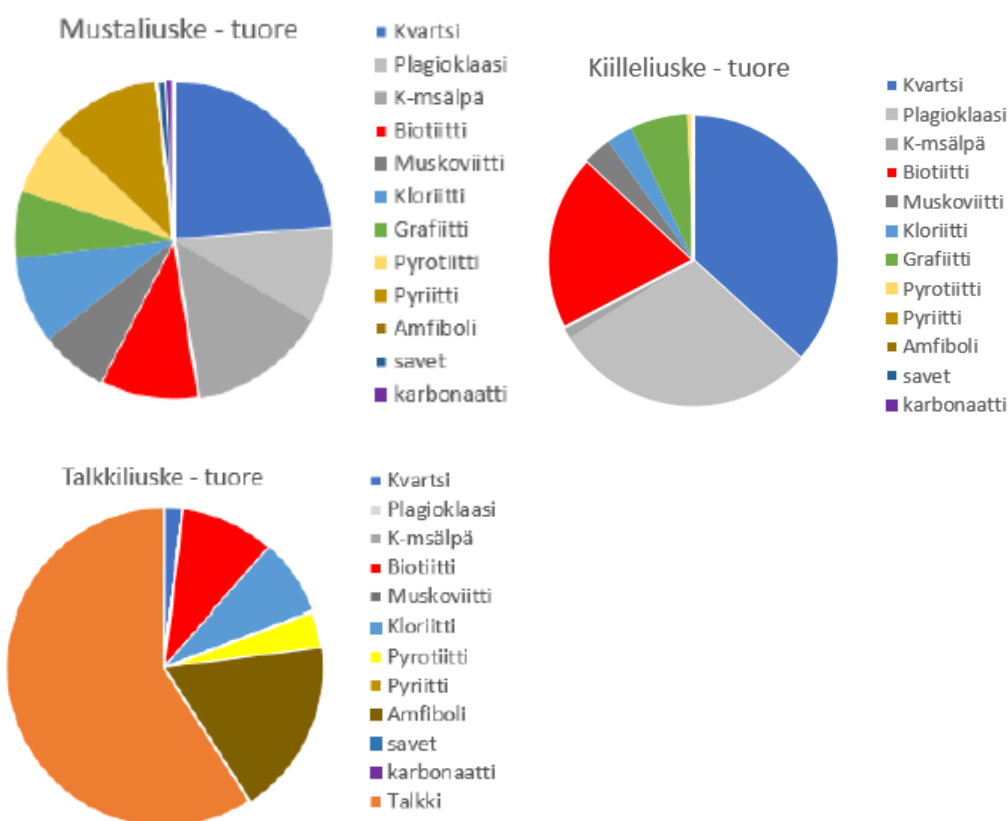
Röntgendiffraktometria (XRD)

Röntgendiffraktometria (XRD, x-ray diffractometry) on perusmineraloginen tutkimus, jolla saadaan tietoa tutkittavan aineksen rakenteesta ja mineraalikoostumuksesta. Hienonnettu näyte altistetaan eri suunnista tulevalle röntgensäteilylle ja mitataan säteilyn sironnan ominaisuuksia, jonka perusteella määritetään mineraloginen koostumus.

Erityisesti hienorakeisissa ja korkean grafiittipitoisuuden omaavissa mustaliuskeissa näyttää, että mineralogiaa tulee tulkita varauksella ja kemiallisten tulosten rinnalla. Esimerkiksi kahdessa rapautuneessa mustaliuskeessa on röntgendiffraktometritulosten (XRD) mukaan huomattavasti pyrrotiittia (12-16 %), mutta kemian mukaan näissä kivissä on <1 % sulfidia. Pyrrotiitti on ensimmäisiä kivistä hapettuvia ja poistu-

via mineraaleja, joten tavallisesti sitä on vähemmän selkeästi rapautuneissa kivissä. Näissä kivissä on kemian mukaan korkea sulfaattipitoisuus, joten on mahdollista, että sulfidimineraalit ovat muuttuneet sekundaarisiksi metallisulfaateiksi, jotka ovat yleensä erittäin liukoisia veteen lähes kaikissa olosuhteissa.

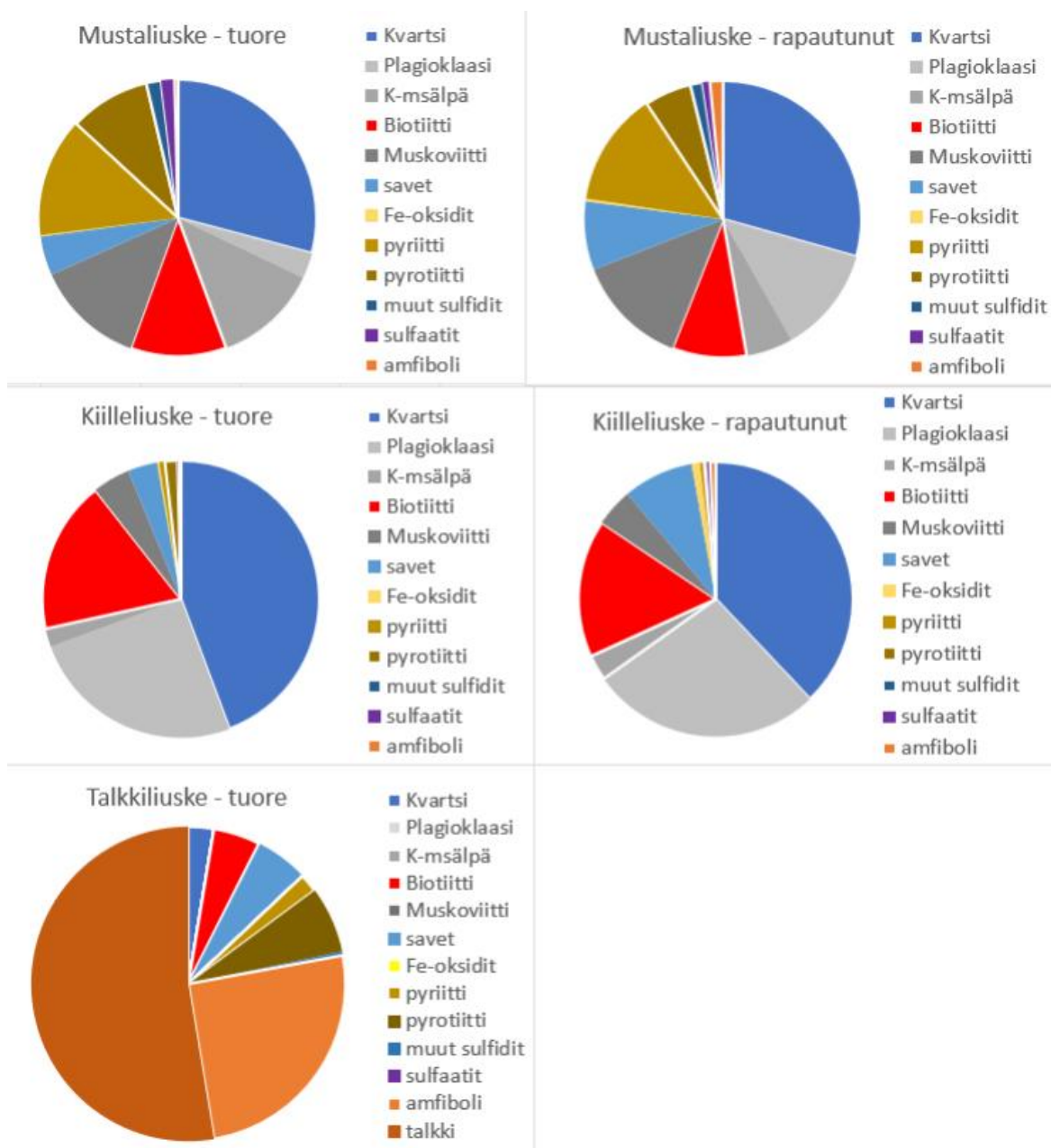
Seuraavissa kuvissa on esitetty tuoreiden sivukivinäytteiden mineralogia XRD-tutkimuksen perusteella.



Mineraalipistelaskenta (MLA käyttäen SEM/EDX)

Mineraalipistelaskennassa näytteestä tehdään pintahie, joka tutkitaan pyyhkäisyelektronimikroskoopilla (scanning electron microscope, SEM), jolla näytteestä saadaan sekä morfologista että kemiallista tietoa. Näytteen pinnasta saatavan tiedon tulkitsemiseen käytetään energiadispersiivistä spektrometriaa (EDS/EDX). Menetelmän heikkoutena on näytteenvalinnan suuri merkitys tuloksissa. Noin 10 cm³ alueesta päätellään koko kivilajin mineraloginen koostumus. Spektrien tulkinta yms. voivat myös olla tulkinnanvaraisia. Lisäksi Terrafamen tapauksessa menetelmän selkeä puute on analyysin kyvyttömyys tunnistaa grafiittia. Pinnan varautumisen vähentämiseksi hieet täytyy pinnoittaa, tyypillisesti hiilellä tai kullalla. Tässä käytettiin hiiltä, joka näkyy tuloksista. Mineraalien tunnistus ja luokittelu tapahtuu hieman eri lailla eri menetelmissä, mutta pääsääntöisesti tulokset ovat grafiittia lukuun ottamatta hyvin yhteneviä.

SEM/EDX-analyysin tulokset on esitetty seuraavissa kuvissa.



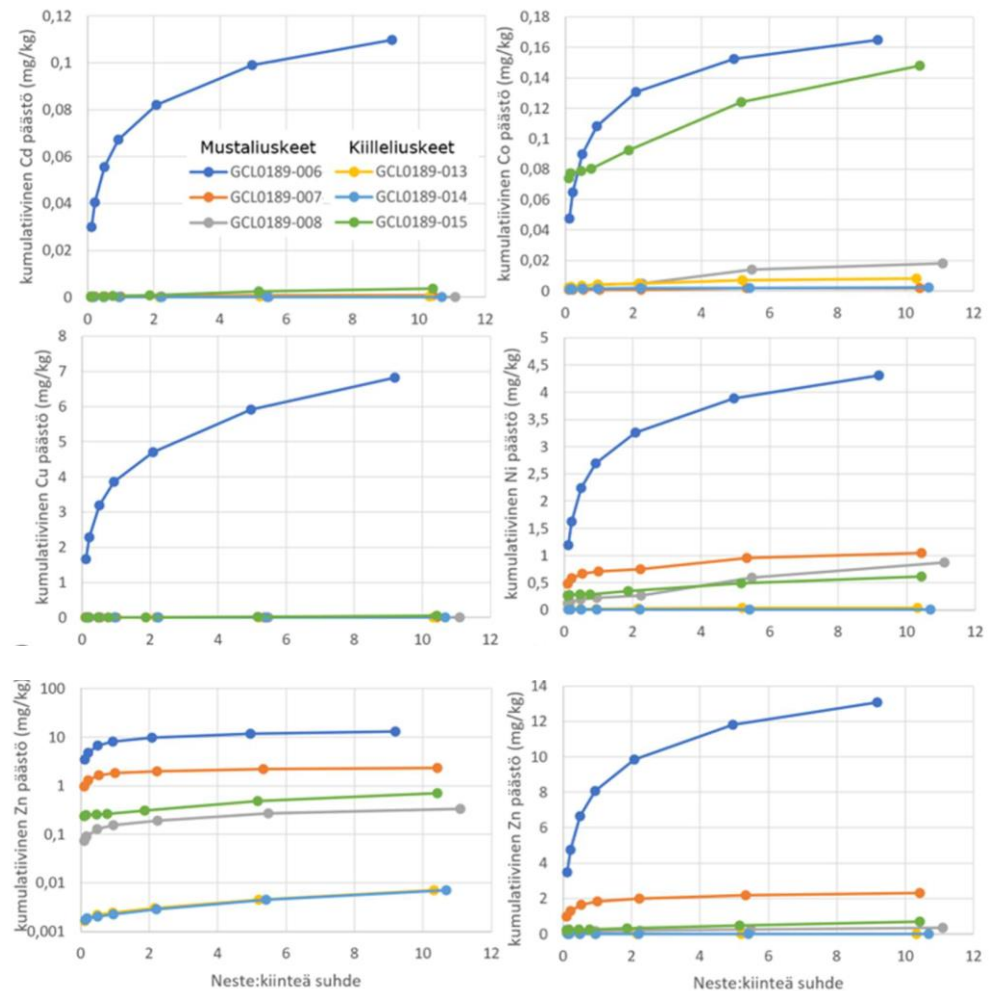
Kolonnikokeet

Kolonnikokeissa murskattu näyte pakataan kolonniin, jonka läpi johdetaan tislattua vettä vakiovirtaamalla pitäen näyte koko ajan vedellä kylästyneenä. Näytteen läpi virranneesta vedestä kerätään näytteet edustamaan tiettyjä neste-kiintoaine-suhteita. Kolonnikoe kuvastaa näytteen käyttäytymistä vedellä kyllästymisen seurauksena ja sen jälkeen. Tulokset sopivat syötteeksi esimerkiksi sivukivitäytön vedenalaisen osan mallintamiseen. Kolonnikokeen päätepisteessä neste-kiintoaine-suhde on

10. Tässä vaiheessa päästö on tyypillisesti tasoittunut kumulatiivisessa diagrammissa eli näytteestä liukenee hyvin vähän lisää aineita.

Kolonnikokeen tulokset esitetään tyypillisesti kumulatiivisena summana eli kaikissa kokeen vaiheissa liuenneet ainemäärät lasketaan yhteen neste/kiinteä-ainesuhteen kasvaessa (eli ajan myötä kokeen edetessä).

Kokeen päättyessä liukeneminen oli merkittävästi pienentynyt alkuvaiheeseen nähden. Kokeen tuloksista voidaan yleisesti todeta, että todennäköisesti näytteen tekstuuri vaikuttaa näytteiden käyttäytymiseen merkittävästi. Tärkeimpien metallien (kadmium, koboltti, nikkeli ja sinkki) päästöjen kehittyminen kolonnikokeissa on esitetty seuraavassa kuvassa. Mustaliuskenäyte 006 käyttäytyy selkeästi poikkeavasti verrattuna muihin näytteisiin. Kuparin ja kadmiumin osalta matalat pitoisuudet olivat kaikki tasaisen matalia, nikkelpäästön erot näytteiden välillä on havaittavissa diagrammista, mutta selkeyden takia sinkille näytetään näytteiden väliset erot myös logaritmisella asteikolla (vasemmalla alhaalla).



Kosteuskammiokokeet (HCT)

Kosteuskammiokoe (humidity cell test) on ensisijainen testimenetelmä silloin, kun tarvitaan tietoa kaivannaisjätteen hapettumisesta ja hapettumistuotteista pitkällä aikavälillä, erityisesti tuottaessa lähtötietoa suotovesien laadun arviointiin. Kosteuskammiokoe (ASTM D5744) on pitkäaikainen kineettinen koe ja sen kesto vaihtelee tarpeen mukaan 20 viikosta useisiin vuosiin. Kosteuskammiokokeessa murskattuja (<6,4 mm) kiviläynteitä altistetaan vuoron perään 3 vrk ajan kuiville ja 3 vrk ajan kosteille olosuhteille. Seitsemäntenä päivänä sivukivimurskeen kanssa tekemissä olleesta huuhteluvedestä otetaan näyte koostumusanalyysiä varten.

Eri mineraalit hapettuvat olosuhteista riippuen hieman eri aikaan. Kosteuskammiotulosten tulkinnassa on oleellista yrittää ymmärtää missä vaiheessa koetta mikäkin mineraali hapettuu eli miten alkuaineet vapautuvat näytteenä olleesta materiaalista pitkän ajan kuluessa. Tulosten tulkinnassa hyödynnetään mineralogialla. Esimerkiksi kadmium ja sinkki käyttäytyvät kosteuskammiokoe tulosten perusteella samalla tavalla. Mineralogiasta tiedetään, että molemmat alkuaineet ovat sitoutuneena pääasiassa sinkkivälkkeeseen eli mineralogia tukee kosteuskammiokoe tuloksia.

Kosteuskammiokokeen alussa näytteistä vapautuu tyypillisesti korkeita pitoisuuksia hyvin hienon aineksen reagoidessa ja huuhtoutuessa voimakkaasti. Tämä ilmiö nähdään myös näissä kosteuskammiokoe tuloksissa. Alun korkeiden pitoisuuksien jälkeen pitoisuudet asettuvat vakiintuneemmalle tasolle, kunnes varsinaiset hapettumisreaktiot alkavat.

Kosteuskammiokokeen tuloksista valitaan sopiva jakso edustamaan todellista tilannetta. Sivukivialueelle on läjitetty sekä tuoreita että pidemmälle rapautuneita kiviä, joten tuloksista valitaan pitkä ajanjakso. Sulkemisen jälkeiselle ajalle valitaan tulosjakso yleensä kosteuskammiokoeiden loppupäästä. Usein testausjakson alun tulosten painottaminen johtaa pitoisuuksien konservatiiviseen arvioon, mutta joissakin tapauksissa myös päinvastainen on mahdollista. Kosteuskammiokoe tuloksista havaitaan, että eri alkuaineet reagoivat hyvin eri tavalla riippuen kivilajista ja näytteestä. Esimerkiksi kuparin ja lyijyn tapauksessa pitoisuudet ovat kasvaneet vasta alun jälkeen.

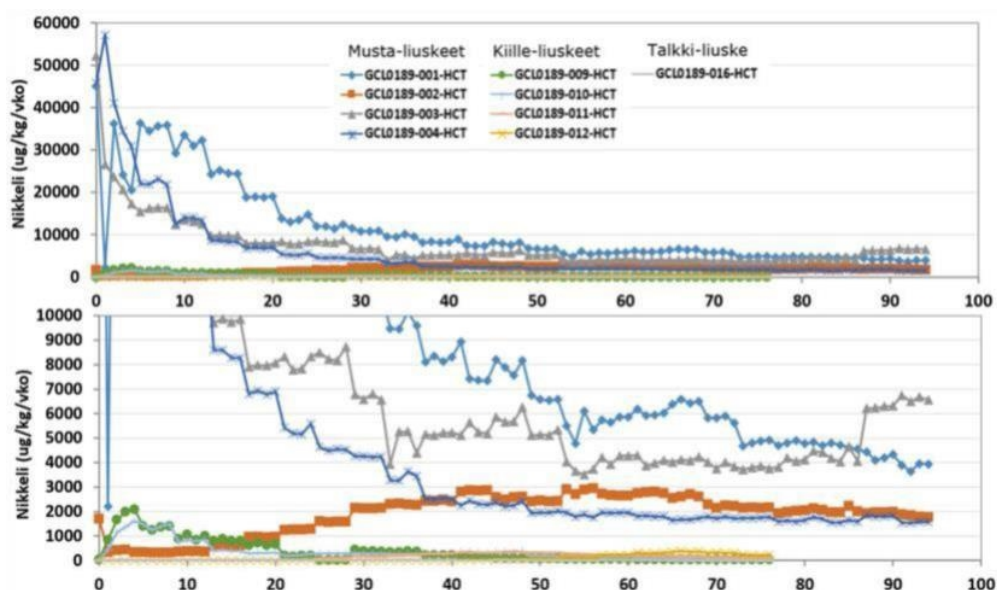
Kiilleliuske- ja talkkiliuskenäytteiden kosteuskammiokokeet lopetettiin viikkoon 76, koska tuloksissa oli nähtävissä kaikki pitkäaikaiskäyttämisen luotettavasti arvioimiseksi tarvittavat vaiheet. Mustaliuskenäytteiden osalta kokeita jatkettiin, koska osa pitoisuuksista oli vielä kasvusuunnassa ja esimerkiksi nikkelin pitoisuudet olivat yleisellä tasolla nähtävästä tasaantumisesta huolimatta vieläkin korkealla tasolla.

Kaikissa muissa näytteissä paitsi matalarikkisissä kiilleliuskenäytteissä pH on noin 4 tai alle viikosta 10 alkaen. Viikon 95 jälkeen mustaliuskenäytteistä kahden pH on alle 3. Matalarikkisissä kiilleliuskeissa pH laski noin 10 viikon kuluttua neljään ja tasoittui sitten. Kokeen alussa näytteiden viikkoliuosten redox-potentiaali (Eh) oli noin 400–500 mV. Tämän

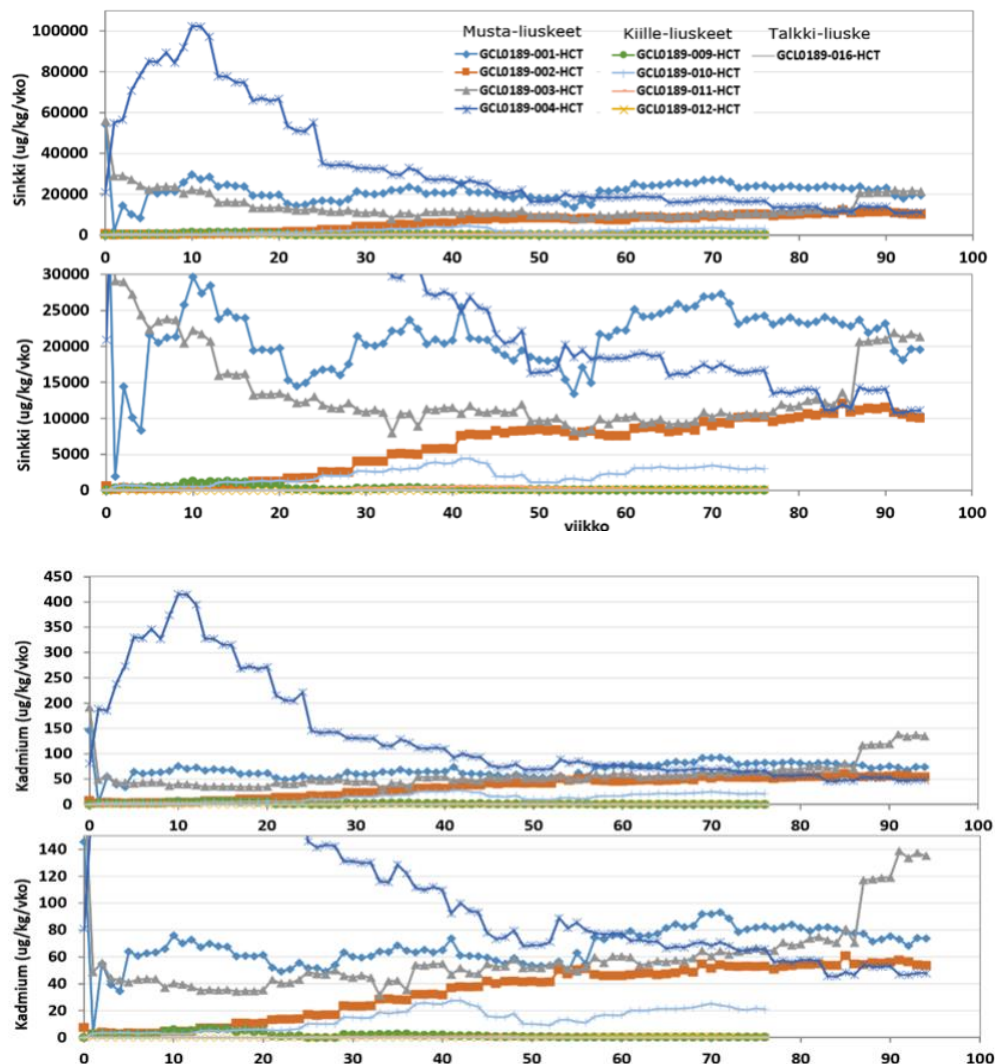
jälkeen redox-potentiaali on ollut pääsääntöisesti nousujohteinen. Kiilleliuskeissa redox-potentiaali tasaantui noin viikkoon 50 mennessä noin tasolle 700–800 mV. Mustaliuskeissa redox-potentiaali on ollut edelleen lievästi nousujohteinen, noin tasolla 600–700 mV.

Nikkeli on yksi tärkeimmistä potentiaalisesti ympäristölle haitallisista alkuaineista. Seuraavassa kuvassa on esitetty nikkelin pitoisuus kosteuskammiokokeen viikkoliuoksissa. Mustaliuskenäytteistä yksi (002) käyttäytyy poikkeavasti muihin mustaliuskenäytteisiin verrattuna. Muissa mustaliuskenäytteissä vapautuu runsaasti nikkeliä kokeen alussa, jonka jälkeen nikkelin vapautumisnopeus hidastuu pikkuhiljaa. Mustaliuskenäytteessä 002 ei nähdä alkuhuuhtouman vaikutusta ja nikkelin pitoisuus kasvaa vasta myöhemmillä viikoilla. Näytteen 002 nikkelin kokonaispitoisuus ei ole merkittävästi pienempi kuin muissa mustaliuskenäytteissä, joten hapettumiskäyttäytymisen erojen täytyy johtua joko mineralogiasta tai kivien tekstuurista. Mineralogiassa ei havaita muuta poikkeavaa kuin korkeat grafiitti- ja magneettikiisupitoisuudet. Mustaliuskenäyte 001 edustaa nikkelpitoisuutensa puolesta malmia. Korkearikkisissä kiilleliuskeissa nähdään sama kehitys kuin tyypillisillä mustaliuskeilla, mutta matalammalla tasolla. Nikkelin vapautuminen näytteistä ei noudata mitään selkeää sääntöä.

Nikkelin pitoisuus kosteuskammiokokeen viikkoliuoksissa on seuraavassa kuvassa (alakuvassa ylemmän kuvan skaala tarkennettuna).



Sinkki ja kadmium ovat myös ympäristövaikutusten kannalta merkittäviä metalleja. Molempien osalta pitoisuudet ovat tasaantumassa alun jälkeen myös mustaliuskenäytteiden osalta:



Mustaliuskenäytteiden osalta kosteuskammiokoeket ovat vielä käynnissä, sillä niistä liukenee vielä merkittävästi haitta-aineita eli tärkeimpien haitta-aineiden lähteenä olevien mineraalien hapetus on vielä käynnissä. Kokeiden lopettamisesta päätetään sitten, kun voidaan todeta, että näytteiden hapettumiskäyttäytyminen on kokeiden tulosten perusteella todennettu kattavasti. Kokeen jälkeen tehtävien näytteen jäännöksen analyysien tulosten perusteella voidaan tarkentaa arviota käynnistyneistä prosesseista sekä arvioida hapettuneiden (rapautuneiden) näytteiden käyttäytymistä erityisesti muodostuneiden sekundäärimineraalien osalta.

Mustaliuskeiden kosteuskammiokokeita aiotaan jatkaa niin kauan kuin kivien rapautumiskäyttäytymisessä havaitaan uusia piirteitä. Tällä hetkellä silikaattien rapautuminen näyttää olevan vielä käynnissä. Tärkeimpien haitta-aineiden kumulatiivinen poistunut määrä viikkoon 105 mennessä laskettiin verrattuna näytteiden kokonaispitoisuuksiin. Tulosten perusteella voidaan todeta, että noin 70 % nikkelistä ja kadmiumista on

poistunut, rikkiä on jäljellä huomattavasti enemmän (noin 10 % poistunut). Potentiaalisesti haitallisimpien aineiden osalta tärkein rapautumisjakso on ohitettu. Poikkeuksena on näyte 2, jossa hiilen kokonaispitoisuus oli 12,1 % eli noin 50 % muita mustaliuskenäytteitä korkeampi. Tässä näytteessä kaikki rapautumisreaktiot käynnistyivät selkeästi muita näytteitä hitaammin. Näiden ominaisuuksien perusteella näyttää epätoennäköiseltä, että rapautumisen loppupäässä (jonne esimerkiksi sivukivialueilla ei tämän hetken sulkemissuunnitelmien mukaan tulla pääsemään) tulisi tapahtumaan jotain merkittävää potentiaalisten haitta-aineiden päästöissä.

Taulukossa on esitetty mustaliuskenäytteiden nikkelin ja kadmiumin kokonaispitoisuudet sekä rapautumisen kautta viikkoon 105 mennessä poistuneen Ni, Cd, Zn, Cu, Fe ja S määrä (%) verrattuna näytteen kokonaispitoisuuteen.

	Ni _{tot} ppm	Ni _{pois} (%)	Cd _{tot} ppm	Cd _{pois} (%)	Zn _{pois} (%)	Cu _{pois} (%)	Fe _{pois} (%)	S _{pois} (%)
001 malmi	1705	67 %	13	55 %	54 %	24 %	2 %	8 %
002 korkea C-pitoisuus	712	28 %	21	19 %	15 %	0 %	0 %	5 %
003 lopun nousu	1075	75 %	10	74 %	63 %	17 %	4 %	13 %
004 alussa korkea Zn-Cd	838	73 %	15	87 %	80 %	61 %	2 %	14 %

Koska sivukiven pitkäaikaiskäyttäytyminen vaikuttaa muodostuvan suotoveden laatuun, on kosteuskammiokeiden tuloksia hyödynnetty AFRY Finland Oy:n laatimassa suotoveden geokemiallisessa mallintamisessa. Suotoveden geokemiallisen mallinnuksen tulokset on esitetty jäljempänä.

Lausunto pitkäaikaistestauksen tuloksista (hakemuksen täydennys 10.4.2025)

Terrafame Oy on täydentänyt hakemusta 10.4.2025 lausunnolla (AFRY Oy), jossa on tarkasteltu kosteuskammiokeiden jatkamista ja sen hetkisiä tuloksia. Lausunnon olennainen sisältö on koottu alle.

Yleistä

Terrafamen kosteuskammiokeet on käynnistetty loppuvuodesta 2021. Vuonna 2022 tuloksia ei ollut vielä merkittävästi saatavilla, mutta vuoden 2024 lopussa jätetty koko toiminnan sulkemissuunnitelma perustuu pitkäaikaistestauksen osalta kosteuskammiokeiden 95 viikon tuloksiin. Kiilleliuskeiden ja talkkiliuskenäytteen osalta kokeet keskeytettiin viikolla 76, koska katsottiin että näiden kivien hapettumiskäyttäytymisen tärkeimmät piirteet on kokeessa havaittu. Mustaliuskeiden kokeita jatkettiin siihen mennessä saatavilla olevien tulosten perusteella. Tällä hetkellä tuloksia on saatavilla mustaliuskeille viikkoon 154 tai 162 asti. Viikkoon 162 asti on saatavilla kosteuskammiokeelaboratorion itse tekemiä analyyskejä ja viikkoon 154 ulkoisessa laboratoriossa tehtäviä analyyskejä.

Kosteuskammiokokeiden tuloksia käytetään oleellisena lähtötietona erilaisissa geokemiallisissa vedenlaadunmallinnuksissa (esim. sivukivialueet, louhosjärvet). Geokemialliset vedenlaadun mallinnukset puolestaan toimivat lähtötietona muille mallinnoille, esim. vesi- ja kuormatase sekä vesistövaikutukset, ja ympäristösuunnittelulle laajemmin. Geokemiallisen mallinnuksen avulla arvioitavaa toimintaa parhaiten kuvaavan kosteuskammiokokeen tuloksien viikkojakson valinta on eräs mallinnuksen tärkeimmistä lähtötiedoista. Terrafamen sivukivialueiden osalta kosteuskammiokokeiden viimeisimmät tulokset eivät kuitenkaan ole olennaisia, koska sivukivien hapettumishistoria on niin lyhyt, että kivien hapettuminen ei ehdi edetä ajanjaksolle, jota kosteuskammiokokeen loppupään tulos edustaa (viikosta 95 eteenpäin). Erityisesti tämä pätee sivukivialueelle KL1, jossa läjityksen ja peittämisen välinen aika minimoidaan käyttämällä jo toiminnan aikana alkavaa vaiheittaista sulkemista. Toiminnan päättymisen jälkeen muodostuvan Kuusilammen louhosjärven pitkän ajan kehityksen osalta kosteuskammiokokeesta hyödynnetään todennäköisesti erityisesti kokeen loppuvaiheen tuloksia.

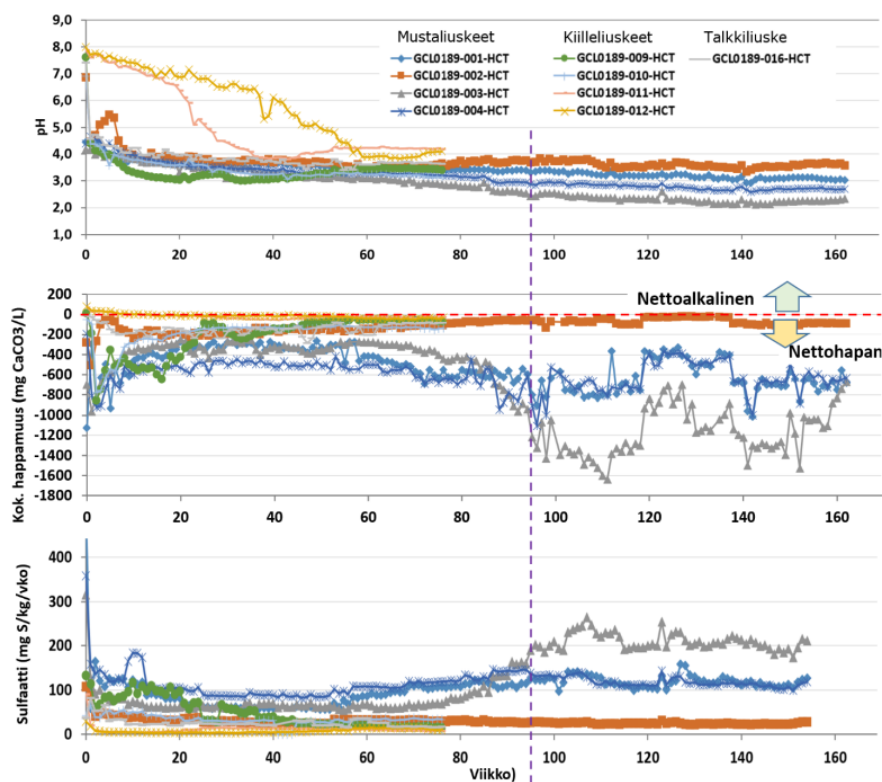
Kosteuskammiokokeessa tutkittavan aineksen hapettuminen tapahtuu huomattavasti nopeutetusti verrattuna olosuhteisiin esim. kaivosalueella. Tämä on seurausta laboratoriokoekesä käytettävän näytteen pienemmästä raakoosta (eli suurempi reaktiopinta-ala), korkeammasta lämpötilasta (n. 25 °C, hapettumisreaktiot tapahtuvat nopeammin kuin kenttäolosuhteissa) ja tehostetusta hapetus/huuhtelu -dynamiikasta (nopeampi pakotettu virtaus). Kosteuskammiokoekesä kivet siis hapettuvat nopeasti. Lisäksi reaktiiviset kivet tyyppillisesti hapettuvat nopeutetusti verrattuna hitaammin reagoiviin kiviin. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi reaktiivisessa kivessä luonnossa noin 20 vuoden aikana tapahtuva hapettumiskäyttäytyminen voi tapahtua kosteuskammiokoekesä 50 viikossa kun hitaammin reagoivassa kivessä vastaavat muutokset voidaan havaita vasta 80 viikon kuluttua. Reaktiivisissa kivissä, kuten mustaliuskeet, hapettumiskäyttäytymisen koko elinkaari nähdään siis verrattain nopeasti. Kokeita jatketaan, kunnes joko koe on vakiintunut tai mineralogian perusteella ei ole olettavissa enää merkittävää sulfidien tai muun hapettuvan aineksen reagointia.

Sivukivialueiden sulkemisen jälkeisen tilan arvioinnissa geokemiallisen mallinnuksen avulla mustaliuskeissa viikon 95 jälkeen tapahtuvan käyttäytymisen ei arvioida vaikuttavan mallinnustulokseen, sillä tiiviin peittorakenteen vuoksi on epätodennäköistä, että läjitys kokonaisuudessaan edustaisi vastaavaa tilannetta edes erittäin pitkän ajan kuluessa. Epävarmuus koskee siten lähinnä Kuusilammen louhosjärven vedenlaadun kehitystä pitkällä aikavälillä. Kuten myöhemmin tuloksista nähdään, tärkeimpien haitta-aineiden (Zn, Cd, Ni) pitoisuudet pienenisivät, mikäli mukaan otettaisiin viikon 95 jälkeisiä tuloksia. Rikin pitoisuus sen sijaan kasvaisi. Tärkein kosteuskammiokokeen tulosten käyttöön liittyvä epävarmuus liittyy siis rikin pitoisuuteen Kuusilammen louhosjärven vedessä.

Mustaliuskeiden kosteuskammiokokeiden tulokset viikoilla 0–162

Seuraavassa kuvassa esitetään kiviäytteiden yleistä kemiallista kehitystä kuvaavia parametreja (pH, kokonaishappamuus CaCO_3 :na sekä sulfaatin muodostumisnopeus mg/kg/viikko). Sulfaattia käytetään suoraan lähtötietona geokemiallisessa mallinnuksessa. Viikosta 95 viikkoon 162 mustaliuskeiden pH:ssa on ollut pieniä muutoksia ja loiva laskusuunta, mutta jakson aikana ei ole tapahtunut merkittävää muutosta. Kunkin näytteen kontaktiveden pH on asettunut omalle tasolle. Vähiten reaktiivisessa näytteessä (002) pH on tällä hetkellä 3,6 ja reaktiivisimmassa näytteessä (003) 2,3. Malminkaltaisen näytteen (näyte 001) pH on 3,0. Kokonaishappamuus on viikolla 162 samankaltainen kuin viikolla 95, mutta näiden viikkojen välissä on tapahtunut suuremman nettohappamuuden jakso. Sulfaatin muodostumisen nopeutumisen selittää hyvin kiteytyneen pyriitin hapettuminen. Kosteuskammiokokeessa olosuhteet pääsevät kehittymään hyvinkin radikaaleiksi verrattuna moiniin luonnollisiin ympäristöihin eli tulokset ovat tässä suhteessa konservatiivisia.

Kosteuskammiokokeiden tulosten perusteella on selvää, että tärkeimmät ympäristölle potentiaalisesti haitallisimpia aineita (Ni, Cd, Zn) sisältävät mineraalit hapettuvat pääsääntöisesti kokeen alussa ja tässä vaiheessa metalleista poistuu suurin osa verrattuna kokonaispitoisuuksiin (poikkeuksena näyte 002). Rikistä sen sijaan on viikkoon 95 mennessä poistunut vain pieni osa.

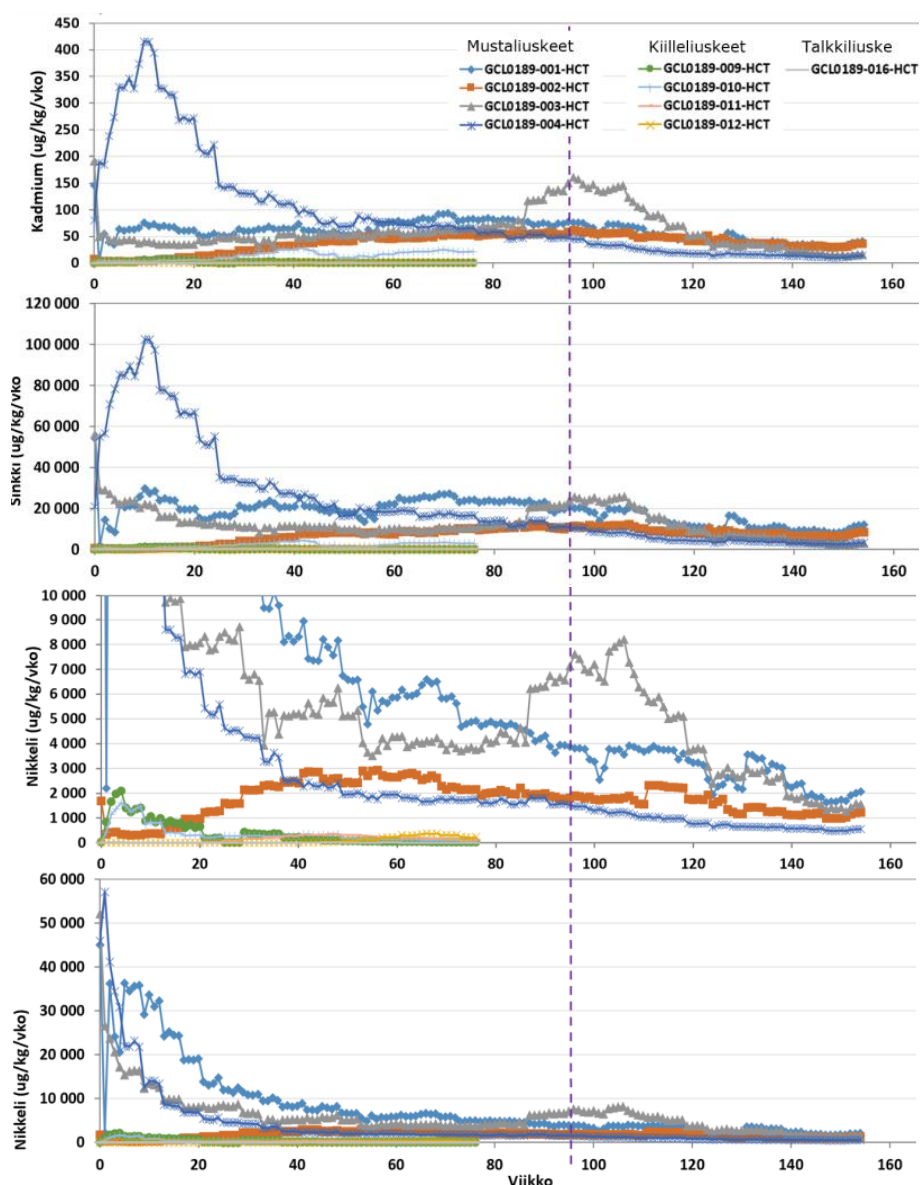


Mustaliuskeissa rautaa vapautuu noin samalla trendillä kuin sulfaattia, poikkeuksena malminkaltainen näyte 001, josta rautaa vapautuu suhteessa vähemmän. Myös piin vapautuminen saavuttaa huipun viikon

105 paikkeilla (näytteet 001, 003 ja 004), jonka jälkeen vapautuminen on hidastunut ja tasoittunut. Kosteuskammiokokeessa vapautuminen on näiden kaikkien alkuaineiden osalta tällä hetkellä suuruusluokaltaan 30 mg/kg/viikko eli 0,003 %. Tulos osoittaa, että kiven päämineraalien rapautuminen on alkanut, mutta massan poistuminen ei sinänsä ole absoluuttisesti suurta. Kosteuskammiokokeen tuloksesta ei suoraan voi päätellä massahävikkiä todellisessa tilanteessa, mutta suuruusluokaltaan esimerkiksi sivukiviläjityksessä massan vapautumisen määrä on sadasosa (1/100) siitä, mitä se on kosteuskammiokokeessa laboratorio-olosuhteissa.

Seuraavassa kuvassa tarkastellaan ympäristön kannalta potentiaalisesti haitallisimpien alkuaineiden (Cd, Zn ja Ni) vapautumista kosteuskammiokokeen viikkoliuoksissa. Sinkin ja kadmiumin vapautuminen on erittäin nopeaa alussa näytteessä 004 (Zn maksimissaan noin 100 mg/kg/vko ja Cd 0,4 mg/kg/vko). Viikon 40 jälkeen vapautuminen on maksimissaankin noin neljäsosa huipun tasosta. Sinkkiä vapautuu absoluuttisesti suurempi määrä kuin nikkeliä, mutta ympäristön kuormituksen kannalta se ei ole nikkeliä merkittävämpi. Sinkin ja kadmiumin kehitykset seurailevat toisiaan, selkeänä poikkeuksena kadmiumia vapautuu näytteestä 003 verrattain paljon viikkojen 85–115 aikana. Kadmium on tyypillisesti sitoutunut sinkkivälkkeeseen, joten tämän mineraalin rapautuminen selittää kummankin alkuaineen vapautumista. Sinkin ja kadmiumin vapautuminen on kääntynyt jatkuvaan laskusuuntaan noin viikolla 100. Mikäli jaksosta otettaisiin mallinnuksessa käytettyjä jaksoja pidempi jakso, pitoisuudet pienenisivät. Näytteissä 001 ja 004 vapautuminen on selkeästi alhaisemmalla tasolla viikon 95 jälkeen kuin sitä ennen.

Nikkelin vapautumisen kehitys esitetään alimmassa kuvaajassa kokonaisuudessaan ja tämän yläpuolella esitetään kuvasta tarkennus, jotta alun hyvin korkeat luvut eivät haittaa kehityksen tarkempaa tarkastelua myöhemmällä jaksolla. Viikon 40 jälkeen nikkelin vapautumisella on ollut selkeä laskeva muutossuunta kaikissa muissa näytteissä paitsi näytteessä 003. Näytteessä 003 laskevasta muutossuunnasta poikkeaa yläkin mainittu noin viikkojen 80–120 jakso. Mallinnuksen lähtötiedoissa käytettyä jaksoa pidemmän jakson valinta johtaisi nikkelin pitoisuuksien pienenemiseen.



Pitkäaikaistestaustulosten käyttö geokemiallisissa mallinuksissa

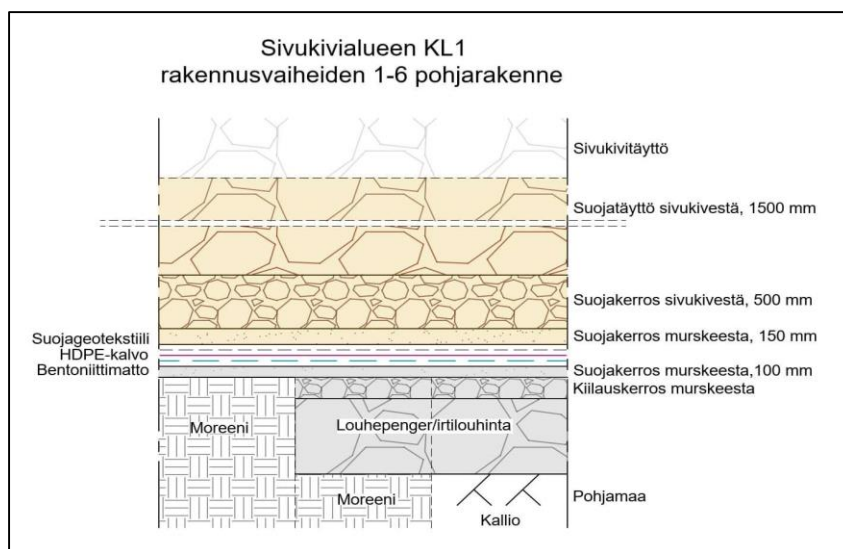
KL2-sivukivialueen mallinnus (AFRY Finland 2023) valmistui vuoden 2023 aikana. Mallinnus tehtiin alun perin käyttäen kosteuskammiokokeen viikkojaksoa 0–24. Mallinnuksen päivitysvaiheessa tuloksia oli saatavilla viikkoon 76 asti. Mallinnusraportissa on tarkastelu, miten syöteen päivitys vaikuttaisi tuloksiin. Tärkeimpien haitta-aineiden (Cd, Zn ja Ni) osalta pitoisuudet suotovedessä pienenisivät (eli mallin tulos on konservatiivinen), rikin osalta muutos olisi jonkun verran vapautumista lisäävä mustaliuskeissa ja vapautumista pienentävä kiilleliuskeissa. Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että lyhyemmän ajan tulos tuottaa konservatiivisen arvion vedenlaadusta. Näihin huomioihin perustuen voidaan todeta, että mallinuksissa on käytetty kosteuskammiokokeiden tuloksia asianmukaisesti.

Sivukivialueen pohjarakenteet

Rakennusvaiheet 1–6

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 pohjarakenne rakennetaan maanpintaa myötäileväksi. Alueella sijaitseville pehmeiköille tehdään massanvaihdot moreeniin tai kallioon saakka. Massanvaihdot sekä pohjantasauksen täytöt tehdään louheesta. Louhepenkereet kiilataan kalliomurskeella.

Rakennusvaiheiden 1–6 alueelle rakennettavan tiiviin pohjarakenteen tyyppipoikkileikkaus on esitetty seuraavassa kuvassa. Tiivistyskerroksen keinotekoisena eristeenä käytetään 2 mm HDPE-kalvoa, jonka alapuolella mineraalisena eristeenä käytetään bentoniittimattoa. Bentonitiittimaton alle rakennetaan tarvittaessa suojakerros kalliomurskeesta (0/16 mm). HDPE-kalvon päällä on suojageotekstiili (1200 g/m²) ja sen päällä ensin suojakerros kiilleliuskeesta (0/12 mm) ja tämän päällä suojakerros sivukivistä (0/200 mm). Raskaiden kuormien takia sivukivialueen pohjarakenne suojataan 1,5 m paksuisella louheesta tehdyllä suojatäytöllä ennen varsinaista läjitystä.



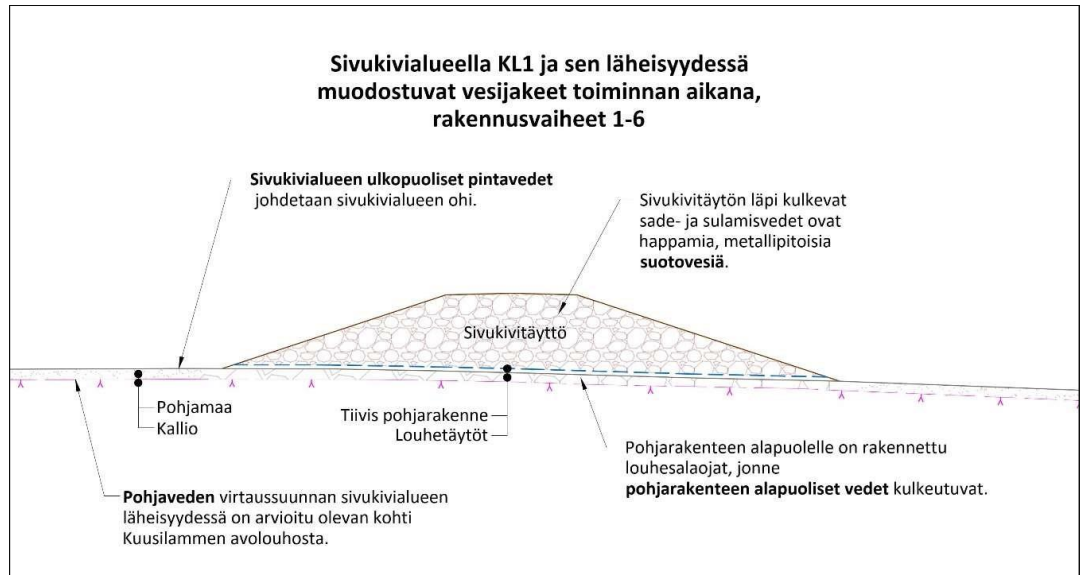
Rakennusvaihe 7

Happoa tuottamaton kiilleliuske sijoitetaan suoraan rakennusvaiheen 7 pohjamaan päälle eikä sille rakenneta vastaavaa kalvotettua pohjan suojarakennetta kuin rakennusvaiheille 1–6. Rakennusvaiheella 7 tehdään massanvaihtoja vain alueilla, joilla on vaikutusta esimerkiksi DP8-altaan tai viereisten huoltoteiden vakavuuteen. Massanvaihtojen tarpeellisuus selvitetään jatkosuunnittelun yhteydessä. Pehmeikköalueilla sivukiven läjitys toteutetaan murtoylipenkereenä, jolloin tavoitteena on hallittu pehmeiden maa-aineksien syrjäyttäminen sivukiven pohjaan täyttönä. Pohjaan täyttöä tehtäessä tulee tarkkailla syrjäytyneiden massojen määrää ja arvioida pohjaan täytön onnistumista. Pohjaan täytön aikana kaivetaan pois vastapainona toimivia eteen ja sivuille nousseita massoja.

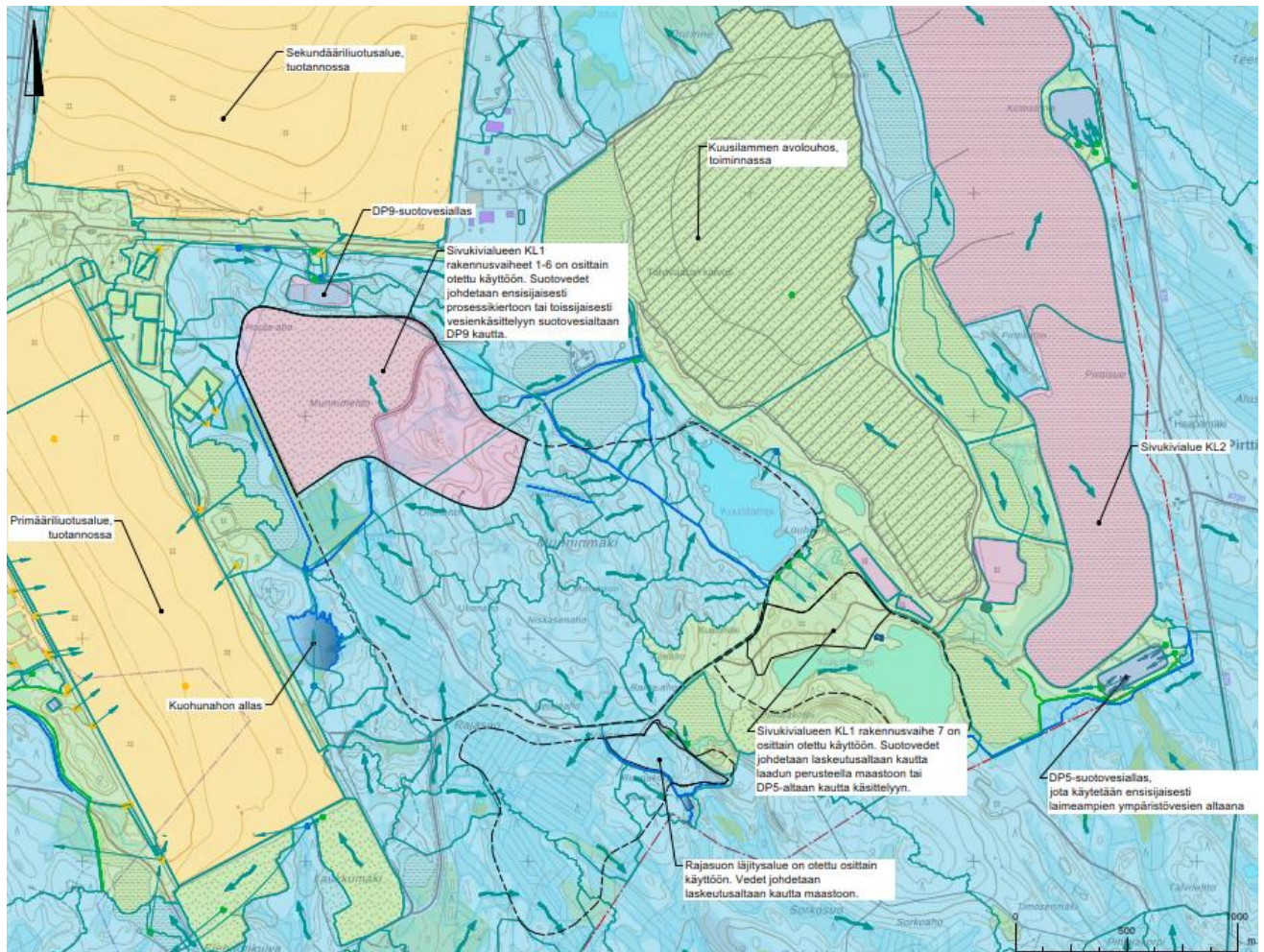
Vesienjohtaminen

Rakennusvaiheet 1–6

Sulkemattoman sivukivialueen rakennusvaiheiden 1–6 alueella ja niiden läheisyydessä muodostuvat vesijakeet tilanteessa, jossa sivukivialuetta ei ole suljettu, on esitetty seuraavassa kuvassa.



Vesienjohtamiskartta tilanteessa, jossa vain osa sivukivialueesta KL1 on otettu käyttöön eikä peittorakennetta ole vielä rakennettu, on esitetty seuraavassa kuvassa.

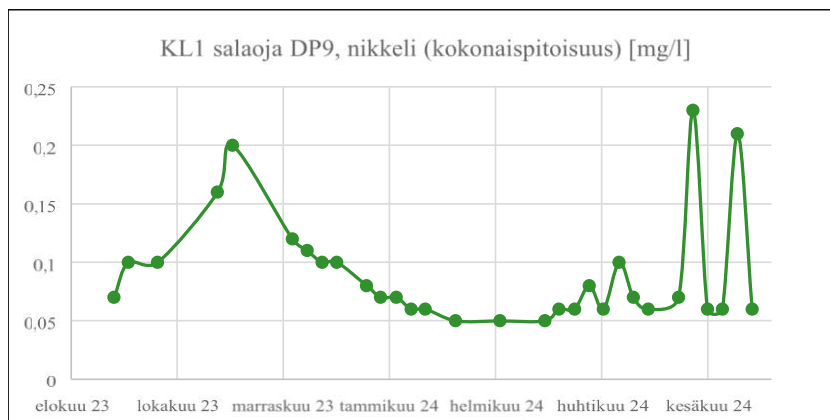
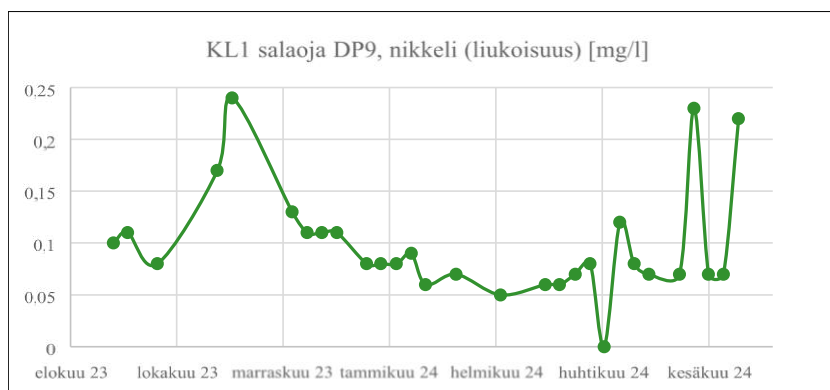
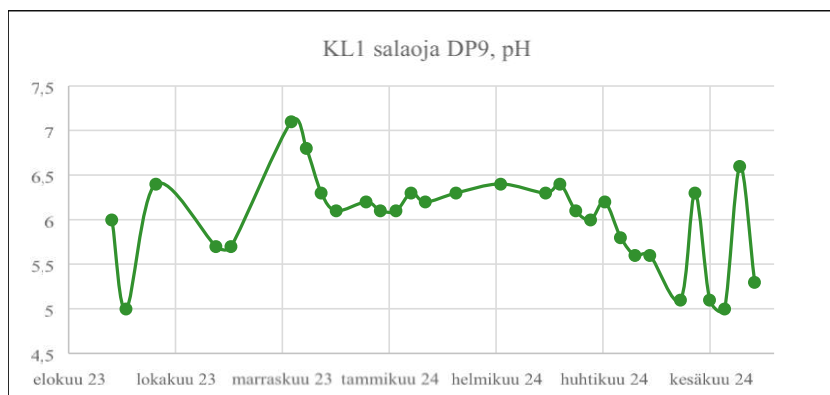


----- Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1-6 ja 7 sekä Rajasuon läjitysalueen suunnitelma-alueiden rajat

- Valuma-alue, puhtaat vedet
- Valuma-alue, todennäköisesti kontaminoituneet vedet
- Valuma-alue, bioliuotusalue
- Valuma-alue, kalvotut altaat ja sivukivialueet
- Pintavesien virtausnuolet
- Pumppaus, puhtaat vedet
- Pumppaus, vesien hallinta (sis. suojapumppaukset)
- Pumppaus, bioliuotus
- Puhtaan veden (niska)oja
- Kontaminoituneen veden niskaoja
- Kuusilammen avolouhos
- Kaivospiirin raja

Sivukivialueen rakennusvaiheiden 1–6 tiiviin pohjarakenteen alapuolelle rakennetaan louhesalaojat, joilla estetään pohjaveden nousu pohjarakenteen tiivistyskerrosta vasten. Kuivatusuomista pohjarakenteen alapuoliset vedet johdetaan pumppauskaivojen kautta veden laadun mukaisesti joko maastoon tai suotovesialtaiden kautta vesienkäsittelyyn.

Terrafame on osana omaa ympäristötarkkailuaan ottanut näytteitä sivukivialueen KL1 pohjarakenteen alapuolisista vesistä, seuraavissa kuvissa on esitetty tarkkailutulokset pH:n ja nikkelin (liukoinen ja kokonaispitoisuus) osalta.



Sivukivialueen pohjarakenne muotoillaan joka puolelta kaltevaksi siten, että pohjarakenteen yläpuolelle kertyvät suotovedet ohjautuvat kanaleja pitkin kohti altaita DP8 ja DP9. Allas DP9 sijoittuu sivukivialueen pohjoispuolelle ja allas DP8 sivukivialueen itäpuolelle. Altaat ovat maa- ja kalliopohjaisia altaita, joissa tiivisrakenteena toimii kaksi HDPE-kalvoa ja bentoniittimatto. HDPE-kalvojen väliin tehdään kuivatuskerros salaojamatosta.

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 alueella muodostuvat suotovedet kerätään pohjarakenteen muotoilun avulla suotovesialtaisiin DP8 ja DP9. Altaista vedet johdetaan MP1-altaan kautta ensisijaisesti prosessivedeksi liuotuskiertoon aina kun se on liuoskierron ympäristöturvallisuuden kannalta mahdollisesti tai käsiteltäväksi keskuspuhdistamolle. Altaat jaetaan välipenkereellä kahteen osaan, jolloin puhtaammat ympäristövedet saadaan pidettyä erillään metallipitoisemmista suotovesistä. DP9-allas on otettu käyttöön vuoden 2023 lopussa.

Silloin kun suotovettä ei voida johtaa tuotantoon liuoskierron kokonaistilavuuden vuoksi, vedet johdetaan vesienkäsittelyyn joko keskusvedenpuhdistamolle tai metallien talteenoton loppuneutraloinnin käsittely-yksiköille. Sivukivialueiden suotovesien johtaminen liuoskiertoon voi estyä korkean sadannan takia, koska myös liuostase kasvaa myös sadannan myötä. Myös useampi peräkkäinen sateinen vuosi rajoittaa suotovesien ohjaamista liuoskiertoon. Tässä tapauksessa suotovedet ohjataan loppuneutralointiin tai täsmäajolla puhdistamon kautta tasausaltaalle 1 tai 2. Arviodun mukaan korkean sadannan vuosina (yli 850 mm) voidaan johtaa liuoskiertoon maksimissaan 20–30 % ja loput neutraloidaan. 10 vuoden ajanjaksolle jaettuna tilanne toistuu keskimäärin joka kolmas vuosi.

Sivukivialueen KL1 ulkopuoliset puhtaat pintavedet johdetaan ympäristöjä pitkin pois kaivospiiriin alueelta. Sivukivialueen lounaisreunaan on rakennettu Kuohunahon pato, jonka avulla tehostetaan sivukivialueen KL1 ulkopuolisten, puhtaiden pintavesien keräämistä. Ulkopuolisten pintavesien laatuun vaikuttaa maaperän laatu ja mahdollinen muu alueelta tuleva kuormitus. Veden laatua tarkkaillaan säännöllisesti. Vedet, erityisesti siltä osin kuin ne ovat peräisin tuotanto- tai varastoalueilta, voidaan johtaa tarvittaessa myös käsittelyyn sivukivialueen altaiden kautta.

Rakennusvaihe 7

Rakennusvaiheen 7 suotovedet johdetaan niiden laadun perusteella viivytysaltaan kautta ympäristöön tai suotovesialtaaseen DP5, josta ne johdetaan vesienkäsittelyyn.

Suotovesien määrä ja laatu

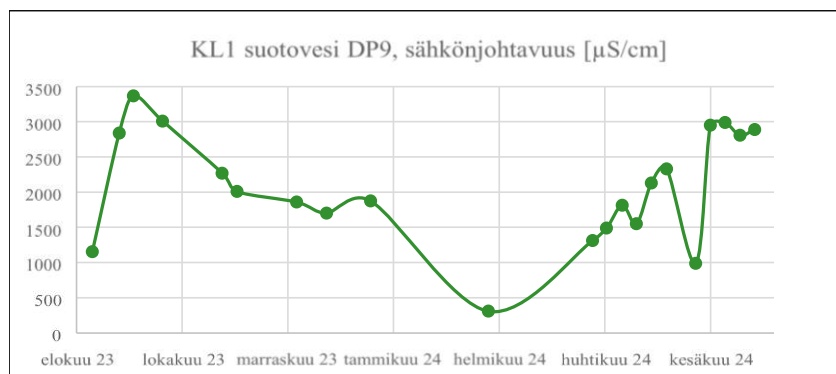
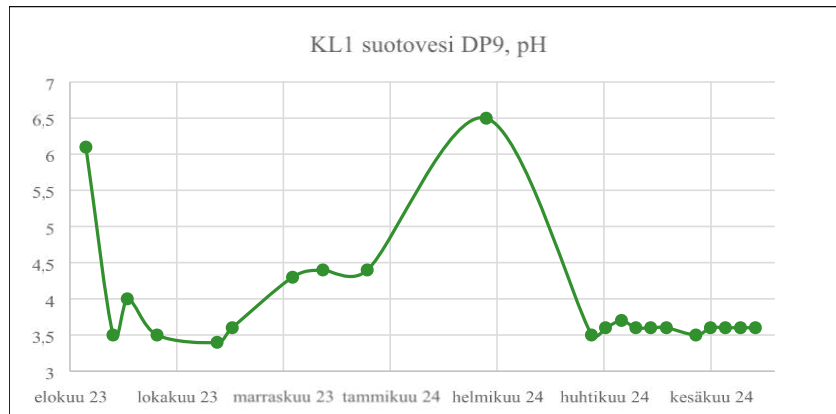
Rakennusvaiheet 1–6

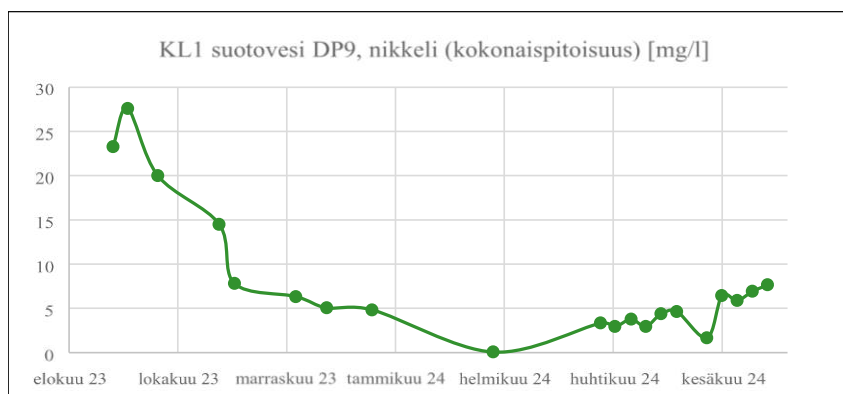
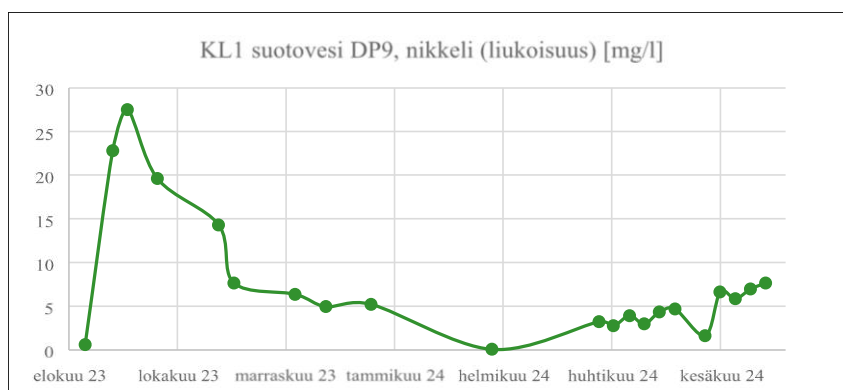
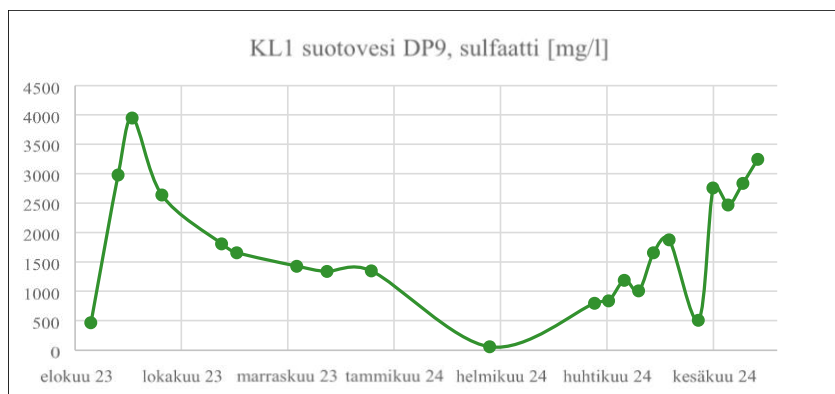
Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 alueella sijoitettava sulfidipitoinen sivukivi reagoi hapen ja veden kanssa muodostaen rikkihappoa, jonka vaikutuksesta sivukivestä liukenee veteen metalleja. Sivukivialueen KL1 DP9-altaaseen ohjattavista suotovesistä ulkopuolisen näytteenottajan ottamiin veloitettavien näytteisiin perustuvat tulokset vuodelta 2024 ovat seuraavassa taulukossa.

	Al µg/l	Hg liuk. µg/l	Cd, liuk. µg/l	Kiinto- aine mg/l	Co µg/l	Cu µg/l	Pb µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	pH	Fe µg/l	Zn µg/l	SO ₄ mg/l	S-joht. mS/m	N mg/l	U µg/l
KL1, suotovedet DP9-altaaseen																
18.7.2024	190	<0,02	2	1,3	15	17	1,1	1 200	57	4,7	270	160	87	40	20	1
9.9.2024	95000	<0,02	87	<1,0	1 300	630	96	42 000	11 000	3,4	19 000	19 000	3 100	450	36	230
4.12.2024	42 000	<0,02	230	<1,0	650	430	21	120 000	19 000	3,3	7 600	47 000	2 600	390	26	230

Vuonna 2024 suotovesiä on johdettu DP9-altaalta vesienkäsittelyyn lop-puneutralointiprosessiin ja keskusvedenpuhdistamolle yhteensä 494 074 m³.

Terrafamen omassa tarkkailussa DP9-altaan suotovedestä on otettu näytteitä elokuusta 2023 alkaen. Oman tarkkailun tulokset DP9-altaaseen tulevan suotoveden pH:n, sähkönjohtavuuden, sulfaatin ja nikkelin pitoisuuksien osalta on esitetty seuraavissa kuvissa.





Rakennusvaiheiden 1–6 alueelta tulevien suotovesien arvioidaan vastaavan laadultaan sivukivialueen KL2 suotovesiä, joita on tarkkailtu vuodesta 2017 lähtien. Sivukivialueen KL2 suotoveden laatua on seurattu altaaseen DP5 johdettavista suotovesistä lokakuusta 2017 alkaen ja altaaseen DP4 johdettavista suotovesistä huhtikuusta 2019 alkaen. Suotoveden laatua seurataan viikoittain yhtiön omassa laboratoriossa, minkä lisäksi ulkopuolinen näytteenottaja ottaa suotovedestä näytteet neljä kertaa vuodessa (maalis-, kesä-, syys- ja joulukuussa).

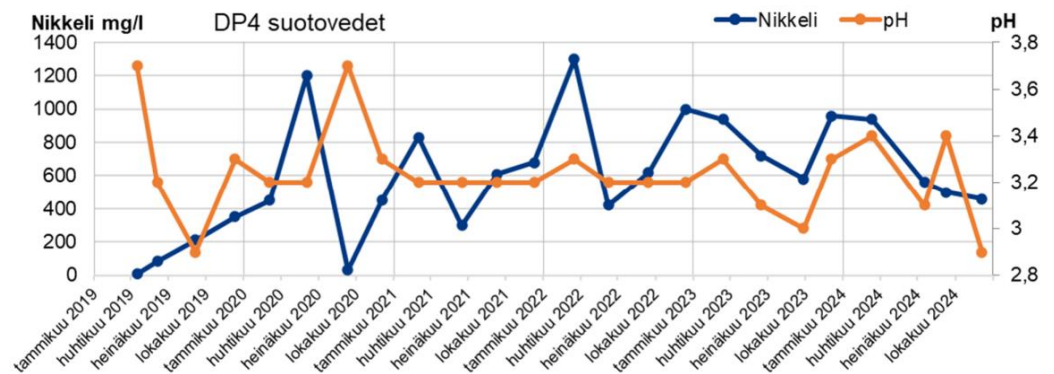
Sivukivialueen KL2 suotovesissä on havaittu kohonneita pitoisuuksia erityisesti alumiinin, kadmiumin, sinkin, sulfaatin ja typen osalta. Näiden vuoksi myös sähkönjohtavuus on ollut korkea. Näiden lisäksi etenkin nikkelpitoisuudet ovat olleet suotovedessä korkeita. Vuonna 2023 pH vaihteli välillä 3,2–3,6 ja nikkelpitoisuus välillä 650–1000 mg/l. Nikkelipitoisuuden osalta vaihteluväli oli hieman pienempää kuin vuosina 2017–

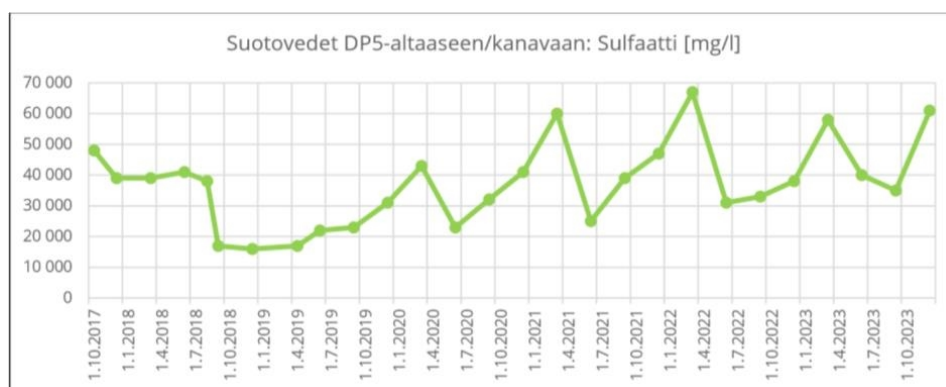
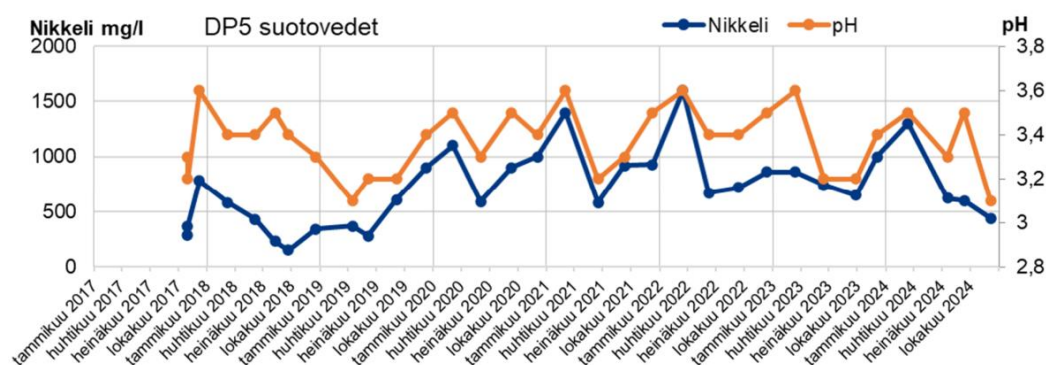
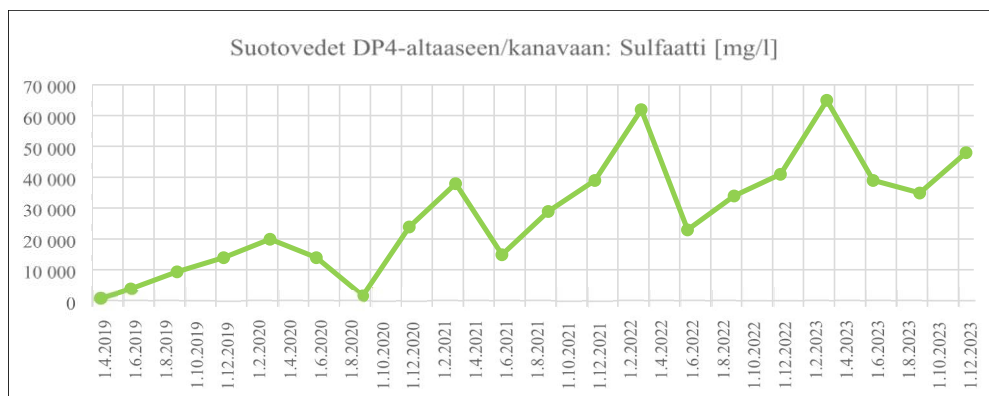
2022. Uraanin pitoisuudet suotovesissä ovat kasvaneet viime vuosien aikana vuosiin 2017–2019 verrattuna.

Seuraavassa taulukossa on esitetty suotovesien keskimääräisiä pitoisuuksia merkittävimpien parametrien perusteella vuosien 2017–2024 väliltä. Altaan DP4 osalta tiedot ovat vuosilta 2019–2024.

	näyte- määrä kpl	Al mg/l	Hg µg/l	Cd, liuk. µg/l	Kiinto- aine mg/l	Co mg/l	Cu mg/l	Pb µg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	pH	Fe mg/l	Zn mg/l	SO ₄ mg/l	Sähkön- joht. mS/m	N mg/l	U µg/l
KL2, suotovedet DP5-altaaseen																	
ka 2017	3	1 040	<0,1	3 533	42	17	13,9	15	1 313	480	3,4	1 777	970	42 333	1 433	16	3 767
ka 2018	5	572	<0,1	3 780	154	12	2,0	22	1 014	346	3,4	1 604	994	30 200	1 280	10	3 300
ka 2019	4	2 501	<0,1	8 000	178	14	5,22	24	2 238	540	3,2	1 848	1 775	23 250	1 925	5,0	6 325
ka 2020	4	1 228	<0,1	8 975	114	16	0,64	30	4 325	898	3,4	2 350	3 100	34 775	2 325	2,4	12 725
ka 2021	4	1 760	<0,1	9 925	29	16	0,22	21	4 650	958	3,4	2 300	3 050	42 750	2 625	2,3	16 450
ka 2022	4	2 325	<0,1	4 451	39	13	0,25	14	4 200	963	3,0	2 800	3 825	42 250	2 525	1,0	18 250
ka 2023	4	2 350	0,24	6 125	321	10	0,46	11	3 625	813	3,3	2 400	3 325	48 500	2 775	1	18 750
ka 2024	4	2 275	0,14	3 125	38	8	0,52	10	3 325	740	3,0	2 500	3 125	40 500	2 250	18	17 250
KL2, suotovedet DP4-altaaseen																	
ka 2019	4	189	<0,1	3 348	22	5	3,2	18	924	163	3,3	167	618	7 020	765	15	2 850
ka 2020	4	1 003	<0,1	8 875	38	15	37,5	37	3 095	533	3,4	520	2 590	14 915	1 205	8,4	12 190
ka 2021	4	1 620	<0,1	15 700	30	14	24,8	5,3	3 550	605	3,2	650	2 550	30 250	2 050	8,3	14 300
ka 2022	4	2 775	<0,1	14 400	20	19	31,8	6	4 275	835	3,0	1 105	4 150	40 000	2 375	6,0	21 000
ka 2023	4	2 575	0,29	15 075	174	17	12	6	3 975	800	3,2	1 228	3 625	46 750	2 800	5	20 250
ka 2024	4	2 125	0,25	6 750	82	13	10	5	3 250	615	3,0	1 168	2 925	40 500	2 275	2,0	17 250

Seuraavissa kuvissa on esitetty suotoveden pH:n, nikkelin ja sulfaatin pitoisuuksien vaihtelut altaissa DP4 ja DP5.





Mustaliuskeessa olevien sulfidimineraalien hapettumisnopeus vaikuttaa eri metallipitoisuuksien huuhtoumahuippujen ajoittumiseen. Näyteanalyysien perusteella sivukivessä esiintyvistä sulfidimineraaleista erityisesti magneettikiisun hapetus on käynnistynyt ensimmäisten vuosien aikana. DP5-kanaaliin tulee suotovesiä ensimmäisinä täytetyiltä sivukivalueilta ja siinä voidaan nähdä merkkejä metallipitoisuuksien kasvun tasoittumisesta. Rikkikiisun hapettuminen alkaa magneettikiisun hapettumisen jälkeen ja sen hapettuminen tapahtuu merkittävästi hitaammin ja pitkäkestoisemmin kuin magneettikiisun.

Rakennusvaihe 7

Rakennusvaiheen 7 alueelle läjitetään happoa tuottamatonta kiilleliusketta. Rakennusvaiheen 7 alueelle tehdyn sivukivitäytön suotovedestä on otettu omassa tarkkailussa näytteitä toukokuusta 2022 alkaen. Ulkopuolisen näytteenottajan ottamat suotovesitutkimukset alkoivat vuonna

2024 ja vuoden ensimmäistä näytettä ei saatu otettua veden vähyyden vuoksi.

Näytteet otetaan sivukivitäytön viereisestä väliaikaisesta, maapohjaisesta laskeutusaltaasta. Laskeutusallas sijaitsee Kuljunlammen ja kivi-autotien vieressä. Näytepaikka ei Terrafamen havaintojen perusteella ole täysin edustava, sillä esimerkiksi syys- ja kevättulvien aikaan Kuljunlammesta pääsee vettä näytteenottopisteelle ja läheisten toimintojen (kivi-autotie, läjitysalueet) vaikutusta näytteisiin ei voida poissulkea. Oman tarkkailun tulokset rakennusvaiheen 7 selkeytsaltaasta aikaväliltä 5/2022–7/2024 on esitetty tiivistetysti seuraavassa taulukossa. Terrafame selvittää edustavamman näytteenottopaikan sijaintia.

Selkeytysallas (KL1–7)	pH	Sähkönjohtavuus (µS/cm)	Sulfaatti (SO ₄) (mg/l)	Nikkeli (Ni), liukoinen (mg/l)	Nikkeli (Ni), kokonaispitoisuus (mg/l)
Minimi	4	51	<40	0,02	0,02
Maksimi	8	3948	2902	5,68	5,65
Keskiarvo	5,64	1018	623	1,35	1,42
Näytemäärä kpl	115	114	114	115	115

Koska sivukivialueelle 7 sijoitetusta sivukivestä liukenee todennäköisesti myös räjähdelainepäristä tyyppiä, seurataan jatkossa myös esimerkiksi typen määrää ja sen kehittymistä rakennusvaiheen 7 suotovesissä. Sivukivialueen KL2 suotovesissä kokonaistypen määrä on vaihdellut vuonna 2023 välillä 0,05...7,4 mg/l.

TEHDYT KOERAKENTEET JA PEITTORAKENTEISIIN LIITTYVÄ KOETOIMINTA

Osana sivukivialueiden sulkemissuunnittelua Terrafame on toteuttanut useita erilaisia koerakenteita. Tässä kappaleessa on käsitelty sivukivialueiden sulkemiseen liittyviä koetoimintoja ja kerrottu niiden tuloksista.

Parasta käyttökelpoista tekniikkaa kuvaavan BAT-asiakirjan (Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries) päätelmän 38 mukaisesti ei-pysyvän kaivannaisjätteen ja sellaisen jätteen, josta voi liueta haitallisia aineita, kuivapeittokerrosten tulee koostua useista toiminnallisista kerroksista, jotka rajoittavat hapen virtauksen ja veden suotautumisen jätteenseen. Peittorakenteen suunnittelun tulee aina perustua kokonaisvaltaiseen ja kohdekohtaiseen ympäristöriskien ja vaikutusten arviointiin. Oleellisena osana läpäisemättömien peittokerrosten rakentamisessa on niiden monitorointi ja seuranta myös toiminnan loppumisen jälkeen. BAT-asiakirjan tavoitteen saavuttamiseksi kaivoksella halutaan testata erilaisia menetelmiä sivukivialueen peittämisessä, jotta niistä voidaan valita lopulliseen tiivistys- ja maisemointirakenteeseen sopivimmat ratkaisut. Koetoiminnan aikana toteutetun rakenteen mahdollisesti aiheuttamia muutoksia sivukivialueen ympäristövaikutuksiin tarkkaillaan alu-

een suotovesistä sekä peittorakenteen pysyvyyden pitkäaikaisseurannalla. Erilaisten koerakenteiden ympäristövaikutuksia verrataan toisiinsa lopullisen sulkurakenteen rakentamisessa käytettävän parhaan käyttökelpoisen tekniikan määrittämiseksi.

Seuraavassa taulukossa ovat tiedot sivukivialueen sulkemiseen liittyvistä koetoimintapäätöksistä.

Päätösnumero	Asia	Päätöksen antamispäivä
113/11/1	Talvivaaran kaivoksen sulkemissuunnitelmaa koskevan päätöksen 74/09/1 lupamääräyksessä 1 annetun määräajan pidentäminen	18.11.2011
129/2016/1	Koetoimintailmoitus koskien kipsisakka-alueiden pintarakenteita	16.9.2016
89/2018/1	Sivukivialueiden peitterakenteiden koetoiminta	26.9.2018
117/2020	Koetoimintailmoitus geopolymeerin käytämisestä sivukivialueen pintarakenteessa	24.9.2020
149/2021	Koetoimintailmoitus sulkemisen peiterakennekokeista	9.9.2021

Seuraavassa taulukossa on esitetty koerakenteissa käytetyt rakennekerrokset. Taulukossa ei ole esitetty joka koerakenteen kohdalla esimerkiksi mahdollisia suojakerroksia.

Sekundäärikasan koerakenteet (v. 2012)	
Koerakenne	Rakennekerrokset (alhaalta ylöspäin)
VE1	HDPE-kitkakalvo + salaojamatto + pintakerros 500 mm
VE2	bentoniittimatto + salaojamatto + pintakerros 500 mm
VE3	turvekerros 500 mm + pintakerros 300 mm
VE4	tiivistetty turvekerros 500 mm + kuivatuskerros murskeesta 250 mm + pintakerros 300 mm
Kipsisakka-alueen koerakenteet (v. 2016)	
Koerakenne	Rakennekerrokset (alhaalta ylöspäin)
VE1A	bentoniittimatto + turvekerros 500 mm
VE1B	bentoniittimatto + sekamoreeni 500 mm
VE2A	kuivattu turvekerros 300 mm + kuivatuskerros 250 mm + turvekerros 500 mm
VE2B	kuivattu turvekerros 300 mm + kuivatuskerros 250 mm + sekamoreenikerros 500 mm
VE3	bentoniittimatto + HDPE-kalvo + salaojamatto + turvekerros 1000 mm
VE4	sekamoreenikerros 500 mm + turvekerros 500 mm
Sivukivialueiden koerakenteet (v. 2018)	
Koerakenne	Rakennekerrokset (alhaalta ylöspäin)
VE1	HDPE-kalvo + suojakerros KaM 0/16 300 mm + turve-moreeniseos 500 mm

VE2	tiivistetty turve/moreeniseos 500 mm + kuivatuskerros KaM 0/90 300 mm + turve/moreeniseos 500 mm
	Huom! Rakennetta muutettu v. 2020 lisäämällä tasaiselle alueelle muovikalvo
VE3	turve-moreeniseos 2000 mm
	Huom! Sivukivitäyttöä ei kiilattu
VE4	bentoniittimatto + suojakerros KaM 0/16 300 mm + kuivatuskerros KaM 0/90 300 mm + turve/moreeniseos 1000 mm
	Huom! Rakennetta muutettu v. 2020 katkaisemalla bentoniittimatto ja peittämällä se kasan päältä tasaiselta osalta
Geopolymeerirakenteet (v. 2020)	
Koerakenne	
Yhdeksän erilaista testirakennetta geopolymeeristä	
Sulkemisen peiterakennekokeilut, koeasetelma 1 (v. 2021)	
Koerakenne	
Geopolymeerikentän laajennus koko luiskan alalle	
Sulkemisen peiterakennekokeilut, koeasetelma 2 (v. 2021), koko luiskan alalle	
Koerakenne	Rakennekerrokset (alhaalta ylöspäin)
VE1A	HDPE-kalvo 1,5 mm + salaojamatto + pintakerros KaM 0/63 200 mm + kasvukerros moreenista ja turpeesta 500 mm
VE1B	HDPE-kalvo 1,5 mm + salaojamatto + kasvukerros moreenista ja turpeesta 500 mm
VE2A	puhdas, tiivistetty turve-moreenikerros 500 mm + bentoniittimatot + turve/moreenikerros 1000 mm
	Huom! Rakentaminen ei onnistunut
VE2B	lievästi pilaantunut, tiivistetty turve-moreenikerros 500 mm + bentoniittimatot + turve-/moreenikerros 1000 mm
	Huom! Rakentaminen ei onnistunut

Seuraavissa kappaleissa on esitetty peiterakennekokeiden yhteenvedon tulokset tiivistetysti.

Vuosi 2011–2012

Sekundäärialueen lohkon 1 luiskaan on rakennettu vuosien 2011–2012 aikana koealue, jossa on tutittu neljää eri pintarakennevaihtoehtoa. Koerakenteet muodostavat yhtenäisen alueen, jossa jokaisen koerakenteen leveys on 15 m ja luiskan pituus 42 metriä ja kaltevuus 1:3. Koerakenteiden pintarakenteissa on käytetty:

- tiiviskerroksessa 1,5 mm HDPE-kalvoa ja kuivatuskerroksessa salaojamattoja, pintakerroksen paksuus 500 mm (VE1)
- tiiviskerroksessa bentoniittimattoja ja kuivatuskerroksessa salaojamattoja, pintakerroksen paksuus 500 mm (VE2)
- tiiviskerroksessa tiivistettyä turvetta (500 mm), pintakerroksen paksuus 300 mm (VE3)
- tiiviskerroksessa tiivistettyä turvetta (500 mm) ja kuivatuskerroksessa kalliomursketta 0/55 (250 mm), pintakerroksen paksuus 300 mm.

Seurantatulosten (vuosina 2012–2017) mukaan koerakenteista parhaiten toimi HDPE-kalvo ja bentoniittimatto. Rakenteiden seuranta on päätynyt. Rakenteita seurataan erityisesti kasvillisuusvaikutusten seurannan näkökulmasta (alueen kasvillisuuden vaikutus tiivisrakenteeseen).

Vuosi 2016

Vuonna 2016 tehtiin kipsisakka-altaalle 1 lohkolle 1 neljä 30*40 m koealuetta kipsisakan ja geotuubisakan päälle. Seuranta päättyi vuonna 2020. Lysimetrien avulla tehdyn seurannan mukaan pienimmät veden läpäisyprosentit olivat vuosina 2019 ja 2020 HDPE-kalvolla ja sen peitorakenteella (VE3) ja rakenteella, jossa oli kuivatun turpeen päällä kuivatuskerros ja 500 mm turvekerros (VE2A).

Vuosi 2018

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on vuonna 2018 antanut päätöksen (nro 89/2018/1) sivukivialueen peiterakenteita koskevasta koetoimintailmoituksesta. Koetoiminnassa on tehty sekundääriliuotusalueen 1 lohkon 2 pohjoispuolelle neljä 35*35 m kokoista peiterakennepilottia. Rakenteet ovat kalvorakenne päätöksen 76/2017/1 ja silloisen sulkemissuunnitelman mukainen rakenne (VE1), kapillaarirakenne kuivatuskerroksella toteutettuna (VE2), turve/moreeniseoksesta tehty kahden metrin kerros kiilaamattoman sivukivitäytön päälle (VE3) ja kapillaarirakenteen ja bentoniittimaton yhdistelmä (VE4). Koekentät muotoiltiin avolouhoksesta tuodulla sivukivellä ennen varsinaisten rakennekerrosten tekemistä. Peiterakennekokeissa tutkittiin eri rakennevaihtoehtojen vedenläpäisevyyttä, peiterakenteen läpäisseen hapen määrää ja peiterakenteen alapuolista kosteutta.

Vuoden 2019 mittauksissa HDPE-kalvon läpäisyprosentti oli 0 % ja muilla rakenteilla läpäisy vaihteli 1,3–2,2 % välillä ja vuoden 2020 mittauksissa kalvorakenteen läpäisyprosentti 0 % ja muilla rakenteilla läpäisy vaihteli 5,8–8,4 %:n välillä. Lisäksi tehdyn happipitoisuuden ja maaveden potentiaalin seurannan tulosten perusteella voidaan todeta, että kalvorakenne toimii. Muiden rakenteiden seurannan tulokset olivat huonompia. Lämpötilaseurannan tuloksista voidaan päätellä, että HDPE-kalvo ei jäänyt talvellakaan.

Vuosi 2020

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on vuonna 2020 antanut päätöksen (nro 117/2020) geopolymeerin käyttämisestä sivukivialueen pintarakenteessa. Koetoimintailmoituksen mukaisesti on sivukivialueelle KL2 tehty koerakenne geopolymeeristä. Koerakenteella selvitettiin soveltuuko sulkemisrakenteeksi suunnitellun kalvorakenteen sijaan geopolymeeristä tehty tiivistyskerros sulkemiseen. Alueelle tehtiin noin 0,2 ha:n alueelle yhdeksän erilaista koealuetta.

Vuosi 2021

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on vuonna 2021 antanut päätöksen (nro 149/2021) sulkemisen peittorakennekokeista tehdystä ilmoituksesta. Koetoimintailmoituksen mukaisesti on tehty sivukivialueen KL2 lohkolle 1 geopolymeerirakenteen koealue (n. 0,45 ha), kaksi koepeittorakennetta bentoniitista (pinta-ala yhteensä 0,9 ha) ja kaksi koepeittorakennetta HDPE-kalvorakenteella (pinta-ala yhteensä 0,9 ha). Bentonitista rakennettavaa koepeittorakennetta ei pystytty työturvallisuussyistä rakentamaan valmiiksi, joten tuloksia bentoniittimaton sisältävän koerakenteen toimivuudesta ei saatu.

Koetoiminnassa tutkittiin eri rakennevaihtoehtojen rakennettavuutta sekä erityisesti geopolymeerivaihtoehdon vedenläpäisevyyttä ja peiterakenteen läpäissyttä hapen määrää. Tavoitteena oli tuottaa tietoa peiterakenteiden rakentamisesta sekä peitolla saavutettavista olosuhteista laajemman ja täsmennetyn sulkemissuunnitelman laatimista varten.

Kalvotettavalla koealueella selvitettiin parhaiten soveltuvat työmenetelmät pitkän ja 1:3 kaltevan luiskan turvallisesti kalvottamiseksi. Tietoa menetelmistä tarvitaan mm. tarkempien rakennussuunnitelmien laatimiseksi, mikäli alueita päädytään sulkemaan kalvorakenteella.

Bentoniittikoerakenteella oli tarkoitus selvittää rakenteen kestävyyttä ja veden ja hapen kulun estämiskykyä aiemmista kokeista poikkeavissa olosuhteissa. Kokeessa maa-aines sen päällä ja alla olivat saturoituneita vedestä ja siten edesauttoivat bentoniittimaton hydratoitumista kosteissa olosuhteissa.

Geopolymeerirakentella kerättiin tietoa geopolymeerin levitystekniikasta sekä peittomateriaalin pysymisestä ja sen vaikutuksista geopolymeeristä tehdyn tiivistyskerroksen päällä jyrkässä luiskassa. Geopolymeerirakenne on suunniteltu olevan vettä läpäisemättömäksi eikä rakenteesta itsestään arvioida aiheutuvan erityisiä päästöjä ympäristöön. Koerakenteen vaikutusta sivukivialueelta tuleviin päästöihin seurattiin tarkkailulla.

Koetoiminnan tulosten yhteenveto

Sekundäärialueen pohjoispuolella toteutetun eri rakenteiden koetoiminnan tuloksista on todettu, että aiempien vuosien tulosten perusteella koerakenteet eivät toimineet halutunlaisesti. Niiden vesitiiviys oli huono tai niiden toteuttaminen suuremmassa mittakaavassa ei olisi ollut taloudellisesti kannattavaa ja siksi ei ollut syytä seurannan tehostamiselle eikä koetoiminnan jatkamiselle.

Kalvorakenteiden osalta peiterakenteiden koetoimintojen seurannan yhteenvedon mukaan tuloksista voidaan päätellä, että kalvorakenne toimii. Esimerkiksi syksyn sateiden vaikutus on nähtävissä kalvon päällä olevissa mittareissa, mutta alla olevissa ei. Lämpötilasta voidaan päätellä,

että kalvo ei jäädy talvella ja keväällä haihdunta on suurta, eikä rakenteen päällä ole paljoa lunta. Maaveden potentiaali kuvastaa rakenteen kyllästymisastetta. Syksyllä kalvon päällä oleva aines on ollut vedellä kyllästynyttä.

Geopolymeerisellä peiterakenteella ei koetoiminnasta joulukuussa 2023 laaditun raportin mukaan saavutettu haluttuja tuloksia, koska valmistettu GP-rakenne oli epätasalaatuinen. Syynä oli, että huokoiseksi jäänyt GP-materiaali oli haurastunut talvikausien aikana ja alkanut vuotaa vettä läpi. Koetoiminnan tuloksista huolimatta käytetty GP-massa ja -menetelmä osoittautuivat mahdollisiksi ja tehokkaiksi peiteratkaisuiksi, joilla saavutettiin myös erittäin kestäviä ja tiiviitä peiterakenteita. Rakenteen ja materiaalin hyödyntäminen edellyttää kuitenkin erityisesti rakennettavuuteen liittyvää kehitystä, ennen kuin sitä voidaan tuotannollisesti hyödyntää Terrafamen toiminnan edellyttämässä mittakaavassa.

Koetoiminnan tulosten huomioiminen peittorakenteen suunnittelussa

Koetoiminnoissa on selvitetty erilaisten peittorakennevaihtoehtojen rakennettavuutta ja toimivuutta. Osana koetoimintoja on tehty myös koerakenteita, joissa on käytetty kalvoa tiiviskerroksena:

- Sekundäärikasan koerakenteet (päätösnumero 113/11/1): koerakenne VE1
- Kipsisakka-altaan koealueet (päätösnumero 129/2016/1): koerakenne VE3
- Sivukivialueiden koerakenteet (päätösnumero 89/2018/1): koerakenne VE1
- Sulkemisen peiterakennekokeilut, koeasetelma 2 (päätösnumero 149/2021): koerakenteet VE1A ja VE1B

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheille esitettyä peittorakennerratkaisua edustaa sulkemisen vuoden 2021 peiterakennekokeilujen yhteydessä (päätösnumero 149/2021) rakennettu koerakenne VE1A. Koerakenteessa on käytetty tiivisrakenteena HDPE-kalvoa, mutta nyt esitetystä peittorakenteesta on päädytty LLDPE-kalvoon, joka soveltuu paremmin peittorakenteeseen. LLDPE-kalvo esimerkiksi kestää muodonmuutoksia paremmin kuin HDPE-kalvo.

Kuten yllä on todettu, peittorakenteet, joissa kalvoa on käytetty tiivisrakenteena, ovat toimineet pääosin odotetusti. Lisäksi esitetyn peittorakenteen rakennettavuus on varmistettu aiemmin mainitun koerakenteen VE1A rakentamisen yhteydessä. On myös huomioitava, että peittorakenteen toimivuus ei perustu ainoastaan tiivisrakenteena käytetyn kalvon varaan, vaan jokaisella rakennekerroksen osalla on merkitystä peittorakenteen toiminnassa. Nyt esitetystä peittorakenteesta on otettu huomioon esimerkiksi kuivatuskerroksen tärkeys, jota ei vuoden 2018 sivukivialueiden koerakenteiden VE1-koerakenteessa ollut mukana.

Koerakenteista tehtyjen havaintojen perusteella voidaan myös todeta, että luiskien eroosioriski on suurimmillaan heti rakentamisen jälkeen ja

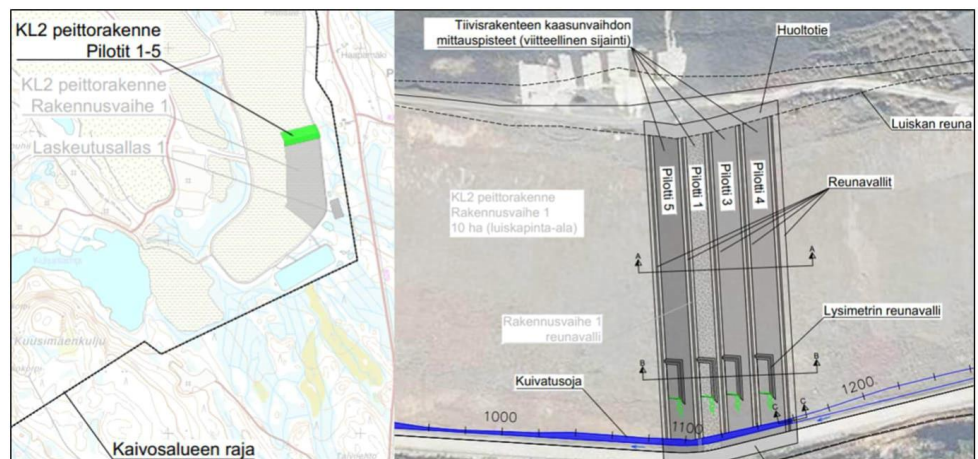
ennen kasvillisuuden kasvamista. Vuoden 2023 kesä oli hyvin runsas-sateinen, mutta koerakenteiden luiskissa ei havaittu merkittäviä eroosio-vaurioita maastokatselmuksissa, dronella tehdyissä ilmakuvauksissa, satelliittiperusteisissa mittauksissa tai kalvotetun koerakenteen liikeseu-rannan tulosten perusteella.

Terrafame jatkaa sulkemisirakenteisiin liittyvien koerakenteiden teke-mistä myös tulevaisuudessa (ks. seuraava kappale) Tämänhetkisen ar-vion mukaan LLDPE-kalvo on toimivin ratkaisu peittorakenteen tiivisra-kenteeksi, mutta tutkimustyön ja lisäselvitysten myötä jatkossa sivuki-vialueiden peittorakenteessa voidaan käyttää muitakin ratkaisuja, joille haettaisiin siinä tilanteessa erikseen lupaa.

Tuleva ja meneillään oleva koetoiminta

Vaikka kalvorakenne on todettu toimivaksi ja hyväksi sulkemisiraken-teeksi, on Terrafame kuitenkin sitoutunut edelleen tutkimaan ja kehittä-mään vaihtoehtoisia sulkemisirakenteita. Vuotuisesta tuotekehityksestä on sulkemisen suunnitteluun, laboratoriokokeisiin ja kenttäkokeisiin va-rattu merkittävä osuus.

Sivukivialueella KL2 on vuoden 2024 kesällä aloitettu kenttäkokeet nel-jän uuden mahdollisen peittorakenteen osalta. Näissä kokeissa on tar-koitus varmistua kyseisten rakenteiden soveltuvuudesta tiiviiksi peittora-kenteeksi veden ja hapen pitkäaikaisläpäisevyyden osalta. Lisäksi koe-rakenteilla saadaan kokemusta kyseisten rakenteiden rakennettavuuu-desta ja kustannustehokkuudesta tuotantomittakaavassa luiskiin toteu-tettaessa. Tulevien koerakenteiden sijainnit ja toteutettavat peittoraken-teet sivukivialueen KL2 luiskassa on esitetty seuraavissa kuvissa.



Terrafame Oy:n 31.12.2024 aluehallintoon vireille panemassa koko toi-mintaa koskevassa sulkemissuunnitelmassa (PSAVI/16044/2024) on kuvattu sivukivialueella KL2 vuonna 2024 aloitettua koetoimintaa seu-raavasti:

Kaikkia suunniteltuja rakenteita v. 2024 koetoiminnassa ei toteutettu. Pilotti 5 koerakenteesta luovuttiin työteknisistä syistä ennen koeluvasta

saatua päätöstä. Rakenteeseen palataan mahdollisesti myöhemmin sivukivikasan sulkemisen yhteydessä toteutettavalla koekentällä. Pilotti 4 kentän rakentaminen jouduttiin keskeyttämään toteutusvaiheessa turvallisuuspoikkeaman takia. Tästä kentästä koetoiminnasta saatiin siis arvokasta kokemusta rakenteiden soveltuvuudesta ja/tai rakennettavuudesta, mutta sen hyödyntäminen tuotannollisessa mittakaavassa vaatii vielä lisätutkimuksia. Samoin on aiemmin todettu esimerkiksi geopolymerin kohdalla. Toteutettujen rakenteiden osalta seuranta on alkanut loppuvuonna 2024 ja jatkuu ainakin vuoden 2026 kesään.

SIVUKIVIALUEEN KL1 SULKEMINEN

Sulkemisen lähtökohdat

Lainsäädännön vaatimukset ja kaivosalan yleiset ohjeet

Sivukivialueen KL1 sulkeminen tehdään voimassa olevien lakien mukaan. Sivukivialuetta koskevista sulkemistoimenpiteistä on määrätty mm.:

- kaivoslaissa (621/2011)
- ympäristönsuojelulaissa (527/2014)
- valtioneuvoston asetuksessa kaivannaisjätteistä (190/2013)
- valtioneuvoston asetuksessa vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun asetuksen muuttamisesta (1308/2015).

Ympäristönsuojelulaki (527/2014) edellyttää parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT, Best Available Techniques) ja ympäristön kannalta parhaan käytännön (BEP, Best Environmental Practice) soveltamista toiminnassa, joka voi aiheuttaa ympäristön pilaantumisen vaaraa. Parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla (BAT) tarkoitetaan ympäristönsuojelulain (527/2014) 5 §:n mukaisesti mahdollisimman tehokkaita ja kehittyneitä, teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia tuotanto- ja puhdistusmenetelmiä ja toiminnan suunnittelu-, rakentamis-, ylläpito-, käyttö- sekä lopettamistapoja, joilla voidaan ehkäistä toiminnan aiheuttama ympäristön pilaantuminen tai tehokkaimmin vähentää sitä ja jotka soveltuvat ympäristölupamääräysten perustaksi. Tekniikka on teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoista silloin, kun se on saatavissa käyttöön yleisesti ja sitä voidaan soveltaa asianomaisella toiminnan alalla kohtuullisin kustannuksin.

Sulkemiskäytösten riskejä ja parhaan käyttökelpoisen tekniikan käyttöä on arvioitu sekä kansainvälisten että kansallisten ohjeiden perusteella. Alla on esitetty ohjeet, joihin riskinarviointi ja parhaan käyttökelpoisen tekniikan ja ympäristön kannalta parhaiden käytäntöjen käytön arviointi perustuu.

Vuonna 2018 julkaistuun kaivannaisjätteiden hallinnan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskeva vertailuasiakirjaan ”Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries” (European Commission 2018) on koostettu tietoa kaivannaisteollisuudesta, kaivannaisjätteistä ja niiden ympäristövaikutuksista sekä kaivannaisjätteiden ja ympäristövaikutusten hallintamenetelmistä ja -tekniikoista. Vertailuasiakirjan BAT-päätelmissä on esitetty ne tekniikat, käytännöt ja toimenpiteet, jotka on todettu parhaiksi käytössä oleviksi kaivannaisjätteiden hallinnassa sekä kaivannaisjätteistä aiheutuvien haitallisten vaikutusten ehkäisyssä toiminnan koko elinkaaren aikana. Vertailuasiakirjan tarkoitus on edistää ympäristönsuojelua ja yhtenäistää ympäristölupakäytäntöjä Euroopan Unionin sisällä.

Ympäristöministeriö on vuonna 2020 julkaissut Opas kaivannaisjätteiden hallinnan MWEI BREF vertailuasiakirjan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskevien päätelmien soveltamiseen -julkaisun (Ympäristöministeriö 2020), johon on kerätty keskeinen tieto edellä mainitusta MWEI BREF -vertailuasiakirjassa esitetyistä BAT-päätelmistä sekä niiden soveltamisesta Suomessa huomioiden kansalliset ohjeistukset, oppaat ja lainsäädännöt. MWEI BREF -vertailuasiakirjan luvussa 5 esitetyt BAT-päätelmät jakautuvat kahteen ryhmään:

- yleisiin BAT-päätelmiin, jotka ovat sovellettavissa kaikkiin kohteisiin (ellei muuta ole määritelty)
- riskiperustaisiin BAT-päätelmiin, joita sovelletaan sellaisiin kohteisiin, joissa on tunnistettu ympäristöriskien ja -vaikutusten arvioinnin kautta tiettyjä, tunnusomaisia ympäristöön tai ihmisten terveyteen kohdistuvia riskejä.

Riskiperusteiset BAT-päätelmät koskevat BAT-tekniikoita, joiden on tunnistettu ehkäisevän tai vähentävän mahdollisimman paljon ympäristöriskien ja -vaikutusten arvioinnissa todennettuja spesifisiä riskejä. Riskiperusteisissa BAT-päätelmissä on keskeistä niiden soveltaminen ympäristövaikutusten ja riskien arvioinnin kautta huomioiden kaivannaisjätteiden ja niiden jätealueiden ominaisuudet, sijainnit sekä paikalliset ympäristöolosuhteet.

Suomalainen kaivosten sulkemissuunnittelua koskeva opas on vuonna 2005 julkaistu Kaivoksen sulkemisen käsikirja (Heikkinen & Noras 2005). Oppaan tarkoituksena on tarjota yleisiä lähtökohtia ja esimerkkejä sulkemisen suunnittelulle. Metallimalmikaivostoiminnan parhaat ympäristökäytännöt -julkaisuun on kerätty tietoa Suomen olosuhteisiin soveltuvista metallimalmikaivannaissektorin parhaista ympäristökäytännöistä (BEP).

Sulkemissuunnitteluun vaikuttaa myös Terrafame Oy:n sitoutuminen vuonna 2016 laadittuun kaivosvastuujärjestelmään. Kaivosvastuujärjestelmä koostuu yhteisistä toimintaperiaatteista sekä arviointityökaluista, jotka kattavat kaivostoiminnan koko elinkaaren. Toimintaperiaatteissa painotetaan sulkemisen aktiivista huomioimista ja sulkemiseen varautumista koko toiminnan elinkaaren ajan. Sulkemiseen varautuminen pitää

sisällään mm. sulkemissuunnitelmien tarkentamisen ja sulkemistoimenpiteiden kustannusarvioiden jatkuvan päivittämisen hyvien käytäntöjen mukaisesti.

Sivukivialuetta KL1 koskevassa ympäristölupapäätöksessä nro 107/2023 on esitetty suoraan sulkemista koskeva lupamääräys 36 (alla). Lupamääräysten perusteluissa on viitattu kaivoksen toimintaa koskevassa ympäristöluvassa nro 87/2022 annettuihin yleistasoisii määräyksiin toiminnan lopettamisen jälkeen tehtävistä toimita sekä velvoitukseen jatkaa sulkemisen suunnittelua ja laatimaan yksityiskohtaisempi sulkemissuunnitelma. Ympäristöluvan nro 87/2022 mukainen määräaika sulkemissuunnitelman toimittamiselle aluehallintovirastoon on todettu riittäväksi myös sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelman toimittamiselle.

”36. Luvan saajan on jätettävä hakemusasiana Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle vuoden 2024 loppuun mennessä riskinarvioon ja sulkemisen jälkeiseen pitkän aikavälin vaikutustarkasteluun perustuva sulkemissuunnitelma, johon on yhdistetty myös sivukivialueen KL1 ja maanlajitusalueen sulkemissuunnitelma ja uusi jätehuoltosuunnitelma.

Aluehallintovirasto voi täsmentää sulkemista koskevia lupamääräyksiä tai täydentää lupaa uuden sulkemissuunnitelman ja jätehuoltosuunnitelman perusteella.”

Sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitteluun vaikuttaa myös ympäristölupapäätöksen nro 107/2023 (PSAVI/4347/2020) kohdassa 14 esitetty vaatimus lohkojen 1–6 (nyk. rakennusvaiheiden 1–6) täyttötoiminnosta:

”14. --- Luvan saajan on suunniteltava ja toteutettava lohkojen 1—6 täyttötoiminto siten, että ympäristöluvan mukaisella rakenteella sulkematta olevan jätealueen laajuus on joka tilanteessa enintään 100 hehtaaria. ---”

Aiemmat sulkemissuunnitelmat

Kaivosalueelle laadittu sulkemissuunnitelma on päivitetty vuonna 2021. Sulkemissuunnitelman päivityksessä on tarkennettu sulkemissuunnitelmaa sen julkaisun jälkeen laadituilla laajennus-, korotus- ja sulkemissuunnitelmillä sekä läjitettyjen materiaalien ominaisuuksien ja luokitusten osalta että tehtyjen lisäselvitysten (peittorakenteiden koekentät) ja toteutuneiden muutosten osalta. Sivukivialueiden sulkemiseen liittyen sulkemissuunnitelmassa on nostettu esiin sulkemiseen liittyvät suurimmat riskit ja lisäselvitystarpeet, ja todettu että ympäristöriskin arvioimiseksi peittorakenteita ja niiden vaihtoehtoja tulee arvioida kokonaisuutena riskinarvion kautta.

Terrafame on toimittanut koko toimintaa koskevan uuden sulkemissuunnitelman aluehallintovirastoon hyväksyttäväksi vuoden 2024 lopussa. Yhtiö pitää vuoden 2021 sulkemissuunnitelmaa monelta osin kuitenkin kohtalaisen ajantasaisena, vaikka hakemuksessa esitettyä rakennetta on kehitetty sulkemissuunnitelmassa esitetystä. Sulkemissuunnitelma

on monella tapaa iteratiivinen ja jatkuva prosessi, josta kirjallinen laadittu sulkemissuunnitelma on laatimishetken kuva kokonaisuudesta. Sulkemissuunnittelu ja käytäntöjen kehittäminen tulee jatkumaan myös vuoden 2024 sulkemissuunnitelman toimittamisen jälkeen. Terrafame pitää tärkeänä, että sulkemiskäytäntöjä voidaan kehittää toiminnan aikana. Myös vesienhallinnan valuma-alueeseen kannalta sulkemistoimenpiteet ovat merkittäviä ja toimenpiteillä voidaan vähentää toiminnasta aiheutuvia ympäristövaikutuksia.

Sulkemisen tavoitteet

Riskinarviointi ja ympäristö- ja turvallisuusriskien hallinta ovat oleellinen osa sulkemissuunnittelua ja sulkemisen tavoitteiden määrittelyä.

Sivukivialueen KL1 sulkemisrakenteen suunnittelu pohjautuu riskipohjaiseen arviointiin toimialaa koskevien parhaiden käytänteiden (MWEI-BREF) mukaisesti. Jäljempänä on esitetty peittorakenteen valintaan vaikuttavat tekijät, joissa pääroolissa on ollut ympäristö- ja turvallisuusriskien huomiointi. Jäljempänä on verrattu sivukivialueen KL1 sulkemiseen liittyvää toimintaa kaivannaisjätteiden hallinnan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskevan vertailuasiakirjan ”Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries” (European Commission 2018) luvussa 5 esitettyihin BAT-tekniikoihin ja esitetty miten niitä on sovellettu sivukivialueen KL1 sulkemisen suunnittelussa.

Lisäksi koska sekä sivukivialueen KL2 että sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemista tehdään toiminnan aikana vaihteittain, on mahdollista hyödyntää suljettujen alueiden peittorakenteen seurannan tuloksia suhteessa asetettuihin toimintatavoitteisiin ja näitä havaintoja voidaan käyttää peittorakenteen optimoinnissa ja mahdollisessa parantamisessa tulevaisuudessa sekä sivukivialueen KL2 että muiden peitetävien sivukivialueiden osalta. Terrafamen käyttämä jatkuvan sulkemisen strategia mahdollistaa siis sen, että sulkemiseen liittyviä riskejä voidaan uudelleen arvioida ja sulkemisratkaisuja optimoida jo toiminta-aikana.

Suurimmat sivukivialueen KL1 sulkemisen riskit liittyvät rakennusvaiheiden 1–6 alueelle läjitetyn happoa tuottavan sivukiven happamien suotovesien muodostuksen estämiseen pitkällä aikavälillä. Rakennusvaiheen 7 osalta huomioitava riski on suotoveden laatu esimerkiksi typpikuormituksen osalta. Sulkemisen päätavoitteena onkin minimoida pohjaveden laadun heikkenemisen ja maaperän pilaantumisen riskit. Lisäksi sivukivialueelta peittorakenteen päältä tulevien puhtaiden pintavesien johtaminen hallitusti ympäristöön on tärkeässä roolissa vesien hallinnan näkökulmasta. Turvallisuuden näkökulmasta tarkasteltuna sulkemisen jälkeen sivukivialueen tulee olla ihmisille, eläimille ja ympäristölle turvallinen.

Seuraavassa taulukossa on esitetty tiivistetysti sivukivialueen KL1 sulkemiseen liittyvät tunnistetut riskit sekä sulkemisen tavoitteet ja toimenpiteet näiden riskien minimoimiseksi. Jäljempänä on kerrottu tarkemmin

riskien minimoimiseksi toteutettavista toimenpiteistä ja riskinarvion kautta tehdystä peittorakennetyypin valinnasta ja vesienjohtamisesta sulkemisen jälkeen.

Riskitekijä	Sulkemisen tavoitteet	Toimenpiteet
Sortumat	Sortumien estäminen	Luiskien muotoilu 1:3 tai loivemmiksi, huolellinen kiilaus
Happaman, metallipitoisen suotoveden muodostuminen	Suotoveden muodostumisen vähentäminen	Peittorakenteen tulee rajoittaa sekä hapen kulkua että sade- ja sulamisvesien pääsyä kaivannaisjätteeseen
	Sivukiven sulfidimineraalien hapettumisen vähentäminen	Suotovesien laadun ja määrän seuranta
	Aktiivisten vesienkäsittelymenetelmien käytön vähenneminen suotoveden määrän vähentyessä	Peittorakenteen toimivuuden arviointi peittorakenteen (myös koerakenteet) tarkkailutulosten perusteella Tarkkailutulosten ja arviointien huomiointi iteratiivisessa sulkemissuunnittelussa
Happamien, metallipitoisten suotovesien pääsy ympäristöön (rakennusvaiheet 1–6)	Sulkemisen jälkeen mahdollisesti muodostuvien suotovesien johtaminen siten, että pohjavedelle, pintavesille tai maaperälle ei aiheudu pilaantumisen vaaraa	Sulkemisen jälkeen mahdollisesti muodostuvat suotovedet johdetaan Kuusilammen avolouhoksen toiminnan aikana kuten nykytilanteessa DP-altaiden kautta prosessikiertoon tai vesienkäsittelyyn. Kuusilammen avolouhoksen toiminnan loputtua suotovedet johdetaan Kuusilammen louhosjärveen.
Ympäristölle haitallisten suotovesien pääsy ympäristöön (rakennusvaihe 7)	Sulkemisen jälkeenkin suotovesien johtaminen ja/tai käsittely siten, että pohjavedelle, pintavesille tai maaperälle ei aiheudu pilaantumisen vaaraa	Suotovesien laadun seuranta ja vesienjohtamisen ja/tai käsittelyn tarkempi suunnittelu tarkkailutulosten perusteella Tarvittaessa vedet johdetaan DP5-altaan kautta vesienkäsittelyyn tai Kuusilammen louhosjärveen
Peittorakenteen pitkäaikaiskestävyys	Peittorakenne toimii suunnitellusti	Rakennekerrosten valinnassa huomioidaan niiden yhteensopivuus ja soveltuvuus kohteeseen (stabiilitteetti luiskissa, mahdollisten painumien huomiointi, eroosiokestävyys, riittävä kuivatus, riittävät rakennekerrospaksuudet esim. routivuuden ja kalvon suojaamisen kannalta)
		Koerakenteista saatujen kokemusten hyödyntäminen varsinaisessa rakentamisessa
		Rakentamisen laadunvarmistus
Peittorakenteen pintavesien virtaamien ja määrien hallinta	Peittorakenteen pintavedet johdetaan hallitusti maastoon	Peittorakenteessa käytettävät materiaalit eivät sisällä haitta-aineita, arvioituihin pintavesimääriin nähden riittävät kuivatusjärjestelyt (mm. laskeutusaltaat)
Eroosio, kiintoaineksen merkittävä määrä suljetun sivukivialueen pintavesissä	Eroosion vähentäminen, kiintoaineksen vähentäminen peittorakenteen päältä tulevista pintavesistä	Peittorakenteen pintakerroksen eroosiokestävyyden huomiointi, kasvillistaminen, laskeutusaltaat, vaiheittain sulkeminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa
Pölyäminen	Pölyämisen vähentäminen	Kasvillistaminen
Maisemahaitat	Sivukivikasan maisemointi mahdollisimman luonnonmukaiseksi ja maisemakuvaan sopivaksi	Sivukivikasan muotoilu ja kasvillistaminen

Sivukivialueen peittorakenne

Yleistä

Kaivannaisjätteiden hallinnan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskevassa vertailuasiakirjassa (Best Available Techniques (BAT Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries) on päätelmässä 38 esitetty kaivannaisjätteen sijoitusalueiden peittämistekniikoita. Peittorakenteen suunnittelun tulee perustua kokonaisvaltaiseen ja kohdekohtaiseen ympäristöriskien ja -vaikutusten arviointiin. Valittava tekniikka riippuu läjitettävän jätteen laadusta.

Rakennusvaiheet 1–6

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 alueelle läjitettävä sivukivi on pääosin mustaliusketta ja luokiteltu todennäköisesti happoa tuottavaksi. Happoa tuottavalle, kiinteälle kaivannaisjätteelle paras mahdollinen vertailuasiakirjassa esitetty tekniikka on BAT 38e:n mukainen läpäisemätön, alhaisen virtaaman kuivapeitto. Tekniikka soveltuisi myös uraania sisältävien kaivannaisjätteiden radonpäästöjen hallintaan, vaikka Terrafamen sivukiven uraanipitoisuudet eivät merkittävästi poikkeakaan suomalaisesta kallioperästä.

Läpäisemätön, alhaisen virtaaman kuivapeiton rakenne voi vaihdella yksinkertaisista peitoista monimutkaisiin rakenteisiin, jotka koostuvat useista erilaisista toiminnallisista kerroksista. Rakenteen tavoitteena on estää hapen virtaus ja rajoittaa sadeveden pääsyä kaivannaisjätteen. Rakenne koostuu yleensä kahdesta tai useammasta kerroksesta, esimerkiksi tiiviskerroksesta, kuivatuskerroksesta ja pintamaakerroksesta. Rakenteessa voidaan käyttää geosynteettisiä materiaaleja, kuten eristekalvoja. Peittorakenteen paksuus voi vaihdella 0,5...3,0 m välillä ja sen tiiviskerroksen vedenläpäisevyyden tulee olla yleensä $<1 \cdot 10^{-9}$ m/s.

Happoa todennäköisesti tuottavan mustaliusketäytön peittorakenteen suunnittelussa on lähdetty liikkeelle toiminnallisten tavoitteiden asettamisesta. Läpäisemättömän, alhaisen virtaaman kuivapeiton toiminnalliseksi tavoitteiksi on peittorakenteen mallinuksissa sekä suunnittelussa asetettu maksimissaan 5 % vedenläpäisy nettosadannasta ja hapenläpäisy $1 \text{ mol/m}^2/\text{vuosi}$. Arvio vedenläpäisevyydestä perustuvat INAP (2017) aineistoon (erityisesti kappale 4 ja 4.4.7), jossa käsitellään suuruusluokkatasolla toiminnallisia tavoitteita, joita voidaan olettaa saavutettavan erityyppisillä peittorakenteilla. Mukana on laaja kirjo hyvin erilaisia peittorakenteita pelkästä kasvittamisesta varaaviin maa-ainespeittoihin ja erilaisiin tiivis- ja eristyskerroksin varustettuihin ratkaisuihin. Myös Ayres ja O’kane (2013) listaavat selkeästi, millaisia toiminnallisia tavoitteita voidaan asettaa erilaisille peittorakenneratkaisuille. Alle 5 % vedenläpäisy nettosadannasta on kirjallisuuslähteiden perusteella maltillinen toiminnallinen tavoite rakenneratkaisulle ja sallii esimerkiksi kalvorakenteessa rakenteen vioista ja kulumisesta johtuvaa suorituskyvyn alenemista.

Tiiviin eristyskerroksen (kuten LLDPE-kalvo) omaavien peittorakenteiden ("barrier-type cover systems") toiminnalliset tavoitteet perustuvat lähinnä oletettujen reikien määrän ja muodon arvioimiseen, sekä reikien virtausdynamiikan avulla happi- ja nestevirtauksen määrän arvioimiseen. Myös kalvon päällä olevien maakerrosten ominaisuudet vaikuttavat kalvossa oletettujen reikien läpi kulkevan happi- ja nestevirtauksen määrään, sillä kalvon päällä olevat maakerrokset varastoivat vettä itseensä. Happivuon suuruuteen maakerrosten läpi vaikuttaa mineraalisten kerrosten vedellä kyllästymisaste (vesipitoisuus), sillä kaasunvaihtoa mineraalisissa kerroksissa säätelee se, kuinka täydellisesti kaasunvaihtoon kuivana kykenevät huokokset ovat täyttyneet vedellä ja miten vedestä vapaat (kuivat) huokokset ovat yhteydessä toisiinsa. Kosteat maakerrokset pienentävät happikonsentraatiota kalvon yläpuolella ja siten happivuo mahdollisten reikien läpi jää pienemmäksi.

Veden- ja hapenläpäisevyyden arvoihin vaikuttaa olennaisesti ilmasto. Pieni vedenläpäisy on luonnollisesti helpompi saavuttaa kuivilla alueilla kuin kosteilla alueilla. Siksi globaalissa peittorakenteiden tarkastelussa jäädään vääjäämättä yleiselle tasolle lukujen ja epävarmuuksien suhteen. Peittorakenteen kosteus puolestaan vähentää hapen kulkeutumista peiton läpi ja siten tavoitteet hapenläpäisyn rajoittamiseksi on helpompi saavuttaa sateisilla kuin kuivilla alueilla. Siten ei voida määrittää suoraan toiminnallisia tavoitteita tietylle tekniselle rakennustavalle (esimerkiksi 20 cm tiivismoreenikerros ja 50 cm suojamoreenikerros, joilla tietyt vedenjohtavuuden arvot), vaan sen sijaan toiminnallisten tavoitteiden määritelmät ovat aina paikkakohtaisia. Pohjoisissa (suhteellisen kylmissä ja märissä olosuhteissa) rakennettaville peitoille on tehty omia tarkasteluja (MEND 2009 ja 2010), ja näissä on päästy samoihin tuloksiin kuin Terrafamen sivukivialueen KL2 sulkemisen yhteydessä tehdyissä peittorakenteen mallinnuksissa (AFRY Finland Oy 2023) eli alle 5 % veden läpäisy ja 1 mol/m²/vuosi hapenläpäisy on parhaimmillaan saavutettavissa maa-ainespeitoillakin. Kalvon käyttö tiivisrakenteena entisestään pienentää veden ja hapen läpäisyä.

Sivukivialueen peittorakenteelle asetettujen toimintatavoitteiden tarkastelua on tehty sivukivialueen KL2 sulkemissuunnittelun yhteydessä maaperä-ilmasto-kasvillisuus (HYDRUS 1D) -mallinnus. Peittorakenteen mallinnuksen tavoitteena oli selvittää, millaisella maa-aineksiin perustuvalla sulkemisrakenteella voitaisiin saavuttaa määritellyt toiminnalliset tavoitteet. Mallinnuksen tuloksista voidaan tehdä myös johtopäätöksiä koskien esimerkiksi peittorakenteen paksuuden vaikutusta haihdunnan määrään. Mallin tuloksia hyödynnettiin myös peittorakennevaihtoehtojen läpi kulkeutuvan hapen määrän arvioimiseen riippuen mineraalisten kerrosten suhteellisesta vesipitoisuudesta. (AFRY Finland Oy 2023)

Rakennusvaihe 7

Rakennusvaiheen 7 alueelle läjitettävä sivukivi on happoa tuottamatonta sivukiveä. Happoa tuottamattomalle, kiinteälle kaivannaisjätteelle

on arvioitu parhaaksi mahdolliseksi tekniikaksi vertailuasiakirjassa esitetty BAT 38d:n mukainen läpäisevä kuivapeitto. Vertailuasiakirjan mukaan rakenteessa käytettävä maa-aines voi olla esimerkiksi moreenia, savea, karkeaa soraa tai kiviä. Tavallisesti rakenne koostuu kasvillisuuspeitosta (BAT 38c) ja maakerroksesta. Peittorakenteen paksuus vaihtelee tyypillisesti 0,3–1,5 metrin välillä. Paksuus riippuu kaivannaisjätteen ominaisuuksista ja kohdekohtaisista vaatimuksista. Lisäksi sen tulee olla riittävän paksu kasvien kasvamiseksi.

Sivukivitäytön geokemiallisten ominaisuuksien takia rakennusvaiheen 7 peittorakenteelle ei ole asetettu vastaavia toiminnallisia tavoitteita kuin rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteelle. Rakennusvaiheen 7 peittorokseksi on tehty maaperä-ilmasto-kasvillisuus (HYDRUS 1D) -mallinnus. Mallinnuksessa on mm. tarkasteltu peittorakenteen läpi suotautuvan veden ja happivuon määrää sulkemisen jälkeisessä tilanteessa. Mallinnuksessa peittorakenteena käytettiin 500 mm:n paksuista kerrosta moreenia, joka on ominaisuuksiltaan Terrafamen tyypillisesti käyttämän maa-aineksen kaltaista. Keskimääräiseksi kosteudeksi peittorakenteen alaosaan määritettiin 70 % ja läpisyotaumaksi 311 mm/vuosi vuosisadannalla 375 mm/vuosi. Läpisyotauma on 83 % nettosadannasta. Hap-pivuoksi peittorakenteelle saatiin 48 mol/m²/vuosi. Mallinnuksen tuloksia on käytetty suotoveden geokemiallisen mallinnuksen lähtötietoina. Rakennusvaiheen 7 peittorakenteen Hydrus-mallinnusraportti on esitetty hakemuksen liitteenä 18 olevan Sivukivialueen KL1 suotoveden mallinnus -raportin liitteenä.

Perustelut peittorakenteen valinnalle

Rakennusvaiheet 1–6

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenne koostuu useista eri rakennekerroksista ja siihen on päädytty riskipohjaisen arvioinnin pohjalta ottaen huomioon:

- mustaliuskesivukiven geokemialliset ominaisuudet
- sulkemisen tavoitteet, joissa on huomioitu ympäristö- ja turvallisuusriskien hallinta
- koerakenteista saadut tulokset eri peittorakennevaihtoehtojen rakennettavuudesta ja toimivuudesta käyttöolosuhteissa
- peittorakenteen mallinnustulokset sivukivialueen KL2 sulkemissuunnittelun yhteydessä, jotka ovat myös vaikuttaneet siihen, että tiivisrakenteena on päädytty käyttämään LLDPE-kalvoa, jolla toimintatavoitteiden saavuttaminen on todennäköisempää kuin peittorakenteella mallinnetuissa vaihtoehdoissa
- suotovesimallinnuksen tulokset, joiden perusteella on arvioitu suotoveden laatua ja määrää peittorakenteelle asetettujen toimintatavoitteiden täytyessä sekä millaisia vaikutuksia tiivisrakenteena käytetyn LLDPE-kalvon toimintakyvyn hiipumisella ja huononemisella voi olla suotoveden laatuun

- tutkimustieto erilaisista tiivisrakenteista (mineraaliset tiivisrakenteet, geosyntetit) ja niiden toiminnallisuudesta ja pitkäaikaiskestävyydestä vallitsevissa olosuhteissa
- teknistaloudellisesti käytettävissä olevat materiaalit
- peittorakenteen rakennettavuus mahdollisimman tehokkaan sulkemisen mahdollistamiseksi (sulkemistoimenpiteet tehdään optimirakennuskauden aikana mahdollisimman laadukkaan peittorakenteen takaamiseksi)
- eri rakennekerrosten merkitys peittorakenteen toiminnassa, peittorakenne ei koostu vain pelkästä tiivisrakenteena toimivasta LLDPE-kalvosta
 - o suojageotekstiili suojaa kalvoa
 - o kuivatuskerroksena toimiva salaojamatto johtaa pintamaakerroksen läpi suotautuneet sade- ja sulamisvedet pois rakenteesta ja alentaa kalvoon kohdistuvaa vedenpainetta, lisäksi salaojamatto toimii myös suojakerroksena kalvolle
 - o murskeesta rakennettava pintakerros tehostaa salaojamatton toimintaa
 - o pintamaakerroksen ollessa riittävän kostea myös se vähentää hapen kulkua kalvoon mahdollisesti muodostuneiden reikien läpi
 - o pintamaakerros myös mahdollistaa kohteeseen soveltuvan kasvillisuuden kasvamisen, mikä vähentää merkittävästi eroosioriskiä sekä lisää haihtumista ja pintamaakerroksen kykyä toimia vesivarastona.
- suunnitelma mahdollisten suotovesien johtamisesta sivukivialueen sulkemisen jälkeen siten, että suotovesien haitalliset ympäristövaikutukset minimoidaan

Tämänhetkisen arvion mukaan LLDPE-kalvo yhdessä suojageotekstiilin ja suojausominaisuuksin varustetun salaojamatton on toimivin ratkaisu todennäköisesti happoa tuottavan sivukiven peittorakenteen tiivisrakenteeksi, mutta tutkimustyön ja lisäselvitysten myötä jatkossa sivukivialueiden peittorakenteessa voidaan käyttää muitakin ratkaisuja, joille haettaisiin siinä tilanteessa erikseen lupaa. Sivukivialueen KL2 sulkemissuunnittelussa on päädytty samanlaiseen peittorakenneratkaisuun.

Suunnittelun peittorakenteen voidaan yleisellä tasolla sanoa edustavan kategorisesti parempaa peittorakennetyyppiä kuin sivukivialueen KL2 peittorakenteen Hydrus-mallinnuksella kartoitettiin eli toimintatavoitteiksi valittujen arvojen saavuttaminen valitulla rakenteella on todennäköisempää kuin mallinnetuissa vaihtoehdoissa. Hyvin matalan vedenjohtavuuden omaavien hyvin ohuiden kerrosten mallintaminen luotettavasti ei tyypillisesti perustu Hydruksen tyyppisiin ilmasto-kasvillisuus-maaperä ohjelmiin, vaan läpivirtausta dominoi reikien määrä ja niihin liittyvät arvot. Mikäli synteettinen LLDPE-kalvo asennettaisiin täydellisesti eikä siihen muodostuisi asentamisen jälkeen yhtään kulumaa, veden ja kaa-sun virtausta tapahtuisi hyvin vähän.

Kalvoissa kuitenkin on mahdollisesti reikiä, joiden vaikutuksen arviointiin on erilaisia tapoja. Pohjarakenteiden kestävyyttä on tutkittu laboratorio-kokein ja toteutuneista kohteista (lähinnä kaatopaikat) vikoja todentamalla (Environmental Agency, 2004). Tutkimusten perusteella on määritetty erilaisia reikiä, mm. pitkittäiset repeämät, vaurioituneet rypyt ja ympyränmuotoiset reiät, joille on määritetty empiirisiä laskukaavoja vuodon määrän arvioimiseksi perustuen virtausdynamiikkaan ja/tai mittauksiin (mm. Giroud ja Bonaparte, 1989; Touze-Foltz ja Giroud, 2003). Näitä kaatopaikkoihin perustuvia käytäntöjä on tyypillisesti käytetty yksinkertaistaen kaivosten pohjakalvorakenteiden vuotomäärien arviointiin, esimerkiksi määrittelemällä kuinka monta reikää keskimäärin rakenteessa on tiettyä pinta-alaa kohden ja mikä on näiden vuotuinen läpivirtaus (Golder Associates Oy, 2022). Peittorakenteiden toiminnan arvioinnissa on oleellista hieman eri asiat kuin pohjarakenteissa ja niiden korjaaminen on mahdollista toisin kuin pohjarakenteiden (Environmental Agency, 2004). Kalvon pitkäaikaiskestävyyttä on käsitelty enemmän jäljempänä.

Alle 5 % vedenläpäisy on kirjallisuuslähteiden perusteella maltillinen toiminnallinen tavoite peittorakenneratkaisulle ja sallii esimerkiksi kalvorakenteessa rakenteen vioista ja kulumisesta johtuvaa suorituskyvyn alenemista. INAP (2017) valossa myös happivuon arvio $1 \text{ mol/m}^2/\text{vuosi}$ nähdään suhteellisen konservatiivisena valitulle rakennevaihtoehdolle. INAP 2017 arvioi trooppisessa ilmastossa peitolle, jossa on alle 10^{-9} m/s vedenjohtavuuden tiiviskerros, keskimääräiseksi happivuoksi $<1 \text{ g/m}^2/\text{vuosi}$ (eli $0,03 \text{ mol/m}^2/\text{vuosi}$). Saxbergetissä tiiviskerrokselle, jonka vedenjohtavuus on $5 \cdot 10^{-9} - 10^{-8} \text{ m/s}$, määritettiin mallintamalla happivuoksi $0,1 - 0,2 \text{ mol/m}^2/\text{vuosi}$. Waite Amulet kohteessa peitossa on savikerros, jonka hydraulinen johtavuus on 10^{-9} m/s , tämän on mitattu es-tävän yli 99,9 % happivuosta (MiMi, 2004). Nämä rakenteet edustavat kategorisesti vähemmän tiivistä peittotyyppiä kuin Terrafamen rakenneratkaisu. MiMi (2004) myös mainitsee, että hyvin tiiviissä luonnonmateriaalista valmistetuissa peitoissa kulkeutumista dominoi ajoittaiset suuremman virtauksen jaksot, joita pääsee tapahtumaan suojakerroksen kosteuden alenemisen seurauksena. Synteettisissä materiaaleissa kuivuminen ei aiheuta samalla tavalla kulkeutumisen lisääntymistä.

On myös huomioitava, että kalvon päällä olevien maakerrosten ominaisuudet vaikuttavat kalvossa oletettujen reikien läpi kulkevan happi- ja nestevirtauksen määrään, sillä kalvon päällä olevat maakerrokset varastoivat vettä itseensä. Kosteat maakerrokset pienentävät happikonsentraatiota kalvon yläpuolella ja siten happivuo mahdollisten reikien läpi jää pienemmäksi. Käytännössä jo pelkästään sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteeseen suunniteltu pintamaakerros (yht. 500 mm) hidastaa merkittävästi hapen virtausta kerroksen ollessa kostea, tosin alla oleva kuivatuskerros pienentää vedellä kyllästyneisyyttä. Peittorakenteen läpi kulkeutuva happivuo määräytyy tiiviimmän kerroksen mukaan eli ehjässä LLDPE-kalvossa happivuo on hyvin pieni ja reikien kohdalla tiivein yläpuolinen kerros määrää happivuon. Löyhemmissä materiaaleissa kaasuvuo dominoi ja nesteessä kulkeutuva

happi voidaan jättää huomiotta. Valitun peittorakenteen kalvon yläpuolisille peittokerroksille ei ole mallinnusten kautta erikseen määritetty vedenjohtavuutta kuvaavaa k-arvoa tai asetettu happivuohon liittyviä vaatimuksia, sillä kalvo itsessään muodostaa tiiviin esteen hapen ja veden pääsulle läjitykseen.

Jäätyneen maan aikana hapen läpäisy estyy lähes täysin (MEND 2009 ja 2010). Tämä pienentää happikonsentraatiota LLDPE-kalvon yläpinnalla eli vähentää happivuota, joka sulan maan kuivina aikoina pääsee reikien läpi.

Rakennusvaihe 7

Rakennusvaiheen 7 peittorakenne koostuu maakerroksesta ja kasvituksesta. Peittorakenteen valintaan on päädytty riskipohjaisen arvioinnin pohjalta ottaen huomioon:

- ei happoa tuottavan kiilleliusketäytön geokemialliset ominaisuudet
- sulkemisen tavoitteet, joissa on huomioitu ympäristö- ja turvallisuusriskien hallinta
- peittorakenteen ja suotovesimallinnuksen mallinnustulokset
- teknistaloudellisesti käytettävissä olevat materiaalit

Kalvorakenteen valintaperusteet

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemisessa on päädytty käyttämään peittorakenteen tiivisrakenteena geosyntetistä materiaalia, 1,5 mm paksuista LLDPE-kalvoa (matalatiheysinen polyeteeni, linear low density polyethylene). LLDPE-kalvo on joustava ja kestää mahdollisia muodonmuutoksia paremmin kuin esimerkiksi pohjarakenteessa käytetty HDPE-kalvo (korkeatiheysinen polyeteeni, high density polyethene). Joustavuudesta on etua myös kylmissä lämpötiloissa. LLDPE-kalvo ei myöskään ole yhtä herkkä jännityssäröilylle eli vetojännitysten aiheuttamalle muovin ulkoiselle tai sisäiselle murtumalle kuin HDPE-kalvo. Sitä on myös paremman levitettävyytensä vuoksi helpompi käsitellä rakennettaessa kuin HDPE-kalvoa. LLDPE-kalvo kestää happamia olosuhteita, mutta sen kemiallinen kestävyys ei ole yhtä hyvä kuin HDPE-kalvon. (Suomen ympäristökeskus 2002) Peittorakenteen osana LLDPE-kalvo ei kuitenkaan altistu yhtä suurelle kemialliselle rasitukselle kuin pohjarakenteessa, kanaaleissa tai suotovesialtaissa käytetty kalvo.

Käytettävän peittorakenteen suorituskyvyn tulee olla riittävä sekä pian sulkemisen jälkeisissä olosuhteissa että pitkällä aikavälillä. Näiden tarkasteltavien olosuhteiden ajanjaksot voivat poiketa huomattavasti toisistaan esimerkiksi sääolosuhteiden suhteen. Mineraalisten tiiviskerrosten käytön haasteena on tiiviskerroksen riittävän kosteuspitoisuuden säilyttäminen olosuhteista riippumatta optimaalisena tiiviskerroksen läpi kulkeutuvan happivuon ja vesimäärän rajoittamiseksi. Tiiviskerroksen läpi kulkeutuvan happivuon määrä riippuu merkittävästi peittorakenteen suhteellisesta kosteudesta kuten peittorakenteen mallinnuksen tuloksista

on huomattavissa. Mineraalisen tiiviskerroksen suhteelliseen kosteuteen vaikuttavat sääolosuhteet mutta myös alempien kerrosten eli sivukivitäytön hyvä vedenjohtavuus. Mineraalisen tiiviskerroksen rakoilu kuivumisen seurauksena heikentää sen toimivuutta. Mineraalinen tiivistyskerros on myös merkittävästi herkempi roudan ja kasvien juuriston vaikutuksille kuin geosynteettinen materiaali.

Peittorakenteen muut kerrokset ja pitkäaikaiskestävyys

Peittorakenteen muiden kerrosten tarvetta on arvioitu erityisesti peittorakenteen pitkäaikaiskestävyyden kannalta.

Peittorakenteen pitkäaikaiskestävyyteen vaikuttavat valitut materiaalit, suunnitteluratkaisut sekä alueen jälkikäyttö. Peittorakenteen pitkäaikaiskestävyyttä tarkasteltaessa on huomioitava peittorakenteeseen kohdistuva:

- hydraulinen kuormitus
- pitkä- ja lyhytaikainen fysikaalinen kuormitus
- stabiliteetti
- kemiallinen kuormitus
- biologinen kuormitus ja
- ilmastollinen kuormitus.

Alla on omassa alakappaleessaan tarkasteltu erikseen erityisesti rakennusvaiheiden 1–6 tiivisrakenteena toimivan LLDPE-kalvon pitkäaikaiskestävyyttä.

Hydraulinen kuormitus

Rakenteessa oleva vesi voi kuormittaa peittorakennetta etenkin jäätyessä tai virtauksen aiheuttaessa eroosiota. Kuivatuskerros vähentää tiivisrakenteena toimivaan kalvoon kohdistuvaa hydraulista kuormitusta. Jäätymisen ja eroosion vaikutusta peittorakenteen pitkäaikaiskestävyyteen on tarkasteltu jäljempänä.

Fysikaalinen kuormitus

Pitkä- ja lyhytaikainen fysikaalinen kuormitus aiheutuu esimerkiksi peittorakenteen omasta painosta, liikennekuormista sekä mahdollisista paikallisista sortumista. Peittorakenteen oma paino ja arvioidut liikennekuormat on huomioitu peittorakenteen rakennekerrosten ja materiaalivalintojen suunnittelussa erityisesti rakennusvaiheiden 1–6 tiiviin peittorakenteen kohdalla.

Rakennusvaiheille 1–6 suunnitellulle peittorakenteelle on tehty sivukivialueen KL2 sulkemissuunnittelun yhteydessä sylinteritestit, joiden tulosten perusteella on arvioitu rakennusvaiheessa oletettujen liikennekuormien alla olevalle LLDPE-kalvolle tarvittavaa suojausta. Sylinteritestien tuloksia voidaan soveltaa myös sivukivialueen KL1 rakennusvai-

heiden 1–6 peittorakenteessa, sillä suunniteltu peittorakenne on vastaava kuin sivukivialueella KL2. Sylinterikokeet on suunnitellut Geosynt Oy.

Sylinteritesteissä liikennekuormiksi arvioitiin dumpperien ja mahdollisten muiden ajoneuvojen dynaaminen ja staattinen kuormitus. Koska kalvorakenteelle aiheutuu vain tilapäistä liikennekuormitusta ja vain vähän pysyvää kuormitusta peittorakenteesta, sylinteritesteissä käytettiin 100 tunnin kuormitustestiä, joka vastaa tilapäistä rakentamisaikaista liikennekuormaa. Mitoittavana kuormana kokeessa on käytetty 225 kPa, joka perustuu dumpperin kokonaismassaan ja suojakerroksen (700 mm) paksuuteen.

Testien tulokset osoittavat, että riittävä suojausvaikutus LLDPE-kalvolle tilapäisen liikennekuormituksen alaisena saatiin käyttämällä LLDPE-kalvon alla 400 mg/m² suojageotekstiiliä ja päällä kaksipuoleista salaojamattoa Fabrinet ST-E B120. Suojageotekstiilin alla käytettävän materiaalin tulee olla kalliomursketta 0/63 tai rakeisuudeltaan hienompaa mursketta. Salaojamaton päällä käytettävän materiaalin tulee olla kalliomursketta 0/32 tai rakeisuudeltaan tätä hienompaa. Salaojamaton päällä olevan suojakerroksen tulee olla paksuudeltaan yhteensä vähintään 700 mm riittävän suojausvaikutuksen varmistamiseksi. Vaikka sylinteritesteissä on käytetty sileäpintaista LLDPE-kalvoa, tulokset ovat voimassa myös kitkapinnoitetulle LLDPE-kalvolle. Kitkapinnoite todennäköisesti vain lisää kalvon kestävyyttä reikiintymistä vastaan.

Edellä mainittujen testien lisäksi suoritettiin sylinteritesti huomattavasti suuremmalla kuormituksella. Testissä testattiin tilannetta, jossa kuormitus ylittyy rakentamisen aikana nelinkertaisesti (1000 kPa asti). Tulosten perusteella LLDPE-kalvoon ei valitulla suojausrakenteella vaurioitu, vaikka rakentamisen aikana kuormitus olisikin hetkellisesti arvioitua suurempaa. LLDPE-kalvoon tuli venymää, mutta kalvon puhkaisua ei havaittu. Lausunnon mukaan testi antaa lisävarmuutta siitä, että LLDPE-kalvoon ei synny reikiä, vaikka asennuksen aikana tapahtuisi myös jotain odottamattomia tapahtumia. Tulosten perusteella voidaan myös arvioida, että esimerkiksi metsäkoneen aiheuttama pintakuorma ei vaurioita LLDPE-kalvoa.

Paikallisten sortumien todennäköisyys sulkemisen jälkeen on pieni, sillä rakennusvaiheiden 1–6 sivukivitäyttö kiilataan ja rakennusvaiheen 7 sivukivitäyttö tasataan sekä muotoillaan ja tiivistetään kaivinkoneen kauhalla ennen peittorakenteen rakentamista. Lisäksi sivukiven läjittämisen ja peittorakenteen rakentamisen välillä on kulunut sen verran aikaa, että täyttö on ehtinyt asettua paikalleen mm. liikennekuormituksen alaisena.

Myös alueen jälkikäyttö vaikuttaa peittorakenteeseen kohdistuvaan fyysikaaliseen kuormitukseen: kuormitusta voi aiheutua esimerkiksi liikenteestä, mahdollisista rakennelmista ja peittorakenteen ylläpidosta ja huollosta. Jälkikäyttö suunnitellaan niin, että se ei vaaranna peittorakenteen toimintaa.

Stabiliteetti

Peittorakenteen vakavuuden kannalta oleellisin stabiliteetti on luiskastabiliteetti ja vaarallisin liukupinta sijaitsee usein geosynteettisten tuotteiden välissä. Kokonaisstabiliteetti taas käsittää sivukivitäytön kokonaisvakavuuden.

Koska rakennusvaiheiden 1–6 sivukivitäyttö on perustettu kantavan pohjamaan tai louheesta tehdyn massanvaihdon päälle, joten riskiä sivukivitäytön sortumalle pohjamaan kautta tai sivukivitäytön merkittäville painumille ei ole. Sivukivitäyttö tehdään louheesta ja täyttö tehdään kerroksittain, joten viimeistään louhetäytön kiillauksen jälkeen voidaan louheen olettaa olevan lähtökohtaisesti stabiilissa tilassa. Riskiä isommille muodonmuutoksille louhetäytön liikkumisen seurauksena ei siis ole. Rakennusvaiheiden 1–6 sivukivitäytön kokonaisstabiliteetti on tarkastettu myös laskelmin osana sivukivialueen suunnittelua.

Rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteessa käytettävän LLDPE-kalvon kitkaominaisuuksien riittävyttä luiskissa on arvioitu sivukivialueen KL2 sulkemissuunnittelun yhteydessä materiaalitoimittajan lausunnossa. Arviointi on tehty sivukivialueelle KL2 lausunnossa mainituille tuotteille (LLDPE-kalvona on käytetty Black FictionFlex 1,5 mm -tuotetta ja salaojamattona Fabrinet ST-E B120 -tuotetta). LLDPE-kalvon kitkakulmaksi on arvioitu vähintään 34 astetta salaojamatton ja suojageotekstiilin välillä huomioiden 0,7 m paksun maakerroksen salaojamatton päällä, lumikuormituksen sekä tilapäisen liikennekuorman. Tämä on riittävä asennettaessa materiaalit 1:3 (18,4°) kaltevuuteen, kun rakenne on rakennettu suunnitellusti ja kuivatuskerros toimii suunnitellulla tavalla. Salaojamatton vedenjohtokyky ja sisäinen leikkauslujuus on todettu riittävän korkeiksi ja toimiviksi suunnitellussa rakenteessa. Tuloksia voidaan käyttää arvioitaessa valitun peittorakenteen stabiliteettia myös sivukivialueelle KL1, mutta mm. sivukivialueiden sivukivitäyttöjen luiskapituuksien poiketessa toisistaan peittorakenteen stabiliteetti geosynteettien näkökulmasta tarkastellaan kohdekohtaisesti jatkosuunnittelun yhteydessä.

Sivukiven läjitys rakennusvaiheella 7 tehdään pääosin painuvan pintaamaan päälle. Alueella tehdään massanvaihtoja vain alueilla, joilla on vaikutusta esimerkiksi DP8-altaan tai viereisten huoltoteiden vakavuuteen. Rakennusvaiheella 7 ei peittorakenteessa käytetä geosynteettejä, joiden välisten kitkaominaisuuksien riittävyttä luiskassa tarvitsisi arvioida. Rakennusvaiheen 7 osalta sivukivitäytön kokonais- ja luiskastabiliteettia on tarkasteltu osana sivukivialueen suunnittelua ja varmuus on todettu riittäväksi huomioiden tarvittavat massanvaihdot. Sivukivitäyttö on tehty louheesta ja täyttöä on tehty kerroksittain, joten viimeistään louhetäytön tasauksen ja tiivistämisen jälkeen voidaan louheen olettaa olevan lähtökohtaisesti stabiilissa tilassa. Riskiä isommille muodonmuutoksille louhetäytön liikkumisen seurauksena ei siis ole.

Kemiallinen kuormitus

Peittorakenteeseen voi kohdistua kemiallista kuormitusta lähinnä vain peittorakenteessa käytetyistä kontaminoituneista maakerroksista. Sivu-
kivialueen KL1 sulkemisessa käytetään vain puhtaita maa- ja kiviainek-
sia.

Biologinen kuormitus

Pintamaakerroksessa kasvavien kasvien juuret voivat aiheuttaa biolo-
gista kuormitusta erityisesti peittorakenteen tiiviskerrokseen. Suunnitel-
lussa rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteessa käytettävä LLDPE-
kalvo ei kuitenkaan ole herkkä kasvien juurien aiheuttamalle kuormituk-
selle, sillä geosynteettisellä kalvolla on erittäin hyvä kestävyys kasvien
juuria vastaan. Materiaalintoimittaja Solmax Oy:n lausunnossa on to-
dettu, että LLDPE-kalvo kestävyys juuria vastaan on riittävä, joten peit-
torakenteen päälle kasvava kasvusto ei heikennä kalvon pitkäaikaiskes-
tävyyttä. Tiivistyskalvon kestävyys on tutkittu standardin DIN EN 13948
ja FLL-menetelmän mukaisesti.

Pintakerrokskasvillisuuden vaikutusta kalvorakenteeseen ja salaoja-
maton toimivuuteen on selvitetty vuosina 2011–2012 sekundäärialueen
lohkon 1 luiskaan rakennetun kalvokoerakenteen avauksen avulla (Soil-
metric Oy 2023). Rakenteen avaamisen tarkoituksena oli selvittää:

- pintakerrokskasvillisuuden juuriston syvyyttä, tiheyttä ja vaiku-
tusta salaojamaton toimivuuteen
- syväjuurisen männyn juuriston vaikutuksia salaojamattoon ja tii-
visrakenteena toimivaan kalvoon
- HDPE-kalvon ja bentoniittimaton laatua ja toimivuutta.

Selvityksen yhteydessä avatun koerakenteen VE1 (kalvorakenne) koh-
dalla havaittiin, että koerakenteen kasvukerrokseen on muodostunut
luontaisesti kasvillisuutta kuten ruohovartisia kasveja ja varpuja sekä
noin 1,5 m korkeita männyntaimia. Pintakerrosmateriaalina koeraken-
teessa on käytetty 500 mm:n kerrosta seulottua moreenia. Kasvukerros
oli runsasjuurinen ja paksuudeltaan noin 10 cm. Varsinaisia maannos-
kerroksia ei ollut muodostunut. Juuririhmaston määrä ei ollut niin tiheä,
että se olisi vaikuttanut salaojamaton kykyyn johtaa vettä. Männyn tai-
men pääjuuri kasvoi voimakkaasti sivusuuntaan eikä ulottunut pintaker-
roksen alla olevaan salaojamattoon ja HDPE-kalvoon. HDPE-kalvon
pinta oli ehjä.

Biologista kuormitusta voidaan vähentää myös niukkaravinteisilla raken-
nekerroksilla sekä tarvittaessa puuston poistamisella.

Ilmastollinen kuormitus

Peittorakenteeseen voi aiheutua ilmastollista kuormitusta erityisesti rou-
dasta, tuulesta ja sateesta sekä auringon ultraviolettisäteilystä.

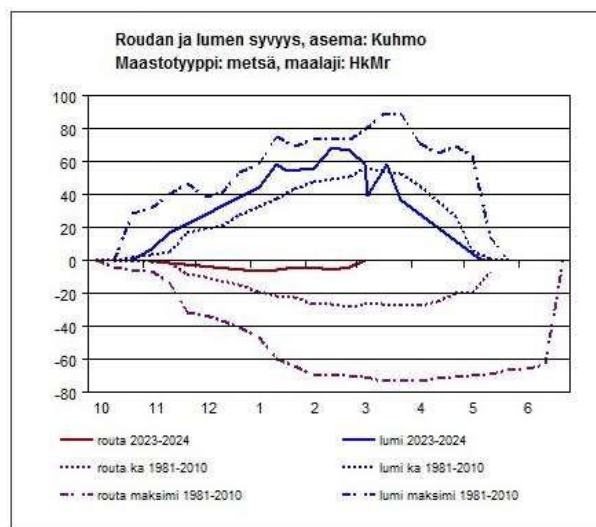
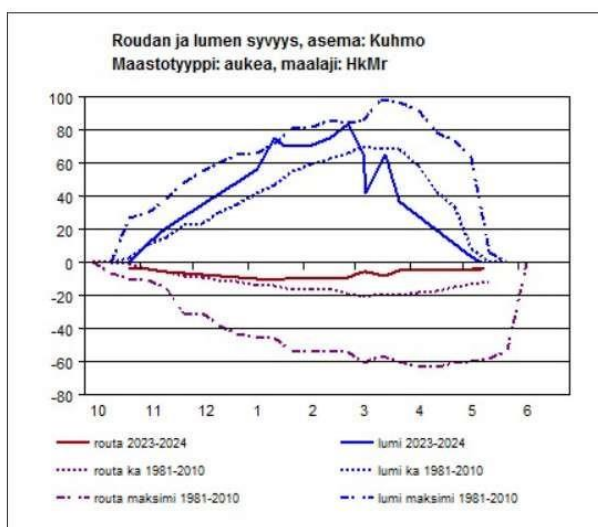
Alhaiset lämpötilat ja routa:

Rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen tiivisrakenteena käytettävä LLDPE-kalvo on valmistettu polyeteenistä, mikä itsessään materiaalina kestää hyvin myös alhaisia lämpötiloja. On jopa arvioitu, että alhaisemmat lämpötilat voivat edesauttaa geomembraanin kestävyyttä (Garrick et al. 2014). Materiaalintoimittajan lausunnon mukaan heidän toimittamansa LLDPE-kalvo kestää jopa $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$:n lämpötilaa ilman haurastumista ja sitä kautta alttiutta muodonmuutoksille.

Käytännössä LLDPE-kalvoa voidaan käyttää ainakin $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$:n lämpötilassa ilman riskiä haurastumiselle. LLDPE-kalvo on testattu standardin ASTM D746-24 mukaisesti (vastaavanlaisen testimenetelmä kuvataan standardissa ISO 974:2000).

Yleisestikin kalvorakenteen arvioidaan kestävän jäätymistä huomattavasti paremmin kuin mineraaliset tiivistyskerrokset kestävät jäätymis-sulamissykliä. Mineraalisen tiivistyskerroksen toimivuuden kannalta routimisen aiheuttavat vauriot voivat olla merkittäviä, koska jäätymis-sulamissyklit voivat kasvattaa rakenteen vedenläpäisevyyttä moninkertaisesti. (Suomen ympäristökeskus 2002)

Rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteessa LLDPE-kalvon päälle tulee yhteensä 700 mm paksu kerros maa-aineksia. Suljettua sivukivialuetta ei myöskään aurata talvisin, vaan lumipeite toimii tehokkaana eristeenä ja vähentää maakerrosten routaantumista. Roudan syvyys Kainuussa on Suomen ympäristökeskuksen havaintojen perusteella seuraavassa kuvassa esitettyjen kuvaajien mukainen: syvimmillään routa on mittauspisteellä ulottunut aukealla alueella yli 600 mm syvyydelle ja metsässä lähes 800 mm syvyydelle. Roudan syvyyden keskiarvot ovat huomattavasti matalammat. Suljetun sivukivialueen arvioidaan edustavan enemminkin aukeaa maastotyyppiä kuin metsää.



Vuonna 2018 rakennetuissa koerakenteissa seurattiin myös koerakenteiden lämpötiloja. Kalvon sisältävän koerakenteen (VE1) mittaus tuloksista voitiin päätellä, että ainakaan mittausajankohtana kalvo ei jäätnyt talvellakaan. Kalvon päällä oli kyseisessä koerakenteessa 300 mm mursketta ja 500 mm turve-moreeniseosta.

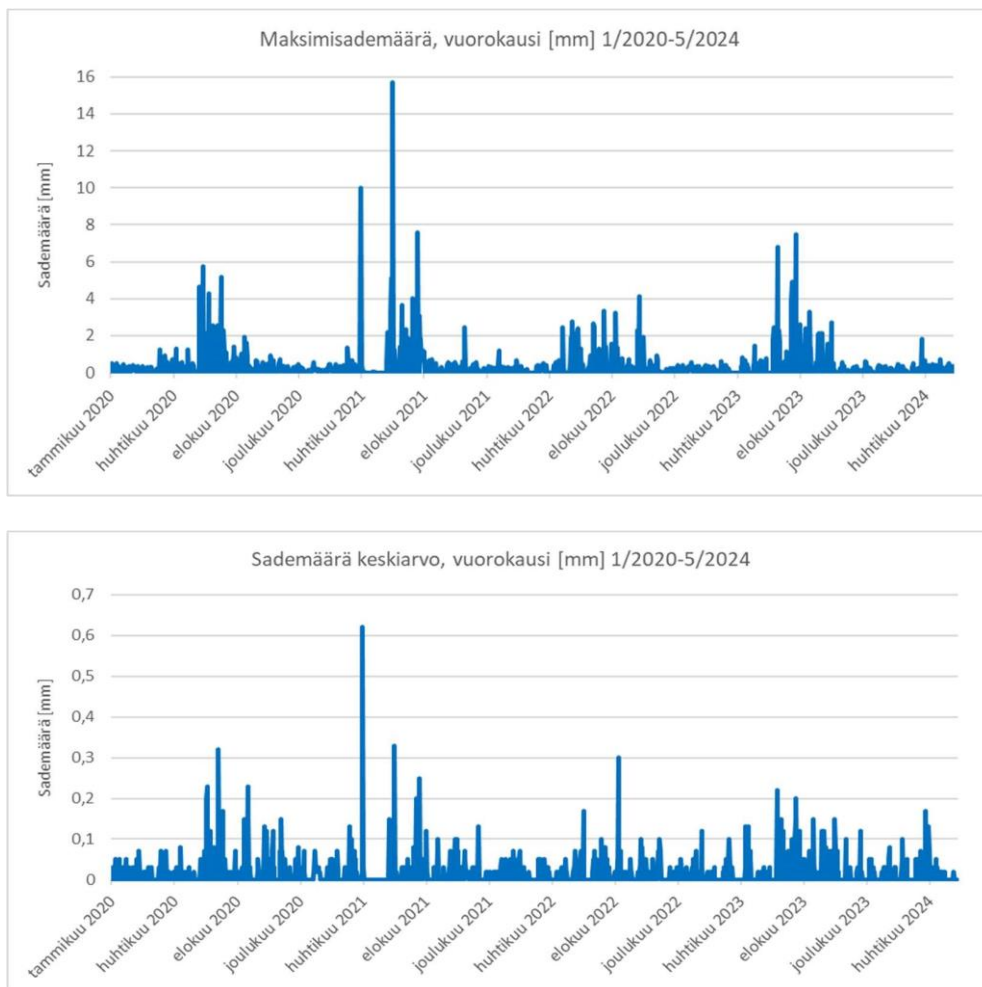
Jos kalvon asentaminen tehdään alle +5 °C:n lämpötilassa, tulee kalvon asentamisesta tehdä erillinen asennussuunnitelma. Tämä liittyy rakennettavuuteen, sillä ilman lämpötila vaikuttaa erityisesti kalvon levitettävyyteen.

Eroosio:

Eroosioon vaikuttavia tekijöitä ovat sateen voimakkuus, kesto aika, sateen suunta, vesipisaroiden koko ja pintamaakerroksen ominaisuudet, kuten raekoko ja maa-ainesten sidokset. Eroosioherkkiä maita ovat erityisesti silttiset maat. Vesieroosiota tapahtuu sekä pintaeroosiona että uomaeroosiona. Pintaeroosiossa sade irrottaa hienoja maa-aineksia pintamaakerroksen pinnalta ja vesi kuljettaa niitä mukanaan. Rankkasateen aiheuttama äkkiä kasvanut virtaama vähenee yleensä nopeasti ja eroosiohuippu jää tyypillisesti lyhytaikaiseksi. Uomaeroosiossa vesi liikkuu eteenpäin kuluttaen itselleen uomaa.

Pintamaakerroksen eroosioriski on suurimmillaan juuri rakentamisen jälkeen, jolloin peittorakenne ei ole vielä kasvittunut. Kasvillisuus vaimentaa sadepisaroiden iskujen voimaa huomattavasti, mikä jo itsessään vähentää pintaeroosiota. Lisäksi kasvien juuristo sitoo pintamaakerroksen maahiukkasia yhteen, jolloin pintamaakerroksen eroosion kestävyys kasvaa. Pintamaakerroksessa käytettävää maalajia jopa tärkeämpää siis on, että peittorakenne kasvittuu mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti. Koska suurin eroosioriski on peittorakenteen rakentamista seuranneina vuosina ennen peittorakenteen kasvittumista, voidaan tilannetta seurata ja mahdolliset eroosioauriot korjata. Tarvittaessa voidaan käyttää jopa erillistä eroosiosuojausta erityisesti rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteessa, jos se koetaan tarpeelliseksi peittorakenteen toiminnan varmistamiseksi.

Eroosioriskiä voidaan arvioida myös koerakenteista tehtyjen havaintojen avulla. Alla olevissa kuvissa näkyvät tiedot Tuhkakylän sääaseman vuorokauden maksimisademääristä ja vuorokauden sademäärien keskiarvoista vuoden 2020 tammikuusta vuoden 2024 toukokuuhun (FMI 2024). Vuonna 2021 oli yksittäisiä päiviä helmi-huhtikuun ajalta, jolloin sääasemalta ei ole mittausdataa saatavilla kyseiseltä päivältä.



Koerakenteissa ei ole havaittu merkittäviä eroosiovaurioita niinäkään ajanjaksoina, jolloin sadanta on ollut huomattavasti tavallista suurempaa. Eroosiovaurioiden seuranta on tehty maastokatselmuksin, satelliittiperustaisen seurannan avulla, dronella tehdyissä ilmakuvauksissa sekä kalvotetun koerakenteen liikeseurannan avulla. Liikeseuranta tehtiin vuonna 2021 rakennetun kalvotetun koerakenteen luiskaan asetetusta kuudesta pisteestä. Mittalaitteen ja silmämääräisen keskipisteen määrittämisen mahdollistaman tarkkuuden puitteissa voidaan todeta, ettei rakenne ole liikkunut seurantajakson aikana havaittavasti. Kalvorakenteen liikeseurannan raportti on toimitettu lupahakemuksen liitteenä.

Tuulieroosiolle tai muulle tuulesta johtuvalle kuormitukselle ei ole arvioitu olevan suurta riskiä sivukivialueen KL1 peittorakenteiden kohdalla.

Auringon ultraviolettisäteily:

Koska rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen tiivisrakenteena käytetty LLDPE-kalvo peitetään sekä salaojamatolla että 700 mm paksulla maa-kerroksella, ei auringon ultraviolettisäteilyn arvioida aiheuttavan riskiä kalvon ennenaikaiselle vanhenemiselle. Lisäksi LLDPE-kalvossa oleva hiilimusta parantaa kalvon UV-kestävyyttä tilanteessa, jossa kalvo olisi altis auringon ultraviolettisäteilylle. Myös kalvon alle tuleva suoja-geotekstiili peitetään kalvolla välittömästi rakentamisen jälkeen.

Ilmastomuutoksen arvioitu vaikutus pitkäaikaiskestävyyteen

IPCC:n (Intergovernmental Panel on Climate Change) kokoamien päätöskenaarioiden avulla voidaan arvioida ilmastomuutoksen vaikutuksia vuosisadan loppupuolelle saakka. IPCC:n viidennen arviointiraportin julkaisuaikoina eli vuosina 2013–2014 laadittiin RCP-skenaarioita (Representative Concentration Pathways), jotka keskittyvät yksinomaan kasvihuonekaasupäästöjen kehitykseen (Ruosteenoja et al., 2016). Uusimassa arviointiraportissa, joka on julkaistu vuosina 2021–2022, on laadittu uudet, osittain RCP-skenaarioita vastaavat SSP-skenaariot (Shared Socioeconomic Pathways). SSP-skenaarioissa otetaan huomioon sosioekonomisia muutoksia esimerkiksi väestön, talouskasvun ja kaupungistumisen osalta, joilla on merkittäviä vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin ja sitä kautta ilmastomuutoksen kehitykseen.

RCP-skenaarioita on neljä erilaista. Näistä RCP2.6 on optimistisin, ja sen mukaan päästöt kääntyisivät selkeään laskuun 2020-luvun aikana, ja hiilinegatiivisuus saavutetaan vuosisadan loppupuolella. Maapallon keskilämpötila olisi päästöjen radikaalista vähenemisestä huolimatta hieman korkeampi kuin Pariisin ilmastopimuksen 1,5 °C tavoite. RCP4.5-skenaariossa päästöt ovat aluksi kasvussa, mutta ne kääntyvät laskuun 2040-luvun tienoilla, ja maapallon keskilämpötila kohoaa vuosisadan lopulla noin 2–3 °C esiteolliseen aikaan verrattuna. RCP6.0-skenaariossa päästöt ovat tasaisessa kasvussa vuoteen 2080 saakka, minkä jälkeen päästöt vähenevät. RCP8.5-skenaariossa päästöt kasvavat samaan tahtiin kuin nykyisellä toiminnalla, eli päästömäärät eivät käänny laskuun kuten muissa skenaarioissa, ja keskilämpötila kohoaa vuosisadan lopulla yli 4 °C esiteollisesta ajasta.

SSP-skenaarioita on yhteensä 5, ja näistä SSP1-2.6, SSP2-4.5 ja SSP5-8.5 vastaavat käytännössä RCP-skenaarioita RCP2.6, RCP4.5 ja RCP8.5 (Ruosteenoja & Jylhä, 2021). Näiden lisäksi on skenaariot SSP1-1.9 ja SSP3-7.0. SSP1-1.9 on kaikista optimistisin skenaario, ja tämän toteutumiseksi hiilineutraalius tulisi saavuttaa globaalisti vuoteen 2050 mennessä. Tämän skenaarion mukaan olisi mahdollista saavuttaa Pariisin ilmastopimuksen mukainen tavoite. Skenaario SSP3-7.0 on niin kutsuttu vaarallinen skenaario, jonka mukaan hiilidioksidipäästöt tuplaantuvat vuoteen 2050 mennessä. Tämän skenaarion päästömäärät ovat hieman pienemmät kuin RCP8.5-skenaariossa, mutta maapallon keskilämpötila tulee kohoamaan yli 3 °C esiteollisesta ajasta.

Ilmastoskenaarioiden avulla voidaan arvioida muun muassa lämpötiloja ja sadantojen määriä tulevaisuudessa. Skenaarioiden toteutumiseen ja todennäköisyyteen liittyy useita epävarmuustekijöitä, minkä vuoksi ei voida varmasti ennustaa, millainen ilmasto Suomessa tarkalleen on tulevaisuudessa. Yleisesti voidaan todeta, että Suomessa sademäärät kasvavat erityisesti talvisin, ja rankkasateet voimistuvat erityisesti kesäisin (Jylhä et al. 2009). Kainuun alueella keskimääräinen sademäärä kasvaa etenkin talvisin, ja sadepäivien määrä lisääntyy erityisesti talvi-

sin ja syksyisin. Rankkasateiden voimakkuus tulee lisääntymään kaikin vuodenaikoina, ja lisäksi sateettomien poutajaksojen pituus lyhenee talvisin ja syksyisin.

SSP2-4.5 skenaarion mukaan Pohjois-Suomessa lämpötilat kohoavat erityisesti talvisin, ja esimerkiksi vuosina 2070–2099 lämpötila on talvi-kuukausina noin 4 °C korkeampi suhteessa vertailujaksoon 1981–2010. Kesäisin lämpötilan muutos on pienempi, mutta alkukesäisin muutosta on sadannan osalta; skenaarion mukaan sadanta voi kasvaa Pohjois-Suomessa 20 % vuosina 2070–2099.

RCP8.5:n eli suurien päästöjen skenaarioiden mukaan Kainuun alueella vuoden valuntasumat tulevat vuosina 2010–2099 kasvamaan keskimäärin 0–20 % suhteessa nykytilanteeseen. Lämpötilan arvioidaan kohoavan yli 5 °C verrattuna vertailukauteen 1981–2020.

Roudan määrä yleisesti vähenee Suomessa, kun lämpötilat kohoavat ilmastomuutoksen vaikutuksesta. Pohjois-Suomessa tämä muutos on pienempää kuin Etelä-Suomessa (Jylhä et al. 2009). Mallitulosten välillä on eroavaisuuksia, joten tarkkoja roudan paksuuksia on hankala ennustaa, mutta Pohjois-Suomessa on ennustettu routakerroksen ohenevan noin 30–40 % nykytilanteesta vuosisadan loppupuolella.

Edellä on kuvattu eri ilmastomuutosskenaarioita ja miten niiden arvioidaan vaikuttavan esimerkiksi lämpötiloihin ja sadantoihin tulevaisuudessa. Rankkasateiden voimakkuus lisääntyy ja sadannan määrä voi kasvaa jopa 20 % nykytilanteesta. Lämpötilan noustessa roudan syvyys voi pienentyä, mutta toisaalta jos sade talvisin tulee useammin vetenä kuin lumena, paksun lumipeitteen vaikutus roudan syvyyteen voi myös vähentyä. Voidaan kuitenkin olettaa, että roudan syvyys ei ainakaan merkittävästi kasva ilmastomuutoksen seurauksena.

Voimistuneiden rankkasateiden vaikutuksesta riski pintamaakerroksen eroosiolle voi kasvaa, mutta on erittäin todennäköistä, että pidemmällä ajanjaksolla tarkasteltuna suljettu sivukivialue on jo hyvin kasvittunut, jolloin riski eroosiolle vähenee merkittävästi.

Kalvon pitkäaikaiskestävyys

Tiivistyskalvot on suunniteltu pitkäikäisiksi. Sekä HDPE- että LLDPE-kalvoja käytetään laajasti ympäri maailman erilaisissa ympäristönsuojelurakenteissa.

HDPE- ja LLDPE-kalvot on valmistettu polyeteenistä, joiden yksinkertainen polyeteeniketjurakenne koostuu hiilestä ja vedystä. Polyeteenissä ei ole sidoksia, jotka ovat herkkiä kemikaalien vaikutuksille, eikä polyeteenissä ole ainesosia, jotka voisivat esimerkiksi huuhtoutua pois olosuhteiden vaikutuksesta. LLDPE-kalvo ei ole rakenteensa perusteella herkkä jännityssäröilylle.

Yksinkertaisen polyeteeniketjurakenteen vuoksi sekä HDPE- että LLDPE-kalvoon ainoa vaikuttava vanhenemismekanismi on hapettuminen. Hapettumisessa polyeteeniketjut katkeavat vapaiden radikaalien vaikutuksesta, jolloin syntyy lyhyempiä polymeerejä ja kalvo haurastuu. Sekä HDPE- että LLDPE-kalvossa on mukana antioksidantteja, jotka estävät hapettumista. Kalvon sisältämien antioksidanttien ehdyttyä, kalvon teknisten ominaisuuksien heikentyminen hapettumisen seurauksena alkaa. Heikentyminen vie kuitenkin merkittävästi aikaa. Hapettuminen voi tapahtua lämmön tai UV-säteilyn vaikutuksesta, joten kalvon pitkäikäisyyttä lisäävät myös matalat lämpötilat, kalvon UV-suojaus ja kalvon peittäminen.

Erilaisten synteettisten kalvojen kestävyyttä on tutkittu laboratoriokokein ja toteutetuista kohteista. Tutkimusten tärkein lopputulos lienee, että onnistuneen kalvon rakentamisessa tärkeintä on hyvä rakentamisen aikainen laadunvarmistus. Kalvojen kulumiseen liittyvän reikien muodostumisen arviointi jää ennusteiden varaan, koska pitkän aikaa (yli 100 vuotta) toiminnassa olleita kalvorakenteita ei ole olemassa. Alla arvioidaan mahdollisia pitkällä aikavälillä tapahtuvia muutoksia kalvorakenteessa kaatopaikoilla käytetyn konseptualisoinnin mukaan. Tässä oletetaan, ettei rakentamisen jälkeen tapahdu merkittäviä kalvorakennetta heikentäviä tapahtumia kuten sivukivien liikunnat (rinteen sortumat tai stabiloitumiseen liittyvä pinnan aleneminen), veden aiheuttama eroosio (suojakerroksen kulumisen pois) tai vandalismi. Terrafamen peittorakennekokeissa ei ole havaittu kasvillisuuden, kuten puiden juurten, aiheuttavan reikiintymisen riskiä kalvorakenteille. Juuret kasvavat pinnan myötäisesti, kuten lupahakemuksessa todetaan. Myöskään kauemmin (yli 20 vuotta) peitettynä olleiden sivukivialueiden tutkimuksissa on todettu, että puiden juuret eivät lävistä tiivisrakenteita (esim. Pyhäsalmi).

Kaatopaikkojen pohjarakenteiden läpivirtaaman mallinnuksessa tarkastellaan satojen vuosien aikajaksoja (Environmental Agency, 2004). Näissä hyvin pitkiä ajanjaksoja tarkastellaan kalvon reikien määrän lisääntymisen ja jätteen stabiloitumisen näkökulmasta. Jäljempänä taulukossa esitetään eräs arvio reikien muodostumisesta iän myötä (reikää/hehtaari). Kyseessä on HDPE-pohjakalvo, mutta tuloksia voidaan soveltaen käyttää myös LLDPE-kalvon tarkasteluun. Kalvon asentamisen aikana muodostuvien reikien määrä arvioidaan käytettyjen laadunvarmistustekniikoiden perusteella: Taulukossa annetaan vaihteluväli ”erittäin hyvän” ja ”keskimääräisen” skenaarion välillä. Vaihe 2 on nimetty ”täyttö”, koska tässä vaiheessa kaatopaikka täytetään, peittorakenteen osalta tätä vaihetta voidaan soveltaa kalvon yläpuolisen peittorakenteen rakentamiseen. Vaiheessa 3 kalvo toimii suunnitellusti, sen kesto riippuu kalvon laadusta. Vaiheessa 4 ja 5 alkavat kalvon ominaisuuksien heikkenemisestä johtuvat reiät muodostua. Ne ovat laadultaan hieman erilaisia kuin rakentamisvaiheeseen liittyvät. Vaiheessa 4 rakoja muodostuu lähinnä liittyen jännitysten purkautumiseen. Näiden muodostuminen on selkeästi vähäisempää LLDPE-kalvon tapaisissa joustavissa materiaaleissa kuin HDPE-kalvoissa. Vaiheessa 5 oletetaan alka-

van hapettumisen aiheuttamien vaurioiden muodostuminen. Tämän alkamisaika riippuu antioksidanttien määrästä ja kulumisesta, sekä lämpötilasta.

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 peittorakennetta suojaavat UV-valolta päällä olevat kerrokset ja lämpötilan oletetaan pysyvän matelana. Environmental Agency (2004) mukaan 15°C lämpötilassa kestää 1500–2100 vuotta ennen kuin hapettumisen vaikutukset alkavat näkyä kalvossa. 5°C lämpötilan nousu vähentää ajan 900–1300 vuoteen. Tätä alhaisempia lämpötiloja ei Environmental Angencyn raportissa ole huomioitu, koska raportti käsitteli kaatopaikkojen pohjarakenteita. Uusissa tutkimuksissa ei ole havaittu suuria eroja HDPE- ja LLDPE-kalvojen luontaisen eroosionopeuden välillä (Ojeda et al., 2011 ja Felgel-Farnholz et al., 2023). Tämän tulkinnan mukaan kestää useita satoja vuosia ennen kuin LLDPE rakenteen hapettuminen ja siitä johtuva rakojen muodostuminen alkaa. Taulukkoa ei voi siis suoraan soveltaa peittorakenteiden LLDPE-kalvoihin, mutta se antaa konseptualisella tasolla käsityksen kalvojen pitkäaikaiskehityksestä ja reikien muodostumisesta. Environmental Agency (2004) mukaan LLDPE-kalvoissa tapahtuu enemmän jännityksiin liittyviä repeämiä epätodennäköisesti ennen kuin materiaali saavuttaa hapettumistilan, jossa rakenne muuttuu hauraasti käyttäytyväksi (HDPE-kalvoissa nämä ovat todennäköisempiä), eli kymmenien tai useiden satojen vuosien aikavälillä reikien muodostuminen johtuen materiaalin ominaisuuksien muuttumisesta on epätodennäköistä.

Esimerkki kalvorakenteiden pitkän ajan suorituskyvyn arviointiin käytetystä vaiheittaisesta tarkastelusta on seuraavassa taulukossa. Kyseessä on HDPE-pohjakalvo, jossa jännitysrakoilua muodostuu helpommin kuin LLDPE-kalvoissa. Hapettumisesta aiheutuvien vaurioiden esiintyminen sen sijaan saattaa olla yleisempää LLDPE kalvoissa kuin HDPE kalvoissa.

	Vaihe 1		Vaihe 2		Vaihe 3		Vaihe 4		Vaihe 5	
	rakentaminen		täyttövaihe ~1–5 v		lyhyt aika 10–50 v		pitkä aika, jännitysrakoilu		pitkä aika, hapettumisen vauriot	
	vaiheen aikana	kumulatiivinen	vaiheen aikana	kumulatiivinen	vaiheen aikana	kumulatiivinen	vaiheen aikana	kumulatiivinen	vaiheen aikana	kumulatiivinen
Pienet reiät	0–5	0–5	1–10	1–15	0	1–15	0	15	0	15
Reiät	0–2	0–2	1–5	1–7	0	1–7	0	7	0	7
Repeämät	0	0	0–3	0–3	0	0–3	0	3	0	3
Raot	0	0	0	0	0	0	10–40	10–40	20–60	30–100

Myös materiaalintoimittaja Solmax Oy on arvioinut peittorakenteessa käytettävän LLDPE-kalvon pitkäaikaiskestävyyttä lausunnossaan. Tehyjen tutkimusten ja kenttäkokeista saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että 1,5 mm paksun HDPE-kalvojen arvioitu käyttöikä kohdallisissa lämpötiloissa (20 °C) on 446 vuotta. HDPE-kalvon ja LLDPE-

kalvon samanlaisen rakenteen vuoksi LLDPE-kalvolla arvioidaan saavutettavan sama käyttöikä eli useita satoja vuosia. Environmental Agency (2004) mukaan synteettisten kalvojen hapettumisen alkaminen liittyy materiaalissa olevien antioksidanttien kulumiseen ja loppumiseen. Prosessin käynnistymisen ajankohta riippuu lämpötilasta. Lämpötilan kasvaminen nopeuttaa hapettumisen alkamisajankohtaa. Sivukivikasan pintarakenteen keskilämpötilan oletetaan olevan 5–10 °C, eli käyttöiän pitäisi olla huomattavasti pidempi kuin mainittu 446 vuotta.

Kalvon elinkaaren kannalta kalvon asennusvaihe on kriittisin kohta. Eri-tyisen tärkeää kalvon pitkäaikaiskestävyyden kannalta onkin oikein tehty, ammattitaitoinen asennus.

Sivukivialueilla ei toiminnan aikana havaittu merkittävää lämpenemistä eikä riskiä kasapaloille. Sivukivialueelle läjitetyn sivukivilouheen reagoiva pinta-ala on huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi primääriliuotusalueille sijoitetun sulfidimalmin eikä sivukivitäyttöön puhalleta ilmaa kuten primääri- tai sekundääriliuotuskasoihin. Todennäköisyys, että hapenkulkeutumisen estyttyä läjitykseen tapahtuisi kalvonrakennetta heikentävää lämpenemistä on erittäin pieni. Savupiippuilmion syntyminen jo peitetyllä sivukivialueella vaatisi huomattavia vauriota samanaikaisesti sekä alueen reunoilla että päällä. Tällaisten laaja-alaisten vaurioiden ei arvioida olevan mahdollisia normaalin toiminnan myötä, vaan ne vaatisivat syntyäkseen huomattavia ulkoisia vaikutuksia.

Koska sivukivitäytöissä ei ole toiminnan aikana todettu kasapaloja tai tunnistettu olennaista lämmönmuodostumista eikä peittorakenteen materiaalivalinnoissa ole arvioitu olevan tarvetta merkittävän lämpenemisen huomioimiselle. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 vaiheittaisella sulkemisella pyritään sivukivitäytön mahdollisimman nopeaan sulkemiseen, jolloin myös osa hapenkulku sivukivitäyttöön estyy. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 pohjarakenteen suunnittelussa mahdollinen lämmöntuotto on otettu rakennekerrosten suunnittelussa huomioon. Sivukivialueen pohjarakenteessa kalvon ja sivukivitäytön väliin on toteutettu suojatäyttö, joka toimii myös lämpöä eristävänä kerroksena kalvon päällä, joten kalvon ominaisuuksia muuttava poikkeuksellisen korkea lämpötila kalvolla olisi kasapalon sattuessakin epätodennäköinen.

Peittorakenteen pitkäaikaiskestävyyden seuranta

Suotoveden määrän ja laadun tarkkailulla voidaan arvioida peittorakenteen toimintaa erityisesti rakennusvaiheen 1–6 alueella, joissa peittorakenteessa käytetään kalvoa tiivisrakenteena. Sivukivialueen tiiviin pohjarakenteen ollessa tiivis, sen yläpuolelta kerättävä suotovesi kertoo peittorakenteen toiminnasta ja mahdollisista muutoksista. Pitoisuudet pitäisi aina tulkita suhteessa vesimäärään, sillä vedenmäärän supistumiseen liittyvä pitoisuuksien nousu kertoo eri asioista kuin pitoisuuksien nousu vesimäärän pysyessä samana. Suotovesien määrästä ja tarkkailusta kerrotaan enemmän jäljempänä.

Koska sivukivialueen KL1 rakennusvaiheet 1–6 suljetaan vaiheittain samaan aikaan sivukivialueen KL2 kanssa, voidaan peittorakenteeseen kohdistuvien kuormitusten vaikutuksia seurata tuotannon toiminnan aikana. Tarkkailun tuloksia voidaan käyttää peittorakenteen optimointiin ja mahdolliseen parantamiseen niin olemassa olevien kuin mahdollisesti tulevaisuudessa käyttöönotettavien sivukivialueiden osalta. Myös toisin kuin tiiviissä pohjarakenteessa, peittorakenteessa olevan kalvorakenteen kunnostaminen olisi tarvittaessa mahdollista.

Environmental Agency (2004) mukaan oletettavimmat peittorakenteiden vauriot liittyvät harvoin itse tiivisrakenteena käytettävän kalvon kulumiseen luontaisista syistä, vaan ovat esimerkiksi seurausta kalvon paljastumisesta esimerkiksi eroosion seurauksena tai kalvoon peittokerroksen läpi tapahtuvista teoista esimerkiksi ihmistoiminnan seurauksena. Luontaisiin prosesseihin tai ihmistoimiin liittyvät vauriot on myös helpompi havaita silmämääräisesti ja korjata.

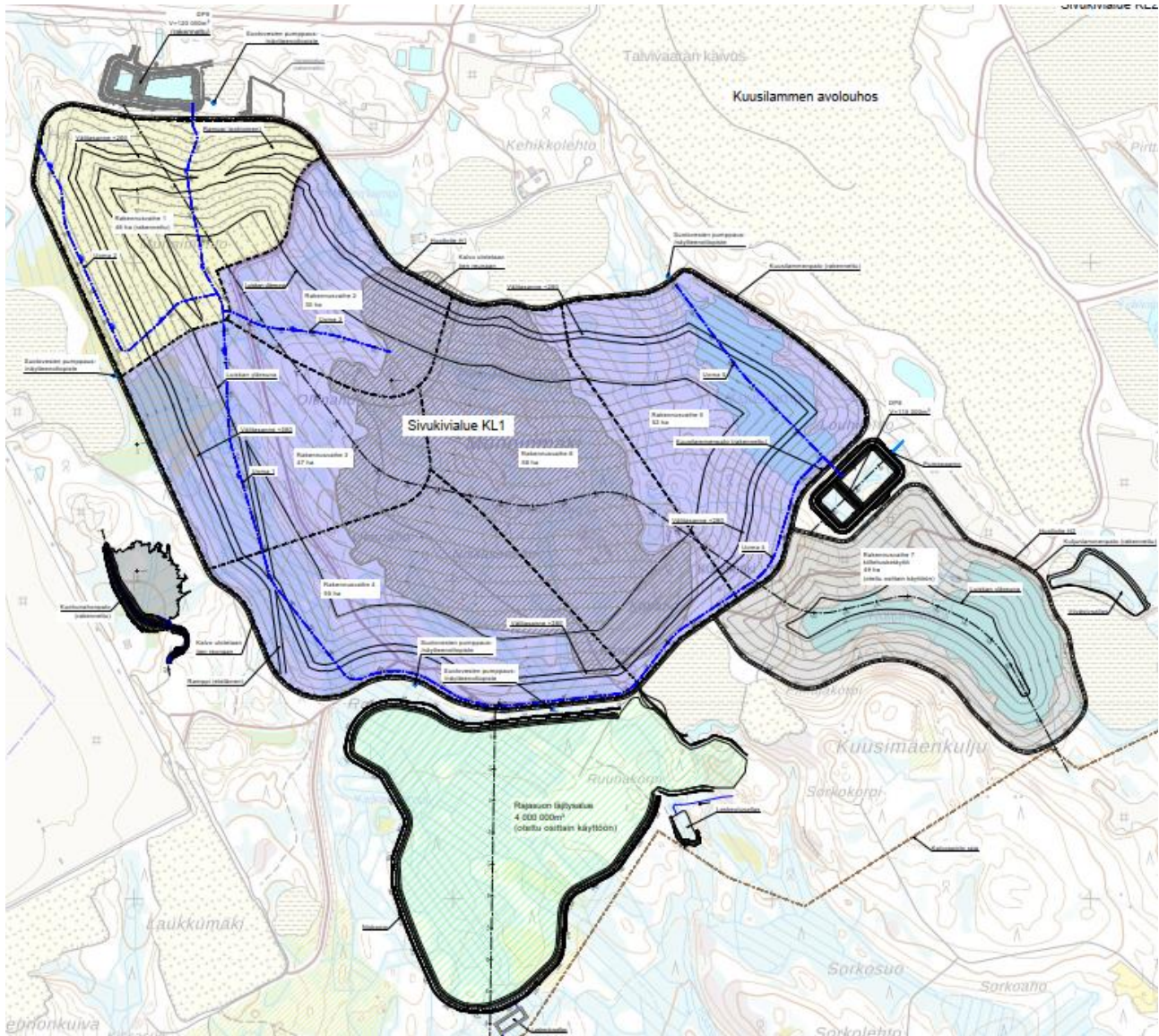
Sivukivikasan muotoilu

Sekä rakennusvaiheiden 1–6 että rakennusvaiheen 7 sivukivikasojen luiskat muotoillaan ennen peittorakenteen rakentamista 1:3 kaltevuuteen tai loivemmiksi. Lakialue muotoillaan noin 2–3 %:n kaltevuuteen ulospäin. Sivukivikasojen reunoille muotoillaan reunaosat peittorakenteen päältä tulevien puhtaiden pintavesien poisjohtamiseksi. Rakennusvaiheiden 1–6 sivukivikasan reunaosan leveys vaihtelee noin kolmesta metristä 36 metriin. Rakennusvaiheen 7 sivukivikasan reunaosan leveys on noin metri. Reunaosista peittorakenteen päältä tulevat pintavedet johdetaan imeytyskentälle tai laskeutusaltaisiin.

Rakennusvaiheen 1–6 alueella sivukivikasan lakialue on leveimmillään keskiosassa aluetta, jossa lakialueen leveys on noin 900 metriä. Kasan pohjoispäässä lakialue on kapeimmillaan noin 300 m. Sivukivikasan ympärille muotoillaan noin 20 m leveä tasanne +280-tasolle (N60). Rakennusvaiheen 1–6 sivukivikasan lakialueelle kuljetaan eteläisen ja pohjoisen rampin kautta. Sivukivikasan lakikorkeus on 900 mm:n paksuinen peittorakenne huomioiden korkeimmillaan +330,90 (N60).

Rakennusvaihe 7 alueella sivukivikasan lakialue on leveimmillään keskiosassa aluetta, jossa lakialueen leveys on noin 140 m. Muualla lakialue on noin 50–100 metriä leveä. Sivukivikasan päälle kuljetaan täytön aikana toteutettavien kulkuyhteyksien kautta. Rakennusvaiheen 7 alueella sijaitsevan sivukivikasan lakikorkeus on 500 mm:n paksuinen peittorakenne huomioiden korkeimmillaan +295,50 (N60).

Sivukivialueen KL1 yleissuunnitelmakartta (piir.nro R3-2 31.7.2024) on seuraavassa kuvassa.



Työnaikaiset järjestelyt

Vesienhallinta rakentamisen aikana

Rakennettavat laskeutusaltaat toimivat osana vesienhallintaa myös peittorakenteen rakentamisen aikana. Rakentamisen aikana erityisesti pintamaakerroksen maa-aineksesta voi tulla valumavesiin normaalia enemmän kiintoainesta, joten laskeutusaltaan lietetilan tyhjentämiseen kiinnitetään erityistä huomiota kiintoainekuormituksen minimoimiseksi.

Peittorakenteen päältä tulevat pintavedet ovat puhtaita, mutta rakentamisen aikana niihin voi kulkeutua metallipitoisia vesiä sulkemattomilta sivukivialueilta. Pintavesien laatua seurataan myös rakentamisen aikana ja tarvittaessa vedet pumpataan laskeutusaltaista suotovesialtaisiin, josta ne johdetaan käsiteltäväksi.

Rakentamisen aikainen vesienhallinta suunnitellaan yksityiskohtaisemmin vaiheittaisten rakennussuunnitelmien yhteydessä.

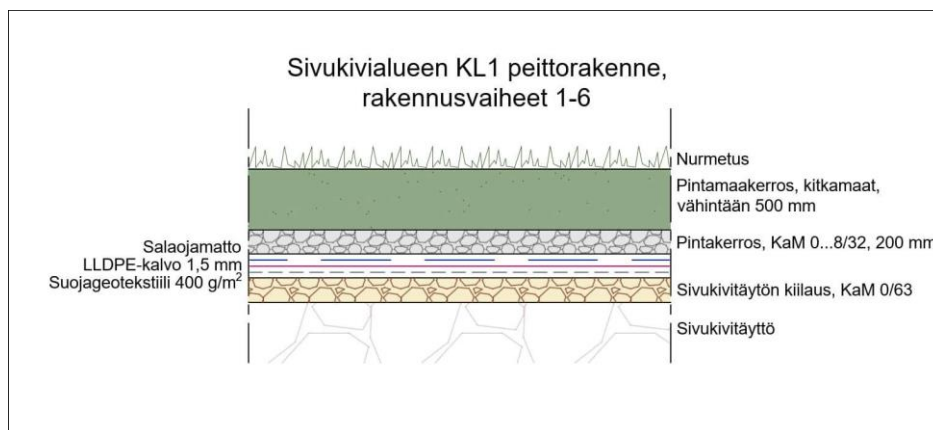
Liikenne

Sivukivialueelle liikennöidään kaivosalueen sisäisiä liikennereittejä pitkin. Sivukivialueen päällä kulkevalle huoltotielle kuljetaan ramppeja pitkin.

Rakennekerrokset

Rakennusvaiheet 1–6

Rakennusvaiheiden 1–6 kohdalla sivukivikasan luiskien, tasanteen ja lakialueen kohdille tulevan peittorakenteen tyyppipoikkileikkaus on esitetty seuraavassa kuvaussa. Sivukivitäyttö kiilataan kalliomurskeella (0/63 mm). Kiilauksen päälle asennetaan suojageotekstiili (400 g/m²), jonka päälle asennetaan peittorakenteessa tiiviskerroksena toimiva 1,5 mm:n paksuinen LLDPE-kalvo. Kuivatuskerroksena toimiva salaojamatto toimii myös kalvon suojakerroksena. Salaojamatton päälle rakennetaan 200 mm:n paksu pintakerros kalliomurskeesta, joka toimii salaojamatton kanssa kuivatuskerroksena. Pintakerros peitetään 500 mm:n paksuisella pintamaakerroksella, joka tehdään puhtaista, soveltuvista kitkamaista (moreeni, hiekka, sora). Pintamaakerroksessa voidaan hyödyntää esimerkiksi turvetta kasvittumisen nopeuttamiseksi.



Kasan laelle tuleville rampeille rakennetaan peittorakenne vasta sen jälkeen, kun sivukivialueen täytön takia kulkua niiden kautta ei enää tarvita. Peittorakenne on muuten samanlainen kuin luiskissa ja lakialueella, mutta suuremman liikennöintikuorman vuoksi LLDPE-kalvon päälle asennetaan suojageotekstiili (1200 g/m^2). Salaojamaton päälle rakennetaan huoltotien (rampin) rakennekerrokset: 500 mm paksu pintakerros kalliomurskeesta (0/63 mm) ja sen päälle 200 mm paksu kuluskerros kalliomurskeesta (0/32 mm). Rampin sisäreunaan tulevassa vierusojassa salaojamaton päälle rakennetaan 200 mm:n paksuinen pintakerros. Pintakerroksen pysyvyyttä ojassa seurataan säännöllisesti. Myöhemmin kun ylös asti kulkeville huoltoteille ei ole enää tarvetta, ne peitetään vastavanlaisella pintamaakerroksella kuin muualle luiskiin ja lakialueelle on suunniteltu ja nurmetetaan.

Peittorakenteessa ei ole tarvetta kaasunkeräyskerrokselle, sillä sivukivitäytössä ei ole havaittu hapen muodostumisen yhteydessä muodostuvaa kaasua. Rakennusvaiheiden 1–6 alueelle rakennettavan peittorakenteen pinta-ala on 296,5 hehtaaria. Pinta-ala perustuu peittorakenteen tiivisrakenteessa käytettävän LLDPE-kalvon laskennalliseen 3d-pinta-alaan. Peittorakenne rajautuu sivukivialueen viereisen huoltotien luiskan yläreunaan.

Keinotekoinen eriste (LLDPE-kalvo)

Rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteessa käytetään tiiviskerroksena 1,5 mm paksuista LLDPE-kalvoa (matalatiheyksinen polyeteeni, linear low density polyethylene). Luiskissa käytetään kitkapinnoitettua kalvoa. Ehjä kalvo on itsessään vesi- ja kaasutiivis, mutta kalvoon voi syntyä vauriokohtia rakentamisen tai käytön aikana. Vauriokohtien syntymistä ehkäistään riittävän tarkalla suunnittelulla ja rakentamisen laadunvalvonnalla. Myös pintamaakerros varsinkin kasvituksineen pidättää vettä ja happea.

Kalvo suojataan ala- ja yläpuolelta. Kalvon alla käytetään 400 g/m^2 suojageotekstiiliä suojakerroksena, ja kalvon päälle asennettava salaojamatto toimii myös sen suojakerroksena. Suunnitellulle kalvorakenteelle on tehty sylinteritestit, joiden tulosten perusteella salaojamaton päällä

olevan suojakerroksen tulee olla paksuudeltaan yhteensä vähintään 700 mm riittävän suojausvaikutuksen varmistamiseksi. Ramppien kohdalla käytetään salaojamaton lisäksi myös 1200 g/m^2 geotekstiiliä rakennus- ja huoltovaihetta pidempiaikaisen liikennekuormituksen takia.

Kuivatuskerros ja pintakerros

Kuivatuskerroksen tehtävänä on johtaa pintamaakerroksesta suotautuva sade- ja sulamisvesi (hulevesi) pois ja alentaa siten tiivistysrakenteeseen kohdistuvaa hydraulista gradienttia eli vesipainetta.

Kuivatuskerros koostuu salaojamatosta sekä salaojamaton päälle rakennettavasta pintakerroksesta. Pintakerros tehostaa salaojamaton toimintaa. Salaojamattoa käytetään myös LLDPE-kalvon suojakerroksena.

Pintakerros rakennetaan muilla alueilla puhtaasta, hyvin vettä johtavasta kalliomurskeesta tai sepelistä (esimerkiksi KaM 0...8/32), mutta ramppien kohdalla pintakerros rakennetaan kalliomurskeesta (esimerkiksi KaM 0/63) osaksi rampin rakennekerroksia. Pintakerroksen paksuus muualla kuin rampilla on 200 mm ja rampilla 500 mm. Rampille rakennetaan kalliomurskeesta (esimerkiksi KaM 0/32) 200 mm:n paksuinen kulutuskerros pintakerroksen päälle.

Pintamaakerros

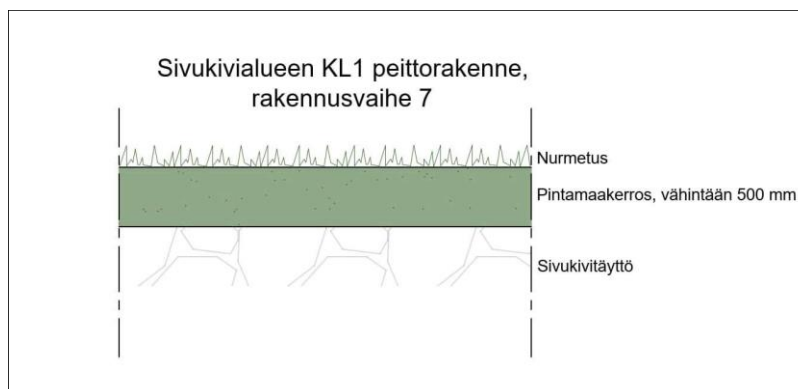
Pintamaakerroksen tehtävänä on mahdollistaa peittorakenteen kasvittuminen sekä suojata alapuolisia kerroksia esimerkiksi kasvien juurten ja roudan vaikutuksilta.

Pintamaakerros rakennetaan puhtaista kitkamaista (moreenista, hiekasta tai sorasta). Pintamaakerroksessa voidaan hyödyntää turvetta kasvittumisen edistämiseksi. Pintamaakerroksen paksuus on vähintään 500 mm.

Rakennusvaihe 7

Rakennusvaiheen 7 sivukivitäyttö peitetään pintamaakerroksella. Pintamaakerroksen tehtävä on mahdollistaa sivukivitäytön kasvillistaminen, maisemointi ja estää esimerkiksi pölyämistä.

Pintamaakerros rakennetaan puhtaista maa-aineksista kuten kitkamaista (moreenista, hiekasta tai sorasta) tai esimerkiksi turpeesta. Pintamaakerroksen maksimiraekoko on 150 mm. Käytettävien maa-ainesten tulee olla sellaisia, että niistä pintamaakerrosten rakentaminen myös sivukivitäytön luiskiin onnistuu. Pintamaakerroksen paksuus on vähintään 500 mm.



Peittorakenteen rakentaminen

Rakentaminen ja laadunvalvonta

Sivukivialueen peittorakenteen yleissuunnitelma on esitetty hakemuksen liitteenä. Osana yleissuunnitelmaa ovat alustava työselostus ja alustava laadunvarmistusohje. Sivukivialue suljetaan vaiheittain ja jokaisen vaiheen sulkemisesta laaditaan rakennussuunnitelmat, joissa yleissuunnitelmaa on tarkennettu tarpeellisin osin.

Sivukivialuetta KL1 koskevassa ympäristölupapäätöksessä nro 107/2023 on esitetty ympäristönsuojelurakenteita koskevien suunnitelmien toimittamista lupamääräys:

”1. Luvan saajan on toimitettava Kainuun ELY-keskuksen hyväksyttäväksi, ellei niitä ole tällä päätöksellä jo hyväksytty, sivukivialueen KL1 ja maankaatopaikan ja siihen liittyvien altain ympäristönsuojelurakenteita koskevat, tämän päätöksen määräysten mukaisiksi tarkistetut ja päivitettyt yksityiskohtaiset rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmat viimeistään ennen niiden rakentamisen aloittamista.”

Kaivoksen toimintaa koskevassa ympäristöluvassa nro 87/2022 on esitetty lupamääräyksessä 186 seuraavaa:

”186. Luvan saajan on toimitettava hakemuksena aluehallintovirastoon 10 kuukautta ennen yksittäisen jätealueen tai kaatopaikan sulkemistöiden aloittamista koko kaivosalueen sulkemissuunnittelun tuottaman tiedon perustella laadittu kyseistä yksittäistä jätealuetta tai kaatopaikkaa koskeva yksityiskohtainen sulkemiseen liittyvä rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelma.”

Terrafame pitää tarkoituksenmukaisena, että ensimmäisestä rakennusvaiheesta saadut kokemukset voidaan viedä seuraavien vaiheiden toteutussuunnitteluun. Peittorakenteen tyyppipoikkileikkaus ja laadunvarmistusohje pysyvät vastaavanlaisina myös muiden rakennusvaiheiden toteutussuunnitelmissa. Mahdolliset tarkennukset ovat kohdekohtaisia.

Terrafame hakee muutosta ympäristölupapäätöksen 87/2022 lupamääräykseen 186 siten, että yksityiskohtaiset, rakennusvaiheittain laaditut

rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmat voidaan toimittaa vastaavalle ELY-keskukselle hyväksyttäväksi lupamääräyksen 6 mukaisesti sen jälkeen, kun rakenteen pääperiaatteet on aluehallintovirastossa ratkaistu.

Rakentamisessa hyödynnetään koerakenteista saatuja kokemuksia peittorakenteen rakentamisesta ja parhaista työtavoista. Lisäksi vaihtelevasti laadittavissa peittorakenteiden rakennussuunnitelmissa huomioidaan myös aiemmista vaiheista saadut kokemukset rakentamiseen liittyen.

Alla on kuvattu rakentamiseen ja laadunvalvontaan liittyviä asioita erityisesti peittorakenteen pitkäaikaiskestävyyden näkökulmasta. Liitteenä olevassa alustavassa työselostuksessa ja laadunvalvontaohjeessa on esitetty yksityiskohtaisemmin peittorakenteiden ja niihin liittyvien rakenteiden (mm. vesien johtaminen) rakentamiseen ja laadunvalvontaan liittyvät asiat.

Keinotekoinen eriste (LLDPE-kalvo)

Ehjä kalvo on vesi- ja kaasutiivis, mutta kalvoon voi syntyä vauriokohtia rakentamisen tai käytön aikana. Asennusvaihe on kalvon elinkaaren kannalta kriittisin kohta. Lisäksi rakentamisen aikana kalvoon voi syntyä esimerkiksi työkoneista, alustassa olevista kivistä, kalvon päälle tippuvista esineistä tai tuulen tai lämpölaajenemisen vaikutuksesta. Kalvon vaurioitumisriskiin rakentamisen aikana voidaan vaikuttaa työjärjestyksen suunnittelulla ja varautumalla esimerkiksi sään vaikutukseen. Riittävä laadunvarmistus takaa sen, että peittorakenne toteutetaan laatuvaatimusten mukaisesti.

Kriittisin kohta kalvorakenteessa vesi- ja kaasutiiviyden kannalta ovat saumat ja niiden määrä minimoidaan tiiviyden saavuttamiseksi. Kalvot asennetaan pitkittäin veden virtaussuuntaan. Saumoja ei saa sijoittaa luiskan taitteeseen eikä vierekkäisten rullakaistojen jatkossaumoja saa sijoittaa luiskassa samaan kohtaan. Saumat hitsataan kiinni ja niiden tiiviys varmistetaan laadunvarmistuskokeilla.

Peittorakenteessa oleva tiiviskerroksena toimiva LLDPE-kalvo hitsataan kiinni pohjarakenteen HDPE-kalvoon. Pohjarakenteen HDPE-kalvon kunto tarkastetaan sen esiin kaivun yhteydessä ja mahdolliset vauriot korjataan. Kalvot ankkuroidaan huoltotien luiskaan.

Läpivientejä vältetään aina kuin mahdollista. Läpivientejä suunnitellessa kiinnitetään huomiota siihen, että ne eivät aiheuta kalvoon venymiä. Myös terävät kulmat aiheuttavat kalvon vaurioitumisriskin ja niiden välttäminen huomioidaan jo suunnittelussa. Kalvon kanssa tekemisissä olevien materiaalien kemiallinen yhteensopivuus kalvon kanssa varmistetaan.

Kalvo suojataan rakentamisvaiheen pistekuormilta sekä sen ala- että yläpuolelle tulevilla suojakerroksilla. Lisäksi etukäteen suunnitellulla massanajo- ja työjärjestyksellä varmistetaan se, että ajoneuvoilla kuljetaan vain liikennekuormaa kestäville alueille.

Kalvo painotetaan ja ankkuroidaan työnaikaisesti kalvon vaurioitumisriskin minimoimiseksi. Kalvon lämpölaajeneminen huomioidaan kalvon peittämisajankohdan valinnassa. Peittämisajankohta valitaan sääolosuhteet ja vuorokaudenaika huomioiden silloin kun kalvo on mahdollisimman tiiviisti kiinni alustassa. Näin vältetään kalvoon lämpölaajenemisen vuoksi syntyvien vekkien synty.

Luiskissa varmistetaan suojageotekstiilin, kalvon ja salaojamaton rajapintojen kitkan riittävyys.

Kuivatuskerros ja pintakerros

Kuivatuskerroksessa käytettävä salaojamatto toimii myös LLDPE-kalvon suojakerroksena ja valitun salaojamattotyypin tulee soveltua suojaamiskapasiteetiltaan kalvon suojaksi.

Pintakerrokseen tarvittava massamäärä (KaM 0/32, 200 mm) on noin 590 000 m³rtr. Pintakerroksen kalliomurskeena käytetään kaivospiirin alueella sijaitsevilta tarvekivialueilta saatavaa puhdasta kalliomursketta.

Pintakerroksen rakentamisessa huomioidaan kalvorakenne.

Pintamaakerros

Rakennusvaiheiden 1–6 pintamaakerros rakennetaan kitkamaista (moreeni, hiekka, sora). Lisäksi pintamaakerroksessa voidaan hyödyntää turvetta kasvittumisen edistämiseksi.

Rakennusvaiheiden 1–6 pintamaakerrokseen tarvittava massamäärä (kitkamaa, 500 mm) on noin 1 480 000 m³rtr. Pintamaakerroksen maa-ainekset saadaan kaivospiirin alueelta. Lähtökohtaisesti pintamaakerroksessa hyödynnetään soveltuvia Rajasuon läjitysalueen maa-aineksia.

Rakennusvaiheen 7 pintamaakerrokseen tarvittava massamäärä (500 mm) on noin 250 000 m³rtr. Kuten rakennusvaiheiden 1–6 kohdalla, lähtökohtaisesti pintamaakerroksessa hyödynnetään soveltuvia Rajasuon läjitysalueen maa-aineksia. Lisäksi pintamaakerroksen maa-aineksina voidaan käyttää kaivospiirin alueelle varastoituja puhtaita maa-aineksia.

Lisäksi sivukivialueen KL1 pintamaakerrosten maa-aineksina voidaan käyttää kaivospiirin alueelle varastoituja puhtaita maa-aineksia. Varastoitujen maa-ainesten läjitysalueilla on tutkittu maa-ainesten haitta-ainepitoisuuksia, joten tiedossa on mihin puhtaita pintamaita on läjitetty, mutta tarvittaessa maa-aineksia tutkitaan lisää tämän varmistamiseksi ennen peittorakenteen rakentamista.

Destia Oy:n täydentävä lausunto peittorakenteesta (hakemuksen täydennys 20.5.2025)

Tässä lausunnossa suunnittelijakonsultti antaa ympäristögeoteknisen näkemyksensä sivukivialueille KL1 ja KL2 esitetystä peittorakenteesta.

Sivukivialueiden KL1 ja KL2 sulkemisen ja peittorakenteen toteuttamisen ympäristölupahakemuksissa (diaarinumerot: PSAVI/9228/2024 ja PSAVI/1802/2024) peittorakenteeksi suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavien kaivannaisjätteen jätealueiden luiska- ja lakialueilla on esitetty seuraavat rakennekerrokset (esitetty ylhäältä alaspäin):

- Pintamaakerros, kitkamaat, ≥ 500 mm
 - o Pintamaakerroksessa voidaan hyödyntää turvetta kasvitumisen edistymiseksi
- Pintakerros, kalliomurske 0...8/32 (*oikeastaan 0/32*), 200 mm
- Salaojamatto
 - o Salaojamatossa on yht. 300 g/m^2 geotekstiili
- LLDPE-kalvo 1,5 mm
- Suojageotekstiili 400 g/m^2

Peittorakennekerrokset rakennetaan kalliomurskeella 0/63 kiilatulun sivukivitäytön päälle.

Pintamaakerroksen tehtävänä on mahdollistaa peittorakenteen kasvituminen sekä suojata alapuolisia kerroksia esimerkiksi kasvien juurten ja roudan vaikutuksilta.

Peittorakenteen kuivatuskerroksen tehtävänä on johtaa pintamaakerroksesta suotautuva sade- ja sulamisvesi eteenpäin ja alentaa siten tiivistysrakenteeseen (LLDPE-kalvo) kohdistuvaa hydraulista gradienttia eli vesipainetta. Kuivatuskerroksen on esitetty koostuvan salaojamatosta ja salaojamaton päälle rakennettavasta pintakerroksesta. Pintakerroksessa käytettävä materiaali KaM 0...8/32 (*oikeastaan 0/32*) on valittu siten, että se tehostaa salaojamaton toimintaa. Salaojamatto toimii myös LLDPE-kalvon suojakerroksena.

Peittorakenteen tiiviskerroksena (tiivistysrakenteena) on esitetty käytettävän 1,5 mm paksuista LLDPE-kalvoa. Kalvo suojataan alapuolelta 400 g/m^2 suojageotekstiilillä ja yläpuolelta salaojamatolla, joka sisältää yhteensä 300 g/m^2 suojageotekstiiliä. Suunnitellulle kalvorakenteelle on tehty sylinteritestit, joiden tulosten perusteella pintakerroksessa voidaan käyttää kalliomursketta, jonka rakeisuus on yhtä karkeaa tai hienompaa kuin testeissä käytetty KaM 0/32, ja peittorakenteen alla olevan kiilauskerroksen materiaalina kalliomursketta, jonka rakeisuus on yhtä karkeaa tai hienompaa kuin testeissä käytetty KaM 0/63.

Sylinteritestien tulosten tulkinnassa on käytetty LLDPE-kalvon suurimpana sallittuna paikallisena venymänä 0,25 % venymää, mikä on hyvin konservatiivinen HDPE-kalvon suurinta sallittua paikallista venymää koskeva kirjallisuusarvo (ks. kohta LLDPE-kalvon muodonmuutoskestävyys).

Vuonna 2024 on sivukivialueelle KL2 rakennettu noin 9 hehtaarin koepeittoalue esitetyllä peittorakenteella.

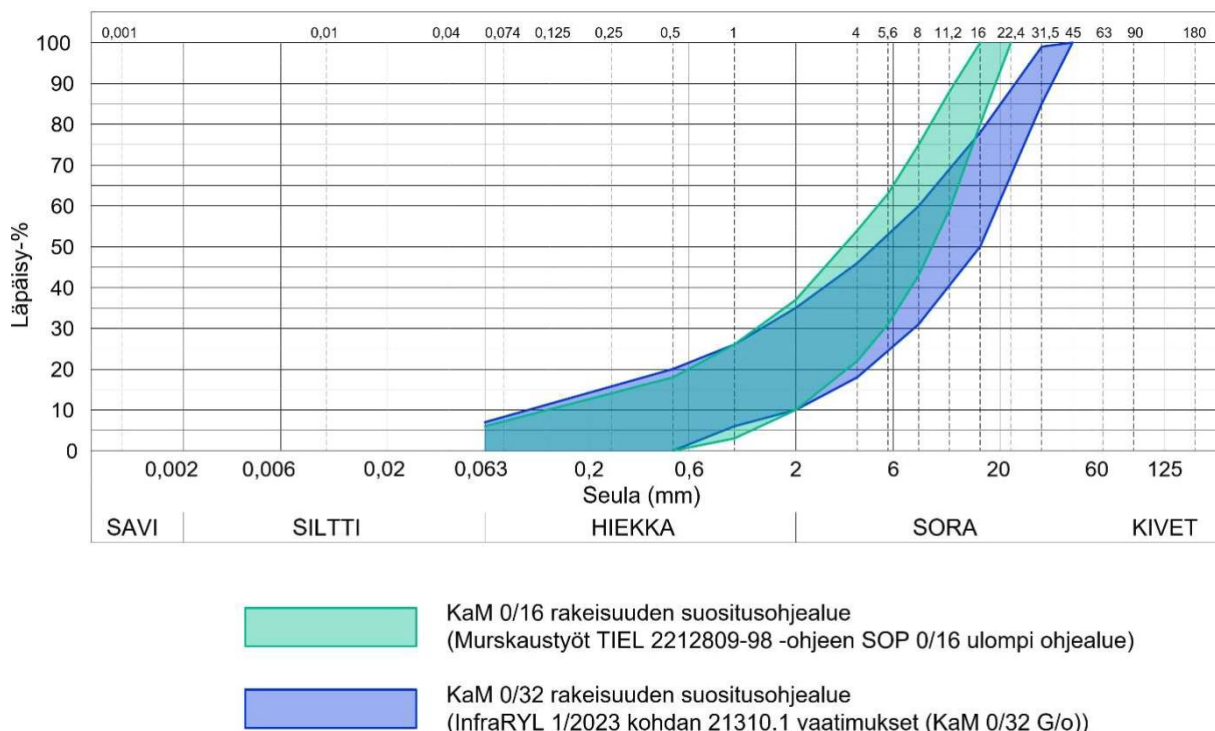
Perustelut pintakerroksen materiaalivalinnalle

Pintakerroksen materiaaliksi on peittorakenteessa valittu kalliomurske 0...8/32 (*oikeastaan 0/32*). Kalliomurskeen isomman raekoon vuoksi kalvorakenne on testattu sylinteritesteillä, joiden tulosten perusteella on voitu todeta, että pintakerroksessa käytettävä maksimiraekooltaan 32 mm oleva kalliomurske ei aiheuta riskiä suunnitellulla tavalla suojatulle LLDPE-kalvolle. Pintakerroksen maksimiraekoon ei tarvitse suojausvaikutuksen takia olla pienempi kuin 32 mm.

Rakenteessa oleva vesi voi kuormittaa peittorakennetta etenkin jäätyessä tai virtauksen aiheuttaessa eroosiota. Peittorakenteen pitkäaikaiskestävyyden näkökulmasta kuivatuskerroksen tulee toimia siten, että se vähentää tiivisrakenteena toimivaan kalvoon kohdistuvaa hydraulista kuormitusta ja kuljettaa vettä pois peittorakenteesta siten, että esimerkiksi mahdollisesti haitallista routimista ei pääse tapahtumaan tai vettä ei pääse kerääntymään kalvon alareunaan siten, että se voisi aiheuttaa stabiiliteettiongelmia luiskissa.

Koska pintakerros toimii yhdessä salaojamaton kanssa peittorakenteen kuivatuskerroksena, on pintakerroksen materiaaliksi haluttu valita hyvin vettä johtava murske, joka kuitenkin täyttää myös muut vaatimukset, kuten yllä mainitun suojausvaatimuksen. Pintakerroksen tulee olla myös rakennettavissa työturvallisuusseikat huomioiden.

Seuraavassa kuvassa on esitetty kalliomurskeen 0/16 ja 0/32 rakeisuuden suositushjealueet. Kalliomurskeiden eroja vedenjohtavuuden näkökulmasta on avattu alla.



Kuten edellä esitetystä kuvasta nähdään, molemmat rakeisuuden suositushjealueissa esitetyt hienoainespitoisuudet vastaavat toisiaan. Suuremmat erot rakeisuuksissa näkyvät vasta 2 mm raekoon jälkeen. Murskeen keskimääräisen ja maksimiraekoon kasvaessa, kasvaa tyypillisesti myös murskeen vedenjohtavuus. Vedenjohtavuuden kasvu johtuu siitä, että rakeiden väliin jää enemmän tyhjätillaa, jota pitkin veden on helpompi virrata.

Peittorakenteeseen tulevaa pintakerrosta ei tiivistetä, joten vedenjohtavuuden kannalta ei tiivistämisen vaikutusta ole tarpeen huomioida. Jos pintakerros kuitenkin pääsee tiivistymään liikaa, voivat peittorakenteen päältä tuleva sade- ja sulamisvedet kulkea pintakerroksen päällä pinta-maakerroksen ja pintakerroksen rajapinnassa kuivatuskerroksen sijaan. Tämä voi mm. lisätä uomaeroosioriskiä pinta-maakerroksessa. Terra-fame Oy:n hankkeen projektipäällikön mukaan vuonna 2024 rakennetun koepeittorakenteen perusteella kalliomurske 0/32 ei ole tiivistynyt peittorakenteessa liikaa, mutta kalliomurske on kuitenkin riittävän sekaraakeista, jotta suuremmat rakeet asettuvat pienempien rakeiden sekaan eivätkä jää yksittäin esille. Koska kalliomursketta 0/16 ei ole käytetty koepeittorakenteissa, ei kokemusta sen käyttäytymisestä (tiivistyminen, vedenjohtavuus) peittorakenteen pintakerroksessa ole.

Koska pintakerroksen tulee toimia yhteistyössä salaojamaton kanssa peittorakenteen kuivatuskerroksena, esitämme edellä mainittuihin perusteluihin perustuen kalliomursketta 0/32 peittorakenteen pintakerros-materiaaliksi.

LLDPE-kalvon muodonmuutoskestävyys

Peittorakenteen tiivisrakenteeksi on valittu 1,5 mm paksu LLDPE-kalvo. LLDPE-kalvo on joustava ja kestää mahdollisia muodonmuutoksia paremmin kuin HDPE-kalvo. Joustavuudesta on etua myös kylmissä lämpötiloissa. LLDPE-kalvo ei myöskään ole yhtä herkkä jännityssäröilylle eli vetojännitysten aiheuttamalle muovin ulkoiselle tai sisäiselle murtumalle kuin HDPE-kalvo. Sitä on myös paremman levitettävyytensä vuoksi helpompi käsitellä rakennettaessa kuin HDPE-kalvoa.

Kun tarkastellaan geomembraanin käyttöikää, merkittävässä roolissa on geomembraanille (tässä tapauksessa LLDPE-kalvolle) määritetty suurin sallittu venymä (maximum allowable strain, MAS). Suurimmalla sallitulla venymällä tarkoitetaan suurinta venymää, jonka LLDPE-kalvo (tai muu geomembraani) kestää ilman että sen vaadittu käyttöikä (required service life) lyhenee ja esimerkiksi kestävyys ja vedenläpäisemättömyyteen liittyvät ominaisuudet heikkenevät.

Liitteenä on toimitettu suomennos materiaalintoimittajan Atarfilin lausunnosta LLDPE-kalvon suurimmasta sallitusta venymästä ja alkuperäinen, englanninkielinen lausunto. Liitteenä on toimitettu suomennettu tiivistelmä Ian D. Peggsin, Bruce Schmuckerin ja Peter Careyn kirjoittamasta tieteellisestä artikkelista Assessment of Maximum Allowable Strains In Polyethylene and Polypropylene Geomembranes, jossa on arvioitu suurimpien sallittujen venymien suuruutta sekä polyeteeni- että polypropeenipohjaisissa geomembraaneissa, sekä alkuperäinen, englanninkielinen artikkeli.

Sekä Atarfillin lausunnon että Peggsin, Schmuckerin ja Careyn kirjoittaman artikkelin perusteella voidaan todeta, että LLDPE-kalvolle sallittava suurin sallittu venymä on tuotetypistä riippuen 8–12 %. Lisäksi LLDPE-kalvo kestää pistekuormista (esiin työntyvät ala- tai yläkerroksen kivet tms.) tai liikennekuormasta johtuvia noin 1–2 % paikallisia venymiä ilman vaurioita. Arvot ovat konservatiivisia.

HDPE-kalvolle on esitetty esimerkiksi Saksan ohjeistuksissa suurimmaksi sallituksi venymäksi noin 3 % ja paikalliseksi venymäksi 0,25 %. Peggsin et al. mukaan nykyisille HDPE-kalvoille suurin sallittu venymä voisi olla jopa 4–8 % tuotetypistä riippuen. HDPE-kalvon herkkyys jännityssäröilylle johtaa siihen, että se on herkempi myös paikallisille venymille kuin LLDPE-kalvo.

Kuten yllä on todettu, LLDPE-kalvo kestää muodonmuutoksia huomattavasti paremmin kuin HDPE-kalvo, ja tämän vuoksi se on valittu peittorakenteen tiivisrakenteeksi. Peittorakenteen kalliomurskeella 0/63 tehdyissä sylinteritesteissä LLDPE-kalvossa on havaittu 100 tunnin testissä tavallista ajoneuvokuormaa edustavalla 225 kPa:n kuormalla

0,15...0,27 % paikallisia venymiä. Yli nelinkertaisella kuormituksella eli 1000 kPa:n kuormalla tehdyissä testeissä mitattu keskimääräinen venymä oli välillä 1,4...1,5 % ja maksimivenymä 4,5 %, eikä kalvo tässäkään tapauksessa puhjennut. LLDPE-kalvolle suurin sallittu paikallinen venymä on kalvotyypistä riippuen 1...2 %, joten sylinteritestien tulokset puoltavat sitä, että suojageotekstiili 400 g/m² ja suojageotekstiilillä 300 g/m² varustettu salaojamatto antavat riittävän suojan kalvorakenteelle käytettäessä kiilauskerroksessa kalliomursketta 0/63 ja pintakerroksessa kalliomursketta 0/32.

Yhteenveto

Jotta peittorakenteeseen suunniteltu kuivatuskerros toimisi suunnitellusti, esitämme edellä mainittuihin perusteluihin perustuen kalliomursketta 0/32 peittorakenteen pintakerrosmateriaaliksi.

Kuten yllä on todettu, LLDPE-kalvolle sallitut suurimmat venymät ovat huomattavasti suuremmat kuin HDPE-kalvolla ja se kestää huomattavasti paremmin muodonmuutoksia kuin HDPE-kalvo. Tämän takia LLDPE-kalvo on valittu peittorakenteen tiivisrakenteeksi HDPE-kalvon sijaan.

Terrafame Oy:n täsmennys peittorakennetta koskien (hakemuksen täydennys 20.5.2025)

Suunnitellulle kalvorakenteelle on tehty sylinteritestit, joiden tulosten perusteella pintakerroksessa voidaan käyttää kalliomursketta, jonka rakeisuus on yhtä karkeaa tai hienompaa kuin testeissä käytetty KaM 0/32, ja peittorakenteen alla olevan kiilauskerroksen materiaalina kalliomursketta, jonka rakeisuus on yhtä karkeaa tai hienompaa kuin testeissä käytetty KaM 0/63. Koska KaM 0/32 pintakerroksen tulee toimia yhdessä salaojamatton kanssa peittorakenteen kuivatuskerroksena, on pintakerroksen materiaaliksi haluttu valita hyvin vettä johtava murske, joka kuitenkin täyttää myös muut vaatimukset kuten suojausvaatimuksen.

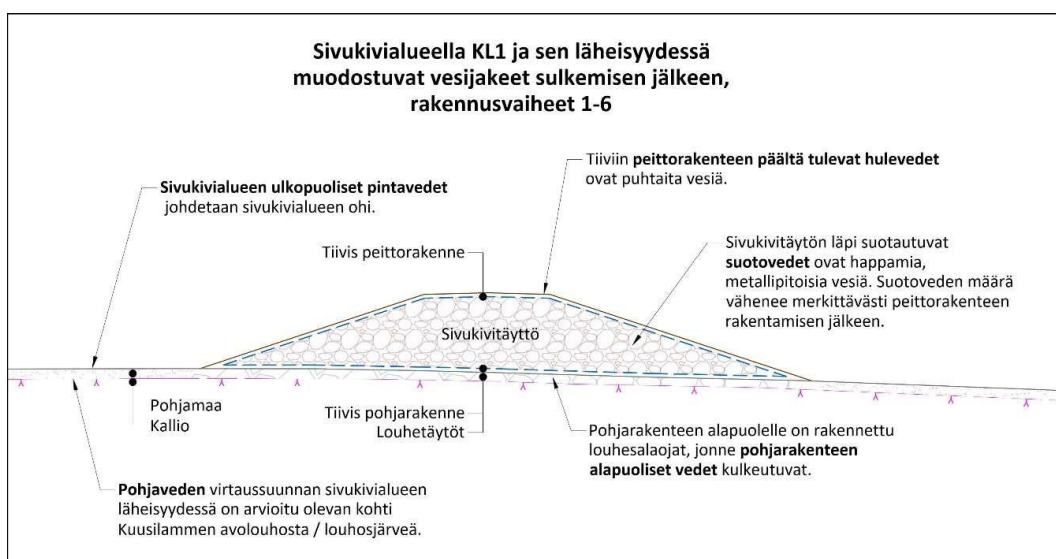
LLDPE-kalvon ja sen sallitun maksimivenymän osalta Terrafame viittaa täsmennyksen liitteenä toimitettuun lausuntoon (edellä). Lausunnon sekä myös alkuperäisten hakemusten liitteenä toimitetut sylinteritestien tulokset puoltavat sitä, että suojageotekstiili (400 g/m²) ja suojageotekstiilillä (300 g/m²) varustettu salaojamatto antavat riittävän suojan kalvorakenteelle käytettäessä kiilauskerroksessa kalliomursketta 0/63 ja pintakerroksessa kalliomursketta 0/32.

Rakenteen yläpuolisen pintamaakerroksen hakemuksessa esitettyä paksuutta (≥ 500 mm) Terrafame pitää lähtökohtaisesti riittävänä. Mikäli rakennekerroksen paksuutta halutaan edelleen kasvattaa, tulisi Terrafamen näkemyksen mukaan osa kerroksesta toteuttaa turpeella eroosion-suojauskerroksena.

Rakenteeseen on esitetty tarkkailua varten tehtäväksi lysimetri. Lysimetriin mahdollisesti kertyvä vesi kuvaa rakenteen vedenläpäisyyttä lähinnä lysimetrin alalla. Lysimetrin seurannan lisäksi rakenteen tarkkailua tullaan tekemään myös jatkuvatoimisesti tai kampanjaluonteisesti mm. kosteuden ja lämpötilan osalta eri syvyyksillä. Näillä mittauksilla haetaan muun ohessa tietoa jatkuvasti tarkentuvaa sulkemissuunnittelua sekä tulevia vaikutusmallinnuksia varten.

Vesienkäsittely ja vesien johtaminen sulkemisvaiheessa ja sen jälkeen

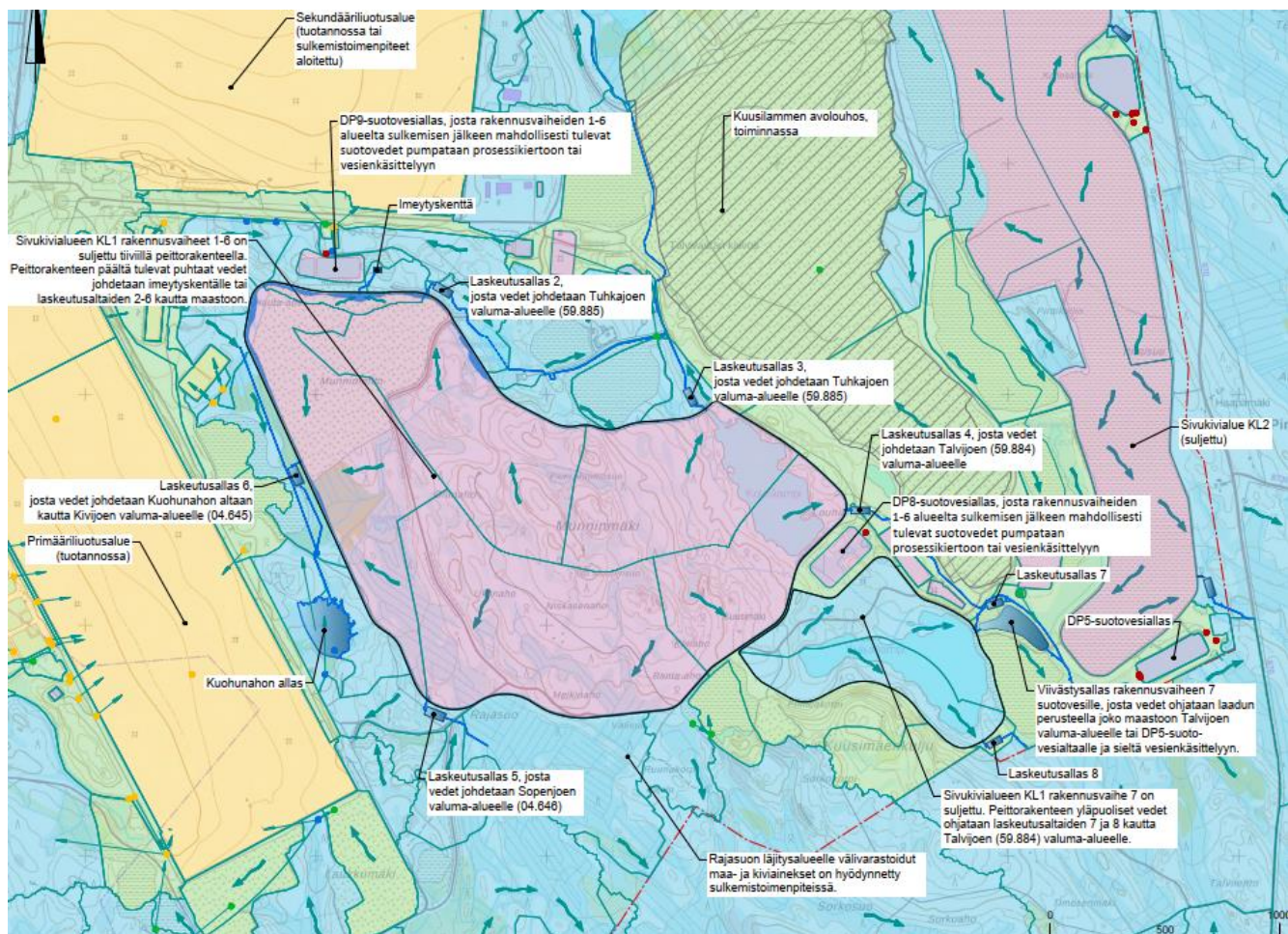
Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 alueella ja sen läheisyydessä muodostuvat vesijakeet sulkemisen jälkeisessä tilanteessa ovat seuraavassa kuvassa.



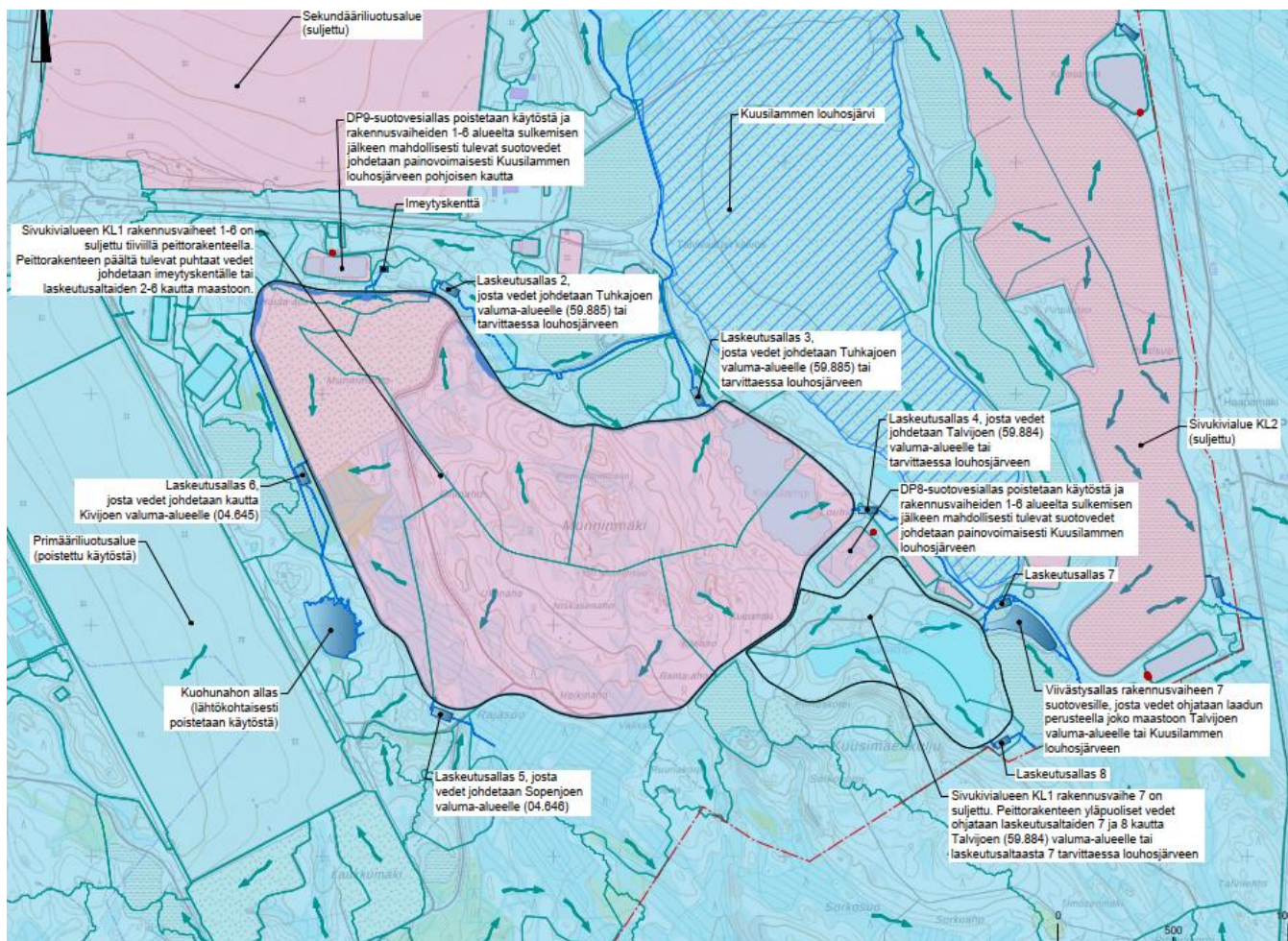
Sivukivialueen vaiheittain sulkemisen vaikutukset vesienjohtamiseen huomioidaan tarkemmassa rakennussuunnittelussa jokaisen suljettavan alueen osalta erikseen. Lisäksi osana rakennussuunnittelua tarkennetaan työnaikaisia vesienjohtamisjärjestelyjä.

Sivukivialueen sulkemisen jälkeinen vesien johtaminen vaikuttaa myös Kuusilammen avolouhokseen suunniteltuun louhosjärveen. Koko kaivosalueen vesienhallintasuunnitelma ja vesitase sulkemistoimenpiteet huomioiden päivitetään osana koko kaivosalueen sulkemissuunnittelua. Koko kaivosalueen sulkemissuunnitelman päivitys on valmistunut vuoden 2024 aikana.

Seuraavassa kuvassa on esitetty vesienjohtaminen sivukivialueen KL1 sulkemisen jälkeisessä tilanteessa, kun Kuusilammen avolouhos on vielä toiminnassa.



Seuraavassa kuvassa on esitetty vesienjohtaminen sivukivialueen sulkemisen jälkeisessä tilanteessa, kun Kuusilammen avoulouhoksessa louhintaa on loppunut ja louhos on täytynyt vedellä.



Sivukivialueella muodostuvat suotovedet

Sivukivialueen rakennusvaiheiden 1–6 täytön läpi kulkeutuvat vedet ovat happamia, metallipitoisia suotovesiä. Rakennusvaiheiden 1–6 sulkemisen jälkeen tiivis peittorakenne rajoittaa hapen ja veden pääsyä sivukivitäyttöön, jolloin sulfidimineraalien hapettuminen vähenee ja suotoveden laatu paranee sekä suotoveden määrä pienenee merkittävästi nykytilanteesta. Tiiviin peittorakenteen toiminnalliseksi tavoitteeksi on asetettu, että peittorakenteen läpäisee maksimissaan 5 % vuosittaisesta nettosadannasta ja peittorakenteen hapenläpäisy (happivuo) on maksimissaan 1 mol/m² vuodessa. Toiminnallisten tavoitteiden määrittelyssä on otettu huomioon peittorakenteeseen mahdollisesti asennusvaiheessa ja pitkällä aikavälillä tulevat vauriot, esimerkiksi tiivisrakenteena toimivan LLDPE-kalvon reikiintyminen. Jos tiivisrakenteena toimivaan LLDPE-kalvoon ei muodostu vaurioita, ei suotovesiä muodostu sivukivialueella sulkemisen jälkeen lainkaan. Sivukivilouheen hyvän vedenjohtavuuden vuoksi tiiviin peittorakenteen rakentamisen vaikutus näkyy suotoveden määrässä nopeasti.

Koska rakennusvaiheen 7 peittorakenne ei ole tiivis, osa sade- ja sulamisvesistä imeytyy myös sivukivitäyttöön peittorakenteen rakentamisen jälkeenkin. Rakennusvaiheelle 7 tehdyn maaperä-ilmasto-kasvillisuus (HYDRUS 1D) -mallinnuksen perusteella peittorakenteen läpisyotauksi saatiin noin 80 % nettosadannasta.

Nettosadannan lisäksi maakerrosten jäätyminen ja sulaminen vaikuttavat myös muodostuvan suotoveden määrään sekä peittorakenteen läpäisevään happivuohon. Jään sulamisvaiheessa vettä on yleensä hetkellisesti suhteellisen paljon, mikä lisää luonnollisenkin maaperän olosuhteissa pintavalunnan suhteellista osuutta. Sama koskee myös suljettuja sivukivialueita. Sulamiskaudella myös peittorakenteessa käytetyn maa-aineksen vesipitoisuus kasvaa ja vähentää siten hapen läpäisyyttä. Jäätyminen taas vähentää sekä veden että hapen läpäisyyttä. Lumen sulamisvaiheessa maan ollessa jäässä, pintavalunnan suhteellinen osuus kasvaa, ja kalteva pinta lisää pintavalunnan osuutta. Kaltevalla pinnalla, etenkin jos se on tiivis tai jäässä, pintavalunta on suurempaa kuin tasaisella.

Suotovesien arvioidusta laadusta sivukivialueen KL1 sulkemisen jälkeisessä tilanteessa on kerrottu enemmän alla. Muodostuvien suotovesien laatua ja määrää sulkemisen jälkeen tarkkaillaan tarkkailuohjelman mukaisesti.

Suotovesien geokemiallisen mallinnuksen lähtötiedot

AFRY Finland Oy on arvioinut geokemiallisen mallinnuksen avulla sivukivialueella KL1 muodostuvan suotoveden laatua (hakemuksen liite 18). Mallinnus on tehty erikseen rakennusvaiheiden 1–6 alueelle (raportissa lohkot 1–6), jonne sijoitettu sivukivi on mustaliusketta ja muita korkearikkisiä sivukiviä sekä rakennusvaiheen 7 alueelle (raportissa lohko 7), jonne sijoitettu sivukivi on matalarikkistä (sulfidisen rikin pitoisuus alle 0,3 %) kiilleliusketta. Mallinnus on tehty aiemman sivukivialueen KL1 yleissuunnitelman mukaisen täyttösuunnitelman mukaisesti, jossa rakennusvaiheiden 1–6 ja 7 välinen alue täytetään happoa tuottamattomalla kiilleliuskeella. Koska läjitettävän mustaliuskesivukiven määrä ei muutoksen myötä muutu ja läjitettävän happoa tuottamattoman kiilleliuskesivukiven määrä pienenee, ei muutos vaikuta mallinnustulokseen etenkin pitkällä aikavälillä sulkemisen jälkeen. Yksittäisten vaiheiden tulokset saattavat poiketa uusimman suunnitelman mukaisesta.

Sivukivialueen tekniset tiedot

Sivukivialue KL1 sijaitsee Kuusilammen malmion länsipuolella. Sen kokonaispinta-ala on noin 370 ha, josta 305 ha on tiiviillä pohjarakenteella varustettua aluetta (lohkot 1–6) ja 64 ha on aluetta, jolla ei ole pohjarakennetta (lohko 7). Sivukivialuetta rakennetaan, täytetään ja peitetään vaiheissa. Alue otetaan lopullisesti pois käytöstä noin vuonna 2036, jonka jälkeen rakennetaan vielä viimeisen vaiheen peittorakenne. Peittorakenteen etenemistä määrää ympäristöluvan (Dnro PSAVI/4347/2020) lupamääräys 14, jonka mukaan lohkojen 1–6 samanaikaisesti avoinna oleva pinta-ala on korkeintaan 100 ha.

Pohjakalvon rakentaminen etenee vaiheissa. Pohjakalvon valmistuttua voidaan alueella aloittaa sivukiven läjitys. Alle 0,3 % rikkiä sisältävää kiilleliusketta voidaan käyttää kaivosalueen rakentamisessa ja siksi lohko 7 toimii myös välivarastona.

Lohkot 1–6 peitetään tiivispeitolla, joka hitsataan helmoista kiinni pohjakalvoon. Lohkojen 1–6 peiton valmistumisen jälkeen voidaan rakentaa lohko 7 loppuun (luoteinen penger rakennetaan kiinni lohkon 1 kaakoispenkereeseen) ja peittää maa-aineksella.

Läjityksen määrä ja kivilajijakauma

Läjityksen määrä ja läjityksen peittämä pinta-ala lasketaan suunnitellusta läjityssuunnitelmasta vuosille 2024–2036. Mallin vaihe 3 edustaa noin vuotta 2034, jolloin KL1 alueen koko pinta-ala on peittynyt läjityksen alle eli läjityksen vaihe 6 on saatettu loppuun. Tässä vaiheessa on läjitetty noin 246 Mt sivukivestä. Tämän jälkeen alkaa läjityksen vaihe 7, jonka aikana KL1 aluetta vain korotetaan läjittämällä noin 52 Mt sivukiveä lisää. Vaiheen 7 jälkeen lohkojen 1–6 peittäminen saatetaan loppuun (eli avoinna oleva 100 ha, joka sijoittuu lohkojen 1, 2 ja 4 alueelle, peitetään). Mallin viimeinen vaihe (4) edustaa täysin peitettyä tilannetta ja siinä huomioidaan lohkoille 1–6 läjitetty massa kokonaisuudessaan (298 Mt).

Lohkolle 7 läjitetään vain <0,3 % rikkiä sisältävää kiilleliusketta. Kivimäärän arvio perustuu tämän sivukivilajin muodostumisen arvioon vuoteen 2032 asti. Luvuissa on mukana rakentamiseen käytettävä kivi (jota ei läjitetä Lohkolle 7). Rakentamiseen tarvittavan kiven toteumasta ei ole arvioita, joten läjitysmäärän arvio on konservatiivinen. Vuoden 2032 jälkeen arvio perustuu ympäristöluvassa annettuun maksimiläjitysmäärään (52 Mt). Jäljellä oleva avoin tila oletetaan täytettävän tasaisella tahdilla eli 4,2 Mt/vuosi. Lohko 7 tullaan täyttämään loppuun vasta lohkojen 1–6 sulkemisen jälkeen. Lohkon 7 luoteisreuna kiilataan tiivispeittoa vasten, ja vasta sen jälkeen lohko 7 peitetään. Lohkolla 7 ei ole pohjarakennetta, joten läjityksen pinta-alan ja suotovedeksi muuntuvan pinta-alan oletetaan olevan sama. Pinta-alan oletetaan kehittyvän suoraan suhteessa massaansa. Tästä tulee pieni epävarmuus malliin, koska aluksi läjityksen korkeuden verrattuna pinta-alaan täytyy olla lopullista tilannetta pienempi.

Kiilleliuskeen (>0,3 % S) ja mustaliuskeen läjitysmäärien (Mt) kehittyminen KL1 alueella vuosina 2024–2036 on seuraavassa taulukossa. Läjityksen eteneminen on jaettu läjitysvaiheisiin (LV 1–7) ja lisäksi osoitetaan lohko, jolle läjitystä tapahtuu. Ylhäällä on mallinnuksessa käytetyt vaiheet (MV 1–4). Lohkolle 7 läjityksen määrä vuoden 2032 jälkeen arvioitiin perustuen ympäristöluvan kokonaismäärään. Epäsuoraan tietoon perustuvat luvut on taulukossa merkitty punaisella ja niihin kohdistuu suurempi epävarmuus. (ML = mustaliuske, KL = kiilleliuske)

		Mallin vaihe 1 (MV1)					MV2				MV3		MV4	
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Lohkot 1–6	ML	26	23	19	13	7	12	2	9	25	30	13	13	19
Lohkot 1–6	KL	7	6	3	0	18	15	6	11	10	10	22	21	16
Lohkot 1–6	KL %	23	21	14	1	73	54	71	57	29	24	63	62	47
Läjityksen lohkot ja vaiheet (LV)	koko (t)													
KL1–6 (LV 1)	31,3	31												
KL1–5 (LV 2)	25,6	1	19	5										
KL1–3 (LV 3)	63,7			8	8	25	23							
KL1–2 (LV 4)	46,3						4	8	20	15				
KL1–4 (LV 5)	38,5									20	19			
KL1–1 (LV 6)	40,4										21	19		
KL1 (LV 7)	0											15	34	3
Summa, Lohkot 1–6	Mt	32	19	14	8	25	27	8	20	35	40	34	34	3
kumulat. summa Lohkot 1–6	Mt	32	51	65	73	98	125	132	152	187	227	261	295	298
Lohko 7	Mt	1	3	2	0	9	7	3	6	5	4	4	4	4
kumulat. summa Lohko 7	Mt	1	4	6	6	15	22	25	30	35	40	44	48	52

Läjityksen eteneminen pinta-alan suhteen on seuraavassa taulukossa. Luvut osoittavat, kuinka monta hehtaaria läjitys peittää kunkin vuoden aikana ja mikä KL1-alueen lohko ja täyttämisen vaihe on meneillään.

		Mallin vaihe 1 (MV1)					MV2				MV3		MV4	
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Läjityksen lohkot ja vaiheet (LV)	pinta-ala ha													
KL1–6 (LV 1)	49,6	50												
KL1–5 (LV 2)	30,8	1	23	6										
KL1–3 (LV 3)	49,5			6	6	19	18							
KL1–2 (LV 4)	58,7						5	10	25	19				
KL1–4 (LV 5)	55,0									28	27			
KL1–1 (LV 6)	61,8										32	29		
KL1 (LV 7)	0												0	0
summa (KL1)	ha	50,5	23,4	13,0	6,0	19,1	22,8	9,8	25,1	47,1	59,0	29,5	0	0
kumulat. Summa	ha	51	74	87	93	112	135	145	170	217	276	305	305	305
Lohko 7	ha	1	4	2	0	11	9	3	7	6	5	5	5	5
kumulat. summa Lohko 7	ha	1	5	7	7	18	27	30	37	43	48	53	58	64
Täytetty	%	2	8	11	11	28	42	48	58	68	76	84	92	100

Kiilleliuskeen suhteellinen osuus kunkin mallinnettavan vaiheen aikana lasketaan vaiheen aikana läjitettävän kiilleliuskeen ja mustaliuskeen kokonaismassoista, eli esim. mallin vaiheessa 1 se on vuosien 2024–2028 aikana tapahtuvan läjityksen määriin perustuva luku (28 % kiilleliusketta). Mallinnusvaiheessa 2 kiilleliusketta on 46 %, vaiheessa 3 kiilleliusketta on 42 %, ja vaiheessa 4 kiilleliusketta on 54 %.

Mallinnuksen jokainen vaihe edustaa tilannetta vaiheen lopussa. Kivilajisuhteiden siis oletetaan olevan vaiheen aikana tunnusluvun mukainen ja vaiheen massa lisätään kumulatiivisesti edellisen vaiheen aikana läjitettyyn massa. Näin saadaan koko läjitysalueen kiilleliuske/mustaliuske suhde (28 %, 37 %, 38 % ja 41 % kiilleliusketta mallinnusvaiheissa 1, 2, 3 ja 4). Suljetun alueen mallintamisessa ei oteta kivilajien suhteen muutosta huomioon yhden vaiheen sisällä, eli peitetyllä ja avoimella massalla oletetaan olevan sama kivilajijakauma. Todellisuudessa peiton alle jää suhteellisesti hieman enemmän aikaisemmin läjitettyjä kiviä ja taas avoimella alueella painopiste on myöhemmin läjitetyissä kivissä. Alussa läjitetään suhteellisesti eniten mustaliusketta, joten tämä oletus johtaa konservatiiviseen lopputulokseen.

Lämpötila, sadanta ja virtaamat

Sadantatietoja on saatavilla sekä Kuolaniemen että Tuhkakylän sääasemilta. Kuolaniemi on vedenjakajan toisella puolen kuin kaivos keskimäärin, ja siellä sadanta on vähäisempää kuin Tuhkakylän sääasemalla. Tuhkakylän sääasema on aloittanut toimintansa vuonna 2019, joten saatavissa oleva tieto ei ole tilastollisesti riittävää ennusteiden tekemisen kannalta. Tämän takia sadanta-arvioissa tarkasteltiin tietoja kummaltaakin sääasemalta.

Kuolaniemen sääaseman (2011–2020) tietojen mukaan keskisadanta on 628 mm/a ja keskilämpötila 3,5 °C. Vuosina 2020–2023 Tuhkakylän keskimääräinen sademäärä oli 633 mm ja keskimääräinen lämpötila 3,3 °C. Vastaavan ajanjakson Kuolaniemen seurantatiedot olivat sadanta 511 mm/a ja keskimääräinen lämpötila 3,5 °C. Tuhkakylässä sadanta on suurempaa ja määrissä on nouseva kehitys, joten näitä käytettiin pääsääntöisesti geokemian mallin lähtötiedon luomisessa. @risk-laskutavalla määritettiin vuosittaiseksi keskisadannaksi 750 mm/vuosi. Tämä on hienoinen yliarvio, perustuen siihen, että ilmastonmuutoksen myötä sadannan oletetaan kasvavan ja mallinnus ajoittuu tulevaisuuteen. Sadannan kasvu lisää veden määrää eli laimentaa pitoisuuksia, mutta lisää suotoveden määrää, eli ei voida sanoa onko konservatiivista arvioida sadantaa ylös vai alaspäin.

Lämpötilalla sen sijaan on reaktionopeutta kasvattava vaikutus, eli keskilämpötilojen nousu lisää haitallisten aineiden vapautumista kivistä. Keskilämpötilaksi malliin määritettiin 4,5 °C perustuen Tuhkakylän ilmastotietoihin. Tämä on realistinen arvio perustuen ilmastonmuutoksen vaikutuksen keskimääräisiin ennusteisiin eli RCP4.5 (Representative Concentration Pathway; "intermediate scenario" by ICPP 2014).

KL1 sivukivialueen lohkojen 1–6 pinta-ala on yhteensä 305 ha. Alueelle osuvasta sadannasta oletetaan 50 % haihtuvan, eli nettosadanta on 375 mm/vuosi. Alueella luokitellaan olevan 4 erilaista vyöhykettä suotoveden muodostumisen näkökulmasta:

- Rakentamaton vyöhyke, josta sadanta ei tule mukaan sivukivialueen kokonaissuotovesimäärään.
- Avoin kalvotettu vyöhyke (ei läjitystä), josta vesi lasketaan mukaan kokonaissuotovesimäärään, paitsi jos kalvon aluetta erottaa läjitetystä alueesta selkeä kalvottamaton vyöhyke.
- Tiivispeiton vyöhyke, jolle satavasta vedestä 95 % oletetaan poistuvan pintavaluntana ja 5 % muodostavan suotovettä (eli ~19 mm/vuosi)
- Tiivispeiton reunavyöhyke (15 % tiivispeiton pinta-alasta), jolle satavasta vedestä 20 % oletetaan pääsevän peiton läpi ja muodostavan suotovettä.

Toiminnan aikana tiiviin pohjarakenteen ansiosta suotovedet saadaan otettua talteen ja johdettua vesien käsittelyyn. Sulkemisen jälkeen pintavalunta jakautuu lähtökohtaisesti luontaisten mikrovaluma-alueiden mukaisesti.

Lohko 7 on avoinna muissa vaiheissa paitsi sulkemisen jälkeisessä pitkän aikavälin mallinnuksessa. Peiton vedenläpäisyksi saatiin Hydrus-mallinnuksella 311 mm/vuosi, eli 83 % nettosadannasta.

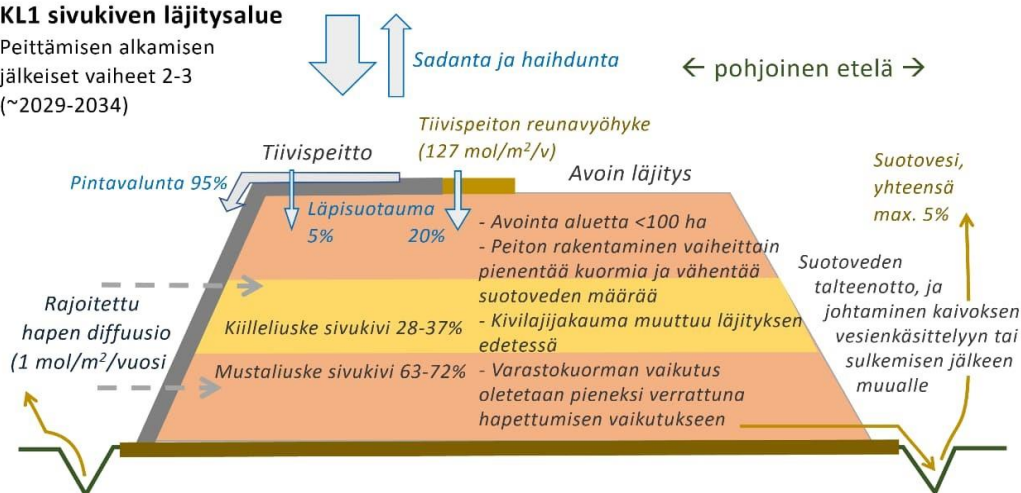
Mallin konseptualisointi

Sivukivialueen KL1 lohkojen 1–6 suotoveden geokemiallinen mallinnus tehtiin vaiheittaisen sulkemisen suunnitelmiin perustuen jakaen alueen kehitys neljään vaiheeseen. Vaiheelle 4 (sulkemisen jälkeinen tilanne) tehtiin kolme vaihtoehtoista skenaariota. Kuormitus muodostuu alueille satavan veden ja sivukiven pinta- ja rapautumisreaktioiden yhteisvaikutuksesta sekä sekundäärimineraalien muodostumis- ja liukenemisreaktioista. Pohjakalvon ja peiton rakentaminen edistyvät vaiheittain, kuten myös läjitys. Tiivis peittorakenne hidastaa rapautumista rajoittamalla hapen saatavuutta ($1 \text{ mol/m}^2/\text{a}$; heikentyneenä $2 \text{ mol/m}^2/\text{a}$). Peiton vedenläpäisynä käytetään 5 % sadannasta, jota käytetään teknisen suunnittelun yläraja-arvona. Lohkolla 7 läjityksen kattama pinta-ala lisääntyy suoraan suhteessa läjityksen määrään. Tämä pinta-ala on myös vettä keräävä pinta-ala. Sulkemisen jälkeen alue peitetään (happivuo $84 \text{ mol/m}^2/\text{a}$). Perusperiaatteina mallinnuksessa käytetään kaivosten ympäristötutkimuksissa vakiintuneita käytäntöjä (mm. MEND 1997 ja 2009; INAP, 2017).

Mallin lähtökohta on esittää 1) suotoveden koostumus vaiheittain tasapainotettuna vuosikeskiarvona ja 2) laskea vuotuinen kokonaiskuorma. Eli mallin perustana käytetään lämpötilojen ja muiden oletusten osalta vuotuisia keskiarvoja. Samoin oletetaan, että vuoden aikana muodostuva kuorma poistuu saman vuoden aikana. Mallin konseptuaalinen kuvaus on seuraavassa kuvassa. Oikea reuna edustaa ensimmäisen vaiheen tilannetta (peittämätön) ja vasen reuna sulkemisen jälkeistä tilannetta (4), jolloin koko alue on peitetty. Koko kuva edustaa vaiheittaisen sulkemisen tilannetta (mallissa vaiheet 2–3), jolloin osa KL1-alueen lohkoista 1–6 on peitetty.

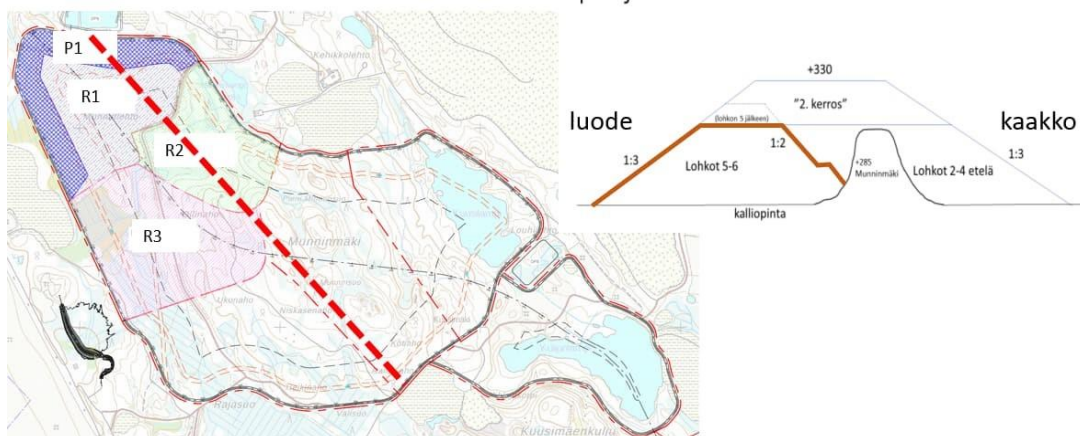
KL1 sivukiven läjitysalue

Peittämisen alkamisen jälkeiset vaiheet 2-3 (~2029-2034)

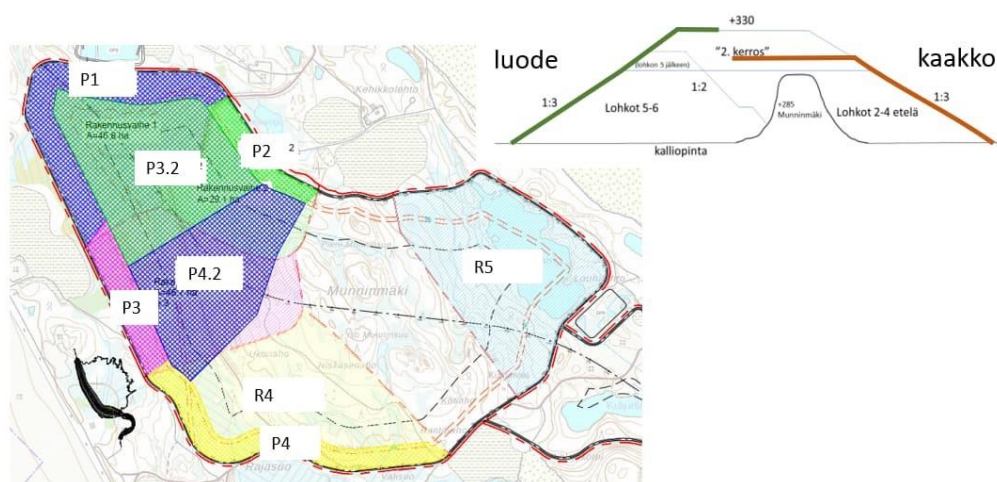


Vaihe 1 edustaa läjityssuunnitelmassa noin vuoden 2028 loppua. Ympäristöluvassa läjityksen eteneminen on hahmoteltu tapahtuvan hieman

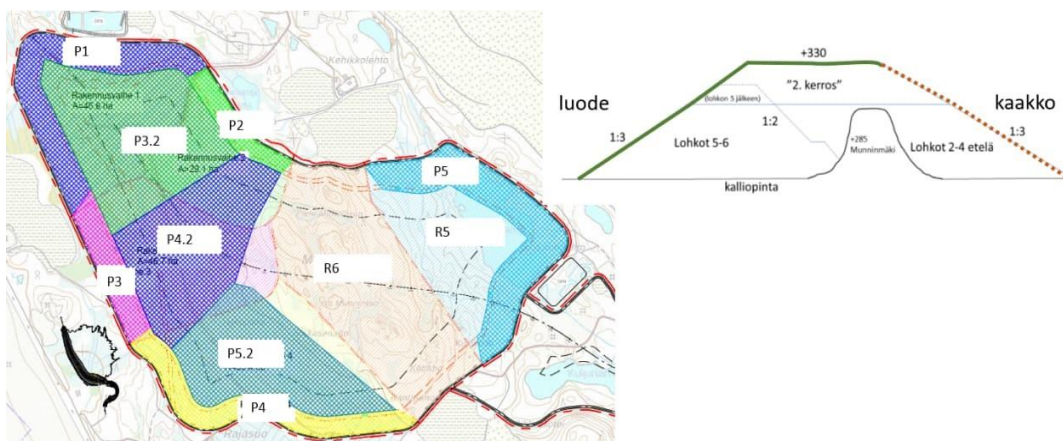
nykyistä toteuma-arviota nopeammin. Pohja- ja peittorakenteiden rakentamisen tilanne hetkellä, jota mallinnusvaihe 1 edustaa (R = rakennusvaihe, P = peittovaihe) on seuraavassa kuvassa. Läjitys etenee hieman (n. 20 ha) pohjakalvon rakentamista jäljessä. Oikealla on hahmoteltu vaiheen tilanne alueen poikkileikkauksessa (punainen viiva vasemmanpuoleisella kartalla):



Vaiheessa 2 läjitys on edennyt lohkoille 3 ja 2 ja on etenemässä lohkolle 1. Lohkosta 7 on läjitetty 43 ha eli 68 %. Vaihe 2 edustaa läjityssuunnitelmassa noin vuoden 2032 loppua. Pohja- ja peittorakenteiden rakentamisen tilanne hetkellä, jota mallinnusvaihe 2 edustaa (R = rakennusvaihe, P = peittovaihe) on seuraavassa kuvassa. Läjitys etenee hieman (n. 20 ha) pohjakalvon rakentamista jäljessä. Oikealla on hahmoteltu vaiheen tilanne noin luode-kaakko-poikkileikkauksessa:

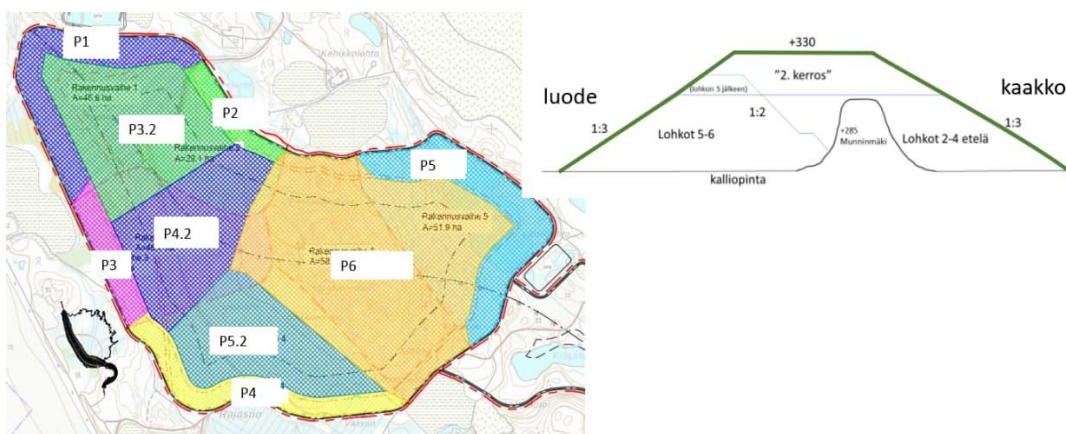


Vaiheessa 3 läjitys on edennyt koko KL1 lohkojen 1–6 alueelle. Lohkosta 7 on läjitetty 84 %. Vaihe 3 edustaa läjityssuunnitelmassa noin läjitysvaiheen 6 loppua. Pohja- ja peittorakenteiden rakentamisen tilanne hetkellä, jota mallinnusvaihe 3 edustaa (R = rakennusvaihe, P = peittovaihe) on seuraavassa kuvassa. Läjitys on peittänyt koko KL1 lohkojen 1–6 pinta-alan. Oikealla on hahmoteltu vaiheen tilanne noin luode-kaakko-poikkileikkauksessa:



Vaiheessa 4 koko KL1 on peitetty. Lohkoilla 1–6 tiivispeittorakenne toimii suunnitellusti ja lohko 7 tulee täyteen, ja lopulta lohko 7 peitetään maa-ainespeittolla, joka rajaa hapen pääsyä matalarikkiseen kiilleliuske-sivukiveen. Vaihe edustaa läjityssuunnitelmassa lohkojen 1–6 peittämisen jälkeistä aikaa. Vaiheelle tehtiin sekä lyhyen että pitkän aikavälin skenaario. Pitkän aikavälin skenaariossa hapettumisen oletettiin edenneen pidemmälle, joten kosteuskammiokokeesta otettiin pidempi aikajakso edustamaan rapautumisen vaikutuksesta muodostuvia kuormia (20–80 viikko mustaliuskeelle ja 20–76 viikko korkearikkiselle kiilleliuskeelle, jonka kokeet lopetettiin viikolla 76). Pitkän aikavälin ennusteessa tehtiin myös skenaario, jossa oletetaan peittorakenteen suorituskyvyn heikkenemisen ja happivuon kaksinkertaistuneen eli olevan $2 \text{ mol/m}^2/\text{vuosi}$. Sulkemisen jälkeisessä lyhyen aikavälin skenaariossa oletetaan lohko 7 vielä täysin peittämättömäksi. Todellisuudessa peittoa on jo alettu rakentaa, mutta sitä ei ole vielä saatu valmiiksi. Sulkemisen vaiheen pitkän ajan ennusteessa oletetaan lohko 7 kokonaan peitetyksi eli hapen ja vedenläpäisykyky on toiminnan aikaisesta rajoittunut.

Pohja- ja peittorakenteiden rakentamisen tilanne hetkellä, jota mallinuskuvavaihe 4 edustaa (R = rakennusvaihe, P = peittovaihe) on seuraavassa kuvassa. Koko KL1 lohkojen 1–6 pinta-ala on peitetty. Oikealla on hahmoteltu vaiheen tilanne noin luode-kaakko-poikkileikkauksessa:



Suotoveden laatu geokemiallisen mallinnuksen perusteella

Suotoveden laatu toiminnan aikana

Koska rakennusvaiheet 1–6 suljetaan vaiheittain ja avoinna on ympäristöluvan (nro 107/2023) lupamääräyksen 14 mukaisesti enintään 100 ha kerrallaan, on näiltä lohkoilta toiminnan aikana syntyvän suotoveden koostumus suhteellisen vakiintunut. Rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenne on tiivis ja rajoittaa tehokkaasti sekä veden että hapen pääsyä läjitykseen niillä alueilla, missä sulkemISRakennetta on jo tehty. Näin ol-
len toiminnan aikainen koko sivukivialueelta tuleva suotovesi vastaa laadultaan käytännössä avoimelta alueelta tulevaa suotovettä. Rakennusvaiheella 7 muodostuva suotovesi on huomattavasti laimeampaa. Eri vaiheissa muodostuvan suotovesien pitoisuudet on esitetty seuraavassa taulukossa. Tuotannon aikana sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 suotoveden laadun arvioidaan edelleen muistuttavan sivukivialueen KL2 mitattua suotoveden laatua. Taulukossa on esitetty vertailuna sivukivialueen KL2 suotoveden mitatut arvot (vertailu DP4/5 suotovesi).

Sivukivialueen rakennusvaiheiden 1–6 ja 7 suotoveden laatu eri läjitysvaiheissa toiminnan aikana:

Parametri	Yksikkö	Mallinnusskenaario				Vertailu
		Rak.vaiheet 1–6, Vaihe 1	Rak.vaiheet 1–6, Vaihe 2	Rak.vaiheet 1–6, Vaihe 3	Rak.vaihe 7	
pH		3,1	3,1	3,1	3,46	3,3
Ag	mg/l	0,015	0,015	0,013	0,00049	
Al	mg/l	310	330	310	4,8	1423
As	mg/l	0,026	0,027	0,063	0,07	0
B	mg/l	15	14	13	0,46	
Ba	mg/l	1,2	1,4	1,3	1,3	
Be	mg/l	0,18	0,17	0,16	0,0051	
Ca	mg/l	2600	2500	2300	550	450
Cd	mg/l	7,7	7,3	6,7	0,016	10
Cl	mg/l	150	150	140	45	
Co	mg/l	17	17	16	1,7	13
Cr	mg/l	0,22	0,22	0,22	0,021	
Cu	mg/l	51	49	44	0,08	12
F	mg/l	28	30	28	9,8	
Fe*	mg/l	2 600	2 700	2 500	31	1455

HCO ₃ [*]	mg/l	95	110	110	430	
Hg	mg/l	2,6E-06	2,5E-06	5E-6	4,9E-6	
K	mg/l	900	970	920	560	9
Li	mg/l	1,9	1,9	1,8	0,19	
Mg	mg/l	810	820	760	210	1496
Mn	mg/l	1500	1400	1300	15	3177
Mo	mg/l	0,047	0,046	0,064	0,1	
Na	mg/l	270	280	260	0,19	177
Ni	mg/l	1200	1100	1000	5,1	670
P	mg/l	0,69	0,62	1,5	0,78	
Pb	mg/l	0,16	0,15	0,15	0,0031	
Sb	mg/l	0,14	0,13	0,13	0,0098	
Se	mg/l	3,2	3,1	2,8	0,067	
Si	mg/l	610	630	590	370	
Sn	mg/l	0,00032	0,00031	0,00057	0,00012	
Sr	mg/l	6,1	6,1	5,6	2	
Th	mg/l	0,16	0,16	0,14	0,0046	
Ti	mg/l	0,44	0,42	0,38	0,014	
U	mg/l	10	10	9,5	0,034	12
V	mg/l	0,75	0,72	0,66	0,13	
W	mg/l	0,16	0,16	0,15	0,092	
Zn	mg/l	2200	2100	1900	10	2970
SO ₄	mg/l	26000	26000	25000	3100	27314
NO ₃ -N	mg/l	5,3	5,3	4,9	1,7	
NH ₄ -N	mg/l	1,4	1,4	1,2	0,26	
TDS		39 100	39 000	36 400	5400	

Suotoveden laatu sulkemisen jälkeen

Sulkemisen jälkeiselle tilanteelle laskettiin rakennusvaiheille 1–6 kaksi eri skenaariota, välittömästi sulkemisen jälkeen, jolloin laskennassa on otettu huomioon aivan toiminnan loppuvaiheessa läjitetty kivi, ja pitkän ajan sulkemistilanne, jolloin läjityksessä ei ole enää tuoretta, nopeasti hapettuvaa kiveä. Herkkyystarkasteluna mallinnettiin myös pitkän ajan skenaario, jossa happivuo läjitykseen on kaksinkertaistunut (2 mol/m²/a)

peittorakenteen vikaantumisen seurauksena. Mallinnuksen tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa.

Lohkolla 7 sulkemisorakenteeksi on oletettu keskimääräinen moreeni-peitto, jonka paksuus on oletettu olevan 0,5 m. Peiton toimintaa mallinnettiin maaperä-kasvillisuus-ilmastomallille (1D Hydrus-malli). Peittorakenteen mallinnusraportti on geokemiallisen mallinnusraportin liitteenä. Peittorakenteen läpisyötyä on geokemiallisessa mallinnuksessa käytetty 331 mm/a ja happivuo 48 mol/m²/vuosi.

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 ja 7 suotoveden laatu sulkeamisen jälkeisenä aikana:

Parametri	Yksikkö	Mallinnusskenaario			
		Rak.vaiheet 1–6, Lyhyt aika, 1 mol	Rak.vaiheet 1–6, Pitkä aika, 1 mol	Rak.vaiheet 1–6, Pitkä aika, 2 mol	Rak.vaihe 7, pitkä aika
pH		3,85	3,91	3,75	3,91
Ag	mg/l	0,000012	<0,00001	0,000019	0,000018
Al	mg/l	1,4	2,4	4,9	0,17
As	mg/l	0,00051	0,00028	0,00052	0,003
B	mg/l	0,011	0,0087	0,017	0,017
Ba	mg/l	0,0031	0,0047	0,0093	0,045
Be	mg/l	0,00043	0,00041	0,00082	0,00018
Ca	mg/l	4,3	4,1	8,2	20
Cd	mg/l	0,014	0,012	0,025	0,00058
Cl	mg/l	0,21	0,19	0,39	1,6
Co	mg/l	0,021	0,018	0,036	0,06
Cr	mg/l	0,00027	0,00013	0,00031	0,00071
Cu	mg/l	0,23	0,35	0,69	0,0029
F	mg/l	0,074	0,061	0,12	0,35
Fe*	mg/l	4,0	3,0	5,9	1,1
HCO ₃ *	mg/l	0,048	0,015	0,029	16
Hg	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,00000026
K	mg/l	1,3	1,2	2,5	20
Li	mg/l	0,0024	0,0022	0,0045	0,0068
Mg	mg/l	1,2	1,1	2,2	7,5
Mn	mg/l	1,2	0,86	1,7	0,55
Mo	mg/l	0,000044	0,000036	0,00007	0,0037

Na	mg/l	0,27	0,28	0,55	0,0068
Ni	mg/l	1,3	0,83	1,7	0,18
P	mg/l	0,015	0,015	0,023	0,058
Pb	mg/l	0,00041	0,00079	0,0016	0,00011
Sb	mg/l	0,00011	0,000087	0,00017	0,00035
Se	mg/l	0,0050	0,0050	0,010	0,0024
Si	mg/l	1,9	2,6	5,1	13
Sn	mg/l	<0,00001	<0,00001	0,000003	0,0000094
Sr	mg/l	0,0075	0,0070	0,014	0,07
Th	mg/l	0,00015	0,00011	0,00023	0,00016
Ti	mg/l	0,00033	0,00026	0,00052	0,00051
U	mg/l	0,017	0,0085	0,017	0,0012
V	mg/l	0,00056	0,00044	0,00088	0,0047
W	mg/l	0,00012	0,00009	0,00018	0,0033
Zn	mg/l	3,7	2,9	5,9	0,36
SO ₄	mg/l	46	45	90	110
NO ₃ -N	mg/l	0,0023	0,0023	0,0047	0,059
NH ₄ -N	mg/l	0,00061	0,00070	0,0014	0,0094
TDS		67	67	135	190

Mallinnuksessa kartoitettiin rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen toimintakyvyn hiipumista ja huononemista määrittämällä suotovedenlaatu myös tapaukselle, jossa peiton läpi pääsee happea 2 mol/m²/vuosi. Tämä skenaario voidaan nähdä tilanteena, jossa peittorakenteen tiivisrakenteena toimiva kalvo ei enää toimi suunnitellusti, ja sallii tiivisrakenteessa olevan vaurioita hyvinkin pessimistisen arvion mukaan. Konservatiivisesti käyttäytyvien aineiden osalta kuormat kaksinkertaistuvat, koska hapen saatavuus rajoittaa kuormien vapautumista. Suotoveden pH:n ollessa noin 4 pidättymisen vaikutus on jo vähäinen, ja kaasuvuon mahdollinen kasvu kasvattaa kuormia lineaarisesti suhteessa hapen määrään. Tarkastelussa on oletuksena, että kaikki happi reagoin kiviaineksen kanssa ja muodostaa kuormaa suhteessa hapettuvan rikin määrään samassa suhteessa kuin kosteuskammiokokeessa. Tätä raportoitua (2 mol/m²/vuosi) tapausta suurempi kalvon ominaisuuksien heikkenemisen tarkastelu suuruusluokkatasolla voidaan tehdä yksinkertaisella kertolaskulla. On huomioitava, että mallinnettu pääskenaario (happivuo 1 mol/m²/vuosi) myös sallii kalvon toimia huonommin kuin on peiton suorituskky suunnitelmien mukaan.

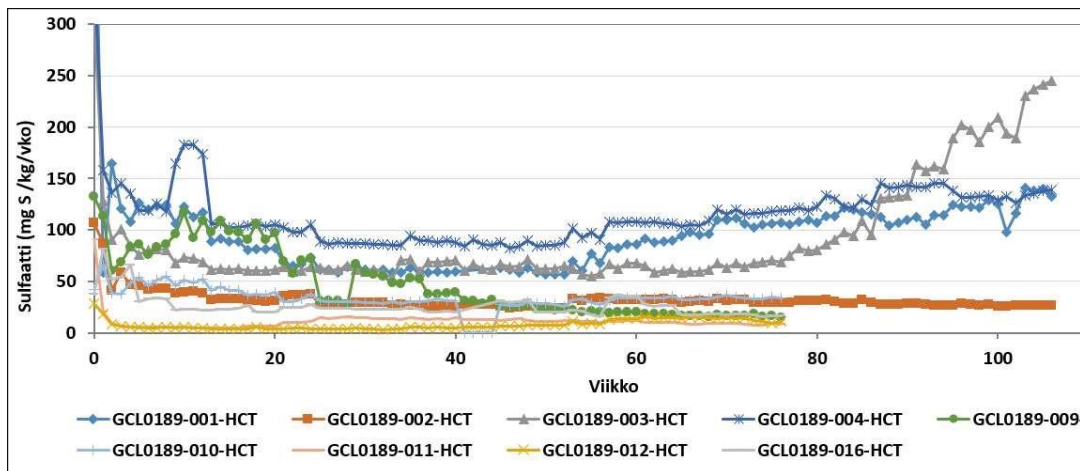
Sulkemissuunnittelu on jatkuvasti etenevä prosessi, eikä tällä hetkellä nähdä tarvetta uusien sivukivialueen KL1 suotovesimallinnusta kosteuskammiokokeiden valmistuttua sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelmaa varten tai koko toiminnan sulkemissuunnitelmaa varten. Malleihin liittyy epävarmuuksia, joita ei voida luotettavasti vähentää ilman todentamista. Sivukivialueen KL1 peittämisen (sulkemisen) jälkeen suotoveden määrää ja laatua tullaan tarkkailemaan. Näiden tulosten ja muun tällä hetkellä tapahtuvan tiedon keruun (esimerkiksi sekundäärikasojen karakterisoinnin) tulosten perusteella voidaan tulevaisuudessa arvioida uudelleen jätealueiden sulkemiseen liittyviä mallinnuksia ja vähentää niiden epävarmuuksia perustuen lähtötietojen paranemiseen eikä näennäiseen mallin tarkkuustason parantamiseen. Koko toiminnan sulkemissuunnitelman päivityksen yhteydessä voidaan siis uudelleen arvioida mallien tarkentamisen tarvetta perustuen kerättyyn tietoon. Tällä hetkellä kymmenien vuosien päähän suuntautuviin toimiin sisältyy kuitenkin aina epävarmuuksia.

Rapautumisreaktioiden hiipumisen ja uudelleen käynnistymisen vaikutus suotovesien laatuun

Sivukivialueelle KL1 rakennusvaiheiden 1–6 alueelle sijoitettu pääasiallinen sivukivi on nopeasti hapettuva mustaliuske. Täten kiven rapautuminen kuluttaa happea runsaasti ja siten myös peittorakenteella tiivistämisen jälkeen kiviaineksen väliin jäänyt happi kuluu nopeasti loppuun.

Kosteuskammiokokeen tuloksesta (seuraava kuva) nähdään, että Terrafamen kivissä ei tapahdu testiajan lisääntyessä suuria muutoksia sulfaattipäästöissä, vaikka saman kehityksen aikana nähdään muiden aineiden vapautumisessa suuria eroja, johtuen eri sulfidimineraalien hapettumisesta kosteuskammiokokeen eri vaiheissa. Esimerkiksi sinkkivälkkeen pääsääntöisen hapettumisjakson alkaminen ja päättyminen nähdään noin viikoilla 0–30. Tähän perustuen voidaan arvioida, että kivien altistuminen hapelle ei johda sulfidimineraalien hapettumisreaktioiden vähenemiseen samalla tavalla kuin on tyypillistä monille sivukiville.

Sulfaatin vapautuminen Terrafamen sivukivistä kosteuskammioko-
keessa on seuraavassa kuvassa. Näytteet 001–004 ovat mustalius-
keita, 009–012 ovat kiilleliuskeita ja näyte 016 on talkkiliuske.



Ominaisuus johtunee sulfidimineraalien suuresta määrästä ja alhaisesta pH:sta. Viikkoon 105 mennessä ~10 % kaikista rikistä on kulunut pois sivukivinäytteistä eli rikkiä on vielä paljon jäljellä. Tästä voidaan olettaa, että mahdollisen happialtistuksen tauon jälkeen kivien altistuessa uudelleen suuremmalle määrällä happea (esimerkiksi johtuen mahdollisesta peittorakenteen vaurioitumisesta) käynnistyvät hapettumisreaktiotkin uudelleen. Rapautumisen tuloksena kivien pinnalle muodostuneet sekundäärimineraalit voivat suotuisissa olosuhteissa suojata kiveä hapelta ja siten hidastaa rapautumista. Tästä ja muista stabiloitumiseen liittyvistä prosesseista (kuten huuhtoutuvan osuuden väheneminen) johtuen suotovesien pitoisuuksien lasku ajan myötä on tyypillinen havainto pidempään peitettynä olleiden kaivannaisjätealueiden tarkkailussa (esim. MiMi, 2004). Onkin tärkeää tiedostaa, että koko sulfidimineraalien massa ei ole hapettuvissa edes pitkän aikavälin kuluessa. Lisäksi todellisessa läjityksessä on kosteuskammiokoetta huomattavasti suurempi keskiraekoko, osa kivistä on jopa lohkaraina. Näin ollen kivimassan ja pinta-alan suhde on erilainen kuin jauhetussa näytteessä, mutta tämä kuitenkin huomioidaan suotoveden laadun mallinnuksessa.

Näin ollen suurta viivettä hapettumisreaktioiden uudelleen käynnistymisessä ei voida olettaa tapahtuvan. Kuitenkin esimerkiksi peiton rikkoutumisen yhteydessä vaikutukset olisivat todennäköisesti melko paikallisia, riippuen huokostilan yhtenäisyydestä ja kerrosvaihteluista. Keskeistä on myös, milloin peiton rakenteen heikentyminen tapahtuisi ja kuinka suurella alalla: onko sekundäärimineraaleja esimerkiksi ehtinyt muodostua paljon ja ovatko ne muodostaneet heikommin läpäiseviä omia kerroksiin tai vyöhykkeitään.

On kuitenkin huomattava, että peittorakenne ei koostu pelkästä LLDPE-kalvosta. Kuivatuskerroksena toimiva salaojamatto tehostaa veden kulkeutumista pois kalvolta. Murskeesta rakennettava pintakerros tehostaa salaojamatton toimintaa. Pintamaakerroksen ollessa riittävän kostea,

myös se vähentää hapen kulkua kalvoon mahdollisesti muodostuneiden reikien läpi. Kasvillisuus vähentää eroosioriskiä merkittävästi, lisää haihtumista sekä pintamaakerroksen kykyä toimia vesivarastona.

Suotovesien johtaminen

Lähtökohtaisesti rakennusvaiheiden 1–6 alueelta tulevien suotovesien oletetaan vähenevän merkittävästi nykytilanteesta tai jopa loppuvan kokonaan sivukivialueen sulkemisen jälkeen. Sulkematta olevilta alueilta suotovedet kerätään edellä esitetyn mukaisesti. Niin kauan kuin Kuusilammen avolouhos on toiminnassa, mahdolliset suotovedet pumpataan prosessikiertoon tai vesienkäsittelyyn kuten nykytilanteessakin. Jos pumppausten toiminta on tässä tilanteessa osittain tai kokonaan keskeytynyt, suotovesiä on mahdollista kerätä DP-altaisiin odottamaan pumppausten uudelleen käynnistämistä. DP-altaat on mitoitettu tilanteelle, jossa sivukivialue on peittämättä ja sulkemisen jälkeisessä tilanteessa muodostuvien suotovesien määrä on merkittävästi pienempi verrattuna nykytilanteeseen, joten DP-altaisiin voidaan hetkellisesti varastoida suotovesiä. Jos vesienkäsittelylaitoksen toiminnassa on haasteita, voidaan suotovesiä varastoida samalla tavalla hetkellisesti DP-altaisiin, kunnes vesienkäsittelylaitos on taas toiminnassa. Nykyisten suunnitelmien mukaan Kuusilammen avolouhos on toiminnassa 2030-luvun loppupuolelle saakka ilman vireillä olevaa Kolmisopen laajennusta.

Kuusilammen avolouhoksen toiminnan loputtua, sivukivialueella mahdollisesti muodostuvat suotovedet varaudutaan johtamaan Kuusilammen avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen. DP8-altaalle kertyvät suotovedet johdetaan painovoimaisesti avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen. DP9-altaalle kertyvät suotovedet johdetaan painovoimaisesti nykyisin sekundääriliuotusalueena toimivan alueen kautta pohjoiseen ja sieltä louhosjärveen. Tässä tilanteessa pumppaamiselle ei ole enää tarvetta.

Rakennusvaiheella 7 muodostuvat suotovedet johdetaan laadun perusteella nykytilanteessa joko DP5-altaan kautta käsittelyyn tai ympäristöön. Kuusilammen louhoksen ollessa toiminnassa muodostuvat suotovedet johdetaan kuten nykytilanteessakin. Kuusilammen louhoksen toiminnan loputtua suotovedet voidaan tarvittaessa ohjata Kuusilammen louhosjärveen. Tässä tilanteessa pumppaukselle ei ole enää tarvetta.

Tarkempi suunnitelma suotovesien johtamiseksi Kuusilammen avolouhoksen louhosjärveen laaditaan Kuusilammen avolouhoksen sulkemissuunnittelun yhteydessä. Kuusilammen avolouhoksen sulkemissuunnittelun yhteydessä esitetään myös käytettävät aktiiviset ja passiiviset vesienkäsittelymenetelmät, jotka perustuvat arvioon louhosjärven veden ja yliveden laadusta. Louhosjärven mallia ylläpidetään suunnittelun edetessä siten, että saadaan käyttöön parhaimmat mahdolliset vesienkäsittelymenetelmät louhosjärveen johdetuille vesille. Kuusilammen avolouhoksen sulkemissuunnittelun yhteydessä arvioidaan ympäristöriskejä louhosjärven vesien vesienkäsittelymenetelmiin liittyen.

Suotovesien laatua seurataan ja suotovesien tarkkailuohjelman pidemmän aikavälin tulosten perusteella voidaan myös arvioida passiivisten vesienkäsittelymenetelmien käytettävyyttä suotovesien käsittelyssä.

Lähtökohtaisesti vesienhallintarakenteet pidetään käyttökuntoisina tai nopeasti käyttöönotettavissa mahdollisimman pitkään toiminnan ollessa vielä käynnissä, jolloin vesienkeräily ja johtaminen käsittelyyn pystytään käynnistämään tarvittaessa hyvin nopeasti. Suotovesialtaat poistetaan käytöstä vasta sen jälkeen, kun niille ei ole enää käyttöä. Altaiden käytöstä poistaminen suunnitellaan tarkemmin koko toiminnan sulkemissuunnittelun tarkentuessa. Allasalueiden mahdollinen kunnostustarve selvitetään käytöstä poistamisen yhteydessä ja alueet kunnostetaan.

Rakennusvaiheiden 1–6 pohjarakenteen alapuoliset vedet

Nykytilanteessa sivukivialueen rakennusvaiheiden 1–6 tiiviin pohjarakenteen alapuoliset vedet johdetaan laadun perusteella joko vesienkäsittelyyn tai maastoon. Sivukivialueen sulkemisen jälkeen käsittelyä vaativat vedet johdetaan suotovesien tavoin joko käsittelyyn tai avolouhoksen toiminnan loputtua ne varaudutaan johtamaan Kuusilammen louhosjärveen. Rakenteen alapuolisten vesien laatua ja määrää seurataan sivukivialueen sulkemisen jälkeen.

Suojapumppauksia jatketaan sivukivialueen lähistöllä niin kauan kuin se on tarpeellista. Suojapumppausten tarpeen arvioidaan kuitenkin loppuvan ennen koko kaivostoiminnan loppumista alueella ja tarvittaessa käsittelyä vaativat vedet johdetaan Kuusilammen louhosjärveen.

Terrafame esittää seuraavan taulukon mukaisia pitoisuustasoja tavoitepitoisuuksiksi, eli sivukivialueen pohjarakenteen alapuolisten vesien pitoisuuksien ollessa taulukon mukaisia tai pienempiä voitaisiin vedet johdtaa ympäristöön:

Nikkeli (µg/l)	Sinkki (µg/l)	Uraani (µg/l)	Sulfaatti (mg/l)
100	500	10	200

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheet 1–6 on jaettu sulkemisen jälkeisessä tilanteessa kuuteen valuma-alueeseen. Osalla valuma-alueita muotoillaan soveltuvista moreenimaista vesienohjausvallit peittorakenteen päälle vesien ohjaamiseksi. Valuma-alueelle 1 rakennetaan imeytysallas, jonne tulevat vedet imeytyvät tai haihtuvat. Valuma-alueille 2–6 rakennetaan lähtökohtaisesti laskeutusaltaat, joiden kautta peittorakenteen päältä tulevat vedet johdetaan nykyisiin ojiin.

Jatkosuunnittelun yhteydessä selvitetään, voidaanko kaivospiirin alueella luontaisesti olevia suoalueita tai lampia hyödyntää pintavalutuskenttinä tai luontaisina kosteikkoina, jolloin rakennettavien laskeutusaltaiden määrä vähenisi. Esimerkiksi valuma-alueelta 4 vedet voitaisiin johtaa kunnostetun Tammalammen kautta ympäristöön tai aikanaan Kuusilammen louhosjärveen tai valuma-alueelta 5 vedet voitaisiin johtaa Rajasuon suoalueelle ja Kiukerolammen kautta ympäristöön.

Peittorakenteen yläpuoliset vedet johdetaan lähtökohtaisesti alla esitetyille luonnollisille virtausreiteille, ellei kokonaisvaltaisessa koko toiminnan sulkemissuunnittelussa valuma-alueilta johdettavien vesien keskitämistä nähdä tarpeelliseksi.

Valuma-alueelta 1 peittorakenteen yläpuoliset vedet johdetaan Tuhkajoen valuma-alueella (59.885) sijaitsevalle imeytyskentälle. Valuma-alueilta 2–3 vedet johdetaan kohti pohjoista myös Tuhkajoen valuma-alueelle. Valuma-alueelta 4 vedet johdetaan Talvijoen valuma-alueelle (59.884). Valuma-alueelta 5 vedet johdetaan Sopenjoen valuma-alueelle (04.646) ja valuma-alueelta 6 Kivijoen valuma-alueelle (04.645).

Terrafame esittää edellä olevan taulukon mukaisia pitoisuustasoja tavoitepitoisuuksiksi myös peittorakenteen päältä tuleville hulevesille, eli peittorakenteen päältä tulevien hulevesien pitoisuuksien ollessa taulukon mukaisia tai pienempiä, voitaisiin vedet johtaa ympäristöön.

Kuusilammen avolouhoksen toiminnan lakattua valuma-alueiden 2–4 vedet voidaan johtaa Kuusilammen avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen ojitusjärjestelyjä muuttamalla, jos se arvioidaan avolouhoksen sulkemissuunnittelun yhteydessä tarpeelliseksi.

Imeytyskentän ja laskeutusaltaiden rakenteista ja rakentamisesta on kerrottu enemmän jäljempänä.

Rakennusvaihe 7

Rakennusvaiheen 7 pintamaakerroksessa käytetään vain puhtaita maa-aineksia, joten peittorakenteen päältä tulevat hulevedet ovat puhtaita vesiä ja ne voidaan johtaa ympäristöön. Rakennusvaihe 7 on jaettu kahden valuma-alueeseen, joiden yhteyteen rakennetaan laskeutusaltaat, joiden kautta peittorakenteen päältä tulevat vedet johdetaan nykyisiin ojiin. Koska rakennusvaiheen 7 peittorakenne ei ole tiivis, osa hulevesistä imeytyy myös sivukivitäyttöön peittorakenteen rakentamisen jälkeenkin.

Valuma-alueilta 7 ja 8 peittorakenteen yläpuoliset vedet johdetaan Talvi-joen valuma-alueelle (59.884). Kuusilammen avolouhoksen toiminnan loputtua, valuma-alueen 7 vedet voidaan tarvittaessa johtaa myös Kuusilammen avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen, jos se arvioidaan avolouhoksen sulkemissuunnittelun yhteydessä tarpeelliseksi.

Terrafame esittää edellä olevan taulukon mukaisia pitoisuustasoja tavoittepitoisuuksiksi myös rakennusvaiheen 7 peittorakenteen päältä tuleville hulevesille, eli peittorakenteen päältä tulevien hulevesien pitoisuuksien ollessa taulukon mukaisia tai pienempiä, voitaisiin vedet johtaa ympäristöön.

Sivukivialueen ulkopuoliset vedet

Sivukivialueen sulkeminen ei lähtökohtaisesti vaikuta sivukivialueen ulkopuolisten vesien johtamiseen. Kuitenkin alueiden sulkeminen vaikuttaa positiivisesti koko Terrafamen vesitaseeseen, kun käsittelyyn tulevien vesien määrä vähenee.

Laskeutusaltaiden ja imeytyskentän rakenteet ja rakentaminen

Sivukivialueen KL1 peittorakenteen päältä tulevat valumavedet johdetaan imeytyskentälle tai laskeutusaltaisiin. Imeytyskentän ja laskeutusaltaiden mitoitusraportti on esitetty hakemuksen liitteenä. Mitoitustarkastelun perusteella rankkasade aiheuttaa suuremman virtaaman ja altaiden mitoitus tehdään rankkasateen synnyttämän virtaaman perusteella. Sivukivialueen peittorakenteen päällä syntyvät pintavedet johdetaan imeytyskentälle ja laskeutusaltaisiin reunaojaa pitkin. Purku ojasta imeytyskentälle ja altaisiin tapahtuu rumpuputkien kautta.

Mitoitusraportin mukaan imeytyskentän toiminta perustuu mitoitusvesimäärän pidättämiseen ohuena vesikerroksena imeytyskentän alueella. Imeytyskentältä sekä haihtuu että imeytyy vettä pohjamaahan. Imeytyskentän pinta-ala on määritetty mitoitussateella kertyvän vesimäärän (900 m^3) ja lammikoitumissyvyyden (0,20 m) perusteella. Imeytyskentän minimipinta-ala on tällöin 500 m^2 . Mitoitusvesimäärässä on huomioitu sivukivikasan ja huoltotien välisen reunaojan viivytykskapasiteetti. Laskeutusaltaiden yläpuolisen valuma-alueen pinta-alan mukainen mitoitus määritettiin sekä lumen sulamisen että rankkasateen perusteella. Laskeutusaltaat on mitoitettu laskeuttamaan mitoitusvirtaamalla halkaisijaltaan vähintään 0,02 mm:n kiintoaines (hieno hietä / karkea siltti ja sitä karkeampi kiintoaines). Imeytyskentän ja laskeutusaltaiden mitoituksessa on huomioitu ilmastomuutoksen ennakoitu vaikutus eli mitoitussateen intensiteetissä on huomioitu 20 %:n kasvu verrattuna nykytilanteen sateen intensiteetteihin.

Imeytyskentän alueelta muotoillaan tai tasataan maanpinta siten, että imeytyskentän alueelle mahtuu varastoitumaan vähintään 200 mm:n paksuinen kerros vettä.

Laskeutusaltaat rakennetaan maapohjaisina altaina. Altaiden pohja ja reunat verhoillaan vähintään 500 mm paksuisella kerroksella hienoaiespitoista moreenia. Moreeniverhoilun päälle asennetaan suodatinkangas ja sen päälle eroosioverhous esimerkiksi sepelistä tai kalliomurskeesta. Laskeutusaltaihin rakennetaan suotopenkereet karkeasta kiviaineksesta kiintoaineksen laskeuttamisen tehostamiseksi.

Maisemointisuunnitelma ja alueen jatkokäyttö

Kasvukerroksen kasvittaminen

Terrafame selvittää edelleen parhaita ratkaisuja kasvitusvaihtoehdoiksi. Terrafame on esimerkiksi teettänyt pro gradu -tutkielman kasvittamisvaihtoehtojen toimivuudesta osana kaivannaisjätealueen sulkemisrakennetta ja huomioi myös koerakenteiden kasvittumisesta saadut havainnot jatkosuunnittelussa. Kasvitus tehdään vaiheittain heti osa-alueen sulkemisen jälkeen.

Koska sivukivialue KL2 suljetaan samaan aikaan sivukivialueen KL1 kanssa ja sivukivialueen KL1 rakennusvaiheet 1–6 suljetaan vaiheittain, voidaan myös aiempien sulkemisvaiheiden kasvittumisessa tehtyjä havaintoja (turpeen määrä pintamaakerroksessa, erilaiset siemenseokset, kylvämistekniikat) hyödyntää muiden vaiheiden kasvittumisen suunnittelussa. Näin myös kasvittamisen suunnittelu tarkentuu peittorakennevaiheiden toteutussuunnittelussa, mutta pääperiaatteet pysyvät samana. Sivukivialueen rakennusvaiheiden 1–6 kasvittamisessa suositaan matalajuurisia, alueella luontaisesti kasvavia lajeja. Esimerkiksi erilaiset niittykasvit, heinälajit, apilalajit ja varvut sitovat maanpintaa tehokkaasti ja kasvavat yleensä myös kitkamaapitoisessa pintamaassa. Rakennusvaiheen 7 osalta ei ole tarvetta erityisesti suosia matalajuurisia kasveja, sillä alueen peittorakenteessa ei ole tiiviskerrosta. Jos alue pidemmällä aikavälillä kasvistuu myös luontaisesti, sinne valikoituu vallitsevia olosuhteita sietävä kasvilajisto.

Kasvittaminen tehdään lähtökohtaisesti monipuolisesti eri kasvilajien siemeniä sisältävillä siemenseoksilla. Alustavasti arvioiden soveltuvia kotimaisia siemenseoksia voisivat olla suojaheinän ja niittykukkaseoksen yhdistelmät kuivalle kedolle sekä rinnekedolle tai joutomaille soveltuva kuivan kasvupaikan siemenseos. Seosten kaupalliset nimet vaihtelevat toimittajan mukaan. Siemenseoksia voidaan tarvittaessa myös yhdistellä. Valittavissa siemenseoksissa suositaan paikallista alkuperää olevien, alueella luontaisesti esiintyvien kasvilajien siemeniä. Siemenseosten valinnassa huomioidaan myös pintamaakerroksen ominaisuudet, kasvuolosuhteet ja juuriston maata sitovat ominaisuudet. Kasvittamisessa siemenseoksella ja esimerkiksi suojaheinän määrällä voidaan huomioida sulkemiselle mahdollisesti asetettavat maisemointitavoitteet (nurmi, niitty).

Rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen pintamaakerros on melko ohut, vain 500 mm. Tähän on päädytty myös siksi, että peittorakenteeseen luontaisesti kasvava kasvillisuus olisi matalajuurista. Niukkaravinteisilla

rakennekerroksilla voidaan myös edistää matalajuuristen kasvilajien kasvua (Suomen ympäristökeskus 2008). Suurin riski pintamaakerrokselle on eroosio, erityisesti ennen kasvillisuuden kasvamista. Eroosioriskistä ja mahdollisista ylläpitotoimista sen vuoksi on kerrottu peittorakenteen pitkäaikaiskestävyyttä käsittelevässä kappaleessa.

Sivukivialueen sulkemiseen liittyvien koerakenteiden seurannassa on seurattu myös kasvittumista ja näitä havaintoja on käytetty osana pintamaakerroksen laadun ja paksuuden suunnittelussa. Kipsisakka-altaille vuonna 2016 rakennettuja koerakenteita seurataan edelleen erityisesti kasvillisuusvaikutusten seurannan näkökulmasta. Kasvittuminen on tapahtunut koerakenteissa luonnollisesti ja siinä on havaittavissa selkeä ero turve- ja sekamoreenipeiton välillä. 500 mm:n paksussa turvepeitossa kasvusto on selkeästi tuuheampaa ja korkeampaa ja kasvilajistoon sisältyy mm. pajua, heinää ja maitohorsmaa. 500 mm:n paksussa sekamoreenipeitossa kasvusto on selkeästi kitukasvuisempaa ja muodostuu pääasiassa horsmasta ja satunnaisista heinämättäistä. Metrin paksuisissa kasvukerroksissa kasvusto on edellisiä selkeästi rehevämpää. Kasvilajeissa on mukana myös puita, kuten koivuja ja mäntyjä. Lisäksi koerakenteissa kasvaa pajuja, heinää, maitohorsmaa ja kortetta. Kalvorakenteisessa koerakenteessa (VE3) oli muita selkeästi tuuhein kasvusto todennäköisesti paksun turvekerroksen sekä kosteat olosuhteet mahdollistavan kalvorakenteen vuoksi. Myös koerakenteista tehdyt havainnot tukevat sitä, että melko ohut pintamaakerros kitkamaasta (moreeni, hiekka, sora), jossa voidaan hyödyntää turvetta, tukee parhaiten peittorakenteen kasvittumista lajeilla, jotka eivät aiheuta riskiä rakennusvaiheiden 1–6 tiiviin peittorakenteen toimivuudelle.

Vaikka rakennusvaiheiden 1–6 kasvittamisessa suositetaan matalajuurisia lajeja, on huomattava, että keinotekoisilla eristeillä on kuitenkin hyvä kestävyys kasvien juuria vastaan, toisin kuin esimerkiksi mineraalisilla tiiviskerroksilla. Esimerkiksi kaatopaikoilla voidaan käyttää keinotekoisista eristettä estämään juurien tunkeutuminen mineraaliseen tiivistyskerrokseen (Suomen ympäristökeskus 2008).

Hakemuksen liitteenä 14B on esitetty materiaalintoimittaja Solmax Oy:n lausunto, jossa on todettu, että LLDPE-kalvon kestävyys juuria vastaan on riittävä, joten peittorakenteen päälle kasvava kasvusto ei heikennä kalvon pitkäaikaiskestävyyttä. Pintakerroskasvillisuuden vaikutusta kalvorakenteeseen ja salaojamaton toimivuuteen on selvitetty vuosina 2011–2012 sekundäärialueen lohkon 1 luiskaan rakennetun kalvokoerakenteen avauksen avulla. Koerakenteessa kasvoi luontaisesti muodostunutta kasvillisuutta kuten ruohovartisia kasveja ja varpuja sekä noin 1,5 m korkeita männyntaimia. Juuririhmaston määrä ei ollut niin tiheä, että se olisi vaikuttanut salaojamaton kykyyn johtaa vettä. Männyn taimen pääjuuri kasvoi voimakkaasti sivusuuntaan eikä ulottunut pintakerroksen alla olevaan salaojamattoon ja HDPE-kalvoon. HDPE-kalvon pinta oli ehjä.

Suljetulle sivukivialueelle muodostuvan kasvillisuuden juuriston vaikutusta rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteeseen voidaan seurata esimerkiksi kymmenen vuoden välein paljastamalla paikallisesti tiivisrakenteena toimiva kalvo. Lisäksi sivukivialueella muodostuvien suotovesien määrän ja laadun seurannan sekä lysimetrin ja happianturien tuloksista voidaan päätellä peittorakenteen toimivuutta ja kestävyyttä. Tässä vaiheessa oletetaan kuitenkin, että rakennusvaiheiden 1–6 alueella puuston poistoa tehdään tarvittaessa noin viiden vuoden välein. Tarve puuston poistolle kartoitetaan maastokatselmuksilla tai dronella tehtyjen ilmakuvausten perusteella. Rakennusvaiheen 7 alueella ei ole tarpeen tehdä puuston poistoa.

Toiminnanharjoittaja seuraa kasvittumista, rakenteen toimivuutta ja painumia sekä tarvetta puuston poistolle.

Alueen jatkokäyttö

Tässä vaiheessa sivukivialueelle KL1 ei ole suunniteltu jatkokäyttöä. Terrafame pitää tärkeänä, että tässä vaiheessa keskitytään rakenteen toimivuuden seurantaan ja mahdollinen jatkokäyttö suunnitellaan myöhemmin. Jatkokäyttö suunnitellaan kuitenkin niin, ettei siitä johtuva fyysikaalinen, kemiallinen tai biologinen kuormitus vaaranna peittorakenteen toimintaa.

Sulkemisen aikataulu

Sivukivialueen KL1 täyttöaikataulu ja sitä kautta sulkemisen aikataulu on yhteydessä Kuusilammen avolouhoksen toiminnan aikatauluun. Kuusilammen avolouhoksen käyttö päättyy aikavälillä 2035–2040 riippuen Kolmisopen malmiesiintymän hyödyntämisestä.

Rakennusvaiheet 1–6 suljetaan vaiheittain siten, että ympäristöluvan nro 107/2023 mukaisella rakenteella sulkematta olevan jätealueen laajuus on joka tilanteessa enintään 100 hehtaaria. Sulkemisen aikatauluun ja vaiheistukseen vaikuttavat arvioidun täyttöaikataulun lisäksi myös täyttötapa. Rakennusvaiheiden 1–6 alue täytetään vaiheittain lopulliseen korkeuteensa ja tilavuuteensa, eikä rakennusvaiheita voida täyttää enimmäistasoon asti ilman että viereiset rakennusvaiheet on ainakin osittain täytetty.

Rakennusvaihe 7 suljetaan maa-ainespeitolla sitten kun alueelle läjitettyä sivukiveä ei ole tarpeen käyttää rakennus- tai muussa toiminnassa.

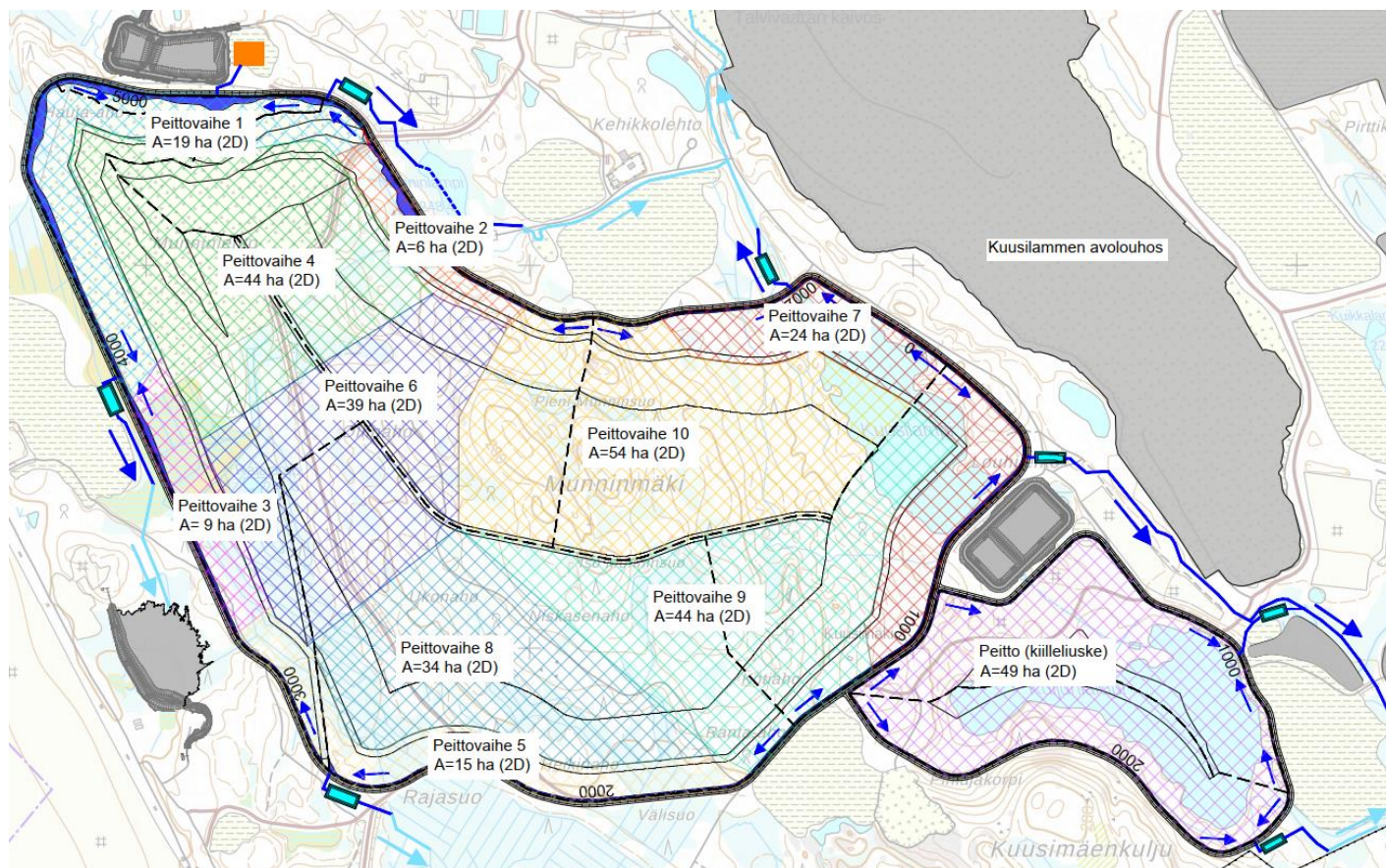
Sivukivialueen sulkemistoimenpiteet tehdään optimirakennuskauden aikana mahdollisimman laadukkaasti peittorakenteen takaamiseksi. Käytännössä vuoden aikana saadaan Terrafamen tämänhetkisen arvion mukaan suljettua korkeintaan noin 50 hehtaaria sivukivialuetta. Suunnitellut peittorakennusvaiheet rakennetaan valmiiksi yhden rakennuskauden aikana. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemisen lisäksi Terrafame sulkee samalla sivukivialuetta KL2. Sivukivialueen KL2 sulkemisen lupahakemus on jätetty helmikuussa 2024 (Dnro

PSAVI/1802/2024). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että vuodesta riippuen sivukivialueen KL2 sulkemisen ajan suljetaan noin puolet sivukivialuetta KL1 ja puolet sivukivialuetta KL2.

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 ensimmäinen peittorakenne rakennetaan nykyisen arvion mukaan vuonna 2025. Viimeistään viimeinen vaihe suljetaan noin 20 vuoden kuluttua. Rakennusvaihe 7 suljetaan myös viimeistään noin 25 vuoden kuluttua. Rakennusvaiheen 7 sulkeminen toteutetaan mahdollisuuksien mukaan myös vaiheittain.

Sivukivialueen KL1 alustava peittovaiheistus on esitetty osana yleissuunnitelmaa hakemuksen liitteenä. Peittovaiheistusta voidaan kuitenkin joutua toteuttamaan pinta-alaltaan pienemmissä vaiheissa sivukivialueen KL2 sulkeminen huomioiden, jolloin alustava aikataulukin luonnollisesti muuttuu. Lisäksi myös peittovaiheistuksen järjestys voi muuttua, mutta sulkemistoimenpiteet tehdään peittorakenteiden päältä tulevien puhtaiden pintavesien hallinta huomioiden. Sivukivialueen laelle kulkeville rampeille rakennetaan peittorakenne vasta sen jälkeen, kun sivukivialueen täytön takia kulkua niiden kautta ei enää tarvita.

Sivukivialueen KL1 alustavat peittovaiheet ja niiden sijoittuminen valuma-alueille on esitetty seuraavassa kuvassa (yleissuunnitelma 31.7.2024, piir.nro R3-1.2).



	Imeytyskenttä		
	Laskeutusallas (sijainti alustava)		
	Peittorakenteen kuivatusoja	KL1 peittorakenteen kokonaispinta-ala (2D)	337,3 ha
	Kuivatussuunta	KL1 peittorakenteen kokonaispinta-ala (3D)	347,4 ha
	Purkuoja	Mustaliusketäytön peittorakenne (2D)	288,6 ha
	Nyk. oja/vesienohjausreitti	Mustaliusketäytön peittorakenne (3D)	296,5 ha
	Valuma-alueraja	Kiilleliusketäytön peittorakenne (2D)	48,7 ha
		Kiilleliusketäytön peittorakenne (3D)	50,9 ha

Vaasan hallinto-oikeus ("VHO") antoi kaksi välipäätöstä 23.1.2024 koskien Terrafamen ympäristö- ja vesitalouslupapäätösten täytäntöönpanoa, jotka vaikuttavat sivukivialueen KL1 täyttö- ja sulkemisaikatauluun:

- Päätös 76/2024, 23.1.2024, Dnrot 880,919,922,923, 929-931/03.04.04.04.22/2022. Täytäntöönpanon kieltäminen ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaisessa yhteiskäsittelyasiassa koskien päätöstä nro 87/2022 (Pohjois-Suomen aluehallintovirasto 20.6.2022) ja
- Päätös 77/2024, 23.1.2024, Dnrot 925, 929, 1017/03.04.04.04.22/2023. Täytäntöönpanon kieltäminen ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaisessa yhteiskäsittelyasiassa

koskien päätöstä nro 107/2023 (Pohjois-Suomen aluehallintovirasto 29.6.2023)

Välipäätöksillä rajoitettiin sivukivialueen KL1 ja Terrafamen tuotantoa koskevien ympäristölupapäätösten (päätökset 107/2023 ja 87/2022) täytäntöönpanoa.

Päätöksen 87/2022 osalta VHO rajasi välipäätöksellään täytäntöönpanon ulkopuolelle aluehallintoviraston myöntämän vuosittaisen malmin ja sivukiven louhinnan kasvattamisen. Päätöksessä nro 87/2022 oli hyväksytty vuosittaisen louhintamäärän kasvattaminen tasolta 15 Mt/v tasolle 18 Mt/v sekä sivukivilouhinnan kasvattamisen tasolta 30 Mt/v tasolle 45 Mt/v. Lisäksi VHO antoi välipäätöksissä rajoituksia uuden sekundäärialueen SEK5-8 rakentamiseen ja käyttöön. Päätöksessä rajattiin täytäntöönpanon ulkopuolelle toisen vaiheen kasaliuotus uusilla lohkoilla 5–8 ja kaivannaisjätealueen perustaminen.

Päätöksen 107/2023 eli sivukivialuetta KL1 koskevan päätöksen osalta täytäntöönpanoa oli rajoitettu siten, että toiminnan aloittaminen muutoksenhausta huolimatta ei koske sivukivialueen KL1 lohkojen 1–4 rakentamista ja käyttöönottoa.

Molempien välipäätösten rajoittavat määräykset ovat voimassa siihen saakka, kunnes pääasiaa koskevat valitukset on hallinto-oikeudessa ratkaistu tai kunnes asiasta toisin määrätään.

Sivukivialueen läjitystä uuden sekundääriliuotusalueen alapuoliseen sivukivitäyttöön on välipäätöksellä rajoitettu. Sivukiven läjitys oli tarkoitus aloittaa vuoden 2024 aikana, ja mikäli asiaa ei ratkaista ennen suunniteltua aloittamista, joutuu Terrafame läjittämään mustaliuskesivukiveä vain sivukivialueelle KL1. Tällöin KL1 täyttyy ja laajenee suunniteltua nopeammin lohkojen 5 ja 6 alueella. Koska aluehallintoviraston sivukivialueelle KL1 antamassa päätöksessä nro 107/2023 on rajoitettu kerrallaan auki olevan sivukivitäytön pinta-alaa, on Terrafamen tällöin osoitettava sulkemisresursseja enemmän KL1 sulkemiseen kuin sivukivialueen KL2 sulkemiseen.

Edempänä tämän kertoelman luvussa ”Toimintaa koskevat olennaiset luvat, lausunnot, YVA, sopimukset ja alueen kaavoitustilanne” on esitetty Terrafame Oy:n näkemys (11.3.2025) Vaasan hallinto-oikeuden 19.12.2024 antamien päätösten vaikutuksesta sivukivialueiden KL1 ja KL2 sulkemisaikatauluun.

YMPÄRISTÖN NYKYTILAN KUVAUS

Maisema ja kulttuuriympäristö

Sivukivialueen KL1 ympäristö on toistaiseksi vielä osin metsämaata, suoaluetta ja Kuusilammen ja Kuljunlammen vesialuetta, mutta vaihteellinen läjityskäytön eteneminen muuttaa alueen vähitellen voimakkaasti

muokatuksi kaivosympäristöksi. Sivukivialueen lähiympäristö kaivosalueen ulkopuolella on pääosin sulkeutunutta metsämaisemaa, jota leimaavat lukuisat jyrkkäpiirteiset mäet ja vaarat. Maaston vaihteleva topografia lieventää kaivostoiminnan vaikutuksia kaukomaisemaan. Sivukivialueen läheisyyteen ei sijoitu peltoalueita tai asutusta. Yhtenäisempiä avoimempia peltokuvioita sijoittuu Puhakan kylään yli 2 km etäisyydelle sivukivialueesta. Sivukivialueen lähiympäristössä sijaitsee vain yksittäisiä pieniä lampia; Kiukerolampi Rajasuon alueelle noin 350 metrin etäisyydelle ja kaivostoiminnan voimakkaasti muuttama Kuikkalampi Kuusilammen avolouhoksen itäpuolelle 900 metrin etäisyydelle. Iso Savonjärvi noin 1,2 km sivukivialueesta etelään on suurin luonnontilainen vesistö lähiympäristössä.

Terrafamen toimintojen laajojen maankäyttötarpeiden seurauksena kaivospiirin alueen ja lähiympäristön maisemakuva on muuttunut merkittävästi Kuusilammen kaivoksen perustamisen jälkeen. Merkittävimmän maisemamuutoksia ovat aiheuttaneet avolouhoksen lisäksi teollisuusrakennukset sekä bioliuotusalueet, sivukivialue KL2 ja niihin liittyvät altaat. Tieyhteys maantieltä 870 (Tuhkalantie) Lahnasjärvelle kulkee teollisuusalueen välittömässä läheisyydessä ja teollisuustoiminta näkyy maantielle 8714 (Malmitie/Lahnasjärventie) avautuvassa maisemassa selvästi.

Valtakunnallisesti arvokkaat alueet ja kohteet

Ympäristöministeriö on päätöksellään 18.11.2021 korvannut aiemman vuonna 1995 valmistuneen maisema-alueita koskevan inventoinnin. Uusi päätös on tullut voimaan 1.3.2022. Terrafamen alueen lähistöllä on kaksi valtakunnallisesti arvokasta maisema-aluetta (VAMA2021): Vuokatin vaarajono ja rantakylät (VAM140145) ja Naapurinvaaran vaara-asutus (VAM140146).

Vuokatin vaarajono ja rantakylät -maisema-alue sijaitsee lähimmillään noin 6 kilometriä sivukivialueesta KL1 koilliseen. Naapurinvaaran vaara-asutus -maisema-alue sijaitsee kauempana pohjoisessa Nuasjärven pohjoispuolella noin 22 km etäisyydellä sivukivialueesta KL1.

Kaivospiirin itäpuolella noin 2,2 kilometrin etäisyydellä Tuhkajoen rannalla sijaitsee valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö (RKY 2009) Kainuun puromyllyt (Huovilan turbiinimylly). Noin 2,2 kilometrin etäisyydellä nykyisen kaivospiirin eteläpuolella sijaitsee valtakunnallisesti arvokas perinnemaisema Puhakan laitumet.

Paikallisesti arvokkaat alueet ja kohteet

Talvivaaran ja Tuhkakylän alue on Sotkamon kulttuuriympäristöohjelman mukaan rakennushistoriallisesti monipuolinen. Terrafamen alueella on suoritettu kulttuuriympäristön inventointi kesällä 2007. Kulttuuriympäristöohjelman mukaan kaivospiirin alueelle sijoittuvat Hakomäen pihapiiri, Latomäen pihapiiri, Mäkitupa ja Mäkiketo. Alueella sijainnut Mäkitupa on purettu sen sijaittua Kuusilammen avolouhoksen alueella. Mäki-

kedon sijainti ja kuvaus ei ilmene kulttuuriympäristöohjelmassa. Mäkituvan kohdekuvauksen perusteella on oletettavissa, että Mäkikedolla on tarkoitettu Mäkitupaa. Säilyneistä kohteista Hakomäen pihapiiri sijoittuu lähimmäs sivukivialuetta KL1 noin 3,3 kilometriä koilliseen alueen pohjoisreunasta. Pihapiiri sijaitsee Hakosen järvioltaan eteläpuolella Hakomäen päällä ja siihen sisältyy pieni 1940-luvun lopulla rakennettu hirsi-talo ja varastorakennus sekä pellon sivulla vanha lato.

Asutus ja virkistyskäyttö

Terrafamen kaivospiirin välittömässä läheisyydessä ei ole asutuskeskitymiä. Lähiympäristön asutus on yksittäistä haja-asutusta. Sivukivialuetta KL1 lähin tiiviimmän asutuksen alue on Tuhkakylä noin 8,5 kilometriä pohjoiseen maantie 870 varrella. Lahnasjärvi ja Määtänkylä sijoittuvat sivukivialueesta noin 9 kilometrin etäisyydelle länteen.

Sivukivialuetta KL1 lähimmät yksittäiset asuin- ja lomarakennukset sijaitsevat alueen pohjoispuolella noin 3,5 kilometrin etäisyydellä Hakosen rannalla, etelässä noin 1,7...2,3 kilometrin etäisyydellä Ison Savonjärven rannalla ja Puhakan kylässä sekä lännessä noin 7,5 kilometrin etäisyydellä Lahnasjärvellä.

Lähimmäs sivukivialuetta sijoittuvat Pirttimäen asunkinteistöt maantien 870 varrella ovat Terrafamen omistuksessa. Samoin kaivospiirin alueella sijaitsevat asuin- ja lomarakennukset ovat Terrafamen omistuksessa sekä kaivospiirin ulkopuolella Kalliojärven itärannalla sijaitsevat kaksi lomarakennusta ja lounaassa Lumijärven ja Kivijärven rannoilla olevat lomarakennukset ovat Terrafamen omistuksessa.

Terrafamen toiminnan vaikutuspiirin vesistöjen (Nuasjärvi, Nuasjärven Rehja, Jormasjoki, Jormasjärvi ja Laakajärvi niihin laskevine lähijoki-neen) ranta-alueilla on runsaasti ranta-asutusta. Ranta-alueilla on sekä pysyvää asutusta että vapaa-ajan asutusta. Kaivospiirin lähialueella ei sijaitse ns. herkkiä kohteita, kuten päiväkoteja, kouluja, vanhainkoteja tai sairaaloita.

Terrafamen lähiympäristön merkittävin virkistyskäyttökohde on Vuokatin vaaran ympärille levittäytynyt Vuokatin kylä, joka sijaitsee noin 15 km päässä kaivospiirin koillispuolella. Vuokatin alueella on monia majoitus-toimijoita, esimerkiksi leirintäalue ja mökkejä, sekä monipuolisesti har-rastusmahdollisuuksia. Terrafamen kaivospiirin välittömässä läheisyydessä ei ole ulkoilun palveluita. Jormasjärven rannalla sijaitsee uima-rantoja ja nuotiopaikkoja. Jormasjärveltä Nuasjärveen kulkee Jormasjo-kea pitkin melontareitti. Kaivospiiriä lähin retkeilyreitti on Kivijärven–Iso-Sopen retkeilyreitti, joka sijaitsee kaivospiirin lounaispuolella. Reitti kul-kee Kivijärven eteläpuolta ja Sopenjärven pohjoispuolta. Retkeilyreitin varrella on kolme laavua ja lintutorni. Kivijärvellä sijaitsee myös uima-ranta. Kaivospiirin välittömässä lähiympäristössä ei ole moottorikelkka-reittejä.

Kaivospiirin ympäristö kuuluu Kainuun riistanhoitopiiriin sekä Kajaanin ja Sotkamon riistanhoitoyhdistysten alueeseen. Tuhkakylän Erän ja Parkuan Erämiehet ry:n riistanhoito- ja jahtimaat ovat kaivospiirin läheisyydessä. Lahnasjärvellä on aktiivisesti toimiva metsästysseura. Kainuulaisilla on kotikuntansa valtion mailla vapaa metsästysoikeus ja metsäkanalinnut ovat suosittu pyyntikohde. Riistalajeista esimerkiksi mäyrän, supikoiran ja rusakon esiintymisalueiden pohjoisraja kulkee läpi Kainuun. Terrafamea lähimmät valtion metsät ovat Losonvaaran, Kontinmäen sekä Lahnasjärven alueilla, joissa sijaitsevat pienriistan ja hirvieläinten metsästysalueet.

Terrafamen ympäristössä on lukuisia vesistöjä, joita käytetään virkistyskalastukseen. Jormasjoki ja Tuhkajoki ovat suosittuja koskikalastuskohteita. Koskilta saadaan saaliiksi kirjolohta, harjasta ja taimenta. Lähivesistöissä toimii Jormaskylän–Korholanmäen ja Lahnasjärven osakaskunnat. Jormaskylän–Korholanmäen osakaskunnan tärkeimpiä kalastusalueita ovat Nuasjärven eteläpuoli ja Jormasjärvi. Lahnasjärven osakaskunnan kalastusalueista merkittävimmät ovat Lahnasjärvi sekä Laakajärven pohjoisosaa. Kainuun ELY-keskuksen päätöksellä hankealueen läheisyydessä järvien Salminen, Kalliojärvi, Kolmisoppi ja Kivijärvi käytössä on rajoituksia. Näiden järvien kalojen syöntiä ei suositella. Korkean mangaanipitoisuuden vuoksi näiden järvien veden käyttöä ruuanlaitossa tai pesu- ja löylyvetenä ei myöskään suositella.

Kaivostoiminnan jatkamista ja kehittämistä tai vaihtoehtoista sulkemista koskevan YVA-menettelyn aikana tehdyn asukaskyselyn tulosten mukaan lähialueella tapahtuvalla retkeilyllä, marjastuksella, sienestyksellä, metsästyksellä, kalastuksella ja metsänhoidolla on suuri merkitys kyselyyn vastanneille hankkeen lähialueella asuville tai loma-asunnon omistaville vastaajille. Vastaajat ilmoittivat käyttävänsä aluetta monipuolisesti virkistyskäyttöön, joka painottuu keväästä syksyyn.

Kolmisopen esiintymän YVA-hanketta varten tehdyn asukaskyselyn vastausten perusteella hankealueen lähiympäristössä käytetään useimmiten ulkoilemiseen tai muuhun harrastamiseen sekä luonnon tarkkailemiseen. Muina alueen käyttömuotoina kyselyssä mainittiin mm. Hakosen rantamaisemissa vierailu, mökkeily, vedenkorkeuden seuraaminen, metsästys, luonnontuotteiden kerääminen ja kalastus. Asukaskyselyn vastauksissa nostettiin esille erilaisia lähialueen käyttömuotoja. Suurin osa asukaskyselyyn vastanneista kertoi käyttävänsä hankealuetta yhtä usein kuin aiemminkin, mutta noin 40 % vastaajista ilmoitti ulkoilun, harrastamisen tai muun hyötykäytön harventuneen alueella verrattuna aikaan ennen teollisuustoimintojen aloitusta alueella. Avoimissa vastauksissa kerrottiin esimerkiksi kalastuksen, marjastuksen ja metsästyksen joutuneen siirtymään alueelta nykyisen teollisuustoiminnan myötä.

Maa- ja kallioperä

Kaivospiirin maa- ja kallioperää on tutkittu useaan otteeseen ja erilaisin menetelmin 1930-luvulta alkaen. Teollisuustoiminta on jo osin pysyvästi muuttanut nykyisen kaivospiirin alueen maa- ja kallioperää erityisesti

kaivos- ja teollisuustoimintojen ydinalueilla. Louhosalueelta sekä muilta rakennetuilta alueilta pintamaat on poistettu ja varastoitu pintamaiden läjitysalueille. Malmin ja muun kiviaineksen louhinta sekä alueen muu rakentaminen (liuotusalueet, altaat, kaivannaisjätealueet) ovat aiheuttaneet muutoksia maa- ja kallioperään rakennetuilla alueilla.

Kallioperä

Kaivospiiri sijoittuu Kainuun liuskejaksona tunnetun geologisen vyöhykkeen eteläosaan, jossa vallitsevia kivilajeja ovat kvartsiitit, mustaliuskeet ja kiilleliuskeet. Liuskejakso on noin 200 km pitkä ja leveimmillään noin 40 km leveä. Kuusilammen malmio sijoittuu grafiitti- ja sulfidipitoisen liuskeen (mustaliuskeen) alueelle ja pääosa muista Terrafamen kaivospiirin toiminnoista arkeaisen kallioperän alueelle. Mustaliuske sisältää luonnostaan tavanomaista enemmän esimerkiksi raskasmetalleja verrattuna arkeaisen alueen kivilajeihin (migmatiitit, granitoidit).

Kuusilammen louhoksen sulfidinen nikkelimalmi on mustaliusketta. Päämineraaleina siinä ovat hienorakeinen kvartsi, vaalea biotiitti, hyvin hienorakeinen grafiitti sekä rikki- ja magneettikiisu. Kuusilammen malmion esiintymässä sivukivilajeja ovat mustaliuske, metakarbonaattikivi, kiilleliuske ja kvartsiitti. Sivukivenä oleva mustaliuske eroaa hyödynnettävästä mustaliuskeesta lähinnä alhaisemman nikkeli-, kupari-, sinkki- ja kobolttipitoisuuden perusteella.

Mustaliuskeet sisältävät luonnostaan uraania, joka on enimmäkseen sitoutunut liuskeiden orgaaniseen ainekseen. Mineralogisesti uraani esiintyy pääosin thucholiittina sekä uraniittinä. Suomen maa- ja kallioperässä uraania on käytännössä katsoen kaikkialla kallioperän keskimääräisen pitoisuuden ollessa 4 ppm. Graniittisissa kivilajeissa esiintyy varsin usein keskimääräistä suurempia pitoisuuksia (4–50 ppm), erityisesti Kaakkois-Suomen rapakivialueilla. Mustaliuskeessa uraania on 15–20 ppm.

Terrafamen kaivospiirin kallioperän ominaisuuksia on selvitetty geofysikaalisin mittauksin. Mittaustulosten perusteella kallioperän rikkonaisuusvyöhykkeet ja ruhjeet ovat alueella yleisiä. Muutoin kallioperä on ehjää sekä seismisten että sähköisten luotausten perusteella. Sivukivialueen KL2 ja Kuusilammen louhosalueen kallioperän ruhjeisuutta ja mahdollisten ruhjeiden vaikutusta sivukivialueen pohjavesille aiheutuvaan pilaantumisriskiin on selvitetty GTK:n hydrogeologisessa tutkimuksessa (Geologian tutkimuskeskus 2020). Tutkimuksessa on myös käsitelty sivukivialuetta KL1. Sivukivialueen KL1 alueella mahdollisten luoteis-kaakko-suuntaiset suuremmat ruhjeet sijoittuvat sivukivialueen reuna-alueille. Sivukivialueen KL1 keskiosassa on tunnistettu korkeintaan pienempiä lineamentteja. Mahdolliset ruhjeet vaikuttavat sijaitsevan alueen painanteissa.

Sivukivialueen KL1 kallioperä on GTK:n kallioperäkartan mukaan lähinnä pegmatiittia ja kvartsiittia. Sivukivialueen länsireunassa on tonaliittista migmatiittia. Sivukivialueen KL1 kallioperän laatua on kartoitettu

tarkemmin sivukivialueen KL1 lupahakemuksen täydennyksen yhteydessä vuonna 2020. Osasta kartoituspisteitä otettiin näytteitä, joista määritettiin metallipitoisuudet röntgenfluoresenssin avulla ja rikkipitoisuudet rikkianalysaattorilla. Näytteiden pitoisuudet olivat yleisesti ottaen alhaisia, ainoastaan kromin pitoisuudet olivat kaikissa näytteissä kohonneita.

Alueen mustaliuske-esiintymä sijoittuu sivukivialueen KL1 itäpuolelle. Mustaliuske-esiintymän alueella kallioperän luontainen laatu vaikuttaa alueen maaperän sekä pinta- ja pohjavesien laatuun. Mustaliuskeessa olevat metallisulfidit ovat hapettomissa olosuhteissa niukkaliukoisia, mutta voivat hapen vaikutuksesta hapettua sulfaateiksi, jotka liukenevat hyvin veteen. Sulfidien hapettuminen sulfaatiksi myös alentaa veden pH-arvoa, mikä taas voi lisätä muiden metallien liukoisuutta veteen. Mustaliuske-esiintymän alueella ja välittömässä läheisyydessä onkin useissa tutkimuksissa todettu mm. turpeessa, moreenissa, puro- ja järvisedimenteissä ja purovesissä muuta aluetta korkeampia raskasmetallipitoisuuksia jo ennen kaivostoiminnan vaikutusta. Gustavsson et al. (2011) tutkivat 1980- ja 1990-luvuilla alueen orgaanisista purosedimenteistä ja purovesistä otettuja näytteitä ja totesivat näytteissä selkeästi korkeampia nikkelpitoisuuksia mustaliuske-esiintymän alueella ja sen läheisyydessä kuin muilla tutkituilla alueilla. Mäkilän et al. (2012) tutkimuksessa havaittiin kohonneita metallipitoisuuksia mustaliuske-esiintymän alueella olevissa turpeissa. Maarakennustyöt ja ojitukset mustaliuske-esiintymän alueella voivat lisätä mustaliuskekontaktin vaikutuksia alueen maaperään ja vesiin.

Kaivospiirin alue kuuluu metalliprovinssi 3:n alueelle, jolla kuparin, koboltin, kromin nikkelin, vanadiinin ja sinkin pitoisuudet moreenissa ovat suuremmat kuin muualla Suomessa. Taulukko 4 on esitetty Geologian tutkimuskeskuksen Maaperän taustapitoisuudet (TAPIR)-palvelusta saatujen luontaisten haitta-aineiden taustapitoisuuksia maaperässä (luonnonmaana moreeni) kaivospiirin alueella. Turpeen metallipitoisuuksista ei ole olemassa yhtä kattavaa valtakunnallista kartoitusta kuin moreenista. Taustapitoisuuksista voi havaita erityisesti nikkelin pitoisuuden olevan paikoitellen kynnysarvoa suurempi.

Maaperä

Kaivospiirin alueella korkeimmilla maastonkohdilla maapeite on moreenia ja alavilla suoalueilla turvetta. Moreenikerros mukailee alla olevan kallioperän muotoja ja erityisesti korkeimmilla maastonkohdilla moreenia esiintyy tyypillisesti vain ohut kerros kallion päällä. Kallio- ja moreenimaiden välisissä painanteissa esiintyy laajoja turvealueita ja soistumia. Näillä alavilla alueilla turpeen paksuus vaihtelee alle metristä noin viiteen metriin asti. Turpeen alla on tyypillisesti ohuehko moreenikerros ennen kallionpintaa. Alueella tehtyjen geofysikaalisten selvitysten (Forss et al. 2013) perusteella maapeitepaksuus on valtaosalla kaivospiirin aluetta alle 10 metriä.

Maaperän vedenläpäisevyys on vallitsevien, lajittumattomien maalajien takia tyypillisesti hyvin pieni. Kaivospiirin alueella ei ole harjuja eikä alueella esiinny hyvin vettä johtavia, lajittuneen aineksen alueita kuin vain paikallisesti esimerkiksi pienialaisina rantakerrostumina tai sora- ja hiekkavaltaisina kumpumoreeneina.

Sivukivialueelta KL1 ja sen läheisyydestä on tehty pohjatutkimuksia vuosien 2006–2024 aikana noin 1300 tutkimuspisteestä. Pohjatutkimukset on pääosin tehty paino-, puristinheijari- ja porakonekairauksilla, joita on täydennetty maanäytteiden otolla, pliktauksilla ja koekuopilla. Alueelta on tutkittu myös maaperän kemiallista laatua erityisesti rakennusvaiheen 1 (aik. lohko 6) alueelta sekä XRF-mittauksin että laboratorio-tutkimuksin.

Alueen maanpinta ennen sivukivialueen rakentamista on vaihdellut välillä noin +225...+285. Korkeissa maastonkohdissa vallitsevana maalajina on ollut moreeni, joka on peittänyt kallionpintaa kohtalaisen ohuena kerroksena. Moreenipeitteiset alueet ovat mukailleet alueen kallioperän muotoja kaakko-luode-suuntaisesti. Moreenialueet ovat olleet pinnaltaan monin paikoin lohkaraisia.

Alavimmilla alueilla on ollut tyypillisesti suota. Soiden turvepeitteen paksuus on vaihdellut yhdestä viiteen metriin. Syvimmät turvealueet ovat sijoittuneet alueen pohjois- ja lounaisosiin, erityisesti Rajalammen suoalueen reuna-alueisiin, rakennusvaihe 3:n lähistölle. Turpeen alapuolella on syvimmillä kohdoin ollut silttisiä tai hiekkaisia maakerroksia ennen moreenia. Alueella sijaitseville pehmeiköille tehdään sivukivialueen pohjarakenteen rakentamisen yhteydessä massanvaihdot louheesta moreeniin tai kallioon saakka, jotta alueella ei pääse muodostumaan haitallisia painumia.

Kaivospiirin alueella tai sen läheisyydessä ei sijaitse valtakunnallisesti arvokkaita moreenimuodostumia, tuuli- ja rantakerrostumia tai kivikoita.

Pilaantunut maaperä

Golder Associatesin vuonna 2015 laatiman selvityksen perusteella kaivospiirin alueella sijaitsee useita alueita, joilla pintamaat voivat olla potentiaalisesti pilaantuneita. Näillä alueilla on käytettävissä olevien tietojen mukaan käsitelty ympäristölle haitallisiksi arvioituja kaivannaisjätteitä tai kemikaaleja tai alueilla voi olla vuonna 2012 sattuneen kipsialtaan vuodon seurauksena pilaantuneita pintamaita. Golder Associatesin tekemässä selvityksessä havaittiin tulevan sivukivialueen KL1 pohjoisreunalla mahdollisesti kunnostettavia alueita, joilla pintamaat voivat olla edellä mainituista syistä potentiaalisesti pilaantuneita. Nämä alueet sijoittuvat sivukivialueen KL1 rakennusvaiheen 1 (aik. lohkot 5 ja 6) alueelle. Rakennusvaiheen 1 alueella on tehty lisätutkimuksia vuonna 2022. Tutkimusten yhteydessä tehdyissä XRF-mittauksissa on havaittu kynnysarvon ylityksiä vain sinkin ja arseenin osalta. Ohjearvojen ylityksiä ei havaittu.

Vuonna 2021 toteutetun kaivospiirin alueella olevien vanhojen vesienkäsittelysakkojen loppusijoittamisen YVA:n yhteydessä laaditussa kunnostuksen yleissuunnitelmassa on arvioitu maaperän kunnostustarvetta vanhojen vesienkäsittelysakkojen välivarastoaltaiden ja geotuubeihin sijoitettujen sakkojen alueilla. Eteläinen Kuusilampi sijaitsee sivukivialueen KL1 alueella. Ennen sivukivialueen KL1 pohjarakenteiden rakentamista Kuusilammen alueelle, se kunnostetaan. Tammalampi sijaitsee sivukivialueen KL1 itäreunassa. Myös Tammalampi kunnostetaan sivukivialueen KL1 rakentamisen yhteydessä. Hakemus vanhojen vesienkäsittelysakka-alueiden kunnostusta ja sakkojen sijoittamista perustettaville kaatopaikoille sekä hakemus vaarallisen jätteen kaatopaikan perustaminen geotuubikentille avolouhoksen eteläpuolelle ovat vireillä Pohjois-Suomen aluehallintovirastossa, ja hakemusten käsittely on tällä hetkellä kesken.

Eri puolille kaivospiiriä on läjitetty mustaliuskekontaktissa kontaminoituneita, metallipitoisia pintamaita. Pintamaat on poistettu Kuusilammen louhoksen avaamisen tai laajentamisen yhteydessä malmion päältä. Ramboll Finland Oy on tutkinut kattavasti kaikki ne pintamaiden läjitysalueet, joille on läjitetty mustaliuskealueilta poistettuja pintamaita. Tutkimusten perusteella näille alueille läjitetyt pintamaat sisältävät ympäristölle haitallisia metalleja, erityisesti nikkeliä ja sinkkiä.

Mustaliuskealueelta peräisin olevia, metallipitoisia pintamaita on läjitetty sivukivialue KL1:n koillis- ja kaakkoispuolelle. Näiltä läjitysalueilta tulevat valumavedet johdetaan nykytilanteessa vesienkäsittelyyn. Ympäristöluvan 87/2022 lupamääräyksessä 125 määrätty, että ”Louhinnan tai maarakentamisen yhteydessä poistettavat metallipitoiset maa-ainekset, joiden metallipitoisuudet ylittävät valtioneuvoston asetuksessa nro 214/2007 maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista annetun alemman ohjearvon, mutta eivät ylempää ohjearvoa ja joita ei hyödynnetä lupamääräyksen 93 mukaisesti sekä maa-ainekset, joiden metallipitoisuudet ylittävät ylempään ohjearvon, on sijoitettava kaivosalueella lupamääräyksien 117 ja 122 mukaisesti sivukivialueelle tai ne on toimitettava muuhun luvan omaavaan paikkaan.” Terrafame on valittanut kyseisestä määräyksestä, sillä Terrafamen näkemyksen mukaan kyseisten pintamaiden läjitysalueiden paikalleen sijoittamisen vaikutukset maisemoinnin ja/tai maa-ainesten käsittelyn jälkeen tulisi selvittää.

Pintavedet

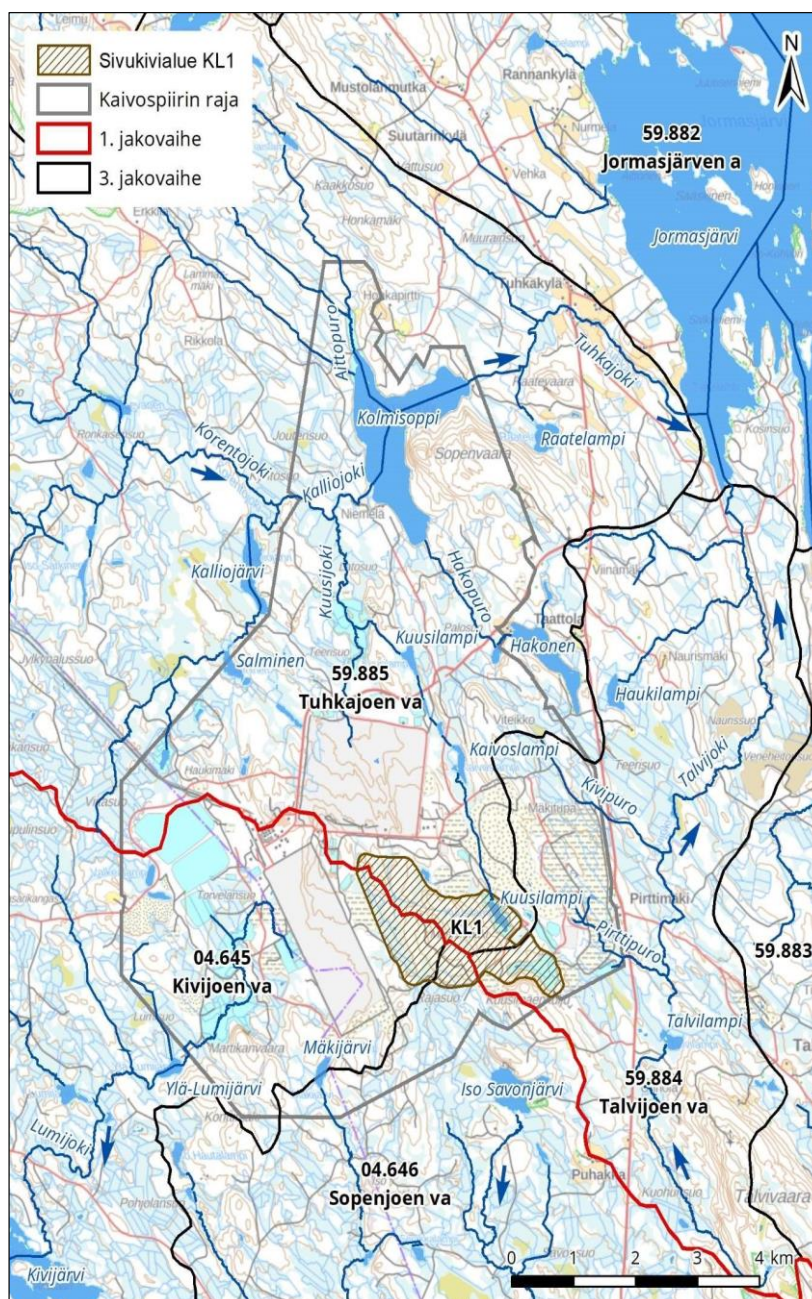
Yleiskuvaus

Kaivospiiri sijoittuu Oulujoen ja Vuoksen vesistöalueiden väliselle vedenjakaja-alueelle ja neljälle valtakunnallisen vesistöaluejaon 3. jakovaiheen mukaiselle valuma-alueelle. Kaivospiirin keski- ja pohjoisosat sijoittuvat Tuhkajoen valuma-alueelle (59.885), etelä- ja lounaisosat Kivijoen valuma-alueelle (04.645) ja Sopenjoen valuma-alueelle (04.646) sekä kaakkoisosa Talvijoen valuma-alueelle (59.884). Suurin osa sivukivialueesta KL1 sijoittuu 3. jakovaiheen mukaiselle Tuhkajoen valuma-

alueelle ja lounaisosat ulottuvat Sopenjoen ja Kivijoen valuma-alueille, ja itäosa sijoittuu osin Talvijoen valuma-alueelle.

Terrafamen kaivospiiri sijoittuu kahdelle vesienhoitoalueelle ja kahdelle kalatalousalueelle, joiden välinen raja on yhtenevä. Kaivospiirin etelä-osa ja eteläpuoliset alueet kuuluvat Vuoksen vesienhoitoalueeseen ja Nilsin reitin kalatalousalueeseen ja pohjoisosa ja pohjoispuoliset alueet Oulujoen-lijoen vesienhoitoalueeseen ja Sotkamun kalatalousalueeseen. Sivukivialue KL2 sekä sen ylä- ja alapuolinen virtausreitti sijoittuvat Oulujoen-lijoen vesienhoitoalueelle ja Sotkamun kalatalousalueelle.

Valuma-aluejako ja kaivospiirin sisäpuolelle jäävät ja sitä ympäröivät vesimuodostumat ovat seuraavassa kuvassa.



Terrafamen vesitaseen muodostavat kaivospiirin alueelle tulevat vedet, haihtuvat vedet, varastoitavat vedet sekä alueelta poistuvat vedet. Kaivospiirin alueelle tulee vesiä sadantana, raakavedenottona Kolmisopesta sekä Kuusilammen avolouhokseen kertyvinä kalliopohjavesinä. Alueelta pois johdettavan veden määrää säätelee alueelle tulevan veden määrän ja alueella tapahtuvan haihdunnan erotus. Kaivospiirin alueella muodostuvat puhtaat sade-, sulamis- ja valumavedet pidetään erillään likaantuneista vesistä ja johdetaan maastoon tai vesistöihin.

Vuonna 2023 vesistöihin johdettiin yhteensä noin 10,1 miljoonaa kuutiota purkuvesiä, mikä on noin 7 % enemmän kuin edellisvuonna. Suurempi juoksutustarve johtui vuoden 2023 suuresta kokonaissademäärästä. Vesistä pääosa, noin 91,3 %, johdettiin purkuputkea pitkin suoraan Oulujoen vesistöalueella sijaitsevaan Nuasjärveen. Lopuista ympäristöön johdetuista vesistä 0,8 miljoonaa kuutiota juoksutettiin heinä-elokuussa sekä loka-marraskuussa ns. vanhoja purkureittejä pitkin Oulujoen vesistöihin, ja 0,1 miljoonaa kuutiota johdettiin joulukuussa Vuoksen vesistöihin. Oulujoen suuntaan ns. vanhalle reitille juoksutettavat vedet kulkevat Kalliojoen ja Kolmisopen kautta Tuhkajokeen. Tuhkajosta vedet kulkevat Jormasjärveen. Vuoksen suuntaan juoksutettavat vedet kulkevat vuonna 2023 Torvelansuon kautta Ylä-Lumijoen ohittavaan purouomaan. Vuoksen vesistöön vettä voidaan johtaa myös eteläiseltä käsittelyalueelta Ylä-Lumijärven ohittavaan kanavaan. Vesistöön juoksutettujen, käsiteltyjen vesien yhteismäärä vuosien 2015–2023 välillä on vaihdellut noin 2,5 miljoonasta kuutiosta 10,1 miljoonaan kuutioon vuodessa.

Kaivospiiriltä vesien purkureittien pintavesistöjen tilaa ja veden laadun muuttujia tarkkaillaan tarkkailuohjelman mukaisesti useasta vesistö pisteestä sekä jatkuvatoimisilla mittareilla. Tarkkailua tehdään sekä Oulujoen vesistöalueeseen että Vuoksen vesistöalueeseen kuuluvilla purkureiteillä. Vuonna 2023 vesistötarkkailu tehtiin vuonna 2019 laaditun tarkkailuohjelman mukaisesti. Vuonna 2023 hyväksyttiin uusi tarkkailuohjelma, joka otettiin pintavesien osalta käyttöön vuoden 2024 alkupuolella.

Alueen vesistöt ovat luontaisesti happamia ja niiden alkaliteetti eli puskurointikyky happamoitumista vastaan on ollut ennen teollisuustoiminnan alkua tyydyttävällä tai välttävällä tasolla. Mustaliuskealueella pintavesien metallien taustapitoisuudet ovat yleensä korkeat. Alueen vesistöille on tyypillistä myös ruskeavetisyys, mikä johtuu suuresta humusainien määrästä. Humusleimaisille pintavesille on tyypillistä matalahko pH, korkeat väriarvot, värittämiä vesiä korkeampi kemiallinen hapenkulutus sekä kirkkaita vesiä korkeammat kokonaistypen ja raudan pitoisuudet. Kiintoainepitoisuudet ja sameus ovat alueella tyypillisesti pieniä.

Oulujoen vesistöalue

Oulujoen vesistöalueella tarkkailun perusteella purkuvesien vaikutukset näkyvät selkeimmin kaivospiirin lähivesissä. Yleisesti ottaen Kalliojoen,

Kolmisopen ja Tuhkajoen vedenlaatu on parantunut purkuputken käyttöönoton jälkeen. Jormasjärven vedenlaatu on ollut vuodesta 2020 lähtien tasaista ja kuormitusvaikutukset pieniä.

Nuasjärveen purkuputken kautta johdettujen vesien vaikutus näkyy erityisesti purkuputkea lähimpien syvänteiden alusveden kohonneina sulfaatti- ja rikkipitoisuuksina sekä sähkönjohtavuuden nousuna. Vuonna 2023 Nuasjärven tarkkailupisteiden päällysveden laatu oli yleisesti hyvää. Kokonaistyyppiä havaittiin kaivosalueen tarkkailupisteillä runsaammin kuin vuonna 2022, mutta typpipitoisuuden kasvua havaittiin myös kaivosalueen ulkopuolella, ja tulokset olivat suurimmilta osin yhteneväisiä edellisvuosien tarkkailujen pitoisuuksiin. Terrafamen juoksutusreiteille, esimerkiksi Nuasjärveen, tulee myös muuta kuormitusta, minkä vaikutus näkyy tarkkailutuloksissa. Terrafamelta tulevien purkuvesien määrä on lisääntynyt lähivuosina etenkin talvisin, mutta tämä ei kuitenkaan ole merkittävästi vaikuttanut purkuputkeen johdettavan veden laatuun.

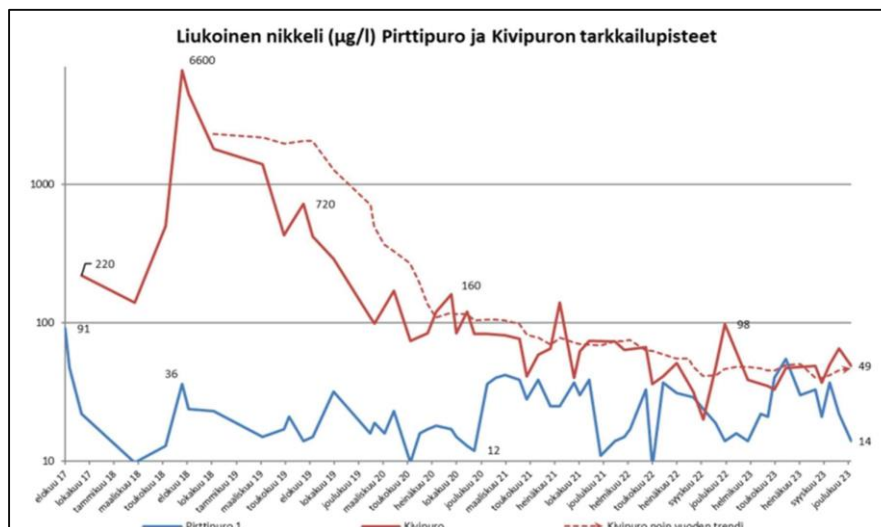
Teollisuusalueelta ei nykytilanteessa johdeta vesiä Talvijoen suuntaan, mutta sivukivialueen KL2 itäpuolella olevien, Talvijokeen laskevien Pirttipuron ja Kivipuron laatua tarkkaillaan kuitenkin osana velvoitetarkkailua erityisesti sivukivialueen mahdollisten ympäristövaikutusten havaitsemiseksi.

Mustaliuske-esiintymien vaikutus on näkynyt jo ennen kaivostoimintaa Talvijoen valuma-alueen puroissa ja Talvijoessa. Talvijokeen laskevan Pirttipuron vesi on ajoittain ollut erittäin hapanta, erityisesti kesäisin. Ennen kaivostoimintaa Talvijoen keskimääräinen pH on ollut noin 5,1 ja nikkelin keskipitoisuus 4 µg/l. Pirttipuron nikkelin keskipitoisuus on ollut noin 10 µg/l. Suomessa kangas- ja savimailla nikkelin taustapitoisuudeksi purovesissä on arvioitu 0,80 µg/l ja turvemilla 0,76 µg/l. Malminetsintäalueilla järvivesien nikkelpitoisuuden keskiarvoksi on arvioitu 1,1 µg/l ja purovesien 11,8 µg/l.

Talvijoen valuma-alueen vesistöjen metallipitoisuuksia nikkelin ja kadmiumin osalta on selvitetty tarkemmin vuonna 2015 toteutetun näytteenoton avulla. Korkeimmat nikkelin ja kadmiumin pitoisuudet havaittiin Pirttipurossa: nikkelianalyysien keskiarvo oli noin 200 µg/l ja kadmiumanalyysien keskiarvo noin 2,5 µg/l. Kuusilammen mustaliuskealueella tehtyjen maanrakennustöiden ja ojitusten seurauksena on mahdollista, että esimerkiksi alueen turpeeseen sitoutuneet sulfidimineraalit ovat hapettuneet ja hapettumisen seurauksena puroveteen on vapautunut sulfaatteja ja raskasmetalleja.

Pirttipuron ja Kivipuron sähkönjohtavuus sekä liukoisien nikkelin velvoitetarkkailun tulokset elokuusta 2017 alkaen on esitetty seuraavassa kuvassa. Kivipuron näytteissä on havaittavissa sivukivialueen KL2 rakentamisen aikaisista valumavesien kohonneista metallipitoisuuksista johtuvia kohonneita metallipitoisuuksia kesällä 2018. Kohonneita metallipitoisuuksia havaittiin tällöin myös Talvijoen tarkkailussa. Tilanteeseen on

reagoitu rakentamalla Talvijokeen laskevaan Kivipuroon pato ja pumpaamalla metallipitoiset vedet takaisin vesienkäsittelyyn.



Vuoden 2023 tarkkailutuloksissa Talvijoen näytteiden pitoisuudet ovat olleet tavanomaisia ja matalia. Kivipuron nikkelpitoisuudet ovat laskeutuneet tasaisesti viime vuosien aikana. Kivipurolla liukoisen nikkelin keskipitoisuus vuonna 2023 oli 44,9 µg/l, mikä oli huomattavasti alhaisempi kuin vuoden 2022 keskiarvo (98,0 µg/l). Pirttipurolle liukoisen nikkelin pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2023 välillä 14–47 µg/l keskipitoisuuden ollessa 27,5 µg/l.

Vuoksen vesistöalue

Vuoksen suunnassa purkuvedet ohittavat Ylä-Lumijärven ja koska Lumijärvi sijaitsee Lumijoen yläpuolella, suoranaista kuormitusta purkuvesien osalta ei näihin järviin kohdistu. Järvien tulokset olivat tavanomaisia vuoden 2023 tarkkailussa. Purkuvesien vaikutus oli havaittavissa Lumijoessa alkuvuoden aikana kohonneina sulfaatti- ja sähkönsäätövaikutuksina. Yleisesti voidaan todeta, että Vuoksen suunnan vesistöjen tila on parantunut viime vuosina ja Laakajärveltä eteenpäin vesistöjen pitoisuudet ovat käytännössä taustapitoisuuksien tasolla.

Vesistöjen taustapitoisuusselvitys

Lapin Vesitutkimus Oy on vuonna 2005 selvittänyt Talvivaaran kaivos-hankkeen vaikutusalueen vesistöjen nykytilaa ennen Talvivaaran kaivos-hankkeen aloittamista. Selvityksessä mukana olleet hankkeen vaikutusalueen järvet ja lammet sijoittuvat pääasiassa Sopenjoen, Kivijoen, Jormasjärven ja Tuhkajoen valuma-alueille. Osa selvityksessä esitetyistä lammista ja puroista ovat jääneet osittain tai kokonaan kaivostöiden alle (kuten Heittimenpuro, Honkalampi, Pirttilampi ja Härkälampi). Ennen nykytilaselvitystä kuormitusta vaikutusalueiden vesistöissä ovat enimmäkseen aiheuttaneet turvetuotantoalueet, lisäksi haja-kuormitusta ovat tuoneet harva pysyvä asutus, vähäinen maatalous, metsätalous, loma-asutus ja virkistystoiminta. Nuasjärveen ovat laskeutuneet Lahnaslammen kaivoksen vedet.

Mustaliuske-esiintymän alueella kallioperän luontainen laatu vaikuttaa alueen maaperän sekä pinta- ja pohjavesien laatuun. Mustaliuske-esiintymän alueella ja lähistöllä olevat vedet ovat tyypillisesti humuspitoisia ja happamia. Happamuus on ollut niin voimakasta, että vain keskikoisten ja isompien järvien veden pH oli yli 6 (esimerkiksi Jormasjärvi ja Hakonen). Happamuuteen liittyy alhainen alkaliniteetti tai jopa olematon puskurikapasiteetti. Sulfaattia vesissä ei kuitenkaan ollut poikkeuksellisen paljon, lukuun ottamatta Kuusilammen malmialueen välittömässä läheisyydessä olevia pieniä vesistöjä (kuten Honkalampi ja Heittimenpuro). Näihin vesistöihin on voinut vaikuttaa myös alueella ennen selvitystä tehty malmitutkimustoiminta. Honkalammesta laskeneen Pirttipuron vesi on ajoittain ollut todella hapanta. Kuusilammen malmialueen luontainen vaikutus on levinnyt myös itään ja Talvijoen vesistöön.

Yleisesti alueen vesien kokonaistypen pitoisuus vaihteli välillä 400–500 µg/l. Nitraatin pitoisuus oli yleensä melko pieni (alle 100 µg/l) ja ammoniumia esiintyi lähinnä humusvesissä pitoisuuteen 100 µg/l asti. Kokonaisfosforin pitoisuus vaihteli välillä 5–40 µg/l ja alle kolmasosa tarkastelun vesistöistä ylitti fosforipitoisuuden 25 µg/l. Alueen vedet olivat siis yleensä verrattain karuja.

Vesistöjen raudan ja mangaanin pitoisuudet vaihtelivat laajoissa rajoissa, samassa vesistössäkin vaihtelu saattoi olla melko suurta, ja sitä aiheuttivat tyypillisesti vaihtelut virtaamassa ja happipitoisuudessa. Eniten rautaa oli Heittimenpuron, Härkälammen, Kaivoslammen ja Syvälammen vesissä, jotka kaikki olivat mustaliuskealueen vesiä. Mangaania oli keskimäärin eniten Honkalammessa ja Heittimenpurossa.

Veden sähkönjohtavuus oli Kuusijoen vesistön puroissa ja lammissa korkeampaa kuin muissa tutkituissa vesistöissä johtuen ainakin osittain kallio- ja maaperän sulfidien muita vesialueita runsaammasta esiintymisestä. Myös Hakosen ja Pikku-Hakosen vesissä näkyy malmialueen vaikutus, sillä niiden vesien sulfaattipitoisuus oli samaa luokkaa kuin Kuusijoen vesistöissä. Matalat sulfaattipitoisuudet mitattiin mm. Kolmisopessa, Korentojoessa, Kuusilammessa ja Tuhkajoessa.

Erittäin korkeat nikkelin ja sinkin pitoisuudet mitattiin Honkalammessa ja Heittimenpurossa. Honkalammessa myös kuparin pitoisuus oli korkeahko. Muutenkin Kuusijoen vesistön osat (lukuun ottamatta Kuusilampea) olivat vedeltään metallipitoisempia kuin mustaliuskealueen ulkopuolella olevat vedet. Kohonneita nikkelpitoisuuksia mitattiin kuitenkin myös Hakosessa, Kolmisopessa, Mustalammessa, Pikku Hakosessa ja Tuhkajoessa. Sinkkiä oli tavanomaista enemmän Hakosessa, Kolmisopessa, Mustalammessa, Mäkijärvessä, Pikku Hakosessa, Tuhkajoessa ja Valkealammessa. Kuparin pitoisuus oli tausta-arvoja (2–4 µg/l) korkeampi Kolmisopessa, Hakosessa ja Iso Savonjärvessä.

Alueen vesistöjen veden liukoisen nikkelin, kadmiumin ja elohopean taustapitoisuuksia on arvioitu Ramboll Finland Oy:n (2015) taustapitoisuusselvityksessä. Selvityksessä on selvitetty myös sitä, ovatko pitoisuudet mustaliuske-esiintymän takia muita alueita korkeampia. Osana

selvitystä laadittiin tarkempi selvitys Talvijoen metallipitoisuuksista ja mahdollisista kuormituslähteistä.

Kaivostoimintaa edeltävältä ajalta olevat havainnot osoittavat, että alueella on luontaisesti korkeat veden nikkelpitoisuudet. Mustaliuskealueen kallio- ja maaperän korkeammat metallipitoisuudet heijastuvat myös vesistä havaittaviin nikkelpitoisuuksiin. Talvivaaran alueen järvi- ja joki-vesistöissä kaivostoimintaa edeltävältä ajalta ennen vuotta 2007 havaittu nikkelin keskipitoisuus on ollut varsin korkea, vaihdellen Talvijoen 4 µg/l:sta Kalliojoen 12 µg/l:aan. Kuusilammen malmialueella kulke-
neessa Heittimenpurossa on havaittu ennen vuotta 2007 nikkeliä jopa 7900 µg/l keskiarvon ollessa 2000 µg/l luokkaa.

Kadmiumin osalta tarkkaa arviota taustapitoisuudesta ei ole voitu taustapitoisuusselvityksessä antaa tarkastellun aineiston määritysrajoihin liittyvien haasteiden, kuten kadmiumpitoisuuden analytiikan sekä määritysrajan muutoksien vuoksi. Kirjallisuuden ja tuoreemman aineiston perusteella kadmiumin vuosikeskiarvopitoisuus alueen vesissä voisi olla suuruusluokkaa 0,2 µg/l, mikä on moninkertainen valtakunnalliseen taustapitoisuuteen verrattuna.

Selvityksen perusteella ei ole ollut tarpeen esittää elohopean osalta korkeampaa taustapitoisuuden arvoa alueelle, sillä elohopean pitoisuushavainnot vesiympäristössä ovat pääosin olleet alle määritysrajan tai määritysrajan tuntumassa.

Sivukivialueen KL1 vaikutukset vesistöihin nykytilanteessa

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 suotovesiä ei johdeta suoraan pintavesiin. Rakennusvaiheiden 1–6 tiiviin pohjarakenteen alapuoliset vedet sekä rakennusvaiheen 7 suotovedet johdetaan lähiojiin vain, jos ne täyttävät laatuvaatimukset.

Pohjavedet

Yleiskuvaus

Kaivospiirin alueella tai sen läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita. Lähimmät vedenhankintaa varten tärkeäksi luokitellut pohjavesialueet sijaitsevat sivukivialueelta KL1 noin 25 km koilliseen (Vuokatti 1176502, Hiukanharju-Pöllyvaara 1176501 ja Riekinräätkangas 1176516). Lisäksi sivukivialueelta noin 15 km itään sijaitsee Lappasärkän (1176519) vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue.

Pohjaveden päävirtaussuunta kaivospiirin alueella on eteläisen Kuusilammen eteläpuolelta sijaitsevalta vedenjakajalta pohjoiseen. Kuusilammen ja Kolmisopen avolouhosten kuivatusvaikutuksen alue on arvioitu olevan noin 900–1 300 metriä louhosten ympäristössä. Kuusilammen louhoksen osalta vaikutusalue on suhteellisen rajattu, sillä pohjavesien valuma-alue ulottuu louhoksen itä- ja länsipuolella vain noin 100–200 metrin päähän louhoksen reunasta. Pohjaveden päävirtaussuunnan on arvioitu olevan tällä alueella louhoksen suuntaan myös siinä sulkemisen

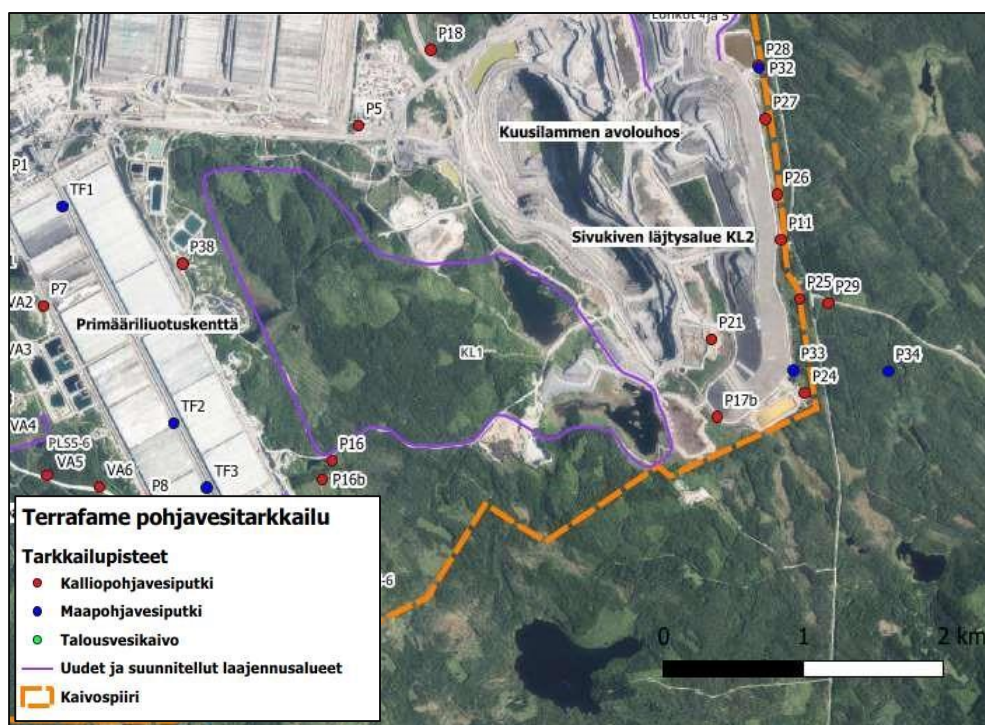
jälkeisessä tilanteessa, kun louhos on täyttynyt vedellä. Isot ruhjevöhykkeet kallioperässä ovat pääasiassa malmivyöhykkeen suuntaiset, eivätkä ne johda kalliopohjavettä laajemmalla alueella idästä tai lännestä. Sivukivialue KL1 sijaitsee vedenjakaja-alueella myös pohjavesien virtaussuuntien suhteen ja pohjaveden luonnollisia virtaussuuntia on useita: kohti nykyisiä bioliuotusalueita ja Kuusilammen avolouhosta, mutta lisäksi sivukivialueen KL1 eteläreunassa myös kohti painanteiden suoalueita. Louhoksen kuivatuksen takia pohjavesivirtausten keskeisin suunta on kuitenkin louhoksen toiminnan aikana kohti avolouhosta.

Pohjaveden laatuun vaikuttavat merkittävästi alueen geologiset olosuhteet, kuten maa- ja kallioperän koostumus. Mustaliuskejaksojen yhteydessä pinta- ja pohjavesien pH-arvot ovat tyypillisesti alhaisia ja metallipitoisuudet ovat mustaliuskejakson ulkopuolisia taustapitoisuuksia korkeampia. Malmiesiintymien ulkopuolella pohjavedessä ei juuri esiinny metalleja. Alueen pohjavesipurkaumien sekä pienten purojen ja lampien pH-arvot sekä puskurikyky ovat alhaisia ja metallipitoisuudet mediaanipitoisuuksia suurempia. Mustaliuskeen rapautuessa aiheutuu ympäristön pintavesien ja maaperän happamoitumista, mikä edesauttaa metallien liukenemista maa- ja kallioperästä pohjaveteen.

Terrafamen pohjavesitarkkailua on toteutettu vuoden 2023 loppuun Ramboll Finland Oy:n 18.12.2019 (täydennetty 26.5.2020) laatiman tarkkailuohjelman mukaisesti. Vuoden 2024 alusta alkaen ympäristötarkkailu on toteutettu 12.9.2023 hyväksytyn (Dnrot KAIELY/503/2022, LAPELY/4668/2018, POSELY/1936/2018) ympäristötarkkailuohjelman mukaisesti. Pohjaveden seuranta tehtiin alueella 55 tarkkailupisteestä vuonna 2023.

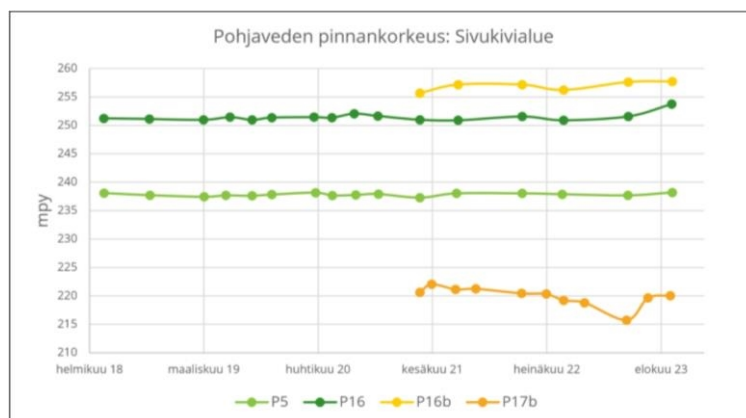
Terrafame laati erillisen esityksen pohjavesivaikutusten tarkkailun täydentämisestä sivukivialueella KL1, jonka Kainuun ELY-keskus hyväksyi vuoden 2023 lopulla. Esitys sisältää 24 uutta pohjavesitarkkailupistettä, joista tarkkaillaan tulevaisuudessa KL1-sivukivialueen läheisiä pohjavesiä.

Sivukivialueen KL2 tarkkailupisteiden putkista P5, P16, P16b ja P17b sijoittuvat lähelle sivukivialuetta KL1 (seuraava kuva), ja näiden pohjavesien pinnankorkeuden ja laadun tarkkailutulokset on esitetty jäljempänä. Sivukivialueen läheisyyteen asennetusta putkesta P38 on otettu näytteitä vain 2021–2022.



Pohjaveden pinnankorkeuden tarkkailu

Vuoden 2023 tarkkailutulosten perusteella pohjaveden pinnankorkeuksia on luonnehtinut pääsääntöisesti luontainen vuodenaikaisvaihtelu, jona voidaan pitää noin metrin muutoksia pohjavedenpinnan korkeudessa. Vuonna 2022 havaittiin pohjaveden keskimääräisten pinnankorkeuksien laskeneen noin 1,6–2,6 metriä tarkkailuputkella P17b. Vuoden 2023 ensimmäisellä ja toisella kvartaalilla laskevat trendit jatkuivat, mutta syyskuun 2023 pinnankorkeudet olivat palautuneet lähelle vuoden 2021 syyskuun tasoa, joten laskeva suuntaus näyttäisi pysähtyneen. Tarkkailupisteellä P17b vuoden 2023 viimeisten pinnankorkeusmittausten mukaan pinnankorkeus oli noin 3,8 metriä vuoden 2022 marraskuun tasoa korkeampana. Putki P17b sijaitsee avolouhokseen päin suuntautuvan kallioperän ruhjeen läheisyydessä. Muilla alueen tarkkailupisteillä pohjaveden pinnankorkeudet olivat luontaisen vaihteluvälin sisällä. Pohjaveden pinnan korkeudet sivukivialueen KL1 viereisissä putkissa on esitetty seuraavassa kuvassa.



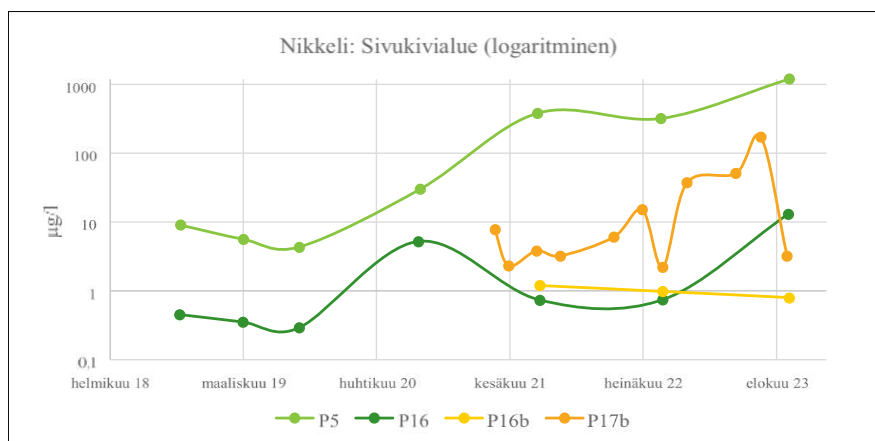
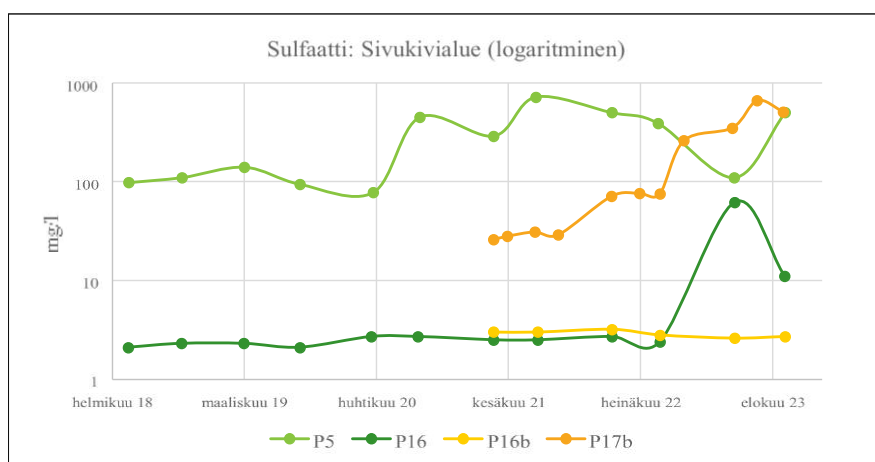
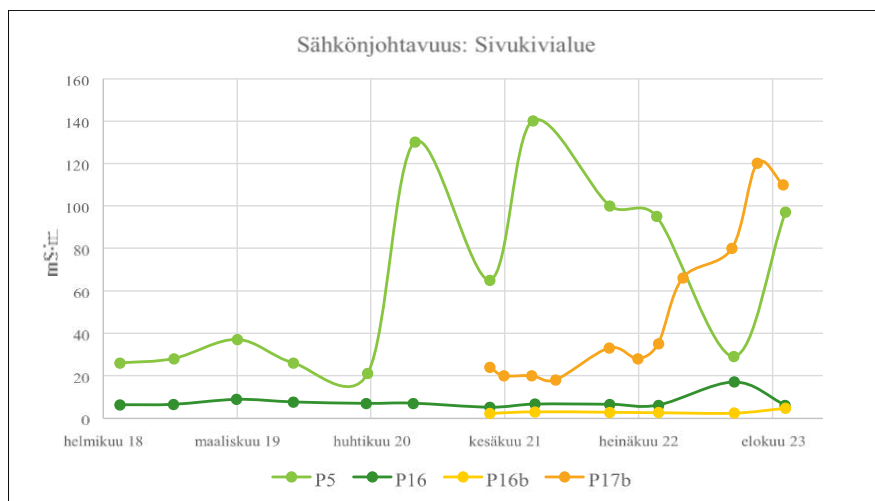
Pohjaveden laadun tarkkailu

Kuusilammen avolouhoksen eteläpuolella sijaitsevan pohjavesiputken P17b pitoisuustasot nousivat sähkönjohtavuuden, sulfaatin ja nikkelin osalta vuodesta 2021, jolloin mittaukset aloitettiin. Nouseva trendi jatkui kesään 2023 saakka, minkä jälkeen pitoisuudet ovat laskemassa suunnilleen vuoden 2022 pitoisuustasoihin. Tarkkailuputki P17b sijaitsee kallioperän ruhjeiden välittömässä läheisyydessä, joiden veden johtavuuden gradientti on avolouhokseen päin. Näyttäisi siltä, että avolouhoksella on kuivattava vaikutus kyseisen tarkkailupisteen alueella sekä pohjavesien kertymisolosuhteet ovat muuttumassa.

Sekundäärikentän kaakkoiskulmalla, kaivosvarikon piha-alueella sijaitsevan pohjavesiputken P5 alueella on tehty kaukolämpölinjan kaivuutöitä syksyllä 2020 ja uuden tieyhteyden rakennusta syksyllä 2022, ja näiden töiden jälkeen havaittiin normaalista poikkeavia tuloksia erityisesti sulfaatin ja sähkönjohtavuuden osalta. Suurta vaihtelua oli etenkin elo-syyskuussa 2021, jolloin sähkönjohtavuus oli 140 mS/m ja sulfaattipitoisuus 720 mg/l. Vuonna 2022 pitoisuudet alkoivat laskea, ja vuoden 2023 puolella sulfaattipitoisuus ja sähkönjohtavuus olivat vuosien 2017–2019 kevään tuloksien mukaiset. Syyskuussa 2023 pitoisuudet kohosivat, ja näiden lisäksi nikkeli-, koboltti- ja uraanipitoisuudet kohosivat merkittävästi.

Tehdas- ja primäärikentän alueella tarkkailussa olevissa pohjavesiputkissa P16 ja P16b keskeiset pitoisuudet (sähkönjohtavuus, sulfaatti ja nikkeli) ovat olleet huomattavasti alhaisemmat verrattuna putkiin P17b ja P5. Putkessa P16 mitattiin huhtikuussa 2023 sulfaattipitoisuudeksi 62 mg/l, kun aiemmin pitoisuudet ovat olleet <3,0 mg/l, ja lisäksi sähkönjohtavuus kohosi tasolle 17 mS/m. Syyskuussa 2023 sulfaattipitoisuus laski arvoon 11 mg/l, mutta nikkelpitoisuus kohosi tasolta noin 1,0 µg/l arvoon 13 µg/l. Putken P16 lähellä sijaitsevassa putkessa P16b pitoisuusmuutokset ovat olleet pieniä. Erot johtuvat mahdollisesti siitä, että tarkkailupisteen P16 lähelle on rakennettu uusi tieyhteys, mikä on voinut aiheuttaa hetkellisiä pitoisuusmuutoksia. Putken P16 arvioidaan jäävän KL1 työmaan alle, jolloin P16b korvaa tämän putken.

Sähkönjohtavuuden, sulfaatin ja nikkelin pitoisuuksien vaihtelut sivukivalueen KL1 lähimmissä pohjavesiputkissa on esitetty seuraavissa kuvissa.



Luonto ja suojelualueet

Nykyisen kaivospiirin alueesta noin kolmannes on otettu teollisuustoiminnan käyttöön, jonka johdosta kasvillisuus ja eliöstö on kaivostoimintojen alueelta pääosin hävinnyt. Kaivosalueella ei ole juurikaan luonnontilaista kasvillisuutta tai eläimistöä. Kaivospiirin alueella säilyneet sekä lähiympäristön metsät ovat seudulle tyypillisesti metsätalouskäytössä.

Eri-ikäisten taimikkovaiheiden lisäksi alueella esiintyy runsaasti hakkuualoja. Metsäkasvillisuus on kallioisilla maaston lakialueilla pääosin kuivaa ja karua mäntymetsää, joka vaihettuu rinteiden ja painanteiden tuoreen kankaan kuusikoiksi. Vaarojen rinteillä voi esiintyä paikoin hakkuilta säästyneitä lehtomaisen kankaan reheviä metsiä ja lehtolaikkuja. Maaston notkelmissa sijaitsevat korpi- ja rämemaat ovat ojitettuja.

Sivukivialueen KL1 kasvillisuus on moreenimäkien havupuuvaltaista tuoretta tai lehtomaista kangasmetsää ja hakkuualoja sekä mäkien välisten painanteiden ojitettuja ja metsittyneitä suoalueita, joista laajin sijoittuu alueen länsiosaan Rajalammen ympäristöön. Sivukivialueen pohjoisosan luontainen kasvillisuus on rakennusvaiheen 1 läjitystoiminnan käynnistämisen vuoksi menetetty, samoin Kuljunlammen pohjoispuoliset metsäalueet. Muu sivukivialueella toistaiseksi säilynyt kasvillisuus menetetään läjitystoiminnan edetessä rakennusvaiheittain. Sivukivialue rajautuu etelässä nykyisiin havupuuvaltaisiiin tuoreen, kuivahkon ja kuivan kankaan talousmetsiin. Sivukivialueella ja sen eteläpuolella sijaitseva nykyinen puusto on pääosin iältään 10...150-vuotiasta.

Sivukivialueen itäosaan tulevan DP8-altaan kohdalle Kuusilammen ja Kuljunlammen väliin sijoittuu pieni Nimetönlampi. Lammen pinta-ala on noin 0,06 hehtaaria, se on matala, tummavetinen ja kasvillisuuden perusteella keskiravinteinen. Nimetönlampeen on kaivettu laskuoja sen koillispuolelle toteutetusta keinotekoisesta lammesta. Kaivospiirin alueelle vuonna 2021 laaditussa pienvesiselvityksessä on todettu, ettei lampi ole luonnontilainen eikä luonnontilaisen kaltainen eikä siten kuulu vesilain (587/2011) 2. luvun 11 §:n tarkoittaman vesiluontotyyppin piiriin.

Sivukivialueen KL1 länsiosaan sijoittuva pinta-alaltaan noin 0,2 hehtaarin Rajalampi ei kuulunut vuoden 2021 pienvesiselvityksen kohteisiin, mutta vuonna 2021 tehdyssä KL1-alueen luontoselvityksessä on todettu, että Rajalampi on luokiteltavissa luonnontilaisen kaltaiseksi, vesilain tarkoittamaksi kohteeksi.

Sivukivialueen KL1 eteläpuolella sijaitsevan Rajasuon läjitysalueen länsireunalle jää Kiukerolampi. Kiukerolampi on pieni suolampi, jonka pinta-ala on 0,15 hehtaaria. Kiukerolampi sijaitsee vahvasti ojitetulla alueella, mutta ojitukset eivät yletä lampeen asti. Lähiojat ovat vanhoja ja umpeenkasvaneita. Kiukerolampi on luokiteltavissa luonnontilaisen kaltaiseksi vesilain tarkoittamaksi kohteeksi. Sivukivialueen KL1 yleissuunnitelman päivityksessä Rajasuon läjitysalue ei ulotu Kiukerolammen päälle.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto on 29.3.2007 antamallaan päätöksellä nro 33/07/1 myöntänyt poikkeuksen vesilain (264/1961) 1 luvun 15a §:ssä tarkoitettujen alle yhden hehtaarin luonnontilaisten lampien muuttamiskiellosta. Poikkeuslupa on koskenut myös Nimetönlampea ja Rajalampea. Terrafame Oy on lisäksi hakenut vesilain mukaista lupaa sekä alle että yli hehtaarin suuruisten lampien hävittämiseen koko toimintaa koskevan lupahakemuksen PSAVI/2461/2017 yhteydessä.

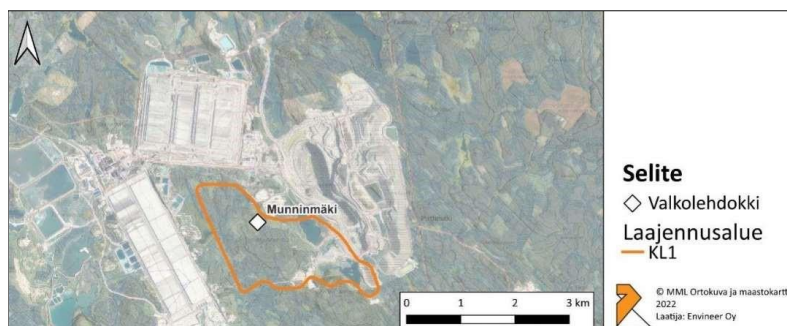
Suojelualueet

Nykyisen kaivospiirin alueella ei ole Natura 2000 -verkostoon kuuluvia alueita tai muita luonnonsuojelualueita. Lähin Natura-alue on noin 2,2 kilometrin etäisyydellä kaivospiirin rajasta kaakkoon sijaitseva Talvi-vaara (FI1201010, SAC). Lisäksi Losonvaaran Natura-alue (FI1201009, SAC) sijaitsee noin 3,4 kilometriä kaivospiiristä luoteeseen, Korsunrinne (FI1200621, SAC) noin 5 km kaivospiiristä kaakkoon sekä Ketrinsaari ja Noronvaara (FI1200602, SAC) noin 5 kilometriä itään.

Kaivospiirin läheisyydessä sijaitsee yksi yksityismaiden luonnonsuojelu-alue. Savonmäen luonnonsuojelualue (YSA207793) sijaitsee kaivospiirin eteläpuolella noin 1,1 kilometrin etäisyydellä kaivospiirin rajasta ja noin 1,4 kilometrin etäisyydellä sivukivialueesta KL1 Iso Savonjärven itärannalla. Lisäksi Losonvaaran Natura-alueeseen välittömästi rajautuvat Losonpuron luonnonsuojelualue (YSA245046) ja Losonvaaran Väli-lampi (YSA249245) sijaitsevat kaivospiirin rajasta noin 3,5 kilometriä luoteeseen. Aiemmin kaivospiiriä lähin yksityismaiden luonnonsuojelu-alue oli Pitkämäen määräaikainen rauhoitusalue (MRA230812) noin 600 metrin etäisyydellä kaivospiirin itäpuolella Hakosen itärannalla. Alueen rauhoitus on kuitenkin lakannut 1.7.2024.

Uhanalaiset eliölajit

Sivukivialueen KL1 alueella Munninmäen pohjoisreunalla on havaittu vuonna 2021 koko maassa rauhoitetun valkolehdokin esiintymä (seuraava kuva). Valkolehdokki (*Platanthera bifolia*) on vuoden 2019 uhanalaisuusarvioinnissa arvioitu elinvoimaiseksi (LC). Alueellisesti laji on uhanalainen (RT) Lapin kolmion keskiboreaalaisella alueella sekä Koillismaan pohjoisboreaalaisella alueella. Hankealue sijaitsee Pohjois-Karjala–Kainuun keskiboreaalaisella vyöhykkeellä, jossa lajin tila on arvioitu elinvoimaiseksi. Terrafame Oy on hakenut Kainuun ELY-keskuk-selta tammikuussa 2023 luonnonsuojelulain 48 §:n 1 momentin mu-kaista poikkeamislupaa luonnonsuojelulain 42 §:n 1 momentin mukai-sesta rauhoitussäännöksestä koskien valkolehdokkiesiintymää. Valko-lehdokin esiintymän heikentämiseen saatiin poikkeuslupapäätös 26.4.2024. Päätös on lainvoimainen.



Lisäksi sivukivialueen KL1 itäpuolella noin 1,1 kilometrin etäisyydellä Pirttikallion alueella esiintyy erittäin uhanalaiseksi (EN) luokitellun, luonnonsuojelulain (9/2023) 77 §:ssä tarkoitetun erityisesti suojeltavan lajin rotkokehräjäkälän (*Lecanora epanora*) esiintymä. Kainuun ELY-keskus on tehnyt luonnonsuojelulain 47 §:n mukaisen päätöksen rotkokehräjäkälän esiintymispaikan rajaamisesta 26.4.2019.

Terrafame on hakenut Kainuun ELY-keskuksen Ympäristö ja luonnon-varat -vastuualueelta luonnonsuojelulain (LSL, 1096/1996) 48 § 2 momentin mukaista poikkeuslupaa poiketa LSL 47 § mukaisesta rauhoitus-säännöksestä, koskien rotkokehräjäkälän esiintymän heikentämistä lajin esiintymisen turvaamiseksi tehtäviä siirtoistutuksia varten. Kainuun ELY-keskus myönsi luvan siirtoistutusta varten 4.5.2022 päätöksellä KAIELY/259/2020. Rotkokehräjäkälän siirtoistutus on toteutettu kesällä 2023 Terrafamen omistuksessa olevalle kiinteistölle Hopeakallion alueella. Siirtoistutuksen onnistumista seurataan vuosittain viiden vuoden ajan vähintään vuoteen 2028 asti, minkä jälkeen arvioidaan seurannan jatkon tarvetta.

Luontodirektiivin liitteen IV(a) lajit

Kaivospiirin alueella on toiminnan aloittamisen jälkeen tarkkailtu luontodirektiivin liitteen IV (a) lajeista liito-oravaa (*Pteromys volans*) ja lepakoita. Lisäksi alueella on tehty havaintoja selkärangattomista luontodirektiivin IV (a) -liitteen lajeista lummelampikorennosta (*Leucorhina caudalis*) ja sirolampikorennosta (*Leucorhina albifrons*). Luontodirektiivin liitteen IV (a) lajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on kielletty luonnonsuojelulain 78 §:n nojalla.

Liito-oravan esiintymistä on seurattu lajin aiemmin havaituilla asutuilla ydinalueilla ja lajin kannalta potentiaalisilla elinalueilla vuosittain 2008–2010 sekä vuosina 2013, 2018 ja 2021. Tarkkailtavien elinalueiden määrä on vähentynyt alkuperäisistä 22 metsäkuvioista 9 metsäkuvioon pääasiassa metsätaloudellisten toimenpiteiden (hakkuut) vuoksi. Liito-oravia on seurannoissa havaittu kaivospiirin alueella Kolmisopen, Hoikalammen, Latosuon, Rasvamäen, Martikanvaaran, Hakomäen, Raajamäen ja Kuusimäenkuljun ympäristössä. Kaivospiirin ulkopuolella liito-oravahavaintoja on tehty Hakosen ja Iso Savonjärven ympäristössä.

Latosuon elinympäristöt on hakattu poikkeusluvalla vuonna 2016. Terrafame Oy on hakenut Kainuun ELY-keskukselta vuonna 2022 poikkeamislupaa luonnonsuojelulain luontodirektiivin liitteen IV (a) lajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen heikentämis- ja hävittämiskiellosta koskien neljää liito-oravan reviirin ydinaluetta, jotka sijaitsevat Kolmisopen Sopenvaaran (3 kohdetta) sekä Rasvamäen (1 kohde) alueella. Poikkeamislupa on saatu 21.12.2023 Kainuun ELY-keskuksen päätöksellä KAIELY/406/2018. Päätös ei ole lainvoimainen.

Lepakkotarkkailua on tehty vuosina 2008, 2010, 2013, 2018 ja 2021 kaivospiirin alueen potentiaalisilla esiintymis- ja lisääntymisalueilla. Lepakoista pohjanlepakoita ja viiksisiippalajeja (viiksisiippa, isoviiksisiippa)

on havaittu Rahvaanmäen, Rasvamäen, Teerisuon ja Hakosen Myllyniemen alueilla vuosina 2008, 2010 ja 2013. Vuoden 2018 lepakkotarkkailun yhteydessä saalistavia pohjanlepakoita havaittiin Hakosen, Rahvaanmäen sekä Teerisuon alueella. Rasvalampien, Käräslammen ja Salmisen vesistöt rantametsineen arvioitiin pohjanlepakoiden saalistusalueeksi (luokka III). Lisäksi Kolmisopen etelärannalle ja Rahvaanmäen alueelle sijoittuu lepakoille lisääntymis- tai levähdyspaikoiksi soveltuvaa rakennuskantaa. Vuoden 2021 tarkkailussa tehtiin lepakkohavaintoja Kolmisopen, Latomäen ja Kuusimäen alueilta.

Terrafame Oy on hakenut Kainuun ELY-keskukselta vuonna 2022 poikkeamislupaa luonnonsuojelulain luontodirektiivin liitteen IV (a) lajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen heikentämis- ja hävittämiskiellosta koskien kolmea lepakoiden asuttamaa rakennusta, jotka sijaitsevat Kolmisopen Malmirannantien varressa sekä Kuusimäen ja Latomäen alueille. Näistä Kuusimäen rakennus sijaitsee KL1 alueella. Poikkeamislupa on saatu 21.12.2023 Kainuun ELY-keskuksen päätöksellä KAI-ELY/406/2018. Päätös ei ole lainvoimainen.

Kaivospiirin korentoselvitys on laadittu kesällä 2021. Selvityksen perusteella nykyisen kaivospiirin alueella esiintyi lummelampikorentoa ja sirolampikorentoa ainoastaan Rasvalammilla. Lisäksi nykyisen kaivospiirin ulkopuolella lummelampikorentoa havaittiin Lehmilammella ja sirolampikorentoa Käppyrälammella. Terrafame Oy on hakenut Kainuun ELY-keskukselta loppuvuodesta 2021 poikkeamislupaa luonnonsuojelulain luontodirektiivin liitteen IV (a) lajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen heikentämis- ja hävittämiskiellosta koskien lummelampikorenon ja sirolampikorenon esiintymisalueita Rasvalammien alueella. Poikkeamislupa on saatu 20.12.2022 Kainuun ELY-keskuksen päätöksellä KAI-ELY/406/2018.

Sivukivialueen KL1 alueelle tai sen välittömään läheisyyteen sijoittuu sekä liito-oravan että lepakoiden tunnistettuja lisääntymis- tai levähdyspaikkoja. Lähin liito-oravan elinympäristö sijoittuu välittömästi sivukivialueen rakennusvaiheen 7 eteläpuolelle Kuusimäenkuljun laelle noin 150 metrin etäisyydelle sivukivialueen rajasta. Lähin lepakkohavainto sijoittuu sivukivialueen keskiosaan Kuusimäen alueelle rakennusvaiheen 6 eteläosaan (Kuusimäen talo). Kuusimäen talon lisääntymis- ja levähdyspaikan hävittämiseksi on saatu poikkeamislupa vuonna 2023. Sivukivialueen lähiympäristössä ei sijaitse luontodirektiivin IV (a) -liitteen sudenkorentojen lisääntymis- tai levähdyspaikkoja. Lähimmät direktiivikorentojen havainnot sijoittuvat Rasvalammille noin 2 kilometriä sivukivialueesta luoteeseen.

Kaivospiirin alue sijoittuu Laakajärven susireviirille, jossa susihavaintoja on tehty ainakin vuosina 2019–2022. Myös susi on luontodirektiivin liitteen IV (a) laji. Lisäksi nykyisen kaivospiirin alueella potentiaalisesti esiintyviksi luontodirektiivin liitteen IV (a) lajeiksi on arvioitu saukko, viitasammakko sekä Kainuun vaara-alueelle tyypilliset suurpedot karhu, ahma ja ilves (Pöyry Finland Oy 2014). Lisäksi luontodirektiivin mukaisen sukeltajakuoriaislajien esiintymisen arvioidaan olevan mahdollista

alueella. Karhusta ja ilveksestä on havaintoja mm. Kolmisopen alueelta, mutta Luonnonvarakeskuksen mukaan kyseistä lajeista ei laadita tarkkoja kanta-arvioita. Viitasammakoiden ja sukeltajakuoriaislajien isolampisukeltajan ja jättisukeltajan esiintymistä kaivospiirin sisäpuolella on selvitetty mm. vuoden 2022 selvityksessä, mutta lajeja ei ole havaittu kaivospiirin alueella.

Melu

Nykytilanteessa kaivospiirin alueella syntyy toiminnan aikaista melua maansiirtotöistä, louhinnasta, murskauksesta, porauksesta sekä kuljetuksiin liittyvistä toiminnoista. Bioliuotuskasojen ilmastukseen käytettävistä puhaltimista on todettu aiheutuvan kapeakaistaista melua. Lisäksi kiviaineksen louhintaräjäytyksistä syntyy ajoittaista lyhytaikaista melua.

Ympäristöluvassa nro 87/2022 on määrätty raja-arvot kaivospiirin alueelta kantautuvalle melulle sekä esitetty rajoituksia ja toimenpiteitä melua tuottavalle toiminnalle (määräykset 33 ja 34). Ympäristöluvan mukaan kaivos- ja muun toiminnan melupäästöistä aiheutuva ympäristömelutaso ei saa ylittää asumiseen tai vapaa-ajan asumiseen käytettävien rakennettujen kiinteistöjen piha-alueella päiväaikaista (klo 7–22) 55 dB(A) eikä yöaikaista (klo 22–07) A-painotettua ekvivalenttitasoa 50 dB(A). Raja-arvoon verrattavaan mittaus- ja laskentatulokseen on lisättävä 5 dB, jos melu on iskumaista tai kapeakaistaista. Kaivosalueen ulkopuolella selvästi kuultavissa olevaa kapeakaistaista melua on rajoitettava meluntorjuntatoimenpitein viipymättä tällaisen melun havaitsemisesta, vaikka aiheutuvat ympäristömelutasot eivät ylittäisi lupamääräyksen raja- arvoja. Tehokas meluntorjunta on otettava huomioon koneiden ja laitteiden suunnittelussa, valinnassa, käytössä ja kunnossapidossa sekä mahdollisissa uusimisissa. Kompressorit, puhaltimet, sähkömootorit ja muut vastaavat pistemäiset ja kiinteät melun päästölähteet on koteloitava melun vaimentamiseksi ja melun leviämisen estämiseksi. Toteutetuista meluntorjuntatoimenpiteistä on raportoitava ympäristönsuojelun vuosiyhteenvedon yhteydessä.

Sivukivialueen KL1 ympäristöluvassa nro 107/2023 on lisäksi rajoituksia sivukivialueen KL1 toiminnalle. Lupamääräyksen mukaan sivukivialueen KL1 ja maanläjitysalueen toiminnan melupäästöistä aiheutuva ympäristömelutaso yhdessä muun kaivosalueen melupäästön kanssa ei saa ylittää asumiseen tai vapaa-ajan asumiseen käytettävien rakennettujen kiinteistöjen piha-alueella päiväaikaista (klo 7–22) 55 dB(A) eikä yöaikaista (klo 22–07) A-painotettua ekvivalenttitasoa 50 dB(A). Raja-arvoon verrattavaan mittaus- ja laskentatulokseen on lisättävä 5 dB, jos melu on iskumaista tai kapeakaistaista. Sivukivialueen KL1 ja maanläjitysalueen toimintojen melupäästökohteiden melupäästöt on mitattava vuoden kuluessa läjitystoiminnan käynnistyttyä. Melun leviämismallia on päivitettävä mittaustulosten perusteella. Melun mittaussuunnitelmat on toimitettava Kainuun ELY-keskukselle kaksi kuukautta ennen mittausjakson alkamista. Mittausraportit ja toimenpide-esitykset melupäästöjen rajoittamiseksi ja melun leviämisen estämiseksi on toimitettava Kainuun

ELY-keskukselle kahden kuukauden kuluessa mittausjakson päättymisestä. Sivukiven läjitysalueen KL1 ja maanläjitysalueen toiminnasta aiheutuvan melun leviämistä Iso-Savonjärven alueelle on rajoitettava vähintään seuraavasti:

Sivukivialueen KL1 täyttötoiminta eteläsuuntaan on tehtävä läjitysalueen kulloisen täyttötason reunaan sivukivestä rakennettavan meluvallin takana. Meluvallia saa rakentaa päiväaikaan klo 8–20 ennen läjitystoiminnan aloittamista kulloinkin kyseessä olevalla alueella.

Sivukivialueen KL1 eteläpuoleisen luiskan ja lakialueen muotoilua ei saa tehdä klo 20–8.

Sivukivialueella KL1 muodostuvaa melua on tarkasteltu melumallinnuksien sivukivialueen ympäristö- ja vesitalouslupahakemuksen yhteydessä. Meluvaikutukset on arvioitu keskiäänitasoina jatkuvana meluna (24 h). Lisäksi on mallinnettu päivä- ja yöajan keskiäänitasot yhteisvaikutuslaskelmana silloisen nykytilan kanssa. Laskentatulosten perustella KL1-alueelta lähimpiin melulle herkkiin kohteisiin kantautuvan melun keskiäänitaso L_{Aeq} on suhteellisen vähäinen. Suurin kuormitus kohdistuu KL1-sivukivialueen eteläpuolelle, jossa melutaso on hieman yli 40 dB (L_{Aeq}) ilman meluntorjuntatoimenpiteitä. KL1:n toiminnoista arvioitiin muodostuvan +0...+9 dB lisäys melutasoon. KL1-alueen toimintojen melun ei oletettu sisältävän kapeakaistaisuutta. Tulosten perusteella melutaso ei ylitä toiminnan aikana asumiseen tai vapaa-ajan asumiseen osoitettua yöajan keskiäänitason raja-arvoa 50 dB eikä luonnonsuojelualueille osoitettua 45 dB:n ohjearvoa.

Melutaso voi läheisillä luonnonsuojelualueilla joissain tapauksissa ylittää 45 dB:n päivällä sekä yli 40 dB yöllä huomioitaessa sivukivialueen KL1 toimintojen lisäksi muu kaivostoiminnan melu. Suurimmat melutasot kohdistuvat laskennan mukaan Pitkämäen (MRA230812) määräaikaiseen rauhoitusalueeseen sekä yksityiseen Savonmäen luonnonsuojelualueeseen (YSA207793). Suojelualueiden yhtenä perusteena on mm. liito-orava. Laji ei kuitenkaan ole tutkimusten mukaan meluherkkä.

Terrafamen toiminnasta aiheutuvia melutasoja on mitattu kaivospiirin ympäristössä tarkkailuohjelman mukaisesti 4–6 mittauspisteestä vuosina 2015, 2018, 2021 ja 2023. Vuoden 2024 alusta alkaen ympäristötarkkailu tehdään uuden, 12.9.2023 hyväksytyn (Dnrot KAI-ELY/503/2022, LAPELY/4668/2018, POSELY/1936/2018) ympäristötarkkailuohjelman mukaisesti. Uuden tarkkailuohjelman mukaan ympäristömelu mitataan vuosittain viidellä pisteellä (tarkkailupisteen tunnus suluissa): Taattola (Melu 1), Myllyniemi (Melu 2), Sorsala (Melu 3), Iso-Savonjärvi (Melu 5), sekä Kolmisoppi-järven pohjoispuolella sijaitseva kiinteistö (Melu 4). Lisäksi Taattolassa (kiinteistöllä 765–402–42–32) on ollut jatkuvatoiminen melumittaus vuodesta 2022 alkaen. Kyseinen kiinteistö on Terrafamen omistuksessa. Melumittaustulokset kuvaavat koko yhtiön tuotantoalueella muodostuvaa melua, eikä tuloksista voi erottaa sivukivialueen KL1 toiminnan vaikutusta.

Vuoden 2023 ympäristömelumittausten, jotka tehtiin 8.–9.5.2023 sekä 28.10.2023 (Iso-Savonjärvi) aikana tuotantoalueen melu oli kuultavissa kaikilla muilla mittauspisteillä paitsi Honkapirtin mittauspisteellä, jossa tuotantoalueen melu ei erottunut muusta äänimaisemasta. Mittausten perusteella melutaso alittaa valtioneuvoston asetuksessa annetut päiväajan ja yöajan ohjearvot kaikissa muissa pisteissä paitsi Myllyniemen mittauspisteellä päiväaikana. Myllyniemen mittauspisteessä mittausulos tulkittiin yhtä suureksi kuin ohjearvo. Taajuustarkastelujen perusteella melussa oli havaittavissa kapeakaistasuutta 125 Hz alueella ainoastaan Kalliojärven mittauspisteessä. Kuulohavaintojen perusteella melussa ei havaittu impulssimaisuutta. Mittausten aikana tuotantotilanne oli normaali primääri- ja sekundäärialueilla. Aiempiin, vuonna 2021, tehtyihin mittauksiin verrattuna keskiäänitasot olivat korkeammat, etenkin Kalliojärven mittauspisteessä.

Tärinä

Nykytilanteessa kaivospiirin alueella syntyy toiminnan aikaista tärinää maansiirtotöistä, louhinnasta sekä raskaasta liikenteestä. Liikenteen aiheuttaman tärinän voimakkuus vaihtelee ja riippuu mm. ajoneuvon kokonaispainosta ja ajonopeudesta sekä tien kunnosta. Sivukivialueella KL1 ajetaan kiveä keskeytymättömässä kaksivuorotyössä kellon ympäri. Kiviautoja on yhteensä noin 5–10 kpl. Raskaan liikenteen ei ole arvioitu aiheuttavan tärinähaittaa lähimmälle asutukselle, joka sijaitsee n. 2,5–3 km päässä etelän suunnassa.

Ympäristöluvassa nro 87/2022 on määräys, jonka mukaan louhintaräjäytykset on suunniteltava ja toteutettava siten, että niistä aiheutuva heilahdusnopeus ei ylitä raja-arvoa 5 mm/s asumiseen tai vapaa-ajan asumiseen käytettävillä kiinteistöillä. Räjäytyksistä aiheutuvaa tärinää on ehkäistävä räjäytysteknisin toimenpitein. Räjäytyksiä saa tehdä klo 7–22 välisenä aikana lähialueen asukkaille ennalta ilmoitettuina aikoina. Jos pakottavien turvallisuussyitten takia on louhintaräjäytyksiä suoritettava muuna aikana, on luvan haltijan pyrittävä tiedottamaan räjäytyksistä lähialueen asukkaille riittävän ajoissa, esimerkiksi tekstiviestein matkapuhelimeen. Kaikista toteutetuista yöaikaisista räjäytyksistä on ilmoitettava ELY-keskukselle.

Toiminnan aiheuttamaa räjäytystärinää tarkkaillaan kolmella jatkuvatoimisella tärinämittarilla. Tärinämittarit sijaitsevat tehdasalueella sekä kaivospiirin ulkopuolella Myllyniemen ja Taattolan kiinteistöjen alueella. Louhinta- ja rakennustyömaaräjäytysten aiheuttaman tärinän heilahdusnopeuden mittausarvot ovat kaivospiirin sisällä tehdasalueen mittauspisteessä olleet keskimäärin 3,4 mm/s (suurin mitattu arvo 5,45 mm/s). Taattolan tärinämittarilla, joka sijaitsee noin kolmen kilometrin päässä avolouhoksesta, ovat tärinäarvot olleet keskimäärin 1,6 mm/s (suurin mitattu arvo 4,35 mm/s). Luparaja 5 mm/s ei ylittynyt kaivospiirin ulkopuolella vuonna 2022. Vuoden 2023 alussa louhintaräjäytysten aiheuttama tärinä ylitti luparajan kaksi kertaa. Luparajan ylitysten jälkeen louhintaräjäytysten toteuttamisessa tehtiin muutoksia, joilla tärinän etene-

mistä kalliossa saatiin vähennettyä siten, ettei vastaavia luparajan ylittäviä heilahdusnopeuksia enää aiheutunut lähikiinteistöille. Tärinän maksimiarvot voivat aiheuttaa häiriötä herkemmillä ihmisillä ja alentaa asumisviihtyvyyttä.

Aiemmin kaivostoiminnan tarkkailuun liittyviä tärinämittauksia on tehty vuosina 2008–2011 ja 2013 kolmella asuinkiinteistöllä (Pirttimäki, Myllyniemi, Pappila). Kyseisissä mittauksissa ei havaittu rakennusten vauriovaaraa.

Ilmanlaatu ja päästöt ilmaan

Nykytilanteessa kaivospiirin alueella syntyy päästöjä ilmaan malmin sekä tarvekiven louhinnasta ja murskauksesta, malmin käsittelystä, metallien talteenotosta, työkoneista sekä polttolaitosten ilmaan johdettavista päästöistä. Ympäristöluvassa nro 87/2022 on lupamääräykset 41–53 liittyen ilmaan kohdistuviin päästöihin.

Suomen lainsäädännössä ei kiintoaine- tai metallilaskeumalle ole määrätty raja- tai ohjearvoja. Rikkilaskeumalle on annettu Suomen metsätalouksille pitkänajan keskimääräinen tavoitearvo $0,3 \text{ g/m}^2/\text{vuosi}$ (Vnp 480/1996). Hengitettävien hiukkasten (PM10) vuorokausipitoisuuden raja-arvo on $50 \mu\text{g/m}^3$ ja vuosipitoisuuden $40 \mu\text{g/m}^3$. Ilmanlaatuasetus sallii vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana 35 kpl, joten raja-arvopitoisuuden katsotaan ylittyneen, mikäli vuoden 36. korkein vuorokausipitoisuus ylittää $50 \mu\text{g/m}^3$.

Ilmanlaatua on tarkkailtu vuoden 2023 toukokuusta alkaen jatkuvatoimisella leijumamittauksella Hakosen itärannalla. Ennen jatkuvatoimisen leijumamittauksen aloittamista ilmanlaatua on tarkkailtu kampanjaluonteisesti kahdessa mittauspisteessä 6 vuoden välein. Lisäksi pölylaskeumaa tarkkaillaan kaivospiirin alueella ja sen lähiympäristössä kuu-kausittain ja ilmaan johdettujen päästöjen vaikutuksia on seurattu välillisesti maa-alueilla tehtävän biologisen tarkkailun kautta (kangasrouskut, havunneulaset, sammalet).

Hajapölypäästöjen hallintasuunnitelma

Hakemuksen liitteenä on toimitettu ympäristöluvan nro 87/2022 lupamääräyksen 46 mukainen hajapölypäästöjen hallintasuunnitelma (päivitetty 3.6.2024). Sivukivialueiden osalta suunnitelmassa on esitetty muun ohella seuraavaa:

Nykykäytännön mukaisesti tiestöä sivukivialueella kastellaan kesällä ympärivuorokautisesti. Kastelussa käytetään nykyisin Kolmisopesta pumpattua raakavettä ja Kuusilammen vettä. Sivukiven siirrosta vastaava urakoitsija huolehtii omalla kalustollaan pölynsidonnasta omien reittiensä alueella sivukivialueella. Terrafamen yhteyshenkilö sekä urakoitsija vastaavat pölynsidonnasta riittävydestä. Kuivalla ja pölyävällä kelillä kasteluyksiköt pyritään pitämään ajossa ympäri vuorokauden.

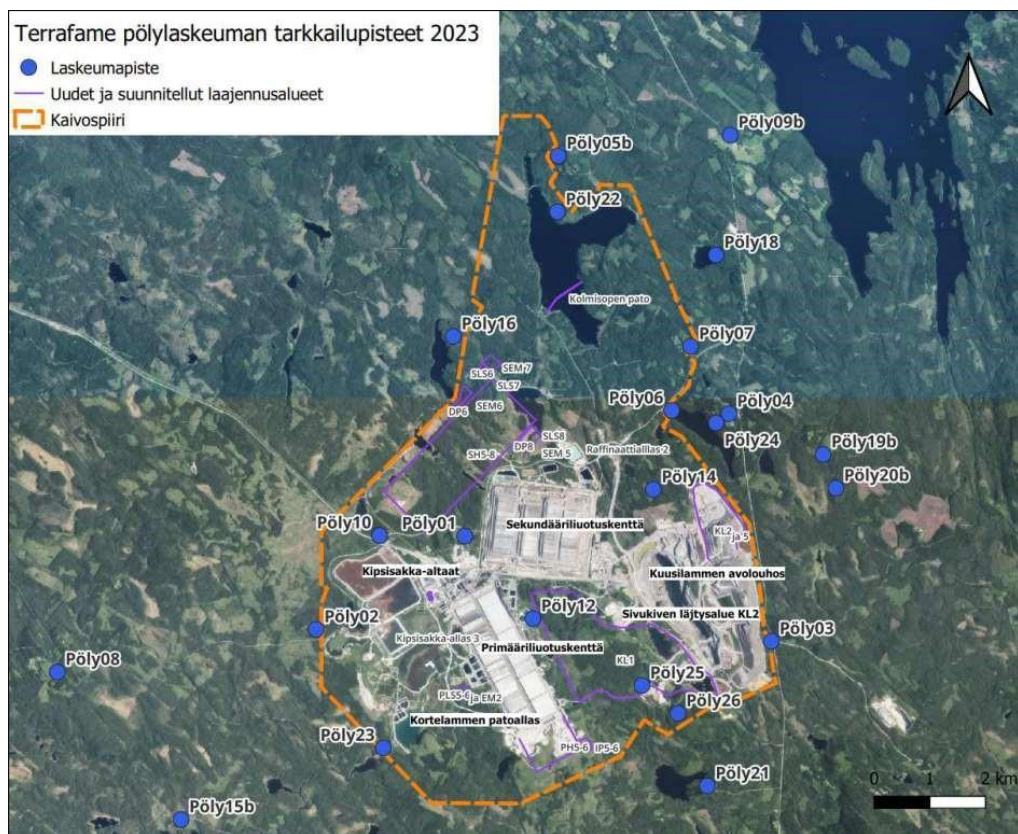
Sivukiven läjitys on siirtynyt sivukiven läjitysalueelle KL1, joka sijaitsee kaivospiirin keskiosissa ja kauempana asutuksesta kuin sivukivialue KL2. Tämä vähentää kaivospiirin ulkopuolelle syntyviä ympäristövaikutuksia.

Suunnitelman mukaan urakoitsija seuraa aktiivisesti toiminnasta aiheutuvaa pölyämistä ja kastelee tarvittaessa tiestöä pölyämisen estämiseksi. Toiminta keskeytetään, mikäli pölyä havaitaan leviävän selvästi työskentelyalueen ulkopuolelle esimerkiksi voimakkaan tuulen vuoksi. Toimintaa seurataan urakoitsijan omavalvonnalla, työmaavalvojan ja urakoitsijan kenttäkierroksilla sekä yhteistyöpalavereilla, työmaapäiväkirjoilla ja ympäristötarkkailulla. Urakoitsija pitää työmaasta käyttöpäiväkirjaa, johon merkitään mm. toiminta-ajat, havainnot melusta, pölystä, kastelutoimenpiteistä. Sivukivialueella KL2 käytettyjä hyviä käytäntöjä on tarkoitus jatkaa sivukivialueella KL 1 ja rakennettavalla alueella KS1.

Laskeumamittaukset

Pölylaskeumaa on tarkkailtu tarkkailusuunnitelman mukaisesti laskeumakeräimillä vuodesta 2009 alkaen. Vuonna 2023 Terrafamen pölylaskeuman tarkkailua toteutettiin tarkkailuohjelman (Ramboll Finland Oy 2019) mukaisesti huomioiden tarkkailuohjelman päivityksen mukaiset muutokset loppuvuodesta 2023. Uusi tarkkailuohjelma otettiin käyttöön täysimääräisesti vuoden 2024 alusta alkaen.

Laskeumanäytteistä määritetään kuukausittain laskeumanesteen pH, sähkönjohtavuus, kiintoainepitoisuus sekä kiintoaineen hehkutushäviö ja -jäännös sekä nikkelpitoisuus, ja lisäksi neljä kertaa vuodessa koboltti-, kupari-, sinkki-, rauta-, rikki- ja uraanipitoisuudet. Vuonna 2023 laskeumatarkkailuun kuului 22 tarkkailupistettä, joista kahdeksan sijaitsee kaivospiirin alueella ja 14 sen ympäristössä. Sivukivialueen KL1 lähimmät laskeumatarkkailupisteet ovat Pöly12, Pöly21, Pöly25 ja Pöly26 (seuraava kuva), joista Pöly25 ja Pöly26 ovat läjityksen mukaan siirtyviä tarkkailupisteitä.



Vuonna 2023 toiminnan vaikutukset olivat nähtävissä kaivospiirin sisäpuolella olevissa tarkkailupisteissä, joissa laskeuman epäorgaanisen aineksen ja metallien määrät ovat pääosin korkeammat kuin kaivospiirin ulkopuolella. Etenkin tarkkailupisteellä pöly12, joka sijaitsee sivukivialueen KL1 itäpuolella keskellä toimintoja primääri- ja sekundäriiluotuskentän välisellä alueella, havaittiin pitoisuuksien nousua. KL1-alueen maarakennustyöt aloitettiin talvella 2022–2023. Tarkkailupisteen tuloksiin vaikuttaa osaltaan myös viereinen primäärikenttä, jossa malmia on käsitelty aikaisempia vuosia enemmän.

Tarkkailupisteeltä pöly12 mitattiin mm. vuoden 2023 alimmat pH-arvot. pH-arvojen vaihteluväli oli pisteessä vuoden aikana 4,2–6,3, kun pH-arvojen vaihteluväli oli muissa kaivospiirillä sijaitsevilla pisteillä 5,4–7,2, ja ympäristön pisteillä 5,0–7,2. Tarkkailupisteeltä pöly12 mitattiin myös yksi vuoden suurimmista kiintoainelaskeuman kokonaispitoisuuksista ($24 \text{ g/m}^2/\text{kk}$), ja kiintoainelaskeuman vuosikeskiarvo nousi pisteessä merkittävästi. Tarkkailupisteeltä pöly12 havaittiin nousua epäorgaanisen aineksen määrässä sekä metallilaskeuman osalta kobolttin, sinkin ja raudan laskeumissa. Rauta-, koboltti- ja uraanilaskeuman pitoisuudet kaksinkertaistuivat vuoden 2022 tuloksiin verrattuna. Yksi korkeimmista yksittäisistä rikkilaskeuman arvoista ($332 \text{ mg/m}^2/\text{kk}$) mitattiin pisteeltä maaliskuussa 2023.

Suurimmalla osalla tarkkailupisteistä vuonna 2023 mitatut kiintoainelaskeumat jäivät entisen viihtyvyyshaittarajan ($10 \text{ g/m}^2/\text{kk}$) alapuolelle, lu-

kuun ottamatta ja myös edellisvuosien tapaan kesäaikana havaittuja kohonneita arvoja. Suurimmalla osalla tarkkailupisteistä yksittäisten laskeumanäytteiden epäorgaanisen aineksen määrässä ei havaittu merkittäviä muutoksia tai poikkeamia viimeisten vuosien tuloksiin verrattuna. Metallien laskeumatulokset olivat pääosin yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailuvuosiin. Uraanipitoisuuksissa havaittiin yli menetelmän määrittysrajan (0,5 µg/l) pitoisuuksia vain 4/79 näytteestä vuoden aikana, kun vuonna 2022 määrittysrajan ylittäviä pitoisuuksia havaittiin 15 näytteestä. Kaivospiirin ulkopuolella uraania ei laskeumanäytteissä havaittu lainkaan vuonna 2023. Kaivospiirin sisällä olevilla tarkkailupisteillä rikkipitoisuuden vuosikeskiarvot olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailuvuosiin, ja tarkkailupisteellä pöly14 rikkilaskeuma oli alhaisempi kuin vuosina 2016–2022.

Hengitettävien hiukkasten mittaukset

Ilmatieteen laitos on tehnyt alueella ilmanlaadun tarkkailua hengitettävien hiukkasten eli halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin hiukkasten (PM10) pitoisuuksien osalta vuosina 2008–2009, 2015–2016 sekä 2022 kahdessa mittauspisteessä, joista toinen sijaitsi kaivoksen tehdasalueella ja toinen lähimmän asutuksen alueella Myllyniemessä. Hengitettävien hiukkasten vuorokausinäytteistä analysoidaan lisäksi arseeni- ja metallipitoisuudet.

Viimeisin mittausjakso on toteutettu 1.1–31.12.2022 välisenä aikana. Hengitettävien hiukkasten mitatut pitoisuudet jäivät ilmanlaatulainsäädännössä annettujen raja-arvojen ja arviointikynnyksien alapuolelle Myllyniemen asemalla. Tehdasalueella hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvon alempi arviointikynnys ylittyi. Tehdasalueella mitatut pitoisuudet edustavat koko kaivos- ja tehdasalueen pitoisuustasoa, jossa sovelletaan työterveyttä ja työturvallisuutta koskevia säännöksiä ja arviointikynnyksen ylittyminen ei siten johda erillisiin toimenpiteisiin. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksille ilmanlaatulainsäädännössä annetut vuorokausiohjearvot eivät ylittyneet mittausjaksolla kertaakaan Tehdasalueen asemalla, mutta Myllyniemen asemalla ohjearvoon verrattava pitoisuus ylitti ohjearvotason elokuussa. Mittausjakson vuosikeskiarvot 14,3 µg/m³ Tehdasalueella sekä 9,7 µg/m³ Myllyniemessä ovat selvästi alle hengitettävien hiukkasten vuosiraja-arvon 40 µg/m³. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat korkeimmillaan 56 % vuorokausiraja-arvosta ja 35 % vuosiraja-arvosta. Hengitettävien hiukkasten keruunäytteistä analysoitujen arseeni- ja metallipitoisuuksien vaihtelu oli suurta eri näytteiden välillä. Arseenin, kadmiumin, nikkelin ja lyijyn mittausjakson pitoisuuskeskiarvot alittivat selvästi raja- ja tavoitearvotason sekä myös alemman arviointikynnyksen tason Myllyniemen asemalla. Tehdasalueen asemalla nikkelin pitoisuuskeskiarvo ylitti reilusti nikkelin tavoitearvotason ollen noin 510 % tavoitearvosta.

Vuoden 2023 alussa Taattolassa, Hakosen itärannalla, on otettu käyttöön uusi jatkuvatoiminen hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien mit-

tausasema, jonka tuloksia voidaan hyödyntää jatkossa myös sivukivalueen KL1 sulkemisesta ilmanlaatuun kohdistuvien vaikutusten tarkkailussa.

Vuoden 2023 tarkkailussa hengitettävien hiukkasten mitatut pitoisuudet jäivät selvästi alle ohje- ja raja-arvojen sekä alle arviointikynnysten. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat 32 % vuorokausiraja-arvosta ja 20 % vuosiraja-arvosta. Myös pienhiukkasten pitoisuudet jäivät selvästi alle vuosiraja-arvon ja arviointikynnysten ollen 12 % vuosiraja-arvosta. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksille ilmanlaatulainsäädännössä annetut vuorokausiohjearvot eivät ylittyneet mittausjaksolla kertaakaan Taattolan asemalla vuonna 2023.

Mitatut hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat keskimäärin korkeimmat lounaan ja etelän puoleisilla tuulilla sekä tyynellä, jolloin tuulen nopeus oli alle 0,5 m/s. Tyynellä säällä pitoisuuksien lähdettä tai lähteen ilmansuuntaa ei pysty pääättelemään. Tyynissä tilanteissa korostuu lähipäästölähteiden vaikutus ilmanlaatuun. Asemasta etelän ja lounaan suunnilla on kaivosaluetta ja etelässä on myös asuinrakennuksia ja peltoa. Pienhiukkasten pitoisuudet olivat suurimmillaan kaakko-lounassektorilla sekä tyynellä säällä. Asemasta idän ja etelän välisellä sektorilla on lähirakennuksia sekä peltoja, joissa toiminnat, kuten puunpoltto ja ajot pelloilla, ovat voineet aiheuttaa korkeampia hiukkaspitoisuuksia mittausjakson aikana. Mitattujen pitoisuuksien tunti- ja vuorokausikaumien sekä tuulensuuntatarkasteluiden perusteella Taattolan mittauspisteessä pitoisuuksiin vaikutti sekä Terrafamen teollisuusalueen toiminta, että mittauspaikan lähiympäristössä tapahtunut toiminta kuten puunpoltto ja pihapiirin, peltojen ja tien pölyäminen. Tuulen ja liikenteen maanpinnasta ilmaan nostattamat hiukkaset vaikuttavat merkittävästi hiukkasten pitoisuuksiin.

Korkeammat metallipitoisuudet havaittiin sekä tuulen käydessä Terrafamen teollisuusalueen suunnalta, että tyynellä, ja idän ja kaakon puoleisilla tuulilla. Osa mitatuista pitoisuuksista johtui siis todennäköisesti Terrafamen teollisuustoiminnasta ja osa mittausaseman lähiympäristössä tapahtuneesta toiminnasta.

Biologinen tarkkailu

Viimeisin maa-alueiden biologinen tarkkailu toteutettiin vuonna 2023. Maa-alueiden biologisessa tarkkailussa bioindikaattori- ja keruutuotetutkimusten avulla tarkkaillaan toiminnasta aiheutuvien ilmapäästöjen leviämistä ympäristöön sekä niiden sisältämien raskasmetallien mahdollista kertymistä kasvillisuuteen, eliöihin ja maaperään. Biologinen tarkkailu sisältää varsinaisten bioindikaattorien (sammalet ja neulaset) lisäksi keruutuotteita (sienet), jotka eivät ole varsinaisia bioindikaattoreita, mutta joiden avulla saadaan tietoa aineiden kerääntymisestä ihmisen käyttämiin metsäsieniin. Sieninäytteistä tutkittiin kadmiumin (Cd), koboltin (Co), kuparin (Cu), nikkelin (Ni), sinkin (Zn) ja uraanin (U) pitoisuudet ja näiden lisäksi sammal- ja männynneulasnäytteistä myös rikkipitoisuus (S).

Vuoden 2023 maa-alueiden biologisen tarkkailun tulosten perusteella suurimpia havaittuja pitoisuuksia esiintyi näytealoilla ympäri aluetta keskittyen kuitenkin pääasiassa aloille, jotka sijaitsevat kaivospiirin sisäpuolella. Akkukemikaalitehtaan ilmapäästöt eivät näkyneet muutoksina bioindikaattorien ja keräilytuotteiden rikkipitoisuuksissa.

Kaikilla näytealoilla oli merkkejä mäntyjen neulasten värivikaisuudesta ja neulaskadosta. Voimakkain harsuuntuminen havaittiin kipsisakka-aldaiden lounaispuolisella näytealalla 9. Yleisesti mäntyjen neulasvaurioiden ja -kadon kuntoluokka vaihteli välillä 1–3 (20–30 %) eli harsuuntuminen oli kohtalaista. Tutkituista metalleista korkeimmat pitoisuudet männynneulasissa havaittiin kuparin, nikkelin ja sinkin pitoisuuksissa. Rikkipitoisuuden keskiarvo oli hieman laskenut edellisvuosista, kuten myös sammalnäytteissä.

Näytetulosten perusteella kangasrouskunäytteiden kadmiumin keskimääräinen pitoisuus on tasaisesti noussut jokaisena tarkkailuvuotena, mutta etenkin vuonna 2023. Yhdessä pisteessä kadmiumpitoisuus ylitti myös EU:n asettaman kadmiumin enimmäismäärän metsäsienissä. Sammalnäytteissä kadmiumpitoisuuden keskiarvo oli puolestaan laskenut verrattuna edellisiin tarkkailuvuosiin.

Kangasrouskunäytteiden koboltin keskimääräinen pitoisuus oli vuonna 2023 samalla tasolla kuin vuosina 2010 ja 2013 mutta suurempi kuin vuosina 2008 ja 2018. Sammalnäytteissä kobolttipitoisuus oli vuonna 2023 noussut alaa 6 lukuun ottamatta kaikilla aloilla, joilta on vertailutuloksia saatavilla.

Kangasrouskunäytteiden kuparin keskimääräinen pitoisuus on tasaisesti noussut vuoteen 2013 saakka, laskenut hieman vuonna 2018 ja kääntynyt taas nousuun vuonna 2023. Sammalnäytteissä keskimääräinen kuparipitoisuus oli laskenut edellisistä tarkkailuvuosista.

Kangasrouskunäytteiden nikkelin keskimääräinen pitoisuus on vaihdellut eri tarkkailuvuosina. Vuonna 2023 se oli suurempi kuin vuonna 2018 ja 2008, mutta pienempi kuin vuosina 2010 ja 2013. Sammalnäytteissä keskimääräinen nikkelipitoisuus oli hieman noussut vuodesta 2016.

Kangasrouskunäytteiden sinkin keskimääräinen pitoisuus oli suurempi vuonna 2023 kun aikaisempina tarkkailuvuosina. Sammalnäytteissä keskimääräinen sinkkipitoisuus on laskenut jokaisena tarkkailuvuotena.

Kangasrouskunäytteiden uraanipitoisuus ylitti määritysrajan vain 4 näytteessä vuonna 2023. Myös edellisinä tarkkailuvuosina uraanipitoisuudet ovat jääneet alle määritysrajan tai sen tuntumaan.

Aiemmat bioindikaattoritutkimukset tehtiin vuosina 2018 ja 2013. Tutkimuksen yhteydessä havaittiin kaikilla näytealoilla merkkejä mäntyjen harsuuntumisesta sekä neulasten värivikaisuudesta. Yleisesti mäntyjen neulaskatoluokka vaihteli välillä 1–3 (20–30 %) eli harsuuntuminen oli kohtalaista. Kaikkien tutkittujen metallien ja rikin pitoisuudet olivat kai-

voksen läheisyyteen sijoittuvilla männynneulasnäytealoilla yleensä selvästi kohonneita ja pitoisuudet vähentyivät kauempana kaivostoiminoilta sijaitsevilla näytealoilla. Vuonna 2018 sieninäytteiden sinkki-, nikeli-, koboltti- ja kuparipitoisuudet olivat yleisesti ottaen joko laskeneet tai pysyneet suunnilleen samalla tasolla verrattuna vuoden 2013 seurantaloksiin. Useiden näytealojen sienten metallipitoisuuksissa ei ollut havaittavissa selvää kehityssuuntaa 2008–2018, vaan pitoisuudet vaihtelivat eri seurantavuosien välillä.

ARVIO SIVUKIVIALUEEN SULKEMISEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSISTA

Vaikutukset kaavoitukseen ja maankäyttöön

Hankkeella ei ole vaikutusta voimassa oleviin maakuntakaavoihin. Sivukivialue KL1 ei sijoitu yleiskaavan tai asemakaavan alueelle eikä alueen sulkeminen estä tai rajoita muiden lähialueella voimassa tai vireillä olevien yleis- ja asemakaavojen toteutumista. Hakemuksen mukaan hanke ei ole ristiriidassa valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden kanssa.

Hanke sijoittuu Terrafamen nykyisen kaivospiirin alueelle Kuusilammen avolouhoksen välittömään läheisyyteen. Sivukivialueen KL1 välitöntä vaikutusalueita ei ole kaavoitettu herkkään maankäyttöön, kuten lomautumiseen, virkistyskäyttöön tai suojeluun. Alueen ympäristö on harvaan asuttua metsätalousvaltaista aluetta.

Sivukivialueen KL1 sulkeminen ja sopeuttaminen maisemoinnilla osaksi muuta maisemaa kohentaa alueen maankäytöllistä ilmettä, kun aiemmin kaivostoimintojen aktiivisessa käytössä ollut alue palautuu lähemmäs luonnontilan kaltaista tilannetta. Alue säilyy osana kaivospiiriä ja sen mahdollinen tulevaisuuden maankäyttö peittorakenteen rajoitteet huomioon ottaen tarkentuu myöhemmin. Kaivostoiminnan päättymisen jälkeen hankealueen kaivostoimintaa osoittavat maakuntakaavamerkinnot voidaan kumota, jolloin kyseiset alueet voidaan mahdollisuuksien mukaan ottaa muuhun käyttöön. Mahdollisia vaihtoehtoja voivat olla esimerkiksi virkistyskäyttö ja energiantuotanto.

Sivukiven läjitystoiminnan päättyminen parantaa kaivospiirin ulkopuolisen lähiympäristön maankäytön olosuhteita, kun maisemallisten haittojen lieventymisen lisäksi myös melu-, värinä- ja ilmanlaatuhaitat vähentyvät merkittävästi.

Vaikutukset yleiseen viihtyvyyteen ja ihmisten terveyteen

Lupahakemuksen mukainen toiminta sijoittuu kokonaisuudessaan kaivosalueen sisäpuolelle. Toiminnassa käytettävät materiaalit eivät sisällä ihmisten terveydelle haitallisia aineita eikä sulkemisessa hyödynnettäviä materiaaleja pääse leviämään esim. vesien tai pölyämisen vaikutuksesta kaivosalueen ulkopuolelle. Ihmisten viihtyvyyteen aiheutuva näkyvä vaikutus on lähinnä sivukivialueen parempi sulautuminen maise-

maan rajatuilla näkyvyysalueilla. Toiminnasta ei aiheudu sellaisia vaikutuksia tai päästöjä, joilla olisi vaikutusta kaivosalueen ulkopuoliseen yleiseen viihtyvyyteen tai ihmisten terveyteen.

Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön

Toiminnassa suljetaan ja maisemoidaan osa korkeaa ja myös kaivosalueen ulkopuolisessa maisemassa näkyvää sivukivialuetta. Yhtiön tuotannon maisemavaikutuksia on selvitetty kaivoksen tuotannon noston YVA-menettelyn yhteydessä vuonna 2017. Maisemavaikutusten arvioinnin mukaan läjitysalue KL1 kohoaa korkeimmillaan noin 100 metriä ympäröivää lähimaastoa korkeammalle, mutta näkyy vain hyvin rajatuille alueille. Tämä johtuu kaivosaluetta ympäröivän maaston puustoisuudesta ja maanpinnan muodoista, jotka estävät tehokkaasti avoimien näkymien avautumista sivukivialueen suuntaan. YVA-menettelyn jälkeen sivukivialueen muoto on muuttunut jonkin verran, pinta-ala on kasvanut noin 20 hehtaaria ja alue on pidentynyt kaakon suuntaan. Maisemavaikutukset ovat kuitenkin säilyneet lähes vastaavina, koska alueen korkeus +330 mmpy ei ole muuttunut.

Maisemavaikutusten arvioinnissa tehdyn näkyvyysanalyysin mukaan sivukivialue tai osia siitä näkyy läheisen Iso Savonjärven ja noin 5–7 kilometrin etäisyydellä sijaitsevan Kolmisopen sekä yli 10 kilometrin etäisyydellä sijaitsevien Jormasjärven ja Laakajärven ranta-alueille. Sivukivialue näkyy myös paikoin Vaarankylään, joka kuuluu valtakunnallisesti arvokkaaseen maisema-alueeseen Vuokatin vaarajono ja rantakylät. Alueelle sijoittuu myös rakennetun kulttuuriympäristön kohteita. Näkyvyysalueet sijoittuvat enimmillään noin 14 kilometrin etäisyydelle sivukivialueesta, jolloin näkymistä kaukaisessa horisontissa ei voi maisemavaikutusten arvioinnin mukaan pitää maisema-alueen herkkyydestä huolimatta vähäistä merkittävämpänä.

Näkyvyysanalyysin mukaan lähiympäristön pihapiireistä ei juuri avaudu näkymiä sivukivialueelle. Esimerkiksi Pirttimäen asuinkiinteistöiltä ei avaudu näkymää sivukivialueelle KL1. Puhakan asuin- ja lomakiinteistöjen pihapiireistä peltojen laidoilta voi näkyä osia alueesta. Asuin- ja lomakiinteistöiltä avautuu laajempia näkymiä sivukivialueelle ainoastaan yli 10 kilometrin etäisyydeltä Jormasjärven ranta-alueilta ja muutamalta Laakajärven loma-asunnolta. Hyvin pitkän etäisyyden vuoksi näiden järvien asutukset eivät ole erityisen herkkiä maisemavaikutuksille.

Sulkemisvaiheessa alueet, joille sivukivialue näkyy, eivät muutu läjitystoiminnan aikaisesta tilanteesta. Sivukivialueen KL1 sopeuttamista ympäröivään vaaramaisemaan pyritään edistämään sen peittämällä ja maisemoinnilla. Peiterakenteen maisemoinnissa käytettävä nurmisiemenseos soveltuu luonnonmukaisiksi niityiksi sekä luonnonnurmytyypiksi viimeisteltäville alueille ja muodostaa peittävän, kestävän ja niittymäisen kasvipeitteen alueelle. Puiden ja pensaiden istuttamista sivukivialueelle selvitetään. Maisemoinnin valmistuttua maisemavaikutukset lievenevät läjitystoiminnan aikaisesta tilanteesta ja hankkeen kokonaisvaikutus maisemaan on myönteinen.

Koska sivukivialue suljetaan vaiheittain, toteutuu maisemallisia vaikutuksia lieventävä vaikutus myös vaiheittain. Sulkeminen ja maisemointi aloitetaan alueen pohjoisosasta edeten vaiheittain kohti etelää. Aluetta lähimmät yksityisten omistamat asuin- ja lomakiinteistöt sijoittuvat sen eteläpuolelle Iso Savonjärven rannalle, minkä vuoksi myönteiset maisemavaikutukset kohdistuvat pihapiireihin vasta alueen sulkemisen loppuvaiheessa 2030-luvun lopulla.

Sivukivialueen sulkemisella ei ole vaikutuksia kulttuuriympäristön arvo-kohteisiin lähialueella.

Vaikutukset maa- ja kallioperään

Sivukivialueen KL1 topografia on muuttunut ja muuttuu pysyvästi jo pohjarakenteen rakentamisen yhteydessä eikä peittorakenteiden rakentamisella ole vaikutuksia alueen topografiaan muualla kuin toimintaan liittyvien vesienjohtamisjärjestelmien (rummut, ojat, imeytyskenttä, laskeutusaltaat) kohdalla. Näiltä alueilta poistetaan rakentamisen yhteydessä pintamaat sekä tehdään tarvittaessa massanvaihtoja pehmeiden maa-ainesten alueella (turve, savi, siltti).

Sivukivialueen pohjarakenne on rakennettu tiiviiksi ja peittorakenteen tiivisrakenteena toimiva kalvo liitetään tiiviisti pohjarakenteen tiivisrakenteen kalvoon, joten sivukivialueen sulkeminen ei muuta tilannetta maa-perään aiheutuvien päästöjen osalta. Peittorakenteen materiaalit eivät myöskään sisällä ympäristölle haitallisia aineita. Sivukivialueen KL1 sulkemisella ei arvioida olevan vaikutuksia maa- ja kallioperään.

Vaikutukset pintavesiin

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheet 1–6 suljetaan tiiviillä peittorakenteella, joka rajoittaa veden ja hapen pääsyä sivukivitäyttöön. Tämän seurauksena rakennusvaiheiden 1–6 alueella muodostuvien suotovesien laatu paranee nykytilanteesta ja suotovesien määrä pienenee huomattavasti. Rakennusvaihe 7 suljetaan maa-ainespeitolla. Käsittelyä vaativia suotovesiä tai pohjarakenteen alapuolisia vesiä ei johdeta pintavesiin käsittelemättä.

Peittorakenteessa käytettävät materiaalit eivät sisällä eikä niistä liukene ympäristölle haitallisia aineita. Peittorakenteen päältä tulevat valumavedet päältä ovat siis puhtaita hulevesiä, ja vesistöön ne voivat aiheuttaa kuormitusta lähinnä veden mukana kulkeutuvan kiintoaineksen kautta. Peittorakenteen yläpuolelta tuleviin valumavesiin voi tulla kiintoainesta erityisesti ennen sivukivialueen kasvillistumista. Valumavedet kuitenkin johdetaan purkuojiin laskeutusaltaiden kautta, jolloin kiintoaineskuormitus vähenee merkittävästi.

Sekä suotovesiä, pohjarakenteen alapuolisia vesiä, että peittorakenteen päältä tulevia vesiä tarkkaillaan tarkkailuohjelman mukaisesti.

Sivukivialueen rakennusvaiheiden 1–6 sulkeminen tiiviillä peittorakenteella vähentää hankealueelta tulevien happamien ja metallipitoisten vesien määrää ja sitä kautta vähentää myös päästöjä pintavesiin käsiteltyjen vesien purkureiteillä.

Vaikutukset pohjavesiin

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheet 1–6 sijoittuvat kokonaisuudessaan tiiviiden pohjarakenteiden päälle. Lupahakemuksen mukainen toiminta on happoa tuottavan sivukivitäytön peittämistä rajatulla alueella rakenteella, joka ei läpäise vettä tai happea. Toiminnassa käytettävät materiaalit eivät sisällä eikä niistä liukene ympäristölle haitallisia aineita. Sivukivialueen peittäminen vähentää hankealueelta tulevia happamia ja metallipitoisia vesiä ja sitä kautta vähentää päästöjä pohjaveteen. Toiminta ei merkittävästi vaikuta muodostuvien pohjavesien määrään nykytilanteeseen verrattuna.

Kokonaisuudessaan lupahakemuksen mukainen hanke vähentää sivukivialueelta pohjaveteen kohdistuvia päästöjä ja edistää pohjaveden laadun paranemista.

Vaikutukset vesienhoitosuunnitelman tavoitteisiin

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin mukaisen vesienhoidon tavoitteena on estää pintavesien tilan heikkeneminen ja saavuttaa hyvä tila vuoteen 2015 mennessä. Jos tämä ei ole mahdollista, tulisi hyvä tila saavuttaa vuoteen 2021 mennessä tai viimeistään vuonna 2027. Vesienhoito suunnitellaan ja toteutetaan vesienhoitoalueittain. Sivukivialue KL1 sijoittuu pohjois- ja itäosassa Oulujoen–liljoen vesienhoitoalueelle ja etelä- ja länsiosassa Vuoksen vesienhoitoalueelle.

Vesienhoidossa pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila arvioidaan vesimuodostumakohtaisesti. Ympäristövaikutusten arvioinnissa vaatimustenmukaisuus suhteessa lainsäädäntöön arvioidaan jokaisen ekologisen tilan luokitellun laadullisen osatekijän sekä kemiallisen tilan osalta vesimuodostumakohtaisesti. Arvio perustuu Suomen ympäristökeskuksen ohjeeseen Pintavesien luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella suunnittelukaudella (Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019).

Sivukivialueen KL1 sulkemisen jälkeen peittorakenteen kalvon yläpuolinen pintavalunta ohjataan laskeutusaltaiden kautta ensisijaisesti luonnollisille virtausreiteille Oulujoen–liljoen vesienhoitoalueella Talvijoen ja Tuhkajoen valuma-alueille sekä Vuoksen vesienhoitoalueella Kivijoen ja Sopenjoen valuma-alueille. Läjitystoiminnan aikana sivukivialueella muodostuva pintavalunta ohjataan kahteen DP-altaaseen ja edelleen tuotantoprosessiin tai vedenpuhdistamolle.

Pintavalunnan vastaanottavien jokien vedenlaatuun vesien ohjaamisella ei arvioida olevan heikentäviä vaikutuksia, koska valuma-alueille ohjattavat valumavedet ovat puhtaita sade- ja sulamisvesiä. Valumavesissä

esiintyvä kiintoaines pidättyä laskeutusaltaisiin ennen ohjaamista alapuolisille virtausreiteille. Muutoksilla ei arvioida olevan vaikutuksia alapuolisten virtausreittien ekologiseen tai kemialliseen tilaan tai vesienhoidollisiin tilatavoitteisiin. Purkuvesistöjen vesienhoidollinen tila kolmannella suunnittelukaudella sekä hankkeen vaikutukset tilaan on esitetty alla vesienhoitoalueittain.

Oulujoen–lijoen vesienhoitoalue

Sivukivialueen KL1 pohjoisosan pintavalunta ohjataan laskeutusaltaiden 2 ja 3 kautta Tuhkajoen valuma-alueelle noin 110 hehtaarin alueelta. Tuhkajoen-Korentojoen vesimuodostuma (59.885_001) kuuluu pintavesityyppiin keskisuuret turvemaiden joet (Kt) ja sen kokonaispituus on 15,4 km ja valuma-alueen pinta-ala 123,5 km². Tuhkajoki laskee Jormasjärven Talvilahteen. Terrafamen toiminnasta aiheutuvien purkuvesien kuormitus kohdistuu Kalliojokeen ja Tuhkajokeen. Tuhkajoen-Korentojoen ekologinen tila on arvioitu tyydyttäväksi, biologisen osatekijän tila hyväksi, fysikaalis-kemiallisen osatekijän tila tyydyttäväksi ja hydrologis-morfologisen osatekijän tila tyydyttäväksi. Vesimuodostuman hyvää tilaa ei arvioida saavutettavan vuoteen 2027 mennessä.

Tuhkajoen valuma-alueen pinta-ala ja valuntamäärä kasvavat noin 1 % sivukivialueen KL1 läjitystoiminnan aikaisesta tilanteesta. Hankkeen toteuttamisella ei arvioida olevan vaikutuksia Tuhkajoen–Korentojoen nykytilaan. Vesimuodostumaan kohdistuvien paineiden sekä vesimuodostuman ekologisen tilan arvioidaan pysyvän ennallaan.

Sivukivialueen KL1 itäosan pintavalunta ohjataan laskeutusaltaiden 4, 7 ja 8 kautta Talvijoen valuma-alueelle noin 84 hehtaarin alueelta. Talvijokea ei ole tyypitelty vesimuodostumana tai ekologisen tai kemiallisen tilan osalta Oulujoen–lijoen vesienhoitoalueen vesienhoitokausilla. Talvijoen kokonaispituus on 6,7 km ja valuma-alueen pinta-ala 31 km². Talvijoki laskee Jormasjärven Talvilahteen. Kaivospiirin vesiä ei nykytilanteessa ohjata Talvijoen suuntaan. Talvijoen vedenlaatua on seurattu osana Terrafamen pintavesitarkkailua vuodesta 2012 lähtien. Talvijoen vesi on pääsääntöisesti hapanta ja runsashumuksista. Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuudet ovat olleet alhaisia.

Talvijoen valuma-alueen pinta-ala ja valuntamäärä kasvavat noin 3 % sivukivialueen KL1 läjitystoiminnan aikaisesta tilanteesta. Hankkeen toteuttamisen myötä kaivospiirin toimintojen alueelta tullaan ohjaamaan pintavesiä Talvijokeen. Hankkeen toteuttamisella ei arvioida olevan vaikutuksia Talvijoen nykytilaan.

Vuoksen vesienhoitoalue

Sivukivialueen KL1 länsiosan pintavalunta ohjataan laskeutusaltaan 6 ja Kuohunahon patoaltaan kautta Kivijoen valuma-alueelle noin 57 hehtaarin alueelta. Kivijoen vesimuodostuma (04.645_001) kuuluu pintavesityyppiin pienet turvemaiden joet (Pt) ja sen kokonaispituus on 2,0 km ja valuma-alueen pinta-ala 54 km². Kivijoki laskee Laakajärven Kivilah-

teen. Terrafamen toiminnasta aiheutuvien purkuvesien kuormitus kohdistuu Kivijoen valuma-alueen latvavesiin. Kivijoen ekologinen tila on arvioitu tyydyttäväksi, biologisen ja fysikaalis-kemiallisen osatekijän tila on arvioitu tyydyttäväksi ja hydrologis-morfologisen osatekijän tila erinomaiseksi. Vesimuodostuman hyvää tilaa ei arvioida saavutettavan vuoteen 2021 mennessä.

Kivijoen valuma-alueen pinta-ala ja valuntamäärä kasvavat noin 1 % sivukivialueen KL1 läjitystoiminnan aikaisesta tilanteesta. Hankkeen toteuttamisella ei arvioida olevan vaikutuksia Kivijoen nykytilaan. Vesimuodostuman ekologisen tilan arvioidaan pysyvän ennallaan.

Sivukivialueen KL1 eteläosan pintavalunta ohjataan laskeutusaltaan 5 kautta Sopenjoen valuma-alueelle noin 79 hehtaarin alueelta. Sopenjoen vesimuodostuma (04.646_001) kuuluu pintavesityyppiin keskusur-et turvemaiden joet (Kt) ja sen kokonaispituus on 4,3 km ja valuma-alueen pinta-ala 109 km². Sopenjoki laskee Laakajärven Kivilahteen. Terrafamen toiminnasta aiheutuvien purkuvesien kuormitus kohdistuu Sopenjoen valuma-alueen latvavesiin Iso Savonjärven ympäristöön. Sopenjoen ekologinen tila on arvioitu tyydyttäväksi, biologisen osatekijän tila hyväksi, fysikaalis-kemiallisen osatekijän tila tyydyttäväksi ja hydrologis-morfologisen osatekijän tila erinomaiseksi. Vesimuodostuman hyvää tilaa ei arvioida saavutettavan vuoteen 2021 mennessä.

Sopenjoen valuma-alueen pinta-ala ja valuntamäärä kasvavat noin 0,7 % sivukivialueen KL1 läjitystoiminnan aikaisesta tilanteesta. Hankkeen toteuttamisella ei arvioida olevan vaikutuksia Sopenjoen nykytilaan. Vesimuodostuman ekologisen tilan arvioidaan pysyvän ennallaan.

Vaikutukset luontoon ja suojeluarvoihin

Koska hankkeessa suljetaan Kuusilammen avolouhoksen sivukiven läjityskäytössä oleva sivukivialue, ei hanke aiheuta merkittäviä haitallisia vaikutuksia luontoon ja suojeluarvoihin. Sivukivialueen sulkemisessa hyödynnettävät materiaalit eivät sisällä ympäristölle haitallisia tai vaarallisia aineita eikä toiminnassa käytettäviä materiaaleja pääse leviämään ympäristöön tai lähimmille suojelualueille.

Sulkemisen ja peittorakenteen rakentamisen sekä maisemoinnin myötä sivukivialue palautuu lähemmäs luonnonmukaista tilaa, jolla on myönteinen vaikutus luonnonympäristön kannalta läjitystoimintaan verrattuna. Maisemoitu sivukivialue voi tarjota uuden elinpiirin niin kasveille, eläimille, linnuille kuin hyönteisillekin. Maisemoinnin päätyttyä kasvillisuutta ja eläimistöä haittaavaa pölyämistä tai melua ei enää aiheudu.

Alueen luontoarvot tullaan pääosin menettämään jo sivukivialueen toteuttamisen myötä. Lähin merkittävä luontokohde on sivukivialueen rakennusvaiheen 7 eteläpuolella Kuusimäenkuljun laen metsäalueella tunnistettu liito-oravan elinympäristö. Elinympäristö sijoittuu lähimmillään noin 150 metrin etäisyydelle sivukivialueen reunasta. Elinympäristö

sijoittuu sivukivialueen ulkopuolelle, mutta alueen läjitystoiminnasta aiheutuvalla melulla, tärinällä, pölyämisellä ja liikenteellä voi olla elinympäristön olosuhteita heikentävä vaikutus. Kun sivukivialue suljetaan ja maisemoidaan, olosuhteet elinpiirillä liito-oravan kannalta parantuvat.

Sivukivialueen KL1 sulkemisella ei ole haitallisia vaikutuksia alueen ja Kuusilammen avolouhoksen itäpuolella sijaitsevaan rauhoitettuun rotkokehräjäkälän esiintymään Pirttikallion kohdalla. Rotkokehräjäkälän osalta on käynnissä erillinen siirtoistutuskokeilu, jonka yhteydessä nykyisen rauhoitusalueen tulevaisuus tarkentuu.

Meluvaikutukset

Lupahakemuksen mukainen toiminta on maanrakennustoimintaa, jossa käytetään normaaleja maanrakennustoiminnassa yleisesti käytettäviä koneita ja laitteita, kuten kaivinkoneita, kuorma-autoja ja jyriä. Siten toiminnasta aiheutuva melu on normaalia maanrakennuskoneista ja laitteista aiheutuvaa melua. Koska toiminta tapahtuu sivukivialueen päällä, on mahdollista, että toiminnasta aiheutuva melu leviää alueen lähiympäristöön.

Lähtökohtaisesti lupahakemuksen mukaisesta toiminnasta aiheutuva melu on lievempää kuin sivukivialueen nykyisestä toiminnasta (täyttötoiminnasta) aiheutuva melu. Sivukivialueen sulkemisessa ei aiheudu esimerkiksi kiviaineskuormien purkamisesta aiheutuvia hetkellisiä, kovia ääniä eikä työkoneiden ja -laitteiden aiheuttama melu ole impulssi- maista tai kapeakaistaista. Myös peittorakenteen maanrakennustöissä käytettävä kalusto on todennäköisesti kooltaan pienempää kuin sivukivialueen toiminnan aikainen kalusto.

Lisäksi lupahakemuksen mukainen toiminta on tilapäistä. Kun peittorakenne on valmis, ei nykyisenkaltaista melua tai peittorakenteen rakentamisesta aiheutuvaa melua enää aiheudu sivukivialueelta. Yhtiön muista toiminnoista aiheutuvaan meluun lupahakemuksen mukainen toiminta ei vaikuta.

Lupahakemuksen mukaisen toiminnan meluvaikutuksia voidaan pitää vähäisinä verrattuna sivukivialueen toiminnasta nykyisin aiheutuvaan meluun. Toiminnan meluvaikutukset ovat myös väliaikaisia eikä niiden siksi arvioida merkittävästi nostavan melutasoja toiminnan ympäristössä nykytilanteeseen verrattuna.

Tärinävaikutukset

Toiminnasta aiheutuva tärinä on normaalia maanrakennuskoneista ja laitteista aiheutuvaa lievää tärinää. Toiminnasta aiheutuva tärinä ei etene sivukivessä siten, että sen olisi mahdollista levitä laajalle sivukivialueen ympäristöön. Tärinä ei myöskään ole niin merkittävää, että sillä voisi olla vaikutusta sivukivialueen tai muiden kaivosalueen rakenteiden stabiiliteettiin.

Lupahakemuksen mukaisen toiminnan tärinävaikutuksia voidaan pitää vähäisinä verrattuna sivukivialueen toiminnan nykyisiin vaikutuksiin. Toiminnan tärinävaikutukset ovat myös väliaikaisia, koska tärinää ei enää aiheudu peittorakenteen valmistumisen jälkeen.

Vaikutukset ilmanlaatuun

Lupahakemuksen mukaisesta toiminnasta ei aiheudu sellaisia päästöjä, joilla olisi merkittävää vaikutusta kaivosalueen ilmanlaatuun tai ilmastoon.

Maa- ja kiviainekset kuljetetaan tavanomaisilla maansiirtoautoilla hyödyntäen kaivospiirin alueella olevia olemassa olevia kulkuyhteyksiä. Sivukivialueen KL1 päälle kuljetaan rakennettuja huoltoramppeja pitkin. Tarkemmat kulkureitit ja käytettävät ajoneuvot selviävät peittorakennusvaiheittain yksityiskohtaisemman suunnittelun yhteydessä. Kuljettaminen tapahtuu Terrafamen tuotantoalueella ja kuljetusten pölypäästöt eivät merkittävästi poikkea tuotantotoiminnassa aiheutuvista pölyvaikutuksista.

Terrafame on kuvannut nykyiset käytännön toimenpiteet pölypäästöjen hallitsemiseksi sekä suunnitelmat jatkotoimenpiteistä ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksen 87/2022 määräyksen 46 mukaisesti päivitetystä hajapölypäästöjen hallintasuunnitelmassa. Suunnitelmaa ylläpidetään vähintään vuosittain. Suunnitelman olennainen sisältö sivukivialueen KL1 osalta on esitetty edempänä tämän päätöksen kertoelmaosassa kohdassa ”Ilmanlaatu ja päästöt ilmaan”.

Tiestön pölyntorjuntatoimet koskevat Terrafamen kaikkia tuotantoalueita, myös suljettavia alueita. Tuotantoalueen ajotiet ovat pääosin päällystämättömiä. Pölyämisen estämiseksi teitä kastellaan niillä paikoilla, joissa liikennöidään tai pölyämistä havaitaan, huhtikuusta lokakuuhun kasteluautojen avulla vuorokauden ympäri. Talvella vedellä kastelu on liukkauden vuoksi turvallisuusriski. Kovilla pakkasilla alkutalvesta, kun ilma on erittäin kuivaa ja lunta vielä vähän, saattaa käytettävillä tieosuuksilla syntyä pölyämistä. Lumipeitteisenä aikana pölyäminen vähenee merkittävästi. Yhtiö on ottanut toukokuussa 2024 kokeiluun kaksi pölyntorjuntakemikaalia alkutalven ja kevätkausien ajaksi.

Suljettavien tuotanto- ja jätealueiden pölyämistä tarkkaillaan osana velvoitetarkkailuohjelmaa jatkuvatoimisella laskeumatarkkailulla sekä aistinvaraisesti. Poikkeavasta pölyämisestä raportoidaan osana käyttötarkkailua. Infra- ja maanrakennusurakoiden yhteydessä työmaakohtainen urakoitsija veloitetaan huolehtimaan erikseen alueen pölynsidonnasta Terrafamen ohjeistuksen mukaisesti. Urakoitsija sekä Terrafamen yhteyshenkilö valvovat tilannetta ja huolehtivat yhdessä riittävästä pölyntorjunnasta. Urakoitsija pitää työmaasta käyttöpäiväkirjaa, johon merkitään mm. toiminta-ajat, havainnot melusta, pölystä, kastelutoimenpiteistä. Osana ympäristötarkkailua yhtiö tarkkailee lisäksi voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti jatkuvatoimisesti leijumaa (ilman laatu) Hakosen itärannan kiinteistöllä. Urakoitsijat saavat tuotanto- ja

EHSQ-osastojen lisäksi jatkuvatoimisen mittauksen tulokset käyttöön ja hälytykset mahdollisista poikkeavista pitoisuuksista.

KL1-sivukivialueen sulkemiseen tarvittavien maamassojen ajo voidaan tarvittaessa ajoittaa pääosin tehtäväksi vain niinä ajanjaksoina, kun tiedon kastelu on mahdollista, tai esim. lumipeite estää pölyämisen. Tästä syystä kuljetuksista aiheutuvan pölyämisen ei arvioida muodostuvan merkittäväksi.

Maanrakennustöistä aiheutuu pölyämistä peittorakenteen rakentamisen aikana. Maanrakennuskoneista ja -laitteista syntyy lisäksi pakokaasupäästöjä. Kun peittorakenne on valmis, ei nykyisenkaltaista toiminnan aikaista tai peittorakenteen rakentamisesta aiheutuvaa pölyämistä ja pakokaasupäästöjä enää aiheudu. Peittorakenteessa käytettävät materiaalit eivät ole biologisesti hajoavia eikä niistä purkaudu kaasuja. Lupahakemuksen mukaisen toiminnan vaikutuksia ilmanlaatuun voidaan pitää vähäisinä verrattuna sivukivialueen toiminnan nykyisiin vaikutuksiin. Lupahakemuksen mukainen toiminta on lisäksi tilapäistä.

Vaikutukset liikenteeseen

Lupahakemuksen mukainen toiminta lisää jonkin verran kaivosalueen sisäistä työmaaliikennettä, mutta vaikutus ei ole merkittävä huomioiden koko alueen liikennemäärät. Toiminnan aiheuttama liikenne on pääasiassa raskasta liikennettä, joka koostuu rakennusmateriaalien tuomisesta alueelle. Materiaalien mahdollista sekoitusta varten sivukivialueelle tuodaan oma sekoitusasema, jolloin valmista, peittorakenteessa hyödynnettävää materiaalia kuljetetaan vain lyhyitä matkoja alueen sisäisiä työmaateitä pitkin. Lupahakemuksen mukaisen toiminnan vaikutus kaivosalueen ulkopuoliseen liikenteeseen ei ole merkittävä.

YMPÄRISTÖRISKIT JA NIIHIN VARAUTUMINEN

Terrafame Oy on päivittänyt koko kaivostoimintaa koskevan ympäristöriskinarvionsa loppuvuonna 2023. Ympäristöriskien arvioinnissa rakennusvaiheiden 1–6 suotoveden määrässä ja laadussa on huomioitu peittorakenteelle asennetut toiminnalliset tavoitteet eli kalvon ei ole oletettu pysyvän täysin vesi- ja kaasutiiviinä hyvin pitkällä ajanjaksolla tarkasteltuna. Ympäristöriskeissä on huomioitu sivukivialueen suotovesien johtaminen toiminnan aikana suotovesialtaisiin ja sieltä käsittelyyn tai prosessikiertoon niin kauan kuin se tarkkailutulosten perusteella on tarpeellista. Lisäksi ympäristöriskiarvioinnissa on huomioitu varautuminen suotovesien johtamiseen Kuusilammen louhosjärveen Kuusilammen avolouhoksen toiminnan loputtua.

Sivukivialueeseen KL1 liittyviä ympäristöriskejä on arvioitu myös muissa yhteyksissä. Sivukivialueen KL1 ympäristölupahakemuksessa (AFRY Finland Oy 2020) on tunnistettu sivukivialueeseen liittyen alustaviksi ympäristöriskeiksi:

- pohjan tiivisrakenteen vuodot
- suotoveden päätyminen ympärysojiin pohjarakenteen toiminnan häiriintyessä
- suotoveden laadun merkittävä muuttuminen ajan myötä
- DP8- ja DP9 -altaiden vuodot
- putkilinjojen/venttiilien vuodot
- veden pumppauksen pysähtyminen (syinä esim. sähkökatko, laiterikko)
- öljyvuodot työkoneista
- sivukivitäytön vyörymien hallinnan pettäminen
- vesistövaikutukset sulkemisen jälkeen
- sivukiven sulfidimineraalien ylikiihtynyt hapettuminen

Sivukivialueen KL1 ympäristölupahakemuksessa esitetyt ympäristöriskit ja niiden minimointi on esitetty sivukivialueen KL1 sulkemiseen liittyvässä ympäristöriskinarvioinnissa sulkemisen jälkeinen tilanne huomioon otettuna.

Sivukivialueisiin liittyviä riskejä on tarkasteltu myös Terrafamen koko kaivostoimintaa koskevassa riskinarviossa. Riskiluokituksestaan merkittävänä jäännösriskinä on pidetty sivukivialueiden suotovesien vuotamista ympäristöön esimerkiksi DP-altailta, putkilinjoista tai kanaaleista. Tällainen tapahtuma olisi seuraamuksiltaan vakava ja todennäköisyydeltään mahdollinen. Riskitapahtumaan voivat johtaa äärimmäiset luonnonilmiöt, laiterikot, putkirikot ja/tai kasaolosuhteiden muutokset. Riskiä hallitaan vesitasemallin säännöllisellä päivittämisellä, äärisääilmiöihin varautumisella, seurannalla, tarkkailulla, ennakoivilla huoltotoimenpiteillä ja kanaalien reunojen korottamisella. Ympäristöriskinarviossa on nostettu esiin, että sivukivialueiden sulkeminen vaihteittain pienentää riskiä. Ympäristöriskinarviossa on todettu, että sulkemisen jälkeiset mahdolliset ympäristövaikutukset liittyvät haitta-aineiden kulkeutumiseen maaperään, pohjaveteen tai lähialueen vesistöihin. Riskin minimoimiseksi sulkemisen yksityiskohtaiset suunnitelmat tulee laatia riskiarvioperusteisesti. Kaikki toiminnot kattava sulkemissuunnitelma valmistuu vuoden 2024 loppuun mennessä ja sen jatkuvaksi täydentämiseksi ja ylläpitämiseksi luodaan toimiva prosessi. Terrafamen koko kaivostoimintaa koskevassa riskinarviossa esiin nostetut, sivukivialuetta KL1 koskevat ympäristöriskit on huomioitu osana lupahakemuksen liitteenä olevaa ympäristöriskinarviointia.

Sivukivialueen KL1 sulkemista koskeva ympäristöriskinarviointi koskee sivukivialueen sulkemisen jälkeistä tilannetta, joten mahdolliset pienet muutokset verrattuna aiempiin sivukivialueelle KL1 tehtyihin ympäristöriskinarvioihin liittyvät siihen tilanteeseen, mistä ympäristöriskejä tarkastellaan. Esimerkiksi sivukivialueen KL1 ympäristölupahakemuksessa

painopiste ympäristöriskinarvioinnissa on ollut toiminnan aikaisissa riskeissä, vaikka mukaan on nostettu myös vesistövaikutukset sulkemisen jälkeen. Myös Terrafamen koko kaivostoimintaa koskevassa ympäristöriskinarvioinnissa osa riskeistä liittyy sivukivialueen toiminnan aikaisiin riskeihin.

Viimeisimmässä sulkemissuunnitelmassa (Ramboll Finland Oy 2021) on nostettu esiin millaisia riskejä sivukivialueiden sulkemiseen voi liittyä ja millaisia lisäselvityksiä BAT-ohjeiden avulla sivukivialueiden sulkemiseen liittyen on tarpeen tehdä tarkemman sulkemissuunnittelun yhteydessä. Näihin riskeihin on otettu kantaa sivukivialueen KL1 sulkemissuunnittelussa ja erityisesti osana BAT-arviointia.

Ympäristöriskinarviointi

Riski	Riskin kuvaus	Varautuminen
Pohjan tiivisrakenteen vuoto	Sivukivialueen rakennusvaiheiden 1–6 pohjan tiivisrakenteena toimivaan kalvoon voi huolellisesta työskentelystä huolimatta vaurioita rakentamisen ja toiminnan aikana. Reikien kautta sivukivialueen suotovettä voi kulkeutua pohjarakenteen alapuolisiin täyttöihin ja edelleen maaperään. Mahdolliset yksittäiset vuodot jäävät suuruudeltaan todennäköisesti melko pieniksi aiheuttaen enintään ns. hajakuormitusta sivukivialueen ympärysojiin. Erityisesti sulkemisen jälkeen vesimäärä olisi todennäköisesti pieni. Epätodennäköisemmät suuremmat vuodot olisivat mahdollisia pohjan painannekohdissa. Sivukivialueen pohja muotoillaan kuitenkin siten, ettei alueelle jää painanteita joihin vettä voisi kertyä. Suuremmat vuodot purkautuisivat kasan pohjan alta sivukivialueen suoto-ojiin tai ympärysojiin. Mahdollisten vuotojen seurauksena sulfaatin ja metallien pitoisuudet Kuusilammessa, Kolmisopessa, Iso Savonjärvessä tai Talvijoen suunnalla voivat kohota.	Tiivisrakenteen vaurioitumisriskiä on ehkäisty asentamalla bentoniittimatto HDPE-kalvon alle ja suojageotekstiili kalvon päälle sekä noudattamalla pohjarakenteiden rakentamisessa huolellista työskentelytapaa ja laadunvalvontaa.
		Pohjarakenteen alapuolisten vesien määrää ja laatua seurataan tarkkailuohjelman mukaisesti, joten mahdolliset vuodot havaitaan ajoissa.
		Sivukivialueen reuna-alueiden ja ympärysojien silmämääräinen tarkkailu mahdollisten vuotojen varalta sisällytetään kaivoksella päivittäin tehtäviin tarkastuskierroksiin.
		Ympärysojista otetaan näytteitä, joilla varmistetaan, ettei pohjarakenteessa ole vuotoja. Lisäksi Iso Savonjärven ja Talvilammen vedenlaatua tarkkaillaan mahdollisten vaikutusten havaitsemiseksi.
		Mahdollisten vuotojen tapahtuessa voidaan tehdä alueella suojapumppauksia.
Suotovettä päätyy ympärysojiin	Sivukivitäytön suotovettä voi pohjarakenteen toiminnan häiriintyessä tai esimerkiksi kevätsulamiskaudelta päästä tihkumaan/vuotamaan alueen puhtaiden vesien ympärysojiin.	Tiiviillä peittorakenteella suljetulta sivukivialueelta tulevien suotovesien määrä vähenee merkittävästi (jopa loppuu kokonaan) ja suotovesien laatu paranee, joten sulkemisen jälkeen tapahtuvat pohjan tiivisrakenteen vuodot aiheuttavat määrällisesti ja laadullisesti vähäisempiä ympäristöriskejä kuin ennen sivukivialueen sulkemista.
		Pohjarakenteen rakentamista tarkkaillaan riippumattoman laadunvalvojan toimesta. Toimintavaiheessa ympärysojien vedenlaatua tarkkaillaan, jotta varmistutaan, ettei pohjarakenteessa ole vuotoja. Lisäksi Iso Savonjärven ja Talvilammen vedenlaatua tarkkaillaan mahdollisten vaikutusten havaitsemiseksi.

Suotovesialtaiden vuodot	Suotovesialtaiden DP8 ja DP9 rakenteellisesta vaurioitumisesta seuraa altaisiin kertyneen suotoveden vuotaminen kaivosalueelle sekä Tuhkajoen tai Talvijoen suuntaan.	Altaiden pohjalla on kaksinkertainen kalvora- kenne ja kalvojen välissä on vesienkeruuput- kistot, joiden avulla mahdolliset vuodot havai- taan nopeasti. Vuodon havaitsemisen jälkeen päällimmäinen kalvo korjataan viipymättä.
		Vuotojen havaitsemiseksi pintavesien sekä ympärysojen laatua tarkkaillaan tarkkailuohjel- man mukaisesti sekä lisäksi osana yhtiön omaa ympäristötarkkailua.
		Tiiviillä peittorakenteella suljetulta rakennusvai- heiden 1–6 alueelta tulevien suotovesien määrä vähenee ja laatu paranee, joten sulke- misen jälkeen tapahtuvat suotovesialtaiden vuodot aiheuttavat määrällisesti ja laadullisesti vähäisempiä ympäristöriskejä kuin ennen sivu- kivialueen sulkemista.
Putkilinjojen/venttiilien vuodot	Suotovesialtailta altaalle MP1 kulke- vat putkilinjat tai venttiilit vaurioitu- vat esimerkiksi kaivutöiden takia. Vuodon seurauksena hapanta, me- tallipitoista suotovettä vuotaa ympä- ristöön ja aiheuttaa sulfaatti- ja me- tallipitoisuuksien nousua lähim- missä uomissa.	Paine putkilinjoissa on pieni, mikä pienentää vuotoriskiä. Virtaamaa ja pumppujen toimintaa seurataan säännöllisesti mahdollisten vuotojen havaitsemiseksi. Sulkemisen jälkeen veden johtaminen putkissa oletettavasti lakkaa.
		Paineellisen putken vuoto on yleensä helposti havaittavissa myös maanpinnalta ja se voi- daan havaita nopeasti päivittäisillä tarkastus- kierroksilla.
		Vuodon havaitsemisen jälkeen pumppaus py- sätetään välittömästi. Kaivosalueella pidetään putkien korjaamiseen tarvittavia välineitä jatku- vasti saatavilla ja havaitut vauriot korjataan vii- pymättä.
Pumppaus suotovesial- taista eteenpäin pysähtyy	Suotoveden pumppaus altaista DP8 ja DP9 pysähtyy esimerkiksi sähkökatkon tai pumpun rikkoutu- misen seurauksena. Mikäli pump- pauskatko pitkittyy ja altaisiin kertyy paljon vettä esimerkiksi voimak- kaan sateen seurauksena, voivat altaat tulvia yli.	Altaat on mitoitettu siten, että lumen sulamisen aiheuttama pintavalunta mahtuu altaisiin. Pumpuille ehditään tarvittaessa järjestää vara- voimaa ennen altaiden täyttymistä. Kaivok- sella pidetään jatkuvasti saatavilla varaosia sekä korvaavia pumppuja rikkoutumisen va- ralta. Arvion mukaan on epätodennäköistä, että altaat ehtisivät täyttyä ennen pumpun kor- jausta ja/tai korvaavan pumpun asentamista.
		Kaivosalueella on jatkuvasti saatavilla vara- osia sekä korvaavia pumppuja rikkoutumisen varalta sekä aggregaatteja ja varavoimakon- eja energiantuotantoon poikkeustilanteissa.

		Tiiviillä peittorakenteella suljetulta rakennusvaiheiden 1–6 alueelta tulevien suotovesien määrä vähenee ja laatu paranee, joten sulkeamisen jälkeen tapahtuvat suotovesialtaiden vuodot aiheuttavat määrällisesti ja laadullisesti vähäisempiä ympäristöriskejä kuin ennen sivukivialueen sulkemista.
Pumppaus altaasta MP1 pysähtyy	Suotovesialtaista DP8 ja DP9 vedet pumpataan MP1-altaaseen. Mikäli pumppaus MP1-altaasta pysähtyy pitkäksi aikaa ja pumppaukset altaista DP8 ja DP9 ovat käynnissä, on riskinä MP1altaan tulviminen yli.	Mikäli pumppaus altaasta MP1 pysähtyy, havaitaan vika prosessinohjausjärjestelmässä ja automaatiojärjestelmän ohjaukset pysäyttävät pumppaukset altailta DP8 ja DP9 ennen kuin MP1-allas täyttyy. Liuoksen virtaaminen MP1-altaasta takaisin altaisiin ei ole poikkeustilanteessakaan mahdollista, koska tuloputken pää MP1altaassa asennetaan altaan ylävesipinnan yläpuolelle.
Öljyvuodot työkoneista ja kuljetusautoista	Öljyvuodot sivukivialueella työskentelevistä työkoneista ja kuljetusautoista ovat mahdollisia esimerkiksi laiterikkojen tai onnettomuuksien seurauksena. Öljyvuodon seurauksena vuotokohdan maa- tai kiviaines pilaantuu paikallisesti.	Pilaantunut aines voidaan helposti poistaa kaivamalla ja toimittaa asianmukaiset luvat omaavaan käsittelypaikkaan. Öljyvuotojen päätyminen sivukivialueen ulkopuolelle on epätodennäköistä, koska mahdollisesti vuotavat öljymäärät ovat verrattain pieniä. Tarvittaessa laskeutusaltaisiin päätyvät öljyjäämät voidaan poistaa altaiden pinnalta esimerkiksi imuautolla.
Suljetun sivukivialueen stabiliteetin pettäminen rakennusvaiheiden 1–6 alueella	Suljetun sivukivialueen stabiliteetti pettää ja se aiheuttaa peittorakenteeseen (erityisesti tiivisrakenteeseen) laajempia vaurioita.	Riskin todennäköisyys on erittäin pieni. Sivukivialue on perustettu kallionpinnan tai louhetäytön varaan, joten liukupintojen syntymisen riskiä pohjamaan kautta ei ole. Sivukivialueen luiskastabiliteetti ja kokonaisstabiliteetti on tarkasteltu osana sivukivialueen ja sen sulkemisen suunnittelua, ja vakavuus on todettu laskelmien perusteella riittäväksi suunnitelluilla rakenteilla. Peittorakenteen luiskissa varmistetaan suojageotekstiilin, kalvon ja salaojamaton rajapintojen kitkan riittävyys ennen rakentamista. Sivukivialueen mahdollisia muodonmuutoksia seurataan tarkastuskäynneillä ja satelliittiperustaisella seurannalla. Mahdolliset vauriot peittorakenteeseen korjataan tarvittaessa.

Suljetun sivukivialueen stabiiliteetin pettäminen rakennusvaiheen 7 alueella	Suljetun sivukivialueen stabiiliteetti pettää ja se aiheuttaa peittorakenteeseen laajempia vaurioita	Riskin todennäköisyys on erittäin pieni. Lisäksi koska peittorakenteessa ei ole tiivisrakennetta, ei peittorakenteen vaurioitumisesta seuraa samankaltaisia seurauksia kuin rakennusvaiheiden 1–6 alueella. Sivukivialueen luiskastabiiliteetti ja kokonaisstabiiliteetti on tarkasteltu osana sivukivialueen ja sen sulkemisen suunnittelua, ja vakavuus on todettu laskelmien perusteella riittäväksi suunnitelluilla rakenteilla.
		Sivukivialueen mahdollisia muodonmuutoksia seurataan tarkastuskäynneillä ja satelliittiperusteisella seurannalla. Mahdolliset vauriot peittorakenteeseen korjataan tarvittaessa.
Sivukivitäytön paikalliset sortumat	Sivukivitäyttö sortuu ja aiheuttaa vaurioita peittorakenteeseen.	Riskin todennäköisyys on pieni. Rakennusvaiheiden 1–6 sivukivitäyttö kiilataan ja rakennusvaiheen 7 sivukivitäyttö muotoillaan ja tiivistetään ennen peittorakenteen rakentamista. Sivukiven läjittämisen ja peittorakenteen rakentamisen välillä on kulunut sen verran aikaa, että täyttö on ehtinyt asettua paikalleen mm. liikennekuormituksen seurauksena. Lisäksi sivukivitäyttö on louhetta eikä se painu merkittävästi sulkemisen jälkeen.
		Jos paikallinen sivukivitäytön sortuma aiheuttaa rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen vaurioitumisen, ei käsittelyä vaativia suotovesiä pääse käsittelemättömänä ympäristöön.
Sivukivitäytön lämmöntuotto heikentää peittorakenteessa käytetyn LLDPE-kalvon ominaisuuksia	Sivukivitäytön sulfidihapetuksen seurauksena sivukivitäytön lämmöntila nousee niin, että se heikentäisi tiivisrakenteena toimivan LLDPE-kalvon ominaisuuksia ja lyhentää käyttöikää.	Riskin todennäköisyys on erittäin pieni. Sivukivitäytössä ei ole havaittu merkittävää lämpenemistä ja sulkemisen jälkeisessä tilanteessa hapenkulkeutumisen estyttyä sivukivitäyttöön lämmöntuotannon mahdollisuus vähenee merkittävästi entisestään.
Pakkasesta ja roudasta johtuvat vauriot rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteessa	Pakkanen ja routa vaurioittaa peittorakenteen tiivisrakenteena toimivaa LLDPE-kalvoa siten, että sen ominaisuudet heikkenevät.	Riskin todennäköisyys on erittäin pieni, sillä jäätymis-sulamissykliä ei tiedetä vaikuttavan merkittävässä määrin LLDPE-kalvon tiiveysominaisuuksiin. Lisäksi LLDPE-kalvon päällä on 700 mm rakennekerroksia ja talvella myös lumipeite, joten tehtyjen havaintojen perusteella routa ei ulotu ainakaan vuosittain kalvoon asti.
Juuriston aiheuttamat vauriot rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteessa	Suljetulla sivukivialueella kasvavan kasvillisuuden juuret aiheuttavat vaurioita erityisesti peittorakenteen tiivisrakenteena toimivaan LLDPE-kalvoon.	Riskin todennäköisyys on pieni, sillä LLDPE-kalvo ei ole herkkä juuriston aiheuttamille vaurioille. Lisäksi peittorakenteen pintamaakerros on suunniteltu sen verran ohueksi ja niukkara-vinteiseksi, että se suosii matalajuuristen kas-

		vien kasvua. Kasvittaminen tehdään myös ma- talajuurisilla kasveilla. Tarvittaessa puustoa poistetaan määrävälein.
Ihmistoiminnasta johtuvat vauriot rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteessa	Ihmistoiminnan seurauksena peitto- rakenne ja erityisesti sen tiivisraken- teena käytettävä LLDPE-kalvo vau- rioituu (jälkikäytön tai vandalismin seurauksena).	Riskin todennäköisyys on pieni. Jälkikäyttö suunnitellaan siten, että riskiä peittorakenteen vaurioitumiselle ei ole. Kaivoksen ollessa toi- minnassa sivullisten toimintaa alueella seura- taan, joten vandalismia ei todennäköisesti pääse tapahtumaan. Kaivoksen toiminnan lo- puttua on pieni riski vandalismille samalla ta- valla kuin muillakin vastaavilla alueilla.
		Jos peittorakenne vaurioituu siten, että suoto- vesien määrä lisääntyy ja laatu heikkenee, ei suotovesiä päädy kuitenkaan käsittelemättö- mänä ympäristöön, ellei vandalismi kohdistu vesienjohtamisjärjestelyihin. Todennäköisyys tähän on pieni.
Rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen tiivisra- kenteena käytetyn kalvon ominaisuuksien heikkene- minen ajan kuluessa	Peittorakenteen tiivisrakenteena käytettävän LLDPE-kalvon tiiveys- ominaisuudet heikkenevät ajan kulu- essa: hapettumisen aiheuttamia vaurioita alkaa tapahtua noin 450– 1300 vuoden kuluttua (arvio 20 °C:n lämpötilassa).	Riski ominaisuuksien heikkenemiselle on to- dennäköinen pitkän ajan kuluessa. Se ei kuiten- kaan suoraan aiheuta vaikutuksia, mutta voi johtaa suotovesien määrän lisääntymiseen ja siten vesienkäsittelytarpeen kasvamiseen. Ra- kennusvaiheiden 1–6 peittorakenteessa myös muut rakennekerrokset vaikuttavat hapen ja ve- den pääsyyn sivukivitäyttöön. Kuusilammen louhoksen toiminnan päätyttyä mahdollisesti edelleen muodostuvat suotovedet johdetaan louhosjärveen. Käsittelemättömiä suotovesiä ei johdu ympäristöön, vaikka kalvon ominaisuuksien heikentymisen takia suotove- sien määrä lisääntyisi ja laatu heikkenisi.
Suunniteltujen passiivisten vesienkäsittelymenetel- mien toimimattomuus	Käsittelyä vaativat suotovedet käsi- tellään passiivisilla menetelmillä, jotka eivät havaintojen perusteella toimi.	Riskin todennäköisyys on erittäin pieni, sillä en- nen passiivisten vesienkäsittelymenetelmien käyttöönottoa niiden toimiminen varmistetaan mahdollisimman hyvin ja niiden toimintaa seu- rataan toimivuuden varmistamiseksi. Jos passi- iviset vesienkäsittelymenetelmät havaitaan toi- mimattomiksi, suotovedet johdetaan louhosjär- veen.
Louhosjärven ylivuotove- den laatu edellyttäisi käsi- telyä, mutta vesienkäsi- tely ei toimi suunnitellusti	Sivukivialueen mahdolliset suotove- det johdetaan Kuusilammen louhos- järveen. Louhosjärven vesienkäsitte- lymenetelmät eivät toimi suunnitel- lusti ja hapanta vettä pääsee ympä- ristöön.	Riskin todennäköisyys on erittäin pieni. Louhos- järven vesienkäsittelymenetelmät suunnitellaan avolouhoksen sulkemisen yhteydessä siten, että siinä huomioidaan myös mahdolliset ympä- ristöriskit ja miten niihin varaudutaan ympäristö- vaikutusten minimoimiseksi.

Poikkeukselliset sääolosuhteet	Poikkeuksellisten rankkasateiden takia DP8- ja DP9-altaat tulvivat.	Altaat on mitoitettu siten, että rankkasateetkin mahtuvat altaisiin. Altaista pumpataan vesiä eteenpäin.
	Rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen vaurioituneen kalvon läpi suotautuu poikkeuksellisten rankkasateiden takia huomattavasti tavalista enemmän vettä.	Suotoveden määrän kasvaessa suotoveden pitoisuudet pienenevät. Altaiden kapasiteetti suotovesien määrälle riittää yllä olevan tarkastelun mukaisesti. Kuusilammen louhoksen toiminnan päätyttyä suotovedet johdetaan louhosjärveen, jolloin riskiä ympäristölle ei suurien sateiden takia muodostu.
	Poikkeuksellisten rankkasateiden takia kalvorakenteen päällä olevia maa-aineksia lähtee eroosion vuoksi liikkeelle.	Riski on suurin ennen kasvillisuuden kasvamista ollen pieni. Kasvillisuuden kasvamisen jälkeen eroosioriski pienenee huomattavasti ollen erittäin pieni. Sivukivialuetta tarkkaillaan sulkemisen jälkeen. Mahdolliset eroosion aiheuttamat vauriot korjataan mahdollisimman pian.
Inhimilliset virheet	Huolimaton työskentely peittorakenteen rakentamisessa (erityisesti tiivisrakenteen kalvoa asennettaessa) johtaa vaurioihin kalvorakenteessa	Rakentamista valvotaan riittävästi ja laadunvarmistuksella taataan kalvon ehjyys.

PARAS KÄYTTÖKELPOINEN TEKNIikka (BAT)

Arvio parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) soveltamisesta

Osana sulkemissuunnittelua sulkemistrategioiden riskejä ja parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) käyttöä on arvioitu sekä kansainvälisten että kansallisten ohjeiden perusteella. Seuraavassa on verrattu sivukivialueen KL1 sulkemiseen liittyvää toimintaa kaivannaisjätteiden hallinnan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskevan vertailuasiakirjan ”Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries” (European Commission 2018) luvussa 5 esitettyihin BAT-tekniikoihin.

BAT-päätelmä	Päätelmän vastaavuus sivukivialueen KL1 sulkemiseen liittyen
Yritysjohtaminen	
BAT-päätelmä 1: Yleisen ympäristönsuojelun tehokkuuden parantamiseen kaivannaisjätteiden jätehuollossa	
BAT 1a: Organisaation ja yrityksen johtamisjärjestelmä (O&CM)	Käytössä on EHQS-toimintamalli (sertifikaatit ISO 9001, ISO 45001 ja ISO 14001), rakenteilla myös tietoturvallisuus- ja energiajohtamisjärjestelmät). Lisäksi Terrafame on sitoutunut suomalaisen kaivosvastuujärjestelmän toimintaperiaatteisiin.

BAT 1b: Ympäristöasioiden hallintajärjestelmä (EMS)	Käytössä on EHQS-toimintamalli (sertifikaatti 14001).
Tiedon keruu ja hallinta	
BAT-päätelmä 2: Kaivannaisjätteiden karakterisointi	
BAT 2: Alustava kaivannaisjätteiden karakterisointi	Sivukiven karakterisointi on esitetty jätehuoltosuunnitelmassa: karakterisointi perustuu kuukausikokoomanäytteisiin ja aiempiin sivukiven karakterisointeihin. Pitkäaikaiskarakterisointi on meneillään sivukiven osalta sekä käynnistymässä sekundaariliuotusjäännöksen osalta.
BAT-päätelmä 3: Kaivannaisjätteiden karakterisointi	
BAT 3: Kaivannaisjätteiden ominaisuuksien seuraaminen ja varmentaminen	Esitetty osana tarkkailuohjelmaa.
BAT-päätelmä 4: Kaivannaisjätealueet ja niiden hallinnan vaihtoehdot	
BAT 4b: Kaivannaisjätteen kuljetus-, käsittely- ja sijoituspaikkavaihtoehtojen tunnistaminen	Sivukivialueelle pysyvästi sijoitetun kaivannaisjätteen määrää seurataan säännöllisesti.
BAT-päätelmä 5: Ympäristöriskien ja -vaikutusten arviointi	
BAT 5a: Vaarojen ja riskitekijöiden tunnistaminen	Käytetään sulkemissuunnittelun ratkaisujen perustana ja osana ympäristöriskinarviointia.
BAT 5b: Ympäristöriskien ja -vaikutusten arviointi	Käytetään sulkemissuunnittelun ratkaisujen perustana ja osana aiemmin toteutettua ympäristövaikutusten arviointia ja ympäristöriskinarviointia.
Jätehierarkia	
BAT-päätelmä 6: Kiinteän kaivannaisjätteen muodostumisen ehkäiseminen	
BAT 6a: Sivutuotteiksi tai tuotteiksi soveltuvien kaivannaismateriaalien esilajittelu ja valikoiva käsittely	Sivukivi lajitellaan potentiaalisesti happoa tuottaviin ja happoa tuottamattomiin sivukiviin. Esiintymien rajat tunnetaan hyvin kairaustulosten perusteella. Tuotantoporauksen yhteydessä otetaan tarvittaessa näytteitä laadun varmistamiseksi ennen lastausta ja kuljetusta. Erityisesti potentiaalisesti tarvekivikelpoisen kiilleliuskeen osalta tehdään tarvittaessa lisätutkimuksia.
BAT 6b: Sivutuotteiksi tai tuotteiksi soveltuvien kaivannaismateriaalien sijoittaminen kaivostäyttoon	Potentiaalisesti happoa tuottavien sivukivien sijoittaminen kaivostäyttoon ja sen ympäristövaikutukset ovat selvityksen alla.
BAT 6c: Sivutuotteiksi tai tuotteiksi soveltuvien kaivannaismateriaalien käyttö joko kaivosalueella tai sen ulkopuolella	Happoa tuottamattomia sivukiviä (kiilleliusketta) käytetään rakentamisessa erikseen louhittavan tarvekiven sijasta.
BAT-päätelmä 7: Ei-pysyvän kaivannaisjätteen ja vaarallisen kaivannaisjätteen määrän muodostumisen vähentäminen	
BAT 7b: Kaivannaisjätteiden lajittelu ja valikoiva käsittely	Sivukivet lajitellaan potentiaalisesti happoa tuottaviin ja happoa tuottamattomiin sivukiviin. Happoa tuottamattomia sivukiviä käytetään rakentamisessa tai ne läjitetään sivukivialueen KL1 rakennusvaiheen 7 alueelle.
BAT-päätelmä 10: Kaivannaisjätteen hyötykäyttö	

BAT 10: Kaivannaisjätteen uudelleen käsittely	Terrafame on selvittänyt sivukiven liuotusta, kiilleliuskeen hyödyntämistä tarvekivenä sekä kaivoksen tukitäyttöjen toteuttamista sivukivellä. Pintamaat pyritään hyödyntämään sulkemisessa. Muotoilutäytöt (sulkemista valmistelevat tai viettokallistuksen rakentaminen sekundäärialueilla) tehdään kohteesta vaihdellen sivukivellä tai muilla kaivannaisjätteillä, jos se on mahdollista ja ympäristöluvan mukaista.
Kaivannaisjätteen sijoitusalueen rakenteellinen vakavuus	
BAT-päätelmä 11: Toiminnan suunnittelu sulkeminen huomioiden -lähestymistapa suunnittelusta läpi kaivoksen elinkaaren	
BAT 11: Toiminnan suunnittelu sulkeminen huomioiden	Sulkemissuunnitelmia päivitetään ja tarkennetaan toiminnan aikana.
	Sulkemisen kustannuksiin varaudutaan etukäteen.
	Koerakenteiden rakentaminen sekä seuranta ja seurantatulojen huomiointi ovat osa peittorakennevaihtoehtojen tarkastelua.
	Peittorakennevaihtoehtojen tarkastelu tehdään riskiperusteisesti.
	Sulkemisessa tarvittavien materiaalien saatavuuden selvittäminen ja välivarastointi tehdään etukäteen.
	Sivukivialue suljetaan vaiheittaisesti.
	Ennen aikainen (kesken tuotannon) tai väliaikaisen (ns. care and maintenance) sulkeminen on huomioitu sulkemissuunnittelussa.
BAT-päätelmä 12: Täydentäviä organisaation ja yrityksen johtamisen työkaluja	
BAT 12a: Laadunvarmistus- ja laadunvalvontajärjestelmät	Rakentamisen laadunvarmistus esitetään yleis- ja toteutus suunnitelmissa ja sitä tarkennetaan ympäristöluvan ja valvojan viranomaisen määräysten mukaan. Rakentamisen toteutus ja mahdolliset muutokset dokumentoidaan Terrafamen EHSQ toimintamallin mukaan (ks. BAT1). Sulkemsvaiheen toimintatapa on vastaava kuin alueiden rakentamsvaiheessa.
BAT 12b: Muutosten hallinta	Rakentamisen toteutus ja mahdolliset muutokset dokumentoidaan Terrafamen EHSQ toimintamallin mukaan (ks. BAT1).
BAT 12d: Toimenpiteet onnettomuuksien lieventämiseksi sisältäen pelastussuunnitelman	On laadittu sisäinen pelastussuunnitelma, joka sisältää kaivannaisjätealueiden turvallisuussuunnitelman.
BAT-päätelmä 13: Pohjatutkimukset	
BAT 13: Kaivannaisjätteen sijoitusalueen tukevan maapohjan geoteknisten ominaisuuksien selvittäminen.	Sivukivialueen KL1 kohdalta ja läheisyydestä on tehty kattavat pohjatutkimukset ja alueen hydrogeologisia ominaisuuksia on selvitetty.
BAT-päätelmä 17: Maan päälle rakennettavien kiinteän jätteen sijoitusalueiden rakennusmenetelmät	
BAT 17c: Yhdistelmä pohjarakenne	Rakennusvaiheiden 1–6 pohjarakenne on rakennettu vettä läpäisemättömänä riittävä kuivatusjärjestelmä huomioiden.
	Rakennusvaiheiden 1–6 pohjarakenteen tarkkailua, seuranta ja ylläpitoa sulkemisen jälkeen tehdään niin kauan kuin tarpeellista. Alueella on kattava pohjavesitarkkailu.
BAT-päätelmä 18: Vesitaseen tarkastelu	

BAT 18a: Vesitase (kokonaisvesitaseen ja aine-taseen laskenta)	Sulkemisvaiheen vaikutus vesitaseeseen huomioidaan Terra-famen pitkän aikavälin vesienhallintamallinnuksessa. Sulke-misen vaikutus vesitaseeseen on operatiivisesta näkökul-masta positiivinen (valuma-aluetta pienentävä), kun pintava-lunta pystytään ohjaamaan puhtaina luonnonvesinä alueelta pois ja erityisesti rakennusvaiheiden 1–6 alueelta tuleva suo-tovesien määrä vähenee merkittävästi.
BAT 18b: Vesienhallintasuunnitelma	Alueelle on tehty rakentamisen- ja tuotannon aikaiset vesien-hallintasuunnitelmat. Vesienhallinnan pääperiaatteet on esi-tetty hakemuksessa ja ne päivitetään alueen vesienhallinta-suunnitelmaan toteutussuunnittelun yhteydessä.
BAT-päätelmä 21: Kuivatusjärjestelmät	
BAT 21b: Maan päälle rakennetun kiinteän jät-teen sijoitusalueen kuivatusjärjestelmät	Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 suotovedet kerä-tään kanaaleja pitkin DP8- ja DP9-altaisiin, joista ne johde-taan vesienkäsittelyyn tai prosessikiertoon Kuusilammen lou-hoksen ollessa toiminnassa. Kuusilammen louhoksen toimin-nan loputtua sivukivialueelta mahdollisesti muodostuvat suo-tovedet johdetaan Kuusilammen louhosjärveen, jossa vesiä tarpeen mukaan käsitellään aktiivisilla ja/tai passiivisilla ve-sienkäsittelymenetelmillä. Rakennusvaiheen 7 suotovedet kerätään viivästysaltaaseen, josta ne johdetaan laadun perusteella joko maastoon tai ve-sienkäsittelyyn. Kuusilammen louhoksen toiminnan loputtua käsittelyä vaativat suotovedet varaudutaan johtamaan Kuusi-lammen louhosjärveen, ellei niitä voida käsitellä passiivisilla vesienkäsittelymenetelmillä viivästysaltaan yhteydessä. Hulevedet (pintavalunta) ohjataan pois tiivisrakenteen päältä riittävien kaltevuuksien avulla.
BAT-päätelmä 22: Kaivannaisjätteen sijoitusalueen geotekniset analyysit	
BAT 22b: Geotekniset analyysit maan päälle ra-kennetuille kiinteän jätteen sijoitusalueille	Sivukivitäytöstä on laadittu stabiiliteetilaskelmat. Rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen luiskissa varmiste-taan suojageotekstiilin, kalvon ja salaojamaton rajapintojen kitkan riittävyys ennen rakentamista. Rakennusvaiheiden 1–6 alta on pohjarakenteen rakentami-sen yhteydessä tehty massanvaihto louheesta pehmeiden maakerrosten alueelle, joten pohjamaan painumista ei oleteta tapahtuvan merkittävässä määrin enää sivukivikasan sulkemi-sen jälkeen. Samoin sivukivilouhe on tiivistynyt täytön aikana siten, että mahdolliset suurimmat painumat ovat jo tapahtu-neet ennen peittorakenteen rakentamista. Rakennusvaiheen 7 sivukivitäyttö tehdään suurimmaksi osaksi pohjamaan päälle. Tarvittavat massanvaihdot tehdään kuitenkin esimerkiksi huoltotien alle.
BAT-päätelmä 23: Kaivannaisjätteen sijoitusalueen fysikaalisen vakavuuden seuranta ja tarkkailu	
BAT 23: Kaivannaisjätteen sijoitusalueiden fysi-kaalisen vakavuuden seuranta ja tarkkailu	Sivukivialueen alapuolisten vesien ja suotovesien määrää ja laatua tarkkaillaan säännöllisesti. Sivukivialueen mahdollisia muodonmuutoksia seurataan sekä tarkastuskäynneillä että satelliittiperustaisella seuran-nalla (InSAR-mittaukset).

BAT-päätelmä 24: Kaivannaisjätteen sijoitusalueen fysikaalisen vakavuuden seuranta ja tarkkailu	
BAT 24a: Kelpoisuustarkastelut (kolmannen osapuolen kanssa tai ilman)	Kaivannaisjätealueiden tiivisrakenteiden rakentamista valvoo ulkopuolinen laadunvalvoja.
BAT 24b: Sisäinen auditointi	Toimintatapa on määriteltä EHSQ-toimintamallissa, ks. BAT 1
BAT 24c: Ulkoinen auditointi	Toimintatapa on määriteltä EHSQ-toimintamallissa, ks. BAT 1
Kaivannaisjätteiden fysikaalisen ja kemiallisen pysyvyyden hallinta	
BAT-päätelmä 30: Haitta-aineiden liukenemisen estäminen tai vähentäminen	
BAT 30c: Vaiheittainen kunnostus	ks. BAT 38 a
BAT-päätelmä 31: Happaman kaivosvaluman muodostumisen estäminen tai vähentäminen	
BAT 31a: Kiviaineksen happaman valumaveden (ARD) hallintajärjestelmä	Potentiaalisesti happoa tuottavien sivukivien ominaisuudet on huomioitu asianmukaisesti johtamisjärjestelmässä ja ympäristönhallintajärjestelmässä.
BAT 31b: Potentiaalisesti happoa tuottavan (PAG) ja tuottamattoman (NAG) kaivannaisjätteen erottelu lajittelun ja valikoivan käsittelyn/läjäyttämisen avulla	ks. BAT 7b
BAT 31f: Pohjarakenteena tiivis keinotekoinen materiaali	ks. BAT 35b
BAT 31g: Vaiheittainen kunnostus	ks. BAT 38a
BAT 31i: Vettä läpäisemättömät ja alhaisen virtaaman kuivapeitot	ks. BAT 38e
BAT 31k: Vesipeitot	ks. BAT 38g
Pohjaveden tilan huononemisen ja maaperän pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen	
BAT-päätelmä 35: Pohjarakenteet ja (fysikaaliset) esteet	
BAT 35b: Pohjarakenteena tiivis vettä läpäisemättömän keinotekoinen materiaali	Rakennusvaiheiden 1–6 pohjarakenne on rakennettu vettä läpäisemättömänä (HDPE-kalvolla) riittävä kuivatusjärjestelmä huomioiden.
BAT-päätelmä 37: Vesijakeiden hallinta	
BAT 37c: Maan päälle rakennetun kiinteän jätteen sijoitusalueen kuivatusjärjestelmät ks. BAT 21b	
BAT-päätelmä 38: Kaivannaisjätteen sijoitusalueiden peittäminen	
BAT 38a: Vaiheittainen kunnostus	Sivukivialueen KL1 sulkemistoimenpiteet aloitetaan kaivoksen tuotannon aikana ja sulkeminen tehdään vaiheittain.
BAT 38c: Kasvillisuuspeitot	Sekä rakennusvaiheiden 1–6 että 7 pintamaakerrokset kasvitetaan.
BAT 38d: Läpäisevät kuivapeitot	Rakennusvaiheen 7 peittorakenne rakennetaan vähintään 500 mm:n paksuisesta pintamaakerroksesta.
BAT 38e: Läpäisemättömät alhaisen virtaaman kuivapeitot	Rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteeseen rakennetaan LLDPE-kalvosta tiivisrakenne, joka rajoittaa hapen ja veden pääsyä sivukivitäyttöön. Peittorakenteen ja tiivisrakenteen toimintaa seurataan ja tarvittaessa ylläpidetään niin kauan kuin on tarpeellista. Ylläpitäminen pitää sisällään rakenteen tarvittavan kunnostamisen ja tiivisrakenteena käytetyn kalvon mahdollisen paikkaamisen sekä mahdollisen pintamaakerroksen eroosioaurioiden korjaamisen tarvittaessa.
BAT 38g: Vesipeitot	Mustaliuskesivukiven läjittäminen kaivostäyttöön on selvitetävänä.
BAT-päätelmä 40: Maaperä- ja pohjavesipäästöjen seuranta ja tarkkailu	

BAT 40. Maaperä- ja pohjavesipäästöjen seuranta ja tarkkailu	Pohjaveden laatua seurataan ja tarkkaillaan tarkkailuohjelman mukaisesti.
	Mahdollisesti pilaantuneet maa-alueet kartoitetaan sivukivialueen KL1 lähistöllä.
BAT-päätelmä 41: Maaperä- ja pohjavesipäästöjen seuranta ja tarkkailu	
BAT 41a: Lämpösiirteiden pohjarakenteen vuodontarkkailujärjestelmä	Suotovesialtaiden DP8 ja DP9 rakenteiden toimivuutta tarkkaillaan. Sivukivialueen suojapumppauksia seurataan. Alueen putkistojen (erityisesti DP8/9-altailta lähtevä turve-eristetty putkilinja) kuntoa tarkkaillaan.
BAT 41c: Tarkkailukaivot	Tarkkailua tehdään putkilinjojen tarkkailukaivoista, suojapumppausten kaivoista, maa- ja kalliopohjavesiputkista.
Pintavesien tilan huononemisen ehkäiseminen ja vähentäminen	
BAT-päätelmä 42: Kaivannaisjätteiden vaikutusten alaisten vesien muodostumisen ehkäiseminen tai vähentäminen	
BAT 42a: Louhinnasta, rikastuksesta ja/tai kaivannaisjätteiden hallinnasta peräisin olevien ylijäämävesien uudelleen käyttö tai kierrätys	Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 suotovedet johdetaan prosessikiertoon aina silloin kun se on mahdollista.
BAT 42b: Vedenpoistojärjestelmien eriyttäminen toiminnan aikana	Sivukivialueen KL1 ulkopuoliset vedet ohjataan ojien avulla sivukivialueen ulkopuolelle, jotta puhtaat hulevedet eivät joudu kosketuksiin kaivannaisjätteen kanssa toiminnan aikana. Sulkemisen jälkeen peittorakenteen päältä tulevat puhtaat hulevedet johdetaan ympäristöön. Rakennusvaiheiden 1–6 mahdolliset suotovedet johdetaan vesien käsittelyyn tai Kuusijärven louhosjärveen. Rakennusvaiheen 7 suotovedet johdetaan maastoon, vesien käsittelyyn tai Kuusijärven louhosjärveen.
BAT 42c: Kaivannaisjätteiden peittäminen	ks. BAT 38a ja BAT 38e
BAT 42d: Maisemointi ja maastonmuotojen uudelleen rakentaminen	Sivukivialue KL1 kasvitetaan peittorakenteen rakentamisen jälkeen.
BAT-päätelmä 43: Kaivannaisjätteiden vaikutuksen alaisten vesien kerääminen ja käsittely	
BAT 43: Kaivannaisjätteiden vaikutuksen alaisten vesien kerääminen ja käsittely	Kuusilammen louhoksen ollessa toiminnassa sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 suotovedet johdetaan joko prosessikiertoon tai ennen ympäristöön purkamista aktiiviseen vesienkäsittelyyn. Johtamalla suotovesi bioliuotuksen korvausvedeksi liuenneet metallit voidaan hyödyntää tuotannossa. Rakennusvaiheen 7 suotovedet johdetaan tarvittaessa vesienkäsittelyyn. Kuusilammen louhoksen toiminnan loputtua rakennusvaiheilla 1–6 mahdollisesti muodostuvat suotovedet johdetaan Kuusilammen louhosjärveen, jossa vesiä tarpeen mukaan käsitellään aktiivisilla ja/tai passiivisilla vesienkäsittelymenetelmillä. Rakennusvaiheen 7 suotovedet johdetaan laadun perusteella joko maastoon tai vesienkäsittelyyn. Kuusilammen louhoksen toiminnan loputtua käsittelyä vaativat suotovedet varaudutaan johtamaan Kuusilammen louhosjärveen, ellei niitä voida käsitellä passiivisilla vesienkäsittelymenetelmillä viivästysaltaan yhteydessä.
BAT-päätelmä 45: Suspensiossa olevan kiintoaineksen tai (orgaanisten) nesteiden poistaminen	

BAT 45a: Painovoimainen erotus laskeutusaltaissa	Sivukivialueen KL1 peittorakenteen päältä tulevat puhtaat pintavedet johdetaan laskeutusaltaiden kautta ympäristöön.
BAT-päätelmä 46: Liuenneiden aineiden poistaminen	
	Sulkemisen jälkeen suotovesien osalta selvitetään passiivisten vesienkäsittelymenetelmien toimivuutta. Vesiä hyödynnetään myös toiminnan aikana tuotannon korvausvetenä, jolloin niiden metallisisältö voidaan hyödyntää tuotannossa.
BAT-päätelmä 47: Kaivannaisjätteiden vaikutuksen alaisten vesien neutralointi ennen purkua	
BAT 47a: Aktiivinen käsittely	ks. BAT 43
BAT-päätelmä 48: Pintavesiin kohdistuvien päästöjen seuranta ja tarkkailu	
BAT 48: Pintavesipäästöjen tarkkailu	Tarkkailua tehdään tarkkailuohjelman mukaisesti toiminnan aikana ja sulkemisen jälkeen niin pitkään kuin tarpeellista.
Ilmapäästöjen ehkäiseminen ja vähentäminen	
BAT-päätelmä 49: Kaivannaisjätteiden paljailta pinnoilta peräisin olevan pölyämisen ehkäiseminen tai vähentäminen	
BAT 49c: Maisemointi ja maastonmuotojen uudelleen rakentaminen	ks. BAT 42d
BAT 49d: Vaiheittainen kunnostus	ks. BAT 38a
BAT 49f: Kasvillisuuspeitot	ks. BAT 38c
BAT 49g: Läpäisevät kuivapeitot	ks. BAT 38d
BAT 49h: Läpäisemättömät alhaisen virtaaman kuivapeitot	ks. BAT 38e
BAT-päätelmä 52: Ilmaan kohdistuvien päästöjen seuranta ja tarkkailu	
BAT 52. Ilmaan kohdistuvien päästöjen seuranta ja tarkkailu	Tarkkailua tehdään tarkkailuohjelman mukaisesti toiminnan aikana ja sulkemisen jälkeen niin pitkään kuin tarpeellista.
Muiden ihmisen terveyteen ja ympäristöön kohdistuvien vaikutusten ehkäiseminen ja vähentäminen	
BAT-päätelmä 53: Kaivannaisjätteen käsittelystä aiheutuvan melun ehkäiseminen ja pienentäminen	
BAT 53a: Meluvallit	Alueen täyttö tehdään tarvittaessa pengerryksen takaa. Alueella on jatkuvatoiminen melumittaus ja mikäli sulkemisrakenteen toteuttamisessa havaitaan poikkeuksellista melua, voidaan erikseen suunnitella mahdollisesti tarvittavat toimenpiteet.
BAT 53c: Maisemointi ja maastonmuotojen uudelleen rakentaminen	ks. BAT 42d
BAT-päätelmä 55: Kaivannaisjätteiden hallinnan maisemavaikutusten ja maankäytön jalanjäljen ehkäiseminen tai minimoiminen	
BAT 55a. Kaivannaisjätteiden muodostumisen ehkäiseminen	ks. BAT 6a, 6b, 6c
BAT 55d. Maisemointi ja maastonmuotojen uudelleen rakentaminen	ks. BAT 42d
BAT-päätelmä 56: Kaivannaisjätteiden hallinnan aiheuttaman energian ja aineiden kulutuksen minimointi	
BAT 56a: Energiankulutuksen vähentäminen	ks. BAT 11, esimerkiksi peittorakenteiden materiaalien kuljetus- ja väliavarastointialueiden tunnistaminen energiankulutuksen näkökulmasta
BAT 56b: Vedenkulutuksen vähentäminen	Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 suotovesiä käytetään prosessivetenä.
BAT-päätelmä 57: Luonnon radioaktiivisia aineita (NORM) sisältävien kaivannaisjätteiden hallinnan vaikutusten ehkäiseminen tai minimoiminen	

BAT 57a. Luonnon radioaktiivisten aineiden seurantasuunnitelma	Alueen tuotannonaikaisista vaikutuksista on tehty luonnonsäteilylle altistavan toiminnan turvallisuusarvio. Sen perusteella toiminta ei ole säteilytoimintaa. Terrafamen ympäristötarkkailussa on laajasti mukana uraanipitoisuuden tarkkailu (jätteet, leijuma, laskeuma, vesijakeet jne.). Toiminnan uraanitase päivitetään aina tarvittaessa (muutosten yhteydessä) ja raportoidaan ympäristötarkkailun yhteydessä.
BAT 57b. Kaivannaisjätteen lajittelu ja valikoiva käsittely	ks. BAT 7b

Arvio ympäristön kannalta parhaan käytännön (BEP) soveltamisesta

Sulkemissuunnittelussa ja suunnitteluratkaisuissa on huomioitu metallimalmikaivannaissektorin parhaat ympäristökäytännöt (BEP). Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheet 1–6 suljetaan tiiviillä peittorakenteella, jolla rajoitetaan veden ja hapen pääsyä sivukivitäyttöön ja vähennetään merkittävästi happamien, metallipitoisten suotovesien määrää ja parannetaan suotovesien laatua. Siten sivukivialueen aiheuttama ympäristökuormitus vähenee nykyiseen tilanteeseen nähden. Rakennusvaiheiden 1–6 alueelta tulevat suotovedet kerätään käsittelyyn tai prosessikiertoon tai varaudutaan johtamaan Kuusilammen louhosjärveen. Myös rakennusvaiheen 7 suotovedet johdetaan tarvittaessa käsittelyyn tai varaudutaan johtamaan Kuusilammen louhosjärveen, jos niitä ei voida johtaa ympäristöön.

Peittorakenteessa käytetään vain puhtaita maa- ja kiviaineksia, joten niistä ei aiheudu ympäristövaikutuksia peittorakenteen päältä tuleviin puhtaisiin valumavesiin.

Sivukivialueen peittorakenteen rakentamisvaiheessa minimoidaan materiaalien kuljetusmatkat. Peittorakenteeseen käytettävien maa- ja kiviainesten arvioidaan löytyvän kaivospiirin alueelta. Sulkemistoimenpiteiden ilmapäästöt ja vaikutukset ilmastoon ovat hyvin vähäiset.

Toiminnassa ei synny jätteitä eikä se lisää ympäristöön kohdistuvia päästöjä tai aiheuta ristikkäispäästöjä. Kokonaisuudessaan toiminnan voidaan katsoa olevan ympäristön kannalta parhaan mahdollisen käytännön mukaista.

TOIMINNAN JA SEN VAIKUTUSTEN TARKKAILU

Ympäristölainsäädäntö edellyttää ympäristöön vaikuttavista hankkeista ja toiminnoista vastaavilta tahoilta ympäristövaikutusten seuranta. Terrafame Oy:n tarkkailu perustuu tällä hetkellä 7.12.2023 päivättyyn tarkkailuohjelmaan. Kainuun ja Pohjois-Savon ELY-keskukset ovat hyväksyneet tarkkailuohjelman 12.9.2023. Hyväksymispäätöksen mukaiset muutostarpeet on päivitetty tarkkailuohjelman 7.12.2023 päivättyyn versioon.

Tarkkailu sisältää käyttö- ja päästötarkkailun, pintavesien tarkkailun, kallaloustarkkailun, sedimentin laadun tarkkailun, pohjavesien tarkkailun, maa-alueiden biologisen tarkkailun, ilman laadun tarkkailun, melutarkkailun ja jätejakeiden kaatopaikkakelpoisuuden tarkkailun.

Käyttötarkkailu

Tämän hakemuksen mukainen toiminta sisällytetään Terrafamen nykyiseen käyttötarkkailuun. Terrafamen käyttötarkkailu on jatkuvaa ja se on alkanut kaivos- ja teollisuustoiminnan käynnistyessä. Käyttötarkkailun tuloksia hyödynnetään päästö- ja vaikutustarkkailutulosten raportoinnissa, muun muassa poikkeuksellisten kuormitusilanteiden tarkastelussa. Olennaisena osana käyttötarkkailuun kuuluu myös ympäristönsuojelurakenteiden kunnon ja toiminnan tarkkailu.

Rakentaminen

Rakentamisen aikana tarkkaillaan mm. peittorakenteessa käytetyn materiaalin määrää, laatua ja sijoitusta sekä käytettyjen menetelmien toimivuutta sekä alueella muodostuvan sade- ja sulamisveden laatua. Lisäksi seurataan rakentamisen aikaisten vesiensuojelurakenteiden kuntoa ja kirjataan pöly- ja meluhavainnot, tiedot poikkeustilanteista sekä ympäristövahingoista ja onnettomuuksista. Rakentamisessa noudatetaan laadunvalvontaohjetta ja työn seurannassa käytetään riippumattonta ulkopuolista valvojaa.

Valmis peittorakenne

Peittorakenteen muodonmuutoksia ja liikkumista luiskassa seurataan satelliittipohjaisesti. Lisäksi peittokerroksen pysyvyyttä seurataan silmämääräisesti rakentamisen aikana päivittäin, sen jälkeen kuukausittain sekä erityisesti rankkasateiden aikana ja niiden jälkeen. Alueen säätilasta seurataan haihduntaa ja sadantaa sekä ilman lämpötilaa.

Rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen tiivisrakenteen kaasunläpäisevyyttä esitetään tarkkailtavaksi kaasumittauksilla kalvon alapuolelta. Rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen toimivuutta seurataan myös suotoveden laatua ja määrää seuraamalla sekä tarvittaessa lysimetrin avulla.

Lisäksi maisemoinnin kasvillisuuden kasvuunlähtöä sekä mahdollisten vieraskasvilajien leviämistä alueelle tarkkaillaan visuaalisesti ja esimerkiksi kuvausoptereiden avulla. Vieraslajit poistetaan ja hävitetään asianmukaisesti, mikäli niitä alueella havaitaan.

Vesijakeiden tarkkailu

Tämän hakemuksen mukainen toiminta sisällytetään Terrafamen ympäristötarkkailuun, joka koostuu mm. toiminnan vesipäästöjen, ympäröivien vesimuodostumien ja ilmanlaadun tarkkailusta. Terrafamella teh-

dään laajan ympäristötarkkailuohjelman mukaisen velvoitetarkkailun lisäksi kattavasti omaa ympäristötarkkailua. Velvoitetarkkailun näytteenottoja ja mittauksia toteuttaa pääasiassa ulkopuolinen asiantuntijayritys. Ympäristötarkkailua on sekä jatkuvatoimista että kertaluonteista.

Rakenteen alapuolisten vesien tarkkailu

Sivukivialueen KL1 tiiviin pohjarakenteen alapuolisia vesiä tarkkaillaan sivukivialueen sulkemisen jälkeen toistaiseksi nykyisen tarkkailuohjelman mukaisesti. Käyttötarkkailua vesien laadusta tehdään viikoittain ja muodostuvan veden määrää tarkkaillaan. Ulkopuolinen näytteenottaja ottaa vesistä näytteet neljä kertaa vuodessa. Näytteistä tutkitaan mm. sähkönjohtavuus, pH, alkaliniteetti, sulfaatti, metallien liukoiset ja kokonaispitoisuudet ja kokonaisfosfori sekä -typpi. Tarkkailua tehdään niin kauan kuin se katsotaan tarpeelliseksi vesien johtamisen kannalta.

Suotovesien tarkkailu

Sivukivialueen rakennusvaiheiden 1–6 alueella mahdollisesti muodostuvat peittorakenteen kalvon alapuoliset suotovedet johdetaan sulkemisen jälkeen nykyisten alaiden DP8 ja DP8 kautta prosessiliuoskiertoon tai vesienkäsittelyyn. Kuusilammen avolouhoksen toiminnan loputtua mahdollisesti muodostuvat suotovedet varautumaan johtamaan Kuusilammen avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen. Suotovesimäärien seuraamiseksi DP8- ja DP9-kanaaleihin asennetaan tarvittaessa virtaamamittauskaivot.

Rakennusvaiheen 7 suotovedet johdetaan laadun perusteella joko vesienkäsittelyyn tai maastoon. Kuusilammen avolouhoksen toiminnan loputtua käsittelyä vaativat suotovedet varautumaan johtamaan Kuusilammen avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen.

Suotovesien laatua seurataan toistaiseksi nykyisen tarkkailuohjelman mukaisesti viikoittain yhtiön omassa laboratorioissa. Lisäksi ulkopuolinen näytteenottaja ottaa suotovedestä näytteet neljä kertaa vuodessa. Tarkkailua tehdään niin kauan kuin se katsotaan tarpeelliseksi vesien johtamisen kannalta. Näytteistä määritetään seuraavan taulukon mukaiset analyysit.

Viikoittain	Neljännesvuosittain lisäksi
Lämpötila Sähkönjohtavuus pH Kiintoaine Sulfaatti (SO ₄) Metallien kokonaispitoisuudet: Cu, Ni, Zn, U, Mn, Fe, Na, Ca, Mg, Al	Metallien kokonaispitoisuudet: As, Ba, Co, Cr, V, Pb, Sb, Sr Metallien liukoiset pitoisuudet: Ni, Pb, Cd, Hg kok.fosfori, kok.typpi, COD _{Mn} , NO ₂₊₃ -N, NH ₄ -N

Vesipäästötarkkailu

Hankkeen myötä ympäristötarkkailuun ehdotetaan lisättäväksi kahdeksan (8) uutta tarkkailupistettä, joista seitsemän lisätään sivukivialueen KL1 uusien laskeutusaltaiden purkupisteille ja yksi imeytyskentän yhteyteen. Veden laatua tarkkaillaan vähintään viikoittain osana Terrafamen käyttötarkkailua. Näytteistä analysoidaan keskeiset alkuaineet (esim. Ni, Zn, Cu, Mn, Fe, U) liukoisina ja/tai kokonaispitoisuuksina, pH, sähköjohtavuus, sulfaatti, kiintoaine ja sameus. Velvoitetarkkailun tarkkailuajankohtiin, näytepisteisiin tai näytteistä tehtäviin analyyseihin ei ole hankkeen myötä tarve esittää muutoksia.

Mikäli peittorakenteen päältä muodostuvien pintavesien tarkkailun yhteydessä vedenlaadussa todetaan heikkenemistä, vedet voidaan johtaa vesien käsittelyyn.

Rakentamisen aikaista kiintoainepitoisuuden tarkkailua tullaan tekemään yli 10 hehtaarin kokoisille yhtenäisille rakentamisalueille.

Vaikutustarkkailu

Tämän hakemuksen mukainen toiminta sisällytetään Terrafamen olemassa olevaan vaikutustarkkailuun siten, että muutoksia tarkkailuohjelmaan ei yhtiön näkemyksen mukaan tarvitse tehdä. Vaikutustarkkailu on ympäristön tilan velvoitetarkkailua ja sitä suoritetaan viranomaisen hyväksymän tarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailu toteutetaan pääasiassa ulkopuolisen asiantuntijan toimesta ja vaikutustarkkailun tulokset raportoidaan viranomaisille vuosittain ulkopuolisen asiantuntijan toimesta.

Nykytilassa Terrafamen ympäristövaikutusten tarkkailu käsittää pintavesien laadun tarkkailun, pintavesien biologisen tarkkailun, kalaston ja kalastuksen tarkkailun, sedimenttien laadun tarkkailun, pohjavesien tarkkailun, maa-alueiden biologisen tarkkailun, ilmanlaadun tarkkailun, melutarkkailun, värinätkkailun ja Kolmisopen säännöstelyn tarkkailun. Terrafame tulee asennuttamaan uusia pohjaveden tarkkailuputkia KL1 ympäristöön ympäristöluvan 87/2022 vaatimusten ja Kainuun ELY-keskuksen hyväksymän suunnitelman mukaisesti.

Raportointi

Hankkeen mukaisen toiminnan tarkkailun raportointi liitetään osaksi Terrafamen nykyisen toiminnan tarkkailun raportointia. Tarkkailuohjelmat päivitetään ja hyväksytetään valvovalla viranomaisella ennen toiminnan aloittamista. Tarkkailutuloksista tehdään vuosiraportti, joka toimitetaan viranomaiselle tarkkailuvuotta seuraavan vuoden alussa. Raportissa esitetään määrä- ja laatutulosten lisäksi päästölähteiden sijainnit, näytteenottopisteiden sijainnit, uusien tarkkailupisteiden tiedot, näytteenottoajankohdat sekä mahdolliset poikkeukselliset havainnot. Raportista ilmenevät myös käytetyt analyysimenetelmät ja lausunnot ympäristön tilasta.

VAKUUS

Kaivannaisjätealueita koskeva ja jätehuollon varmistamiseksi asetettava vakuus

Sivukivialueen KL1 sulkeminen sisältyy sivukivialuetta KL1 koskevassa ympäristölupapäätöksessä nro 107/2023 lupamääräyksen 46 mukaisesti yhtiön sivukivialueelle KL1 asetettavaan vakuuteen (kuvattu edellä kertoelman kohdassa ”Sivukivialueen KL1 ympäristö- ja vesitalouslupa nro 107/2023”).

Terrafamen arvion mukaan tämänhetkisen yleissuunnitelmaan perustuvan kustannusarvion mukaisesti yksikköhinta riittää sivukivialueen sulkemiseksi. Terrafame on tarkastellut 2023 aikana rakennusyksikkökustannusta suoritetasolla huomioiden mm. materiaalien, niiden kuljetusten, logistiikan työsuoritusten, laadun varmistuksen, työnjohdon ja valvonnan kustannukset.

Lisäksi sivukivialueen suotovesien käsittelylle ja tarkkailulle sulkemisen ja jälkihoitovaiheen aikana on asetettu 5 000 000 euron vakuus (sis. alv), minkä vuoksi alueen vesienhallinnalle ei tarvitse asettaa erillistä vakuutta.

Yhtiö katsoo, että vakuuksia tulee vapauttaa sulkemisen edetessä vastaavasti suljettuihin pinta-aloihin ja yksikköhintaan perustuen. Yhtiö katsoo, että vakuus voidaan vapauttaa kokonaan eikä rakenteen ylläpitoon ole tarpeellista jättää erillistä vakuutta.

VAHINKOARVIO JA VAHINKOA ESTÄVÄT TOIMENPITEET

Sivukivialueen KL1 sulkemisen vesipäästöistä ei arvioida aiheutuvan korvattavaa vahinkoa tai haittaa rantatiloille, vesialueen omistajille eikä myöskään kaupallisille kalastajille. Vesistöpäästöjä estetään ja haitallisia vaikutuksia vähennetään mm. valitsemalla sellaisia työmenetelmiä, että peittorakenteen rakentamisesta aiheutuva alueella syntyvien hulevesien samentuminen jää mahdollisimman vähäiseksi. Toteutettavat laskeutusaltat pidättävät pääosan hulevesien mukana kulkeutuvasta kiintoaineksesta sekä rakentamisen aikana että sen jälkeen. Myös sivukivialueen reunaajat tasaavat virtaamaa ja pidättävät kiintoainesta.

Hankkeesta aiheutuvia muita ympäristöhaittoja ja mahdollisia vahinkoja ehkäistään liikenteen ja muun toiminnan päästöjen, etenkin pölyn ja melun hallinnan, ympäristövaikutusten seurannan sekä onnettomuus- ja poikkeustilanteisiin reagoinnin avulla. Pölypäästöistä aiheutuvan mahdollisen haitan vähentämiseksi keskeinen toimenpide ovat kuljetuksista aiheutuvan pölyn hallinta. Teiden kastelu vähentää merkittävästi pölyämistä sekä teollisuusalueen sisä- että ulkopuolella. Meluhaittoja voidaan lieventää työmenetelmien sekä melua aiheuttavien töiden ajankohdan valinnalla.

HAKIJAN ESITYS YMPÄRISTÖLUVAN NRO 87/2022 LUPAMÄÄRÄYKSEN 186 MUUTTAMISEKSI

Terrafame hakee muutosta ympäristölupapäätöksen 87/2022 lupamääräykseen 186 siten, että yksityiskohtaiset, rakennusvaiheittain laaditut rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmat voidaan toimittaa vastaavalle ELY-keskukselle hyväksyttäväksi lupamääräyksen 6 mukaisesti sen jälkeen, kun rakenteen pääperiaatteet on aluehallintovirastossa ratkaistu. Näin on menetelty myös pohjarakenteiden toteuttamisessa.

Edellä mainittu ympäristöluvan nro 87/2022 lupamääräys 6 kuuluu seuraavasti:

”6. Luvan saajan on toimitettava Kainuun ELY-keskuksen hyväksyttäväksi, ellei niitä ole tällä päätöksellä jo hyväksytty, uusia ympäristönsuojelurakenteita (esimerkiksi kaivannaisjätteen jätealueiden, kaatopaikkojen sekä varastoalueiden pohja-, pinta- ja tiivistysrakenteet, vesien käsittely-yksiköt, liuoskierron altaat, varo- ja varastoaltaat ja altaiden väliset putkikanaalit sekä muut rakenteet, joilla estetään tai vähennetään päästöjen muodostumista ja leviämistä ympäristöön) koskevat, tämän päätöksen määräysten mukaisiksi tarkistettut ja päivitetyt yksityiskohtaiset rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmat viimeistään kolme kuukautta ennen niiden rakentamisen aloittamista.

Olemassa olevien ympäristönsuojelurakenteiden korjaamisesta tai muuttamisesta on esitettävä vastaavat suunnitelmat ja työselostukset ELY-keskuksen kanssa sovitussa aikataulussa. Ympäristönsuojelurakenteen voi ottaa käyttöön, kun Kainuun ELY-keskus on riippumattoman valvojan yhteenvedon ja laadunvalvontakokeiden tulosten perusteella todennut tehtyjen rakenteiden täyttävän niille asetetut vaatimukset.”

TOIMINNAN ALOITTAMINEN MUUTOKSENHAUSTA HUOLIMATTA

Terrafame Oy hakee ympäristönsuojelulain 199 §:n mukaista lupaa luvanvaraisen toiminnan aloittamiseen mahdollisesta muutoksenhausta huolimatta. Perusteluina toiminnan aloittamiselle esitetään seuraavat asiat:

- Sivukivialueen KL1 sulkeminen on välttämätöntä toiminnan jatkuvuuden kannalta. Lupapäätöksessä nro 107/2023 on esitetty lupamääräys täyttötoimintojen suunnittelusta ja toteutuksesta siten, että ympäristöluvan mukaisella rakenteella sulkematta olevan jätealueen laajuus on joka tilanteessa enintään 100 hehtaaria, joten tuotannon jatkuvuuden varmistamiseksi sivukivialueen KL1 sulkeminen vaiheittain aloittaa suunnitellussa aikataulussa.
- Lisäksi sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemisen myötä alueella muodostuvien happamien ja metallipitoisten suotovesien määrä pienenee merkittävästi, jolloin yhtiön vesikier-

rossa vapautuu kapasiteettia muiden vesien käsittelylle. Kun sivukivialueella peittorakenteen päällä syntyvä puhdas pintavalunta voidaan ohjata kaivospiirin ulkopuolelle nykyisille virtausreiteille, vesienkäsittelyprosessissa vapautuu kapasiteettia muiden toimintojen pinta- ja suotovesien käsittelyyn ja varastointiin ja/tai vesienhallinta-alue pienenee ja käsiteltävän veden määrä vähenee. Sulkemisen aloittamisen viivästymisestä voi aiheutua hakijalle kohtuutonta haittaa.

- Luvan mukaiset toimenpiteet voidaan suorittaa tuottamatta ympäristölle, sen toiminnalle tai käytölle huomattavaa haittaa eikä päätöksen täytäntöönpano tee muutoksenhakua hyödyttömäksi.
- Jos lupapäätös kumottaisiin tai luvan ehtoja muutettaisiin, eikä toteutettua rakennetta voitaisi kohtuudella muuttaa vastaamaan muutettua päätöstä, ei ennallistaminen lupaa edeltävään tilaan ole tarkoituksenmukaista tai ympäristöturvallisuuden kannalta välttämätöntä. Toteutetut sulkemISRakenteet voidaan tarvittaessa jättää ilman ympäristöriskejä mahdollisen uuden muutetun sulkemISRakenteen alapuolelle tai hyödyntää uuden sulkemISRakenteen osana. Tämänkin vuoksi muutoksenhaku ei olisi hyödytöntä.

Vakuus

Hakija esittää toiminnan aloittamiselle 10 000 euron vakuutta lupapäätöksen kumoamisen tai lupamääräysten muuttumisen varalta. Vakuus ei sisällä arvonlisäveroa. Tarvittavan vakuuden on arvioitu olevan kohtalaisen pieni, koska tarvittaessa tehdyt sulkemISRakenteet on mahdollista jättää uuden luvan mukaisen rakenteen alapuolelle tai käyttää tehtyä rakennetta osana sulkemISRakennetta eikä varsinaisia palauttavia toimenpiteitä ole tarpeen tehdä. Lähinnä lupamääräysten muuttaminen aiheuttaisi suunnitelmien päivittämisen, joka pystytään toteuttamaan asetettavalla vakuudella.

HAKEMUKSEN KÄSITTELY

Hakemuksen täydennykset

Hakemusta on täydennetty 11.3.2025, 10.4.2025, 6.5.2025 ja 20.5.2025. Täydennysten olennainen sisältö käy ilmi kertoelmaosasta, jossa on ajantasainen tieto asiasta.

Hakemuksen kuuluttamisen ja tiedoksiantamisen jälkeen toimitetuissa täydennyksissä on tarkennettu Vaasan hallinto-oikeuden 19.12.2024 antamien päätösten vaikutusta hakemuksen mukaiseen sulkemiseen, täydennetty kaivannaisjätteiden pitkäaikaistestauksien tuloksia kosteuskammiokokeiden viikoille 154 ja/tai 162 asti, tarkennettu läjitettyjen sivukivien määriä ja suotovesien laatua ja määriä, sekä perusteltu esitettyä peittorakennetta ympäristögeoteknisestä näkökulmasta. Hakemuksen kuuluttamisen ja tiedoksiantamisen jälkeen toimitetut täydennykset eivät

ole tuoneet esiin sellaista päästöihin tai ympäristövaikutuksiin liittyvää tietoa tai muuta yleiseen etuun tai asianosaisten oikeuteen tai etuun vaikuttavaa tietoa, että asiaa olisi ollut tarpeen kuuluttaa ja antaa tiedoksi uudelleen tai pyytää asiasta uusia lausuntoja.

Hakemuksesta tiedottaminen

Hakemuksesta on tiedotettu julkaisemalla kuulutus ja hakemusasiakirjat lupaviranomaisen verkkosivuilla osoitteessa <https://ylupa.avi.fi> 17.10.–25.11.2024. Tieto kuulutuksesta on julkaistu myös kuntien yleisessä tietoverkossa Sotkamon kunnan verkkosivuilla. Hakemusta koskeva ilmoitus on julkaistu Kainuun Sanomat, Sotkamo-lehti ja Miilu-lehti -nimisissä sanomalehdissä.

Hakemuksesta on lisäksi erikseen annettu tieto niille asianosaisille, joita asia erityisesti koskee.

Aluehallintovirasto on pyytänyt hakemuksen johdosta lausunnon Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY-keskus) ympäristö ja luonnonvarat -vastuualueelta, Lapin ELY-keskuksen kalatalousviranomaiselta, Pohjois-Savon ELY-keskuksen ympäristö ja luonnonvarat -vastuualueelta, Pohjois-Savon ELY-keskuksen kalatalousviranomaiselta, Sotkamon kunnalta ja Sotkamon kunnan ympäristönsuojelu- ja terveydensuojeluviranomaisilta, Sonkajärven kunnalta ja Sonkajärven kunnan ympäristönsuojelu- ja terveydensuojeluviranomaisilta, Kajaanin kaupungilta ja Kajaanin kaupungin ympäristönsuojelu- ja terveydensuojeluviranomaisilta, Geologian tutkimuskeskukselta, Säteilyturvakeskukselta, kaivosviranomaiselta (Tukes) ja Kainuun pelastuslaitokselta.

Lausunnot

1. Kainuun ELY-keskus / Ympäristö ja luonnonvarat -vastuualue

Kainuun ELY-keskus on vuonna 2022 myöntänyt Terrafame Oy:lle poikkeamislupan (KAIELY 408/2018) luonnonsuojelulain luontodirektiivin liitteen IV (a) lajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen heikentämisen ja hävittämiskieltoon koskien kolmea lepakoiden asuttamaa rakennusta. Näistä Kuusimäen rakennus sijaitsee KL1 alueella. Päätöksestä on valittu Pohjois-Suomen hallinto-oikeuteen, eikä poikkeamislupa siten ole vielä lainvoimainen. Alueella sijaitsevaa Kuusimäen rakennusta ei saa toimenpiteissä hävittää ennen kuin lupa on saanut lainvoiman.

Kainuun ELY-keskus on 26.4.2024 antanut poikkeamislupapäätöksen (KAIELY/99/2023) rauhoitetun valkolehdokin osalta kolmen esiintymän hävittämiseen. Esiintymistä yksi sijaitsee Munninmäellä, sivukiven varastointiin suunnitellulla KL1-alueilla. Päätös on lainvoimainen, joten Kainuun ELY-keskuksella ei sen osalta ole huomauttamista.

Sivukivialueen täyttö ja sulkemistoimenpiteet tulee suunnitella ja toteuttaa huolellisesti, jotta sivukivialueen pölyämisestä aiheutuva haitta voidaan sivukivialueen täytön ja sulkemisen aikana minimoida. Oletetta-

vasti louhepinta on alttiimpi tuulen ja veden eroosiolle ja pölyä herkemmin. Terrafamen tulee minimoida sivukivialueen pölyämisestä aiheutuva haitta esimerkiksi kiilaamalla ja luiskaamalla tai peittämällä louhepinta suunnitelmallisesti ja järjestelmällisesti osana täyttösuunnittelua. Sulkemistoimenpiteissä tulee noudattaa huolellisuutta, jotta sivukivialue ei joudu alttiiksi eroosiolle ja sortumille. Alueelle tulee istuttaa kasvillisuutta mahdollisimman nopeasti peittorakenteiden valmistumisen jälkeen pintamaakerroksen eroosioriskin pienentämiseksi.

Vesienhallinnan YVA menettelyssä vuonna 2017 on käsitelty mahdollisten uusien sivukivialueiden vaikutukset juoksetettaviin vesiin ja kuormitukseen. Sivukivialue KL1 on ollut aluevarauksena mukana myös vuonna 2017 tuotanto YVA:ssa. Kainuun ELY-keskus on antanut perustellun päätelmän vesienhallinta YVA:sta 28.7.2027 (*oikeastaan 28.7.2017*) ja tuotanto YVA:sta 21.12.2017. Lisäksi sulkemistoimenpiteitä on käsitelty vuonna 2021 Kolmisoppi YVA:ssa, josta Kainuun ELY-keskus on antanut perustellun päätelmän 21.2.2022. ELY-keskus toteaa, että YVA on ajantasainen sivukivialueen KL1 sulkemisen osalta.

2. Pohjois-Savon ELY-keskus / Ympäristö ja luonnonvarat -vastuualue

Pohjois-Savon ELY-keskuksen ympäristö- ja luonnonvarat vastuualue (jäljempänä POSELY) käsittelee lausunnossaan toimialueelleen potentiaalisesti ulottuvia vaikutuksia, jotka käytännössä voivat hakemuksen mukaisen toiminnan osalta aiheutua sivukivialueelta Vuoksen vesistöalueelle kohdentuvasta pintavalunnasta ja suotovesikuormituksesta.

POSELY tuo esille, että Vaasan hallinto-oikeus on 19.12.2024 antanut päätöksen 1739/2024, jossa aluehallintoviraston 29.6.2023 antaman päätöksen 107/2023 lupamääräyksiä on muutettu mm. sivukivialue KL1 pohjarakenteiden osalta, joka tulee POSELYn näkemyksen mukaan ottaa huomioon asiaa ratkaistaessa.

Sivukivialueelle KL1 läjitettävä mustaliuske omaa potentiaalin aiheuttaen merkittäviä ympäristöhaittoja, jonka vuoksi alueen sulkemisen suunnittelu ja toteutus vaatii tarkkuutta ja huolellisuutta. Sulkemis- ja jälkihoitoratkaisujen tulee perustua parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan, jota kaivannaisjätteiden hallinnan osalta koskee MWEI BREF-asiakirja. Sulkemista ja jälkihoitoa koskevien BAT-tekniikoiden soveltuvuus tulee osoittaa BAT 5-mukaisen tapauskohtaisen riskiperusteisen arvioinnin varmistuen kaivannaisjätteiden ja -jätealueiden pitkän aikavälin kemiallinen ja fysikaalinen vakaus huomioiden kohteen ympäristöolosuhteet ja erityispiirteet.

Terrafamen sekä alueella aiemmin toimineen Talvivaara Oy:n toiminnasta aiheutuneiden purkuvesien kuormitus on kohdistunut Kivijoen valuma-alueen latvavesiin, mikä näkyy nykyisellään niiden tilassa. Tähänastinen toiminta on näkynyt myös Sopenjoen valuma-alueella tarkkailussa olevan Iso-Savonjärven sulfaatti- ja metallipitoisuuksissa selvästi, vaikka varsinaisesti vesiä ei ole kyseiseen suuntaan johdettu. Alueelta johtuvien vesien aiheuttamaan hajakuormitukseen ja sen hallintaan sekä tarkkailuun tulee kiinnittää erityistä huomiota. Sivukivialueelta

KL1 aiheutuvan vesistökuormituksen suhteen tulee huomioida vesienhoidon ympäristötavoitteet suhteessa kuormitusvaikutusten alaisiin vesimuodostumiin.

3. Pohjois-Savon ELY-keskus / Järvi-Suomen kalatalouspalvelut

Järvi-Suomen kalatalouspalvelu lausuu toiminta-alueelleen kohdistuvista mahdollisista kalataloudellisista vaikutuksista Vuoksen vesistöalueella.

Terrafame Oy:n toiminnoille on määrätty ympäristöluvassa kalatalousmaksu ja kalataloudellinen tarkkailuvelvoite niin Oulujoen kuin Vuoksen vesistöalueen suuntaankin. Esitetyn suunnitelman mukaan hankkeella ei arvioida olevan vaikutuksia Vuoksen vesistöalueen Kivijoen tai Sopenjoen valuma-alueiden nykytilaan, eikä näin ollen ole esitetty kalatalousmaksua tai tarkkailuvelvoitetta hankkeen osalta.

Terrafamen esittämät tavoitepitoisuudet peittorakenteen päältä tuleville hulevesille ja pohjarakenteen alapuolisille vesille, joiden alittuessa voitaisiin vedet johtaa ympäristöön, ovat korkeat alapuolisten vesistöjen luonnollisiin pitoisuuksiin ja ympäristölaatunormeihin verrattuna. Kyseisiä tavoitepitoisuuksia tulisi arvioida uudelleen niin etteivät ne aiheuta alapuolisissa vesistöissä kuormitusvaikutuksia. Sivukivialueelta KL1 suotautuvat vedet ovat hyvin happamia ja metallipitoisia. Suotovesien puhdistukseen ja neutralointiin tulee kiinnittää huomiota ennen kuin niitä lasketaan ympäristöön. Ympäristöön johdettaville vesille tulee asettaa myös pH-raja-arvo, jotta mahdolliset happamat vedet eivät aiheuttaisi alapuolisiin vesistöihin kuormitusta.

Suljetulta ja peitetyltä alueelta suotautuvia vesiä tulee tarkkailla ja puhdistaa niin kauan kuin kuormitusvaikutusta havaitaan.

4. Sotkamon kunnan ympäristönsuojeluviranomainen

Sotkamon kunnan ympäristö- ja tekninen lautakunta lausuu hakemuksesta seuraavaa:

Hakemuksessa esitetään ympäristötarkkailuun lisättäväksi kahdeksan uutta tarkkailupistettä, joista seitsemän lisätään sivukivialueen KL1 uusien laskeutusaltaiden purkupisteille ja yksi imeytyskentän yhteyteen. Lautakunta pitää vesistötarkkailun tehostamista hankkeen yhteydessä hyvänä asiana. Sulkemisen jälkeisessä tarkkailussa tulee ottaa erityisesti suotovesien osalta huomioon, että tarkkailua jatketaan tarpeeksi kauan peittorakenteen toteuttamisen jälkeenkin sekä vesien laadun että vesienkäsittelyrakenteiden osalta, jotta happamia ja metallipitoisia suotovesiä ei pääse suotautumaan pohjaveteen ja voidaan varmistua tavoitepitoisuuksien täyttymisestä. Peittorakenteen päälle muodostuvien hulevesien osalta tulee olla valmius johtaa ne välittömästi vesienkäsitteilyyn myös sulkemisen jälkeen, mikäli vesien laatu ei täytä tavoitepitoisuuksia.

Lautakunta haluaa huomauttaa, että rakennusaikaista melua tulee tarkkailla ja tarkkailussa tulee huomioida yhteisvaikutus alueen muiden melua aiheuttavien toimintojen kanssa. Vaikka hakemuksen mukainen melua aiheuttava toiminta on tilapäistä, on toiminnanharjoittajalla oltava valmius ryhtyä meluntorjuntatoimenpiteisiin, mikäli melun havaitaan aiheuttavan haittaa lähimmille häiriintyville kohteille.

5. Kajaanin kaupungin ympäristönsuojeluviranomainen

Ympäristötekni- sen lautakunnan lupajaosto lausuu Kajaanin kaupungin ympäristönsuojeluviranomaisena hakemuksesta seuraavaa:

Lupajaosto katsoo, että sivukivialueen KL1 koko elinkaaren merkittävimmät ja pitkäkestoisimmat ympäristövaikutukset kohdistuvat pinta- ja pohjavesiin. Sivukivialueen KL1 tarkkailussa tulee pinta- ja suotovesien sekä pohjavesiputkien vesinäytteiden seuranta toteuttaa vähintään hakemuksessa esitetyllä seurantavälillä. Vesistöön johdettavien purkuvesien vesienkäsittelyä ja tarkkailua tulee jatkaa vielä sivukivialueen sulkemisen jälkeenkin niin kauan, kunnes haitta-aineita ei purkuvesissä enää esiinny ja vedet täyttävät niille asetetut laatuvaatimukset.

Hakemuksessa esitetään toiminnan päätyttyä yhtenä vaihtoehtona suotovesille niiden johtamista suoraan Kuusilammen avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen. Lupajaosto suhtautuu tähän suurella varauksella.

Lupajaosto pitää sivukivialueen KL1 merkittävimpinä ympäristöriskeinä pohjan tiivisrakenteen vuotoja ja sulkemisen jälkeisiä vesistövuotoja. Vuotojen estämiseksi tulee pohjarakenteen pohjustustyöt toteuttaa huolella ja kalvomateriaalin tulee olla riittävän kestävää, ettei pohjakalvo pääse rikkoutumaan sivukivitäytön aiheuttamasta kuormituksesta. Peitto- ja pohjarakenteen kalvojen liitoksia tulee seurata sivukivitäytön vesistövuotojen ehkäisemiseksi. Seuranta tulee jatkaa riittävän pitkään, jotta sivukivikasan mahdollisesta painumisesta tai liitosten pettämisestä aiheutuvat vuodot voidaan havaita ja korjata.

Sivukivialueen KL1 sulkemisen aikaisista ympäristöön kohdistuvista haittavaikutuksista melu, värinä ja ilmapäästöt ovat rakennusvaiheittain tarkasteltuna tilapäisiä, mutta kokonaisuudessaan vuosikymmeniä kestäviä, kunnes koko sivukivialue on suljettu. Vaikutukset kohdistuvat pääosin tuotantoalueelle, mutta pölypäästöjä voi levitä myös laajemmalti alueen ulkopuolelle. Pölypäästöjen ehkäisemiseksi hakemuksessa esitetään mm. peittorakenteen osalta rakentamisen ajoittamista sellaisiin ajankohtiin, jolloin pölyntorjunta on helpointa toteuttaa, mitä lupajaosto kannattaa.

Lupajaoston mielestä pölypäästöjen hallintaan tulee kiinnittää huomiota koko sivukivialueen täytön ajan, ja erityisesti sivukivikasan korkeuden ja paljaana olevan pinta-alan kasvaessa. Toiminnanharjoittajan tulee huolehtia, ettei sulkematta oleva täyttöalue ylitä missään vaiheessa luvassa määrättyä 100 hehtaarin pinta-alaa. Sivukivialueen peittorakenteiden

maamassoja käsiteltäessä tulee lisäksi huolehtia, etteivät nämä joudu alttiiksi rankkasateiden aiheuttamalle eroosiolle ja sortumille.

Lupajaosto esittää, että lupapäätöstä myönnettäessä otetaan huomioon yhteisvaikutukset viereisen avolouhoksen ja nyt suljettavana oleva sivukivialueen KL2 kanssa siten, että Kuusilammen alueen vesienkäsitelyssä edellytetään riittävän suureksi mitoitettuja keräys- ja viivästysaltaita ja näille vara-altaita, joihin tarvittaessa voidaan varastoida vesiä pidemmäksikin aikaa.

Lupajaosto ei näe estettä sivukivialueen sulkemistöiden aloittamiselle mahdollisesta muutoksenhausta huolimatta, koska suunniteltu KL1-sivukivialue sijaitsee muutenkin rakennetulla kaivosalueella. Töiden aloittaminen ei aiheuta sellaisia muutoksia tai vaikutuksia ympäristöön, että muutoksen hakeminen päätökseen tulisi hyödyttömäksi.

6. Sonkajärven kunnan ympäristön- ja terveydensuojeluviranomainen
7. Sonkajärven kunta

Ylä-Savon ympäristölautakunta, joka toimii Sonkajärven kunnan ympäristön- ja terveydensuojeluviranomaisena, antaa seuraavan lausunnon: Sivukivialueilta kertyvät vedet tulee puhdistaa ennen niiden johtamista kaivosalueen ulkopuolelle – luvassa on annettava määräykset vesien puhdistamisesta ja sallituista haitta-aineiden enimmäispitoisuuksista. Sivukivialueen ympäristövaikutukset jatkuvat alueen käytön päätyttyä, joten luvassa on tarpeen määrätä vesien tarkkailusta myös toiminnan päättymisen jälkeen. Sulkematta olevan jätealueen tulisi joka tilanteessa olla merkittävästi pienempi kuin 100 hehtaaria.

Sonkajärven kunta yhtyy ympäristölautakunnan lausuntoesitykseen.

8. Geologian tutkimuskeskus

Geologian tutkimuskeskus on antanut yhteisen lausunnon koskien aluehallintovirastossa vireillä olevia Terrafame Oy:n sivukivialueen KL2 (PSAVI/1802/2024) ja KL1 (PSAVI/9228/2024) sulkemissuunnitelmia.

GTK on aiemmin lausunut aiheeseen liittyen mm. Terrafame Oy:n uuden sivukivialueen KL1 ympäristölupahakemuksesta (PSAVI/4347/2020; GTK/319/00.17/2021), Talvivaaran kaivoksen kaivos- ja metallituotannon ympäristö- ja vesitalousluvasta ja toiminnan aloittamisluvasta (PSAVI/261/2017; GTK/812/00.17/2018) sekä Sotkan kaivos- ja metallituotantoa koskevasta tarkkailuohjelmasta (KAI-ELY/503/2022, LAPELY/4668/208 ja POSELY/1936/2018; GTK 117/00.17/2023). GTK pyytää huomioimaan soveltuvin osin myös aiemmin lausumansa asiat.

Lupahakemukset liittyvät vahvasti toisiinsa ja niissä on paljon yhteistä materiaalia, joten GTK lausuu yhdellä lausunnolla molemmista lupahakemuksista (PSAVI/9228/2024 ja PSAVI/1802/2024). Lausunto koskee GTK:n asiantuntijoiden toimialaan kuuluvia osia hakemuksesta.

GTK on toteuttanut vuonna 2020 hydrogeologisen tutkimuksen sivukivialueen KL2 ympäristöstä (GTK 2020). Lupahakemuksissa on viitattu ko. selvitykseen, mutta selvityksen aineistoja on käytetty lupahakemuksissa ainoastaan rajallisesti. GTK ei ota lausunnossaan kantaa tekemäänsä tutkimukseen tai siihen liittyviin aineistoihin. Selvityksen laatineet asiantuntijat eivät ole olleet mukana valmistelemassa lausuntoa.

Yleiset kommentit

Molemmat lupahakemukset ovat laajoja kokonaisuuksia, joissa on esitetty kattavasti sivukivialueiden sulkemisen ja ehdotettujen peittorakenteiden tavoitteita, periaatteita, taustatietoja sekä suunnittelua. Peittorakenteiden suunnittelua ohjaa ympäristöluvan määräykset tiivistä peittorakenteesta, minkä pohjalta on päädytty esittämään LLDPE-kalvon käyttöä peittorakenteessa. Suunnittelun tueksi on mm. tutkittu sivukivien pitkäaikaiskäyttämistä, hyödynnetty hydrologista ja geokemiallista mallinnusta sekä tehty erilaisista peittorakenteista koerakenteita, joiden avulla on haarukoitu optimaalisinta, ympäristöluvan edellytykset täyttävää peittorakennetta.

Terrafamen sivukivialueiden sulkemisen suunnittelu ja toteutus edellyttävät merkittävää huolellisuutta, sillä sivukivialueille läjitetään pääasiassa mustaliuskesivukiveä, joka on hyvin reaktiivista ja voi aiheuttaa hallitsemattomana merkittäviä ympäristöhaittoja. Nykyisen KL2-sivukivialueen suotovesissä pH on alhainen (< 4) ja vedet sisältävät poikkeuksellisen korkeita Zn-, Ni-, Cd-, Al-, U- ja SO_4 -pitoisuuksia. Tämän lisäksi suljettavat sivukivialueet ovat hyvin laajoja kokonaisuuksia, mikä aiheuttaa haasteita tiivispeiton toteuttamiselle sekä vesienjohtamisjärjestelyille. Sivukivialueiden riskinarvioinnissa on nostettu yhtenä mahdollisena riskinä esiin inhimilliset virheet eli huolimaton työskentely peittorakenteen rakentamisessa, joka voi johtaa vaurioihin kalvorakenteessa. GTK toteaa, että tämän riskin minimoiseen tulisi kiinnittää erityistä huomiota.

Sivukivialueiden sulkeminen on tarkoitus aloittaa vaiheittaisena vuoden 2024–2025 aikana siten, että molempia sivukivialueita suljetaan yhtä aikaa yhteensä noin 50 hehtaarin alue vuosittain. KL1-alueen sulkemisen aloittaminen priorisoidaan KL2:n sulkemisen aloittamisen edelle tuotannon jatkuvuuden varmistamiseksi. KL2:n sulkemisen on arvioitu kestävän 10 vuotta ja KL1:n rakennusvaiheiden 1–6 sulkemisen enimmillään noin 20 vuotta. Rakennusvaihe 7 suljetaan tämänhetkisen arvion mukaan viimeistään 25 vuoden kuluttua. Sulkemisen vaiheita (ml. peittorakenteiden toteuttamisen ja KL1-kasan rakentamisen vaiheistus, eri vesijakeiden kokoaminen ja johtamisjärjestelyt, vesien käsittelyn toteuttaminen) ja aikataulua olisi ollut hyvä kuvata hakemuksissa selkeämmin esimerkiksi eri vuosia kuvaavana kuvasarjana selitysteksteineen, jotta sulkemisen vaiheet ja toteuttaminen olisi ollut helpompi hahmottaa. Lisäksi olisi ollut hyvä esittää myös sivukivialue KL1:lle vastaava liitekartta peittovaiheiden aikataulullisesta toteuttamisesta kuin KL2:lle oli esitetty. Tosin KL1:n osalta tietoja löytyi osin osana mallinnusraporttia.

Sulkemisen vaiheistuksessa olisi tärkeää huomioida, että sivukiven läjitys on jo päättynyt sivukivialueelle KL2, jolloin viiveet sulkemisen toteuttamisessa edistävät sulfidien hapettumisen käynnistymistä ja etenemistä KL2 sivukivissä (ks. myös alla kpl ”Sivukivialueiden sulkeminen”). KL2-alueelle on läjitetty sivukiveä vuodesta 2017 alkaen eikä aluetta ole toistaiseksi peitetty, joten sulfidien hapettuminen on jo käynnissä ko. sivukivialueella.

Vaikka sivukivialueiden sulkeminen on alkamassa viimeistään ensi vuonna, useita peittorakenteiden toimivuutta ja ylläpitoa koskevia kysymyksiä on yhä avoinna ja näitä tutkitaan ja seurataan toiminnan aikana peittämisen edistyessä. Hakemuksissa on esitetty, että peittorakenteiden optimointia tullaan jatkamaan ja niitä voidaan tarpeen tullen korjata ja ylläpitää. Lisäksi on esitetty, että peittorakenteen ylläpito vaatii aktiivisia toimia esim. hakkuiden muodossa. Samaan aikaan on esitetty vakuuden vapauttamista peittämisen edetessä. Tässä yhteydessä olisi ollut hyvä kuvata myös, miten jatko- ja ylläpitotoimet on tarkoitus toteuttaa, ja mihin kriteereihin tai tavoitteisiin peittorakenteiden toimivuutta tullaan peilaamaan. Vakuuden vapauttamisen ja peittorakenteiden toimivuuden varmentamiseksi olisi suositeltavaa esittää sellaiset suotovesien määrään ja laatuun sekä kuormitukseen perustuvat kvantitatiiviset kriteerit, joiden perusteella peittorakenteiden toimivuutta voidaan arvioida eri aikaväleillä, ja joiden toteutuessa sulkemistavoitteiden voidaan katsoa toteutuneen.

GTK pitää hyvänä, että Terrafame on toteuttanut sivukivialueiden sulkemisen tueksi peittorakenteiden testausta kenttämittakaavassa. GTK suosittelee tarkastelemaan kenttätestauksessa varsinaisen peittorakenteen toimivuuden ohella myös sivukivien käyttäytymistä peittorakenteen alla. Kenttätesteillä olisi hyvä selvittää esimerkiksi rapautuneen mustaliuskeen pitkäaikaiskäyttäytymistä tiiviin rakenteen alla, mikä toisi arvokasta lisätietoa sekä mallinnuksen tueksi että sulkemisen onnistumiselle.

GTK katsoo, että ympäristö- ja vesistövaikutusten näkökulmasta myös uraania tulee pitää keskeisenä haitta-aineena.

Alla on esitetty yksityiskohtaisempia kommentteja molempia lupahakemuksia koskien kaivannaisjätteiden karakterisoinnista, sivukivialueiden sulkemisesta, sulkemisen jälkeisistä vesijakeista ja niiden hallinnasta, pohjavesiin kohdistuvista päästöistä sekä sulkemiselle esitetystä tarkkailusta.

Kaivannaisjätteiden karakterisointitiedot sulkemisen suunnittelun pohjana

Sivukiviläjitykseen päätyvät sivukivet ovat ensisijaisesti mustaliuskeita ja toissijaisesti kiilleliuskeita, kun taas muiden sivukivilajien määrät ovat merkittävästi pienempiä. Kaivannaisjätteiden karakterisointitietoja on esitetty hajanaisesti useassa eri paikassa (suotovesimallinnus, kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma, pitkäaikaistestauksen yhteenvetoreportti). GTK suosittelee vahvasti, että tiedoista koostetaan yhtenäinen

raportti liitteineen, jossa esitetään kaikki suunnittelun, mallinnuksen ja arvioinnin kannalta oleelliset karakterisointitiedot. Nykyinen esitystapa vaikeuttaa kaivannaisjätteistä ja jätealueista tehtyjen oletusten, johtopäätösten ja mallinnuksen arviointia. GTK huomauttaa lisäksi, ettei kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma ole tällä hetkellä ajantasainen eikä se sisällä GTK:n näkemyksen mukaan tarpeellisia tietoja sivukivalueiden sulkemisen suunnittelun tueksi. Sivukivien ollessa pääasiassa sulfidipitoisia ja happoa tuottavia mustaliuskeita sivukivien hallinnan ja sulkemisen pääperiaatteisiin ei liity suuria epävarmuuksia, vaan tarve estää ja rajoittaa sulfidimineraalien hapettuminen (rajoittamalla hapen ja veden kulkeutuminen läjitykseen tiiviillä ympäristönsuojelurakenteilla) on yksiselitteinen.

Tarkempia, sulkemissuunnittelua ja kuormitusarvion laatimista tukevia karakterisointitutkimuksia, kuten kosteuskammio- ja kolonnitestejä, on tehty rajallisesta lukumäärästä näytteitä. Pääasialliset sivukivilajit ja vaihtelevat rikkipitoisuudet ovat näissä näytteissä edustettuina. Merkittävää osaa näytteistä koskevien keskeisten selvitysten tuloksista ei ole kuitenkaan esitetty (esim. kosteuskammiotesteissä ja kolonnitesteissä tutkittujen näytteiden mineralogia ja geokemialliset tutkimukset), joten tulosten arviointi oli haastavaa. Esimerkiksi kosteuskammiotestien tulokset olisi ollut hyvä esittää kuvaajien ohella myös numeerisina taulukoina tai liitteinä. Lisäksi olisi ollut tarpeen esittää fysikaaliset parametrit (kuten sivukiven raekokojakaumaa) ja geokemiallisten/mineralogisten ominaisuuksien (esim. sulfidimineraalien) esiintyminen eri raekokoluokissa tukemaan testeistä saatujen tulosten tulkintoja.

Mineralogian ja haitta-aineiden sitoutumisen osalta kaivannaisjätteiden karakterisointi ja tulosten raportointi näyttäytyy puutteellisena. Haitta-aineiden ensisijaisten isäntämineraalien, pääasiallisten sulfidimineraalien (magneetti- ja rikkikiisun) ja niiden sisältämien haitta-aineiden sekä muiden haitta-aineiden (kuten uraanin) sitoutumismekanismien (erityistapauksena osittain hapettunut sivukivi) tunteminen on lähtökohta haitta-aineiden liikkuvuuden arvioinnille ja suotoveden vedenlaadun mallinnukselle. Näihin vaikuttaa liittyvän merkittävää epävarmuutta ja epäselvyyttä. Epäselvyyttä liittyy mm. päämineraaleina esiintyviin sulfideihin ja niiden mahdollisiin hapetustuotteisiin osittain hapettuneissa sivukivissä. Nämä tekijät ovat keskeisiä ympäristövaikutusten, suotoveden vedenlaadun ja pH:n kehittymisen sekä haitta-aineiden liikkuvuuden suhteen, joten sivukivien karakterisointia olisi hyvä täydentää vielä tältä osin.

Korkean sulfidipitoisuuden omaaviin ja happoa tuottaviin kaivannaisjätteisiin, kuten mustaliuskeeseen, liittyy tiettyjä piirteitä, joilla on keskeinen merkitys sivukivien pitkäaikaiskäyttäytymiselle. Näihin lukeutuu mm. mahdolliset eri sulfidimineraalien väliset reaktiot, raudan merkitys sulfidien hapettumisessa, pH-olosuhteiden kehittyminen mikroympäristöissä ja läjityksen mittakaavassa sekä alhaisen pH:n vaikutus silikaattien rapautumiseen ja hapettumis- ja muiden rapautumistuotteiden liikkuvuuteen. Joitakin näistä on sivuttu hakemuksissa, mutta syvällisem-

pää pohdintaa siitä, miten ne vaikuttavat sivukiven pitkäaikaiseen käyttäytymiseen ja peittämisen jälkeisiin olosuhteisiin ei ole esitetty. GTK suosittelee kuvaamaan nämä prosessit sivukivissä ja sivukivialueilla tapahtuvien reaktioiden ymmärtämiseksi ja mallinnuksessa tehtyjen oletusten ja valintojen tueksi sekä epävarmuuksien vähentämiseksi.

Sivukivinä esiintyvissä mustaliuskeissa esiintyy useita eri sulfidimineeraaleja, pääasiassa rikkikiisua ja magneettikiisua. Näiden hapettumisprosessit ja reaktiot eroavat toisistaan (ks. esim. Belzile et al. 2004, Langman et al. 2015), joten olisi ollut tärkeää tuoda esiin, miten sulfidien käyttäytymisen (hapettumisprosessien) väliset erot, sekä mahdolliset sulfidien väliset (galvaaniset) reaktiot on huomioitu suunnittelussa. Myös kosteuskammiotestien tulosten tarkastelussa tulisi huomioida eri sulfidimineraalien hapettumisprosessien mahdolliset vaikutukset hapettumistuotteiden vapautumiseen ja pH-olosuhteiden kehittymiseen. Hapettumisprosessiin tehdyt oletukset ovat avainasemassa mm. sulfidien hapettumisnopeuksien arvioinnissa ja suotoveden laadun mallinnuksessa. Hapettumismekanismeilla ja -reaktioilla on vaikutusta esimerkiksi siihen, miten luotettavana hapettumista kuvaavana parametrinä sulfaattipitoisuuksia voidaan pitää. GTK suosittelee kiinnittämään tähän huomiota.

Kiilleliuskeen ominaisuuksiin, pitkäaikaiskäyttäytymiseen ja hallintaratkaisuihin vaikuttaa liittyvän epäselvyyttä ja -johdonmukaisuutta. Kiilleliuskeella on havaittu olevan happoa tuottavia ominaisuuksia jätehuolto-suunnitelmassa (2023) kuvattujen näytteiden sekä kosteuskammiotestihin valittujen näytteiden osalta. Tulosten perusteella myös rikkipitoisuudeltaan matalat ($< 0,3 \%$) kiilleliuskenäytteet tuottivat suotovettä, jonka pH oli < 4 . Myös mallinnuksen mukaan happoa tuottamattomien kiilleliuskeiden suotovedet tulisivat olemaan happamia ($\text{pH} < 4$). Ominaisuuksistaan huolimatta matalan rikkipitoisuuden kiilleliuskeita ollaan läjittämässä KL1:n rakennusvaiheen 7 maapohjaiselle kaivannaisjätealueelle, jonka sulkemistratkeisuksi on esitetty yksinkertainen, suotava peitorakenne. GTK suosittelee, että suunniteltujen ympäristönsuojelurakenteiden pitkän aikavälin riittävyttä arvioidaan edelleen pitkäaikaiskäyttäytymisen, toteutuvien suotovesien laadun ja koko alueelta sulkeamisen jälkeisen kokonaiskuormituksen ja vesistövaikutusarvion perusteella. Vain näin voidaan varmistua ratkaisun riittävydestä ja hyväksytävyydestä.

Talkkiliuskeella on todettu olevan happoa tuottavia ominaisuuksia ja siinä esiintyy korkeita Cr ja Ni-pitoisuuksia. Talkkiliuskeen pitkäaikaiskäyttäytymistä on tutkittu kosteuskammiotesteillä, mutta sen määrää läjityksessä pidetään niin vähäisenä (1%), ettei sitä ole katsottu tarpeelliseksi huomioida mallinnuksessa. Talkkiliuskeen läjitettävät massat ovat kuitenkin suuria, vaikka sen osuus kokonaisuudesta onkin pieni.

Sivukivialueille KL2 ja KL1:n rakennusvaiheiden 1–6 alueille läjitettävä sivukivi on pääasiassa happoa tuottavaa mustaliusketta ja toissijaisesti kiilleliusketta. Sivukivilajien käyttäytymistä on tarkasteltu erillisissä kosteuskammiotesteissä, mutta niiden yhteiskäyttäytymistä ei ole tutkittu.

Tämän vuoksi on todennäköistä, että kiilleliuskeesta ja talkkiliuskeesta ja niiden sisältämistä silikaateista ja/tai neutraloivista mineraaleista happamissa pH-olosuhteissa vapautuvien haitta-aineiden määrät tulevat aliarvioduksi kosteuskammioitestin olosuhteissa (ja mallinnuksessa) verrattuna läjityksen olosuhteisiin (erityisesti suotoveden pH). Tähän viittaa myös kosteuskammiotesteihin perustuvien mallinnustulosten erot verrattuna suotovesitarkkailun tuloksiin Al-, Mg- ja Mn-pitoisuuksien osalta.

GTK suosittelee jatkamaan ja kehittämään sivukivien pitkäaikaistestausta läjitys- ja sulkemisolosuhteita paremmin edustavissa olosuhteissa tukemaan sulkemisvaiheen suotoveden vedenlaadun mallinnusta ja sen taustalla olevien oletusten ja käsitteellisten mallien varmistamiseksi. Lisäksi GTK suosittelee hyödyntämään vahvemmin nykyisin muodostuvien suotovesien laatua karakterisoinnin tukena ja lisänä. Nämä seikat tukisivat osaltaan merkittävästi realististen kvantitatiivisten kriteerien asettamista peittorakenteen toimivuudelle ja menestykselle sulkemiselle.

Sivukivialueiden sulkeminen

Sivukivien ominaisuudet huomioiden on ensiarvoisen tärkeää, että sulfidien hapettuminen ja happamien olosuhteiden muodostuminen estetään jo toiminnan aikana ja se on sulfidipitoisten kaivannaisjätteiden hallinnan parhaiden käytäntöjen mukaista. Parhaat käyttökelpoiset teknikat tähtäävät rajoittamaan sulfidien hapettumista rajoittamalla hapen ja veden kulkeutumista sivukiviläjitykseen. Näihin periaatteisiin perustuva vaiheittainen sulkeminen on siten ensiarvoisen tärkeää.

Terrafamen sivukivialueilta aiheutuvan toiminnan aikaisen ja jälkeisen veteen kohdistuvan kuormituksen rajoittaminen perustuu täysin sekä pohja- että pintarakenteiden tiiveyteen, toimivuuteen ja rakenteiden pitkäaikaiseen kestävyYTEEN. Siksi sen varmistaminen ja seuraaminen, että suunnitellut rakenteet saadaan toteutettua ja ne toimivat suunnitellusti pitkällä aikavälillä huolimatta niihin kohdistuvasta rasituksesta, ympäristöolosuhteista ja tulevasta maankäytöstä on keskeisimpiä tekijöitä menestykselle sulkemiselle. GTK pitää erittäin tärkeänä, että on olemassa selvät ja hyvin perustellut kvantitatiiviset kriteerit, joilla peittorakenteen toimivuutta seurataan (ks. yllä).

Kuten yllä on esitetty, GTK suosittelee, että sivukivialueiden sulkemisen ja sulkemistoimien aikataulua sekä KL2:n ja KL1:n sulkemisen keskinäistä riippuvuutta selvennetään. KL2:n sulkemistoimien viivästymistä KL1:n sulkemisen takia tulisi arvioida myös ympäristövaikutusten, vesienhallinnan ja ympäristöriskien näkökulmasta. KL2:sta olisi tärkeää esittää hakemuksessa alueella nykyhetkellä aiheutuva kuormitus ja sen kehittyminen peittämisen myöhästyessä. GTK toivoo, että sivukivialueilta aiheutuvan kuormituksen pienemiselle esitetään selkeä aikataulu ja kuormitukselle asetetaan kriteerit (ks. alla), joilla sulkemistratkaisujen toimintaa ja sulkemisen onnistumista sekä mahdollista korjaus- tai parannustarvetta voidaan arvioida.

Peittorakenteissa käytettävät maa-ainekset

Sivukivialueiden KL1 ja KL2 peittorakenteen 500 mm paksu pintamaakerros tullaan tekemään puhtaista, soveltuvista kitkamaista (moreeni, hiekka, sora), ja tarvittavat maa-ainekset saadaan hakemuksen mukaan kaivospiirin alueelta. Sivukivialueen KL1 pintamaakerrokseen tarvittava massamäärä, noin $1,73 \text{ Mm}^3$ rtr, saadaan lähtökohtaisesti Rajasuon läjitysalueelta, jonka koillisreunaan on jätehuoltosuunnitelman mukaan alettu tähän mennessä sijoittaa sivukivialueen KL1 rakennustoiminnasta peräisin olevia maa-aineksia. Sivukivialueen KL2 pintamaakerrokseen tarvittava massamäärä, noin $1,03 \text{ Mm}^3$ rtr, esitetään otettavaksi kahdelta maa-ainesten ottoalueelta, joista toinen sijaitsee Rajasuon läjitysalueella ja toinen sen lounaispuolella (KL2 Ympäristölupahakemus, kuva 64, yhteispinta-ala n. 32 ha). Molempien sivukivialueiden pintamaakerroksena voidaan lisäksi käyttää kaivospiirin alueelle varastoituja puhkaita maa-aineksia, joilla tarkoitettaneen pilaantumattomien pintamaiden läjitysalueilla olevia maita (KL1 Ympäristölupahakemus kuva 23), joiden kokonaistilavuus vuonna 2020 oli n. 10 Mm^3 . Peittorakenteissa tarvittavien maa-ainesten riittävyyden arvioimiseksi olisi hyvä tarkentaa, mikä osuus tästä määrästä on kitkamaata, joka soveltuu teknisiltä ominaisuuksiltaan sivukivialueiden peittorakenteen pintamaakäyttöön.

Hakemuksen mukaan maa-ainesten haitta-ainepitoisuuksia on tutkittu varastoitujen maa-ainesten läjitysalueilla, joten tiedossa on mihin puhkaita pintamaita on läjitetty, mutta maa-aineksia tutkitaan tarvittaessa vielä lisää niiden puhtauden varmistamiseksi ennen peittorakenteen rakentamista. Hakemusdokumenteissa on kuitenkin esitetty suhteellisen suppeasti puhtaiden pintamaiden analyysituloksia. Jätehuoltosuunnitelman mukaan (kpl 4.2.2) vuonna 2006 on tehty moreenien liukoisuus- ja haponmuodostusominaisuuksien selvitys ja jätehuoltosuunnitelmassa on esitetty sen pohjalta metalli- ja puolimetallipitoisuuksia viideltä alueelta. Alueita tulisi vielä tarkentaa hakemukseen, sillä toistaiseksi alueiden sijainti on kuvattu hakemuksessa puutteellisesti (viittaus jätehuoltosuunnitelman kuvaan 6-1, jossa pilaantumattomien pintamaiden sijainnit on esitetty koodeilla 1C-18C). Hakemuksessa olisi ollut kaiken kaikkiaan hyvä esittää täsmällisemmin pintamaakerrokseen teknisiltä ominaisuuksiltaan soveltuvien maa-ainesten määrät, sijainnit ja haitta-ainepitoisuudet sekä laatukriteerit puhtaille pintamaille. Tämä on erityisen tärkeää siksi, että hakemuksen mukaan sivukivialueiden peittorakenteen päältä muodostuvan pintavalunnan on esitetty olevan sulkemisen jälkeen puhdas vesijae, josta ei aiheudu kuormitusta.

Peittorakenteisiin suunniteltujen maa-ainesten ottoalueilta on suositeltavaa tehdä hyvissä ajoissa riittävät pohjatutkimukset, jotta voidaan varmistua maa-ainesten soveltuvuudesta peittorakenteisiin. Pohjatutkimukset oli tehty Rajasuon läjitysalueelta, mutta suuremmalta maa-ainesten ottoalueelta tutkimukset vielä puuttuivat. Lisäksi olisi hyvä esittää tarkkailuohjelmassa kuvattu suunnitelma maa-ainesten kertaluontoisesta testaamisesta maa-ainesten sijoituspaikan ja käyttömahdollisuuksien selvittämiseksi.

Sivukivialueiden sulkemisen jälkeiset vesijakeet ja niiden hallinta

Suotovesien hallinta

Hakemusten mukaan suotovedet kootaan toiminnan aikana sivukivialueilta suotovesikanaalien avulla suotovesialtaisiin (DP-altaat) ja ilmeisesti kanaalit toimivat vielä sulkemisen jälkeenkin suotovesien keräämisessä sivukivialueilta. GTK pyytää tarkentamaan hakemukseen suotovesikanaalien tiedot, sijainnit ja toimintaperiaatteet, jotta niiden toiminta kairostoiminnan aikana ja merkitys sulkemiselle olisi helpompi ymmärtää. Lisäksi GTK toivoo kuvattavan, miten suotovesikanaalit toimivat suhteessa peittoon rakennettavaan tiiviskalvorakenteeseen, joka tullaan hakemuksen mukaan hitsaamaan pohjarakenteessa olevaan kalvoon kiinni.

Sivukivialueiden sulkemisen jälkeen sivukivikasoilla mahdollisesti muodostuvia suotovesiä varaudutaan yhä johtamaan Kuusilammen avolouhoksen toiminta-aikana DP-altaiden kautta prosessikiertoon tai vesienkäsittelyyn ja louhoksen toiminnan päättymisen jälkeen Kuusilammen louhosjärveen. GTK pyytää esittämään arviot sulkemisen jälkeisten suotovesien kokonaismääristä ja muodostumisen syistä sekä kuvaamaan tarkemmin niiden kokoamista sivukivialueilta sekä johtamista avolouhokseen. Hakemuksessa esitetyt vaihtoehdot esimerkiksi suotovesien johtamiselle KL2-sivukivialueelta suotovesialtaiden käytöstä poiston jälkeen eivät vaikuta realistisilta. Vastaavasti GTK toivoo esitettävän molempien sivukivikasojen osalta arvioita eri sulkemisivaiheissa muodostuvien suotovesien määristä ja tarkempaa kuvausta vesien johtamisjärjestelyistä. Lisäksi olisi hyvä tarkentaa, onko suotovesien muodostumisessa huomioitu pohjakalvon rikkoutumiseen liittyvää riskiä.

Suotovesien vedenlaatu ja kuormitus nykytilanteessa

Sivukivialueen KL2 yhteydessä suotovesiä ja alueen muita vesiä kokoaivien DP4- ja DP5-altaiden tarkkailutulosten perusteella suotovesien pH on hyvin hapan ja suotovesissä esiintyy useita haitta-aineita poikkeuksellisen korkeita pitoisuuksia, mikä viittaa niiden merkittävään liikkuvuuteen. Hyvin korkeiden pitoisuuksien merkittävyyttä lisää suotovesien määrä ja sivukivialueiden laajuus. GTK:n näkemyksen mukaan myös uraani tulisi lukea suotovesissä keskeiseksi haitta-aineena.

GTK pitää merkittävänä puutteena, ettei hakemuksissa ole esitetty suotovesien tarkkailutuloksiin perustuvaa arviota KL2:lta nykyhetkellä aiheutuvasta kuormituksesta. GTK kaipaa myös selontekoa ja perusteltua näkemystä siitä, missä määrin KL2:n suotovedet saadaan kerättyä DP-altaisiin ja missä määrin vesijakeiden pitoisuuksiin vaikuttaa laajemmalla valuma-alueelta peräisin olevat puhtaat vedet. Tämä tulisi ottaa huomioon myös kuormitusarviossa ja suotoveden mallinnustuloksiin vertailtaessa. Useat eri seikat vaikuttavat altaisiin kerätyissä vesissä havaittaviin pitoisuuksiin. Esimerkiksi puhtaampien vesien sekoittuminen sivukivialuetta laajemmalla valuma-alueella ja se, ettei suotovesiä saa-

taisi kokonaisuudessaan kerättyä altaisiin johtaisi pitoisuuksien laimene-
miseen. Selonteossa ja arvioinnissa tulisi hyödyntää tarkkailutuloksia ja
geokemiallisia arvioita.

KL2-sivukivialueen tiivisrakenteen alapuolisen kallioperän on esitetty
olevan nykytilassa merkittävä kuormituslähde KL2:n pohjarakenteen
alapuolelta kerättävissä vesissä. Toisaalla hakemuksessa on mainittu,
että KL2-sivukivialueen pohjaveden tarkkailuputkissa havaitut tasaisesti
nousevat sulfaatti-, ammoniumtyppi-, rauta- ja mangaanipitoisuudet
sekä sähkönjohtavuus ovat todennäköisesti peräisin myös muusta kai-
vostoinnista. GTK toivoo selvennystä siihen, miten suuren osan
kuormituksesta arvioidaan aiheutuvan kallioperästä ja miten tämä on
huomioitu sulkemisvaiheen kuormituksessa sekä mikä muu toiminta on
voinut aiheuttaa KL2-alueen pohjavesiputkissa havaitut kohonneet pitoi-
suudet (ks. myös alla). Näiden lisäksi olisi hyvä pohtia, voiko KL2-sivu-
kivialueelle sijoitetuilla sivukivillä ja niistä kalvon läpi mahdollisesti suo-
tautuvilla vesillä olla osuutta kuormitukseen. Tähän liittyen olisi suositel-
tavaa kuvata sivukivialueiden pohjakalvon alapuolelle läjitystoiminnan
aikana kertyneiden vesien määrät vuositasolla.

Terrafame on toteuttanut erilaisia peittorakennetestejä sulkemissuunnit-
telun tueksi ja testien tuloksista on esitetty yhteenveto. Peittorakenne-
testien yhteydessä ei kuitenkaan ole esitetty suotoveden vedenlaatuun
liittyviä tuloksia tai havaintoja. Vesimäärien lisäksi olisi hyvä esittää,
mitä havaintoja testeissä on tehty koskien suotoveden laatua sekä mi-
ten tulokset tukevat esitettyjä oletuksia, suotoveden laadun mallinnustu-
loksia ja kuormituksen nopeaa vähenemistä.

GTK on aiemmin lausunut Terrafamen tarkkailuohjelmasta ja viittaa
aiempaan lausuntoonsa. GTK toteaa kuitenkin, että tarkkailutulosten
käyttökelpoisuutta ja hyödyllisyyttä erityisesti pitkäaikaikäistytyksen,
mallinnustulosten ja oletusten arvioinnissa rajoittaa rajallinen alkuai-
nevalikoima ja se, ettei totaali- ja liukoisia pitoisuuksia ole määritetty riit-
tävän systemaattisesti. Yhtenä tärkeimpänä sulfidin hapettumista indi-
koivana parametrinä käytetään sulfaatin pitoisuuksia ja siksi olisikin tär-
keää varmistaa, onko rikin hapettuminen täydellistä ja esiintyykö rikin
muita hapetusasteita vesijakeissa. Erityisesti magneettikiisun hapettu-
mismekanismi voi johtaa rikin esiintymiseen välihapetusasteilla (ks.
yllä). Tällaisissa tapauksissa sulfaattipitoisuudet voivat johtaa sulfidien
hapettumisen aliarviointiin. Rikin välihapetusasteet vaikuttavat myös
pH-olosuhteiden kehittymiseen.

Suotovesimallinnus ja sulkemisen jälkeinen kuormitus

Esitetty suotoveden vedenlaadun mallinnus on toteutettu kosteuskam-
miotestien tulosten skaalaamisen pohjalta nojautuen peittorakenteelle
esitettyihin toiminnallisiin tavoitteisiin. Toiminnallisten tavoitteiden perus-
teella sulkemisen jälkeisen happivuon on oletettu olevan n.
1 mol O₂/m²/v ja suotautumisen vastaavan noin 5 % nettosadannasta.

Oletusten on todettu johtavan suotovesissä esiintyvien pitoisuuksien yliarvioon ja mallinnuksen on esitetty olevan monella tapaa konservatiivinen.

Mallinnuksessa on tehty lukuisia oletuksia, mikä on yleensä välttämätöntä. Näitä oletuksia, niiden perusteita ja niiden pohjalla olevaa käsitteellistä mallia olisi tullut kuvata ja perustella riittävällä tasolla, jotta mallinnuksen luotettavuutta olisi ollut mahdollista arvioida. Joihinkin näistä liittyy epäjohtonmukaisuutta ja keskinäisiä ristiriitaisuuksia. Oletuksiin liittyvät epävarmuudet eivät heijastu esitystapaan, eikä oletusten merkitystä tai epävarmuutta ole tarkasteltu tai esitetty riittävästi.

Joitakin keskeisiä oletuksia, joita tulisi avata ja perustella tarkemmin, ovat mm. seuraavat:

- Minkä sulfidimineraalien hapettumisreaktioihin mallinnuksessa oletetut hapen ja sulfidinhapettumisen tuotteiden suhteet perustuvat? Millaista epävarmuutta aiheutuu mahdollisesta virheellisestä oletuksesta?
- Mihin lähteisiin ja aineistoihin perustuvat mallinnuksessa käytetyt skaalaus- ja huuhtoutumiskertoimet?
- Onko sulfidien hapettumisessa liukenevan rikin oletettu hapettuvan täysin sulfaatiksi, onko tästä varmistuttu kosteuskammioiteissa ja/tai miten tähän liittyvä epävarmuus on huomioitu pH:n ja sulfaatin vapautumisen mallinnuksessa?
- Missä osassa läjitystä oletetun raudan hapettumisen ja saostumisen oletetaan tapahtuvan? Missä määrin arvioidaan, että rauta voisi ylläpitää sulfidien hapettumista?
- Miten oletettu raudan hapettuminen ja saostuminen on huomioitu pH:ssa? Miten pH-olosuhteiden kehitymisessä on huomioitu muiden metallien (mukaan lukien silikaateista happamissa olosuhteissa vapautuvan alumiinin) ja niiden hydrolyysireaktioiden vaikutus?
- Kuinka riippuvaisia ovat haitta-aineiden pitoisuudet raudan oletetusti ”riittävästä määrästä” ja saostumisesta? Minkä muiden sekundääristen mineraalien saostuminen on sallittu?
- Onko oletus haitta-aineiden sitoutumisesta raudan saostumiin perusteltu sulkemisen jälkeisissä olosuhteissa?
- Miten tasapainomallinnuksen redox-olosuhteet on määritetty ja miten hyvin nämä vastaavat läjityksen olosuhteita (sulkemisen jälkeen)?
- Millaista epävarmuutta liittyy raudan ja muiden liuenneiden aineiden (erityisesti redox-sensitiivisten haitta-aineiden) käyttäytymiselle?
- Miten sekundääriset mineraalit on huomioitu happamuuden ja haitta-aineiden mahdollisena lähteenä osittain hapettuneessa sivukivessä (ks. esim. Kaasalainen et al. 2019) ja raudan hydroksidien oletetun saostumisen yhteydessä?

- Mihin perustuu arvio, etteivät KL2 sivukivien hapettuminen pääse koskaan etenemään yhtä pitkälle kuin kosteuskammiokeissa, vaikka sivukivialueelle on aloitettu läjitys jo seitsemän vuotta sitten eikä aluetta ole vielä peitetty?
- Mihin perustuu sulfidimineraalien hapettumisessa muodostuvan lämmön huomioimatta jättäminen? Tukevatko sivukivikasoista ja suotovesimääristä tehdyt havainnot tätä oletusta?

Mallinnus perustuu oletukseen mustaliuskeen ja kiilleliuskeen mää-
räsuhteista, eikä talkkiliusketta ole huomioitu mallinnuksessa johtuen
sen vähäisestä määrästä (1 %). Oletuksena on, että sivukivien reaktiot
ovat toisistaan riippumattomia ja niiden yhteiskäyttäytyminen voidaan
"mallintaa" yksittäisen kivilajin kosteuskammioitestin perusteella. Mine-
raalien rapautumiseen ja rapautumisnopeuteen vaikuttavat kuitenkin
useat tekijät, joista yhtenä tärkeimpänä ovat pH-olosuhteet. pH-olosu-
hteet vaikuttavat mm. silikaattimineraalien sekä kiille- ja talkkiliuskeen
käyttäytymiseen ja rapautumisnopeuksiin. Toisaalta silikaattien rapautu-
essa liukenevilla metalleilla (erityisesti alumiinilla) ja niiden hydrolyysire-
aktioilla, voi olla merkittävä pH:ta laskeva vaikutus. Nämä tekijät jäävät
käytännössä huomiotta mallinnuksessa. GTK suosittelee selvittä-
mään eri kivilajien yhteiskäyttäytymistä pitkäaikaistestein (ks. yllä).
Myös mallinnustulosten ja tarkkailutulosten vertailu ja tarkastelu olisi
tässä suhteessa hyödyllistä.

Mallinnukseen ja mallinnuksessa tehtyihin oletuksiin liittyvien epävar-
muuksien ymmärtämistä ja tulosten merkitystä lisäisi numeeristen mal-
linnustulosten esittäminen ja raportointi välivaiheittain sekä mallinnuk-
sen ja mallinnustulosten tarkastelu prosessilähtöisesti. GTK suosittelee
tarkastelemaan ja esittämään, miten herkkiä mallinnustulokset (ensis-
jaisesti kuormituksen muodossa) ovat happivuolle, skaalaus- ja huu-
toutumiskertoimelle, sulfidimineraalien hapettumisreaktioista tehdyille
oletuksille, suotoveden määrälle, redox- ja pH olosuhteista tehdyille ole-
tuksille sekä raudan hydroksidien mahdolliselle saostumiselle.

Esitetyssä mallinnuksessa on ensisijaisesti kyse kosteuskammioestitu-
lostien skaalaamisesta isompaan mittakaavaan. Lisäksi on valikoiden
hyödynnetty tasapainomallinnusta. Mallinnus ei siis kata vesi/kivi(mine-
raali)-vuorovaikutusten reaktiopohjaista tai kineettistä mallinnusta, tai
reaktiivista kulkeutumismallinnusta. GTK suosittelee hyödyntämään ja
vertaamaan tuloksia muilla mallinnusmenetelmillä tehtyihin mallinnuk-
siin, jotka mahdollistaisivat paremmin eri sulfidimineraalien reaktioiden,
silikaattimineraalien rapautumisen sekä suotoveden pH- ja redox-olo-
suhteiden kehittymisen ja yhteisvaikutusten arvioimisen suhteessa suo-
toveden vedenlaatuun. Mallinnuksen kehittäminen, prosessilähtöinen
tarkastelu ja useampien eri mallinnusmenetelmien hyödyntäminen ja
vertailu edistäisi myös peittorakenteen toimivuuteen liittyvien riskien ar-
viointia sekä kvantitatiivisten ja realististen kriteerien asettamista peitto-
rakenteen toimivuudelle ja menestyksekkäälle sulkemiselle.

Looginen ja yksinkertainen vertailukohta suotovesimallinnukselle olisi
KL2:n sivukivialueella nykyhetkellä aiheutuvan kuormituksen mallinnus

ja sen vertaaminen tarkkailutulosten perusteella arvioituun kuormitukseen. Tätä tarkastelua ei kuitenkaan ole tehty, vaan on tyydytty vertailemaan suoraan suotovesimallinnuksen mukaisia pitoisuustasoja ja DP4/DP5-altaissa havaittuja pitoisuuksia. Pitoisuuksien suoraan vertailuun liittyy kuitenkin useita haasteita, kuten yllä on esitetty. Vertailussa on havaittavissa selviä eroja mm. Al-pitoisuuksien suhteen, mutta syitä näihin eroihin tai niiden merkityksiä ei kuitenkaan ole avattu tai tarkasteltu. GTK suosittelee kiinnittämään tähän huomiota.

Sulkemisvaiheen mallinnustulosten tarkastelu suhteessa nykytilanteeseen sekä vertailu muilla samankaltaisilla kohteilla esiintyvien suotovesien laatuun on keskeinen osa mallinnustulosten uskottavuuden arviointia. Esitettyjen mallinnustulosten perusteella sulkemistoimet johtaisivat esimerkiksi sulfaattipitoisuuden putoamiseen kymmenistä grammoista per litra muutamaa kymmeneen milligrammaan litrassa, eli n. promilleen tarkkailun mukaisista pitoisuuksista. Mallinnustulosten perusteella, nykyinen suotovesimäärä karkeasti arvioiden, tulee myös metallien kuormitus putoamaan metallien osalta yli 99,99 %. Nämä tulokset eivät esittäydy realistisina suhteessa nykytilanteeseen, sivukiviläjityksen pak-suuteen ja pieneen vesimäärään, eivätkä suhteessa vedenlaadultaan ehdotettujen ”puhtaan” pintavalunnan raja-arvojen mukaisten pintavaluntavesien mahdollisesti aiheuttamaan kuormitukseen. Tulokset ovat myös hyvin poikkeavia verrattuna kaivosten sivukivien yleiseen vedenlaatuun, vaikka kyseessä on yksi reaktiivisimmista sivukivistä. GTK toivoo selvennystä siihen, voidaanko esitetyistä mallinnustuloksista merkittävästi poikkeavia pitoisuuksia sisältävien suotovesien katsoa lähtökohdaisesti viittaavaan siihen, ettei peittorakenne toimi ja on tarve käynnistää korjaavia toimenpiteitä. Jos näin on, niin olisi hyvä esittää, millä aikataululla tilannetta tullaan arvioimaan ja käynnistämään tarvittavat toimenpiteet.

Mallinnustulosten esittämisen yhteydessä olisi hyvä lisäksi tarkentaa, mitä ajanjaksoa/sulkemisen vaihetta tulokset kuvaavat. Lisäksi olisi havainnollista, jos mallinnuksella olisi mahdollista tuottaa molempien sivukivialueiden osalta arvioita kuormituksen muutoksista eri sulkemisvaiheittain. Lisäksi GTK näkee tarpeelliseksi, että sivukivialueilta (yksittäisiltä ja kaikilta yhteensä) aiheutuville kokonaiskuormituksille esitetään arviot (ks. alla).

Peittorakenteen asentamisen jälkeen noin 95 % nettosadannasta oletetaan kulkeutuvan pintavaluntana peittorakenteen päällä. Tämä asettaa korkeita vaatimuksia pintavalunnan pitkäaikaisille hallintaratkaisuille. Peitettävien alueiden pinta-ala huomioiden myös pintavalunnan vedenlaadulla tulee olemaan keskeinen rooli toiminnan aikana alueelta aiheutuvan kuormituksen muodostumisessa. Hakemuksen mukaan pinta- maakerroksessa tullaan käyttämään puhtaita maa-aineksia ja pintavalunnan on esitetty olevan puhdas vesijae, josta ei aiheudu tulevaisuudessa kuormitusta.

Peittorakenteen asentamisen jälkeen noin 95 % nettosadannasta oletetaan kulkeutuvan pintavaluntana peittorakenteen päällä. Tämä asettaa korkeita vaatimuksia pintavalunnan pitkäaikaisille hallintaratkaisuille. Peitettävien alueiden pinta-ala huomioiden myös pintavalunnan vedenlaadulla tulee olemaan keskeinen rooli toiminnan aikana alueelta aiheutuvan kuormituksen muodostumisessa. Hakemuksen mukaan pinta- maakerroksessa tullaan käyttämään puhtaita maa-aineksia ja pintavalunnan on esitetty olevan puhdas vesijae, josta ei aiheudu tulevaisuudessa kuormitusta.

Hakemuksessa on kuitenkin esitetty ns. puhtaan pintavalunnan laatukriteereiksi seuraavaa: Ni 100 µg/l, Zn 500 µg/l, U 10 µg/l ja sulfaatti 200 mg/l. Hakemuksessa esitetään ko. vesiä johdettavaksi ympäristöön, kun vesien pitoisuudet ovat em. laatukriteerien mukaisia tai pienempiä. Olisi hyvä vielä perustella, miksi pintavalunnan laatukriteerien tulisi olla tällä tasolla huomioiden muu hakemuksessa esitetty (esim. puhtaista maa-aineksista muodostuu puhdas vesijae, sivukivialueen mallinnustulosten mukaisten suotovesien laatu selvästi alle näiden raja-arvojen) sekä avata laatukriteerien perusteita tarkemmin. Lisäksi olisi hyvä kuvata nämä laatukriteerit huomioiden, miten suljettujen sivukivialueiden pintavalunnasta aiheutuva kuormitus suhtautuu suotovesistä aiheutuvaan kuormitukseen ja muilta alueilta aiheutuvaan kuormitukseen pitkällä aikavälillä sekä arvioida ympäristöön johdettavien pohjarakenteen alapuolisten ja peittorakenteen päältä tulevien vesien yhteiskuormitusta muiden kuormituslähteiden kanssa.

Avolouhos

Sivukivialueiden suotovedet on jatkossa esitetty johdettavaksi avolouhokseen (tulevaan louhosjärveen). Avolouhos tulee olemaan keskeisessä asemassa pitkän aikavälin vedenhallinnassa. Siksi sinne johdettavista suotovesistä aiheutuvan kuormituksen hyväksyttävyyttä ei ole mahdollista tarkastella ilman, että on esitetty arviota tulevan louhosjärven vedenlaadusta ja vedenlaadun tavoitteista sekä vesien kulkeutumisesta rapautuneen kallioperän tai siirrostien kautta pohja- ja pintavesiin. GTK suosittelee täydentämään näitä asioita hakemukseen.

Sivukivialueilta ja koko kaivosalueelta aiheutuva kuormitus pitkällä aikavälillä

Sulkemisen jälkeinen kuormitus sivukivialueilta tulisi esittää ja sitä tulisi tarkastella suhteessa muuhun alueelta pitkällä aikavälillä aiheutuvaan kuormitukseen suhteessa vastaanottavien vesistöihin vedenlaatuun ja alueelle sulkemisen jälkeen muodostuvien vesien (louhosjärven, mahdollisten lampien) vedenlaadulle asetettuihin tavoitteisiin. GTK toivoo kvantitatiivista arviota siitä, milloin vedenlaatu paranee sille tasolle, ettei aktiivista vedenkäsittelyä tarvita.

GTK suosittelee vahvasti, että sivukivialueilta (yksittäisiltä ja kaikilta yhteensä) aiheutuvalle kokonaiskuormitukselle esitetään arvio huomioiden, että sulkemisen jälkeinen kuormitus sivukivialueilta muodostuu sivukivikasojen suotovesistä, pohjarakenteiden alapuolisen kallioperän sekä pohja- että pintarakenteissa käytetyistä materiaaleista aiheutuvasta kuormituksesta.

Sivukivialueilta pohjavesiin kohdistuvat päästöt ja niiden hallinta

Mahdollisiin pohjavesiin kohdistuviin riskeihin on varauduttu sivukivialueilla suojapumppauksin ja salaojin, mutta pohjan alapuolisia suojausjärjestelyjä ei ole esitetty kuin rakenteen havainnekuvin tai ne ovat hankalasti löydettävissä hakemuksista ja niiden liitteistä. GTK pyytää tarkentamaan, missä salaojat kulkevat ja missä pumppaukset sijaitsevat. Lisäksi

olisi tarpeellista kuvata, milloin suojaumpppauksista aiotaan luopua ja millä perusteilla.

Hakemusten kuvissa 24 (KL2) ja 32 (KL1) on esitetty vain kaivospiirin alueella sijaitsevat ruhjeet sekä arvioidut pohjavesien virtaussuunnat. Lupahakemuksessa tulisi esittää myös KL2-sivukivialueen itäpuolella ja kaivosalueen ulkopuolella sijaitsevat kallioruhjeet ja pohjavesien virtaussuunnat sekä käsitellä alueiden sulkemisen vaikutusta niihin. Oleellista olisi kuvata, mihin pohjavedet virtaavat kaivosalueen ja KL2-sivukivialueen itäpuolella nyt ja toiminnan päätyttyä. KL1-sivukivialueella pohjavedet virtaavat hakijan mukaan luonnollisesti useampaan suuntaan, mutta kuivatuspumpppauksesta johtuen päävirtaussuunta olisi tällä hetkellä louhokseen päin. Lupahakemuksessa olisi hyvä esittää, muuttuuko tilanne alueiden sulkemisen sekä suoja- ja kuivatuspumpppauksen lopettamisen jälkeen, koska etenkin etelään suoalueille virtaavien pohjavesien riski tulisi kartoittaa ennen lopullista sulkemissuunnitelmaa. Yksi virtaussuunta on bioliuotuskasojen suuntaan. Niiden länsipuolella on ainakin kuvan 32 perusteella vettä hyvin johtava ruhje. Tältä osin olisi syytä täsmentää, onko sivukivialueen pohjavesien ja ruhjeen välillä yhteyttä, jonka kautta mahdollisesti pilaantuneita pohjavesiä voisi päätyä laajemmalle alueelle. Lisäksi olisi hyvä kuvata, onko tähän liittyviä mahdollisia riskejä arvioitu ja huomioitu riskinhallinnassa.

Tällä hetkellä osassa sivukivialueiden lähellä sijaitsevista pohjavesiputkissa on havaittu sekä pinnan alenemista että haitta-aineiden pitoisuuksien nousua. Pinnanlaskun arvellaan johtuvan kuivatuspumpppauksesta ja ruhjeiden läheisyydestä. Pitoisuuksien nousulle ei kaikissa putkissa ole löydetty syytä, mutta toisaalta kohonneiden pitoisuuksien esitetään johtuvan alueen kallioperän kemiasta tai muusta kaivostoiminnasta. Pitoisuuksien nousu on paikoin kuitenkin huomattavaa, eikä vastaavia pitoisuuksia ole havaittu taustapitoisuustutkimuksissa. Toisaalta KL2-alueen putket sijaitsevat pääosin alueen itälaidalla loitolla muusta kaivostoiminnasta, eikä hakemuksessa ole perusteltu, miten kohonneet pitoisuudet voisivat johtua muusta toiminnasta, vaikka kuivatuspumpppauksen johdosta pohjavesien virtaus suuntautuu tällä hetkellä kohti avolouhosta ja muuta kaivostoimintaa, eikä KL2-aluetta päin. GTK suosittelee vielä arvioimaan asiaa (ks. myös yllä).

Kuten aiemmin on todettu, alueista aiheutuvaa kokonaiskuormitusta ei ole hakemuksessa esitetty, joten sen muutosta sulkemisen myötä ei ole mahdollista arvioida luotettavasti hakemuksen perusteella. GTK suosittelee arvioimaan, voiko sulkemisesta ja myöhemmin suojaumpppauksen sekä kuivatuspumpppauksen loppumisesta muodostua pohjavesivai kutuksia myös kaivosalueen ulkopuolelle, jos kuivatuspumpppaus, ja mahdollisesti myös suojaumpppaus, estää tällä hetkellä pohjavesien pilaantumista alueella. Hakemuksen mukaan pohjavesien virtaussuunta pysyisi louhokseen päin ainakin Kuusilammen eteläpuolella myös kuivatuspumpppauksen loputtua ja louhoksen täytyttyä. Tälle olisi ollut hyvä esittää perustelut. Hakemuksessa olisi ollut myös hyvä kuvata, mihin vesi päätyy louhoksesta, kun kuivatuspumpppaus loppuu, ja voiko tällä olla vaikutusta pohjavesien laatuun kaivosalueella tai sen lähistöllä.

GTK muistuttaa, että hakemuksen mukaankin alueella esiintyy isoja malminsuuntaisia ja siten avolouhoksesta vettä mahdollisesti kuljettavia ruhjeita.

GTK toivoo tarkempaa selvitystä alueen pohjavesivaikutuksista, nykyisestä kuormituksesta, pohjavesien virtaussuunnista ja niiden muutoksista sulkemisen jälkeen.

Sivukivialueiden sulkemisen aikainen ja jälkeinen tarkkailu

Rakennusvaiheessa KL2-sivukivialueen peiton toimivuutta aiotaan seurata lysimetrein vain ensimmäisen peitetyn alueen osalta. Hakemuksessa olisi hyvä perustella, millä tavoin yhden alueen peittäminen riittää takaamaan muiden alueiden toimivuuden. KL1-sivukivialueen peittorakenteen toimivuutta aiotaan tarkkailla suotoveden laadun ja määrän perusteella ja vain tarvittaessa lysimetrein. Myös tätä olisi hyvä tarkentaa, millä perusteella määritellään, milloin käytetään lysimetriseurantaa.

GTK suosittelee, että tarkkailussa huomioidaan tarve riittävän laajalle alkuainevalikoimalle, totaali- ja liukoisten pitoisuuksien määrittämiselle ja sivukivialueilta aiheutuvan kuormituksen selvittämiselle, jotta hakemuksessa esitettyjen arvioiden toteutumista ja ehdotettujen rakenteiden toimivuutta voidaan arvioida. Uraania tulee pitää keskeisenä haitta-aineena. Sulfaatin lisäksi GTK suosittelee lisäämään kokonaisrikin tarkkailuun.

Yhteenveto

Terrafame on hakenut kahta ympäristölupaa Sotkamon kaivoksen sivukivialueiden sulkemiseksi ja peittorakenteiden toteuttamiseksi. GTK on lausunut molemmista ympäristölupahakemuksista samalla lausunnolla. Lupahakemukset ovat laajoja kokonaisuuksia, joissa on esitetty sulkemisen ja ehdotettujen peittorakenteiden tavoitteita, periaatteita, taustoja ja suunnittelua. GTK toteaa, että kyseisten sivukivialueiden sulkeminen edellyttää merkittävää huolellisuutta sekä sulkemisen suunnittelulta että toteutukselta, sillä sivukivialueille loppusijoitettavien mustaliuskeiden ympäristövaikutusten hallitseminen on haastavaa.

GTK on nostanut lausunnossaan esiin täydennys- ja tarkennustarpeita liittyen mm. vaiheittaisen sulkemisen toteuttamiseen sekä suotovesien hallinnan kuvaamiseen, kaivannaisjätteiden karakterisointiin, sulkemisen jälkeisten vesien laadun ja kuormituksen mallintamiseen ja arvioimiseen, peittorakenteisiin soveltuvien maa-ainesten riittävyyteen ja puhautauden osoittamiseen, sivukivialueiden pohjavesipäästöjen arvioimiseen sekä ehdotettuun tarkkailuun.

GTK on kiinnittänyt erityisesti huomiota sulkemisen tueksi toteutetun mallinnuksen epävarmuuksiin ja korostaa, että mallinnuksen tulosten realistisuutta tulisi peilata mm. suhteessa toteutuneisiin suotoveden laatuihin. Sivukivialueiden sulkemisen suunnittelun tueksi olisi ensiarvoisen tärkeää arvioida sivukivialueilta aiheutuvaa kokonaiskuormitusta huomioiden kaikki eri vesijakeet, joita alueella muodostuu. Lisäksi sulkemisen

onnistumiselle tulisi määritellä yksiselitteiset kvantitatiiviset kriteerit ja toimenpiteet, joihin ryhdytään, jos kriteerit eivät täyty.

9. Säteilyturvakeskus

Terrafame Oy esittää sivukivialueen KL1 ympäristöön johdettaville vesille uraanipitoisuuden laatukriteeriksi 10 µg/l. Tämä vastaa nykyisessä ympäristöluvassa olevaa rajaa uraanipitoisuudelle päästövesissä. Luonnonsäteilyaltistuksen näkökulmasta ympäristöön johdettavien vesien uraanipitoisuuden raja 10 µg/l on hyväksyttävä, koska tällöin väestön luonnonsäteilyaltistus on pienempää kuin vähäisen päästön raja-arvo 0,1 mSv/v.

Terrafame Oy:n sivukivien uraani- ja toriumsarjojen luonnon radioaktiivisten aineiden pitoisuudet (<0,3 Bq/g) ovat selvästi pienempiä kuin säteilylainsäädännössä asetettu selvitys- ja vapauttamisraja uraani ja toriumsarjan radionuklideille kiinteissä aineksissa (1 Bq/g), joten työntekijöiden ja väestön luonnonsäteilyaltistus ulkoisen gammasäteilyn ja pölyn hengittämisen kautta ei ole viitearvoja suurempaa sivukivialueen KL1 sulkemisen aikana tai sen jälkeen. Säteilylain 84 §:n mukaista STUKin hyväksyntää jätteiden loppukäsittelylle ei tarvita tässä tapauksessa.

Sivukivialueen KL1 peiterakenteen toimivuuden seuranta sekä suoto-vesien keräystä, käsittelyä ja tarkkailua (mukaan lukien uraani) tulisi jatkaa koko kaivostoiminnan ajan. Seurannasta kerättävä tieto tulee hyödyntää suunniteltaessa muiden sivukivialueiden ja sekundäärikasojen sulkemista.

Muistutukset ja mielipiteet

10. Suomen luonnonsuojeluliiton Kainuun piiri ry; Kansalaisten kaivosvaltuuskunta kaivosvaltuuskunta-MiningWatch Finland ry; Vesiluonnon puolesta ry; Pelastetaan Vaelluskalat ry; Kalastaja Paavo Huusko

Muistutus on annettu 17.10.2024 kuulutettuihin kolmeen Terrafamen lupahakemukseen Dnrot PSAVI/8746/2023, PSAVI/9228/2024 ja PSAVI/1802/2024, sekä niihin liitettyihin hakemuksiin toimintojen aloittamiseksi muutoksenhausta huolimatta sekä vesilain mukaisiksi valmiste-luviksi.

Muistutukseen osallistuvat yhdistykset lausuvat muun muassa, että

- kyseiset kolme 17.10.2024 erillisinä kuulutettua lupahakemusta kuuluvat kiinteänä osana samaan Terrafamen kaivoksen yhteiseen toimintakokonaisuuteen, jonka kaikkien toimintojen yhteiset ympäristövaikutukset ja -riskit ovat edelleen suurelta osin selvittämättä ja arvioimatta kyseistä toimintakokonaisuutta koskevan pääympäristöluvan myöntämisedellytysten tai -esteiden täyttymisen osoittamiseksi, ja jonka pääympäristöluvan PSAVI 87/2022

valituskäsittely on lupahakemusten kuulutushetkellä 17.10.2024 vireillä hallinto-oikeudessa,

- kyseisen Terrafamea koskevan määräaikaisen pääympäristöluvan PSAVI 87/2022 valituskäsittelyn vireilläolovaikutuksen vuoksi ei hallintoviranomainen PSAVI:lla ole ollut laillista perustetta hyväksyä kyseisiä Terrafamen kolmea hakemusta vireille tulleeaksi ennen hallinto-oikeuden ratkaisun lainvoimaiseksi tuloa,
- kyseiset kolme Terrafamen erikseen hakemaa lupahakemusta olisi tullut lupahakemusten lainmukaisuuden harkinnassa käsitellä samaan valituskäsittelyssä olevan määräaikaisen pääympäristöluvan 87/2022 toimintakokonaisuuteen kuuluvina lupahakemuksina, selvittäen että onko lupahakemuksissa esitetty riittävät selvitykset sen valituskäsittelyssä olevan toimintakokonaisuuden ja nyt haettujen toimintojen yhteisistä ympäristövaikutuksista ja -riskeistä luvan myöntämisedellytysten täyttymisen osoittamiseksi ja -esteiden puuttumisesta. Tällaisia riittäviä selvityksiä luvan täyttämisedellytysten täyttymisen osoittamiseksi ei Terrafame lupahakemuksissaan esitä, jonka vuoksi katsomme hallintoviranomainen PSAVI:n tehneen menettelyvirheen hyväksyessään hakemukset vireille tulleeaksi ja kuuluttaessaan hakemukset vireille tulleeaksi,
- lisäksi koska pääympäristölupaa koskevat valitukset olivat kuulutushetkellä vireillä hallinto-oikeudessa, ei vireilläolovaikutuksen vuoksi hallintoviranomainen PSAVI olisi saanut hyväksyä hakemuksia vireille tulleeaksi eikä kuuluttaa hakemuksia vireille tulleeaksi ennen hallinto-oikeuden ratkaisua pääympäristöluvasta 87/2022 tehdyistä valituksista, jonka vuoksi katsomme hallintoviranomainen PSAVI:n tehneen myös tältä osin menettelyvirheen hyväksyessään hakemukset vireille tulleeaksi ja kuuluttaessaan hakemukset vireille tulleeaksi.

Muistutuksessa painotetaan, että kyseisten kolmen erillisinä kuulutetun lupahakemuksen muistutusajan aikana hallinto-oikeus on tehnyt 19.12.2024 ratkaisun määräaikaisen pääympäristöluvan 87/2022 valituskäsittelystä, ja jossa ratkaisussaan on useilta kohdin muuttanut pääympäristö- ja vesitalousluvan PSAVI 87/2022 lupamääräyksiä sekä lyhentänyt luvan voimassaoloaika.

Muistutuksen kohdassa A1 on esitetty muistutus Kolmisopen malmion hyödyntämistä koskevaan hakemukseen (PSAVI/8746/2023) ja kohdassa A3 on muistutus sivukivialueen KL2 sulkemiseen ja peittorakenteen toteuttamiseen.

Muistutuksen kohdassa A2 on esitetty muistutus sivukivialueen KL1 sulkemiseen ja peittorakenteen toteuttamiseen (PSAVI/9228/2024). Muistutuksessa todetaan muun ohella seuraavaa:

Viittaamme tämän erillisenä kuulutetun hakemuksen tiedoksiantokuulutukseen ja kuulemis- ja lausuntopyyntöasiakirjoihin, joiden perusteella sivukivialueen KL1 rakentaminen (jo alunpitäen kaivoksen lupaharkin-

taan liittynyt sivukivialue jonka suhteen ei lupaa ole kuitenkaan ole täysimääräisesti annettu puutteellisten selvitysten vuoksi), toiminta ja siitä aiheutuvat ympäristö- ja vesistöriskit liittyvät kiinteästi koko kaivoksen toiminnan toteuttamiseksi tarvittavan sivukiven sijoittamistoimintaan, ja että nyt haettavan KL1 sivukivialueen sulkemissuunnitelman ja peittorakenteen toteuttaminen liittyy tältä osin koko kaivoksen pääympäristöluvan valituskäsittelyyn ympäristöriskien selvittämiskaavatuksen osalta.

Katsomme että hallintoviranomainen PSAVI on kuuluttanut sivukivialuetta KL1 koskevan lupahakemuksen samalla päivämäärällä Kolmisoppea koskevan lupahakemuksen kanssa juuri sen vuoksi, että niillä on keskenään sellainen toiminnallinen yhteys, että niitä on luvan myöntämisedellytysten täyttymisen suhteen tarkasteltava yhdessä toimintojen ympäristövaikutusten ja -riskien selvittämisen ja arvioisen suhteen, erityisesti onko hakemuksen ja pääympäristöluvan yhteiset ympäristöriskit selvitetty riittävästi lupaharkinnan perusteeksi sekä myös lausuntojen hankkimiseksi kuulemis- ja lausuntopyyntöasiakirjojen avulla.

Katsomme, että vaikka hallintoviranomainen on kuuluttanut sivukivialuetta KL 1 koskevan lupahakemuksen samana päivänä kuin kolmisoppea koskevan lupahakemuksen, ei hakemuksen tiedoksiantokuulutuksesta ja kuulutetuista kuulemis- ja lausuntopyyntöasiakirjoista käy riittävästi selville, kuinka tämä erillisenä kuulutetun hakemuksen (ei edes sitä onko tarkoituksena hakea toistaiseksi voimassa oleva lupa vai määräaikainen lupa) ja kuinka kaivoksen koko toimintaa koskevan valituskäsittelyssä olevan tilapäisen pääympäristöluvan yhteiset ympäristöriskien selvittäminen on tarkoitus järjestää haetun luvan myöntämisedellytysten täyttymisen osoittamiseksi.

Edellä lausuttuun viitaten katsomme, että valituskäsittelyssä olevan määräaikaisen pääympäristöluvan mukaisten sivukivikasojen ympäristöriskien selvittämiseen ympäristöluvan myöntämisedellytysten täyttymisen osoittamiseksi sekä nyt haetun sivukivialutta KL1 koskevan luvan keskinäisten oikeusvaikutusten suhteen on sellaista epäselvyyttä, ettei luvan myöntämiselle muodostu oikeudellisia perusteita ennen hallinto-oikeuden tai korkeimman hallinto-oikeuden ratkaisua määräaikaiseen pääympäristöluvan lainvoimaisuudesta tai täytäntöönpanosta tältä osin.

Viittaamme hallinto-oikeuden 19.12.2024 päätökseen, jossa hallinto-oikeus on todennut PSAVI:n päätöksestä palauttaa Terrafamen hakemus sivukivialueesta KL1 takaisin Terrafamelle puutteellisten selvitysten vuoksi, että laajan ja monitahoisen asian jakaminen eri hakemuksiin ja ympäristölupapäätöksiin on kuitenkin omiaan vaikeuttamaan toiminnasta aiheutuvien ympäristövaikutusten ja luvan myöntämisen edellytysten varmistamiseksi tarvittavien lupamääräysten arvioimista kokonaisuutena, erityisesti vesienhallintaan liittyvien riskien kannalta sen mukaan kuin hallinto-oikeuden päätöksessä jäljempänä todetaan.

Edellä mainituilla perusteilla PSAVI:n päätöksen kumoamiseen tai asian palauttamiseen uudelleen käsiteltäväksi ei ole syytä Terrafamen hakemusten erillään käsittelyä koskevilla valitusperusteilla.

Viitaten edellä kuvattuihin perusteluihin katsomme, ettei Terrafamen lupahakemuksen PSAVI/9228/2024 hyväksymiselle ole lainmukaisia perusteita.

Katsomme että sekä edellä kohdassa A2. esitetyt muistutusperusteet sekä hallinto-oikeuden 19.11.2024 päätös perusteluineen osoittavat, ettei Terrafamen hakemalle luvalla lupahakemuksen PSAVI/9228/2024 toiminnan aloittamiseksi ja valmisteluluvan saamiseksi muutoksenhausta huolimatta ole oikeudellisesti hyväksyttävissä olevia perusteita, jonka vuoksi hakemus on hylättävä.

Hakijan kuuleminen ja selitys

Terrafame Oy on antanut 11.3.2025 seuraavan selityksen lausuntoihin ja muistutuksiin.

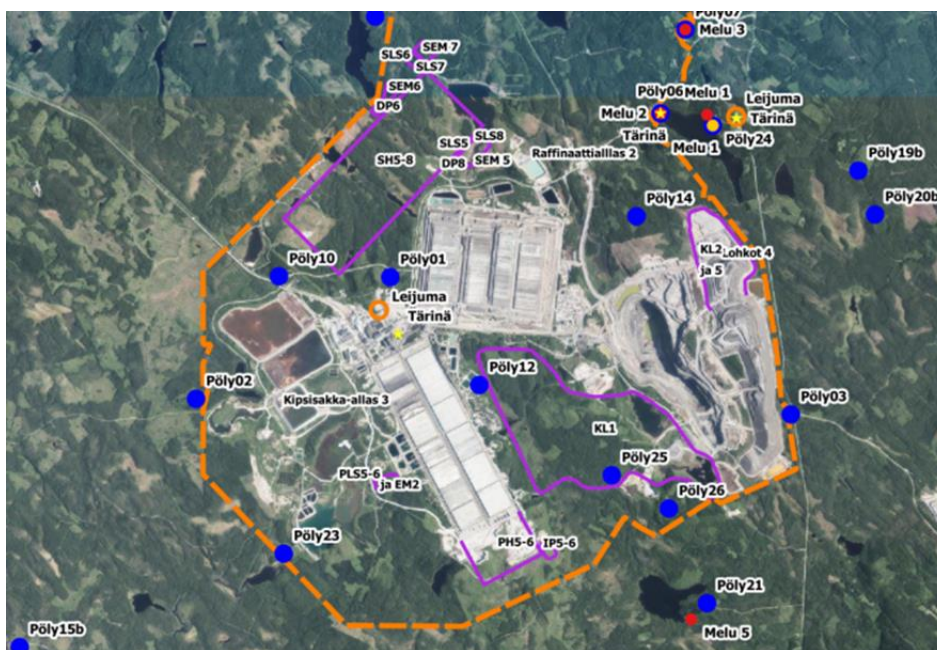
1. Kainuun ELY-keskus / Ympäristö ja luonnonvarat -vastuualue

Pölyämisen osalta Terrafame toteaa, että yhtiö tunnistaa pölyämisen hallinnan tärkeyden ja on toteuttanut sekä suunnitellut useita toimenpiteitä pölypäästöjen minimoimiseksi sekä sulkemistoimenpiteiden yhteydessä että päivittäisessä tuotantotoiminnassa. Terrafame on toimittanut PSAVI:lle koko toimintaa koskevan sulkemissuunnitelman, joka on tullut vireille 31.12.2024 (PSAVI/16044/2024), missä on esitetty yksityiskohtaisesti hakemuksen ohella KL1 sivukivialueen suunniteltu peittorakenne. Terrafame viittaa toimittamaansa sulkemissuunnitelmaan peittorakenteen viimeistelyn osalta. Peittorakenteen viimeistelyyn kuuluu pintamateriaalikerroksen ja kasvillisuuden lisääminen. Kasvittamisella pyritään suojaamaan KL1 sivukivialuetta estämällä sateen, pintavesien ja hapen pääsy, jotta happamien metallipitoisten vesien päätyminen ympäristöön estyy. Lisäksi kasvittamisella suojataan myös sivukivialueiden kalvorakenteita ja materiaaleja ympäristö- ja sääolosuhteilta. Kasvituksen nopeutta voidaan parantaa erilaisin kasvukerroksin, lannoittamalla ja kalkitsemalla. Kasvillisuuden istuttaminen toteutetaan mahdollisimman pian peittorakenteen valmistuttua, jotta pintamaakerroksen eroosioriski saadaan minimoitua.

Terrafame on tunnistanut, että KL1 sulkemisen toimenpiteet voivat mahdollisesti aiheuttaa jonkin verran pölyämistä. KL1 sivukivialue sijaitsee keskellä Terrafamen tuotantoalueita, joten pölyn leviäminen rajoittunee KL1 sivukivialueelta kuitenkin läheisille tuotantoalueille ja sen välittömään läheisyyteen. Sääolosuhteet vaikuttavat pölyn leviämiseen. Terrafamen alueella valitseva tuulensuunta on koilliseen, jolloin KL1 läjittämisen ja sulkemisen toiminnoista mahdollisesti muodostuva pöly kulkeutuisi avolouhoksen suuntaan. Sulkemistöiden päätyttyä alueen pintamaa/kasvukerrokset voivat kuivissa ja tuulisissa olosuhteissa pölytä ennen kuin kasvillisuuskehitys pääsee alkuun. Kun kasvipeite on muodostunut, alueen pölypäästöt vähenevät ja ilmanlaatu palautuu teollisia toimintoja edeltävälle tasolle.

Terrafamella ilmanlaatua on seurattu huhtikuusta 2023 alkaen jatkuva-toimisesti Ilmatieteen laitoksen mittausasemalla, jolla tarkkaillaan erityisesti hengitettäviä hiukkasia (PM10 ja PM2,5) sekä pölylaskeumatarkkailulla. Mittauspiste sijaitsee Hakonen-järven itäpuolella Taattolassa, noin 1,3 km:n etäisyydellä sivukivialue KL2:sta koilliseen. Mittauspistettä operoi Ilmatieteen laitos. Viisiportaisen ilmanlaatuindeksin mukaan ilmanlaatu Taattolan mittausasemalla oli valtaosin hyvä tai tyydyttävä. Hengitettävien hiukkasten (PM10) ja pienhiukkasten (PM2.5) pitoisuudet pysyivät selvästi alle EU:n asettamien ilmanlaatuasetuksen raja- ja ohjearvojen. Arseenin ja muiden metallien pitoisuudet alittivat selvästi tavoitearvot. Ilmanlaatuindeksin mukaan huonoja tai erittäin huonoja päiviä oli vuoden 2023 mittausjakson aikana kaksi ja nämä huonot päivät liittyivät selkeästi sääolosuhteisiin kuten maanpintainversioon.

Terrafame seuraa myös osana ympäristölupaan perustuvaa tarkkailuohjelmaa pölylaskeumaa. Yhtiön velvoitetarkkailussa on 26 kpl leijumatakkailupisteitä. Leijumatakkailussa näytteet, joista ilmenee hiukkasten kemiallinen koostumus, kerätään kuukausikohtaisesti. Tarkkailupisteet on sijoitettu strategisesti huomioiden asutuksen läheisyys ja kaivoksen vaikutusalue, ja ne tarjoavat kattavan kuvan toiminnan vaikutuksista ympäristöön. Sivukivialueen KL1 lähimmät laskeumatarkkailupisteet ovat Pöly12, Pöly21, Pöly25 ja Pöly26 (seuraava kuva), joista Pöly25 ja Pöly26 ovat läjityksen mukaan siirtyviä tarkkailupisteitä.



Kuva 1. Laskeumatarkkailupisteet KL1 sivukivialueen läheisyydessä.

Luonnonsuojelun osalta Terrafame toteaa, että ELY-keskus on vuonna 2022 myöntänyt Terrafamelle poikkeamisluvan (KAIELY 408/2018) KL1 sivukivialueella sijaitsevaa lepakoiden asuttamaa Kuusimäen rakennuksen hävittämiseksi. Terrafame on tietoinen, että päätöksestä on valitettu eikä Kuusimäen rakennusta ole hävitetty. Kuusimäen rakennus sijaitsee alueella, jonka rakentamiseksi yhtiöllä ei ole lainvoi-

maista lupaa VHO:n ratkaisun perusteella, joten oletettavasti asiaa ehditään ratkaista ennen rakennuksen purkutarvetta. Yhtiö on toteuttamassa talven 2025 aikana Kuusimäen rakennukselle lepakoita koskevaa tarkkailua, jossa selvitetään, onko Kuusimäen talo käytössä lepakoiden talvehtimispaikkana.

YVA:n ajantasaisuuden osalta Terrafame katsoo ELY-keskuksen tavoin, että KL1 rakentamisen sekä sulkemisen ympäristövaikutuksia on tarkasteltu laajasti yhtiön YVA menettelyissä. Vesienhallinnan YVA menettelyssä vuonna 2017 on käsitelty mahdollisten uusien sivukivialueiden vaikutukset juoksutettaviin vesiin ja kuormitukseen. Sivukivialue KL1 on ollut aluevarauksena mukana myös vuonna 2017 tuotanto YVA:ssa. Kainuun ELY-keskus on antanut perustellun päätelmän vesienhallinta YVA:sta 28.7.2017 ja tuotanto YVA:sta 21.12.2017. Lisäksi sulkemistoimenpiteitä on käsitelty vuonna 2021 Kolmisoppi YVA:ssa, josta Kainuun ELY-keskus on antanut perustellun päätelmän 21.2.2022.

2. Pohjois-Savon ELY-keskus / Ympäristö ja luonnonvarat -vastuualue

Suoto- ja peittorakenteen yläpuolisten vesien muodostumisen ja niiden aiheuttaman kuormituksen osalta Terrafame muistuttaa, että hakemuksen mukaisesti KL1 läjityksen sekä sulkemistoimenpiteiden aikana muodostuvat suotovedet johdetaan Terrafamen prosessikiertoon tai toissijaisesti vesienkäsittelyyn. Yhtiö haluaa korostaa, että KL1 sivukivialueen sulkemisen jälkeen, niin kauan kuin alueella on tuotannollista toimintaa, mahdollisesti muodostuvat suotovedet KL1 rakennusvaiheilta 1–6 voidaan johtaa prosessikiertoon tai vesienkäsittelyyn kuten nykytilanteessakin.

Yhtiö viittaa hakemuksen mukana toimitettuihin vesienjohtamiskarttoihin, joissa on esitetty yksityiskohtaisesti kolme erilaista tilannetta vesienjohtamisesta; vesienjohtaminen nykytilanteessa, jossa KL1 sivukivialueesta on osa otettu käyttöön, eikä peittorakennetta ole vielä rakennettu; KL1 sivukivialue sulkemisen jälkeisessä tilanteessa Kuusilammen avolouhoksen ollessa toiminnassa ja sivukivialueen KL1 sulkemisen jälkeisessä tilanteessa Kuusilammen avolouhoksen sulkemisen jälkeen. Yhtiö lisäksi muistuttaa, että sivukivialueen KL1 vaiheittaisen sulkemisen vaikutukset vesienjohtamiseen tullaan huomioimaan tarkemmassa rakennussuunnittelussa jokaisen suljettavan rakennusvaiheen alueen osalta erikseen. Lisäksi osana rakennussuunnittelua tarkennetaan työn-aikaisia vesienjohtamisjärjestelyjä.

Terrafame lisäksi toteaa, että yhtiö on tunnistanut hakemuksessa esitetyllä tavalla (hakemuksen taulukko 24) sulkemiseen liittyvät riskit ja toimenpiteet näiden riskien minimoimiseksi, joten yhtiö on valmistautunut reagoimaan nopeasti, jos esimerkiksi rakenteiden yläpuolisten vesien laadussa huomataan poikkeavuuksia. Sulkemissuunnittelu on iteratiivinen prosessi, jossa kaikki tarkkailtavat ja arvioitavat parametrit, kuten suotovesien laatu ja määrä sekä peittorakenteen toimivuus että rakenteen yläpuolisten vesien laatu vaikuttavat aktiiviseen sulkemiseen ja toteutettaviin peittorakenteisiin.

Kuva 3. Kuusilammen louhosjärven täyttymisen jälkeinen konseptuaalinen malli.

KL1 sivukivialueen lohkolta 7 muodostuvat suotovedet Terrafame on esittänyt hakemuksessa johdettavan tuotannollisen toiminnan aikana laadun perusteella joko DP5-altaan kautta käsittelyyn tai ympäristöön vesien laadun perusteella. Terrafame noudattaa kuitenkin VHO:n antamaa päätöstä ja kerää lohkolta 7 alueelta muodostuvat suotovedet ja johtaa ne vesienkäsittelyyn vedenlaadusta riippumatta. Kuusilammen louhoksen toiminnan loputtua suotovedet ohjataan tarvittaessa Kuusilammen avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen. Terrafame on 27.1.2025 korkeimmalle hallinto-oikeudelle jättämässään valituslupahakemuksessa hakenut valituslupaa ja vaatinut lupamääräysten palauttamista voimaan sellaisina, kuin ne on annettu PSAVI:n päätöksessä nro 107/2023.

Peittorakenteen päältä muodostuvien vesien osalta yhtiö toteaa, että peittorakenteessa tiivisrakenteen (kalvon) päällä käytetään vain puhtaita maa-aineksia, joten peittorakenteen päältä muodostuvat vedet ovat lähtökohtaisesti puhtaita vesiä ja ne voidaan johtaa ympäristöön. Sivukivialueen vaiheittainen sulkeminen lisää peittorakenteen päältä muodostuvien valumavesien määrää vaiheittaisesti. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheet 1–6 on jaettu sulkemisen jälkeisessä tilanteessa kuuteen valuma-alueeseen. Valuma-alueelta 5 vedet johdetaan Sopenjoen valuma-alueelle (04.646) ja valuma-alueelta 6 Kivijoen valuma-alueelle (04.645). Valuma-alueille 5 ja 6 rakennetaan laskeutusaltaat, jotka pidättävät kiintoainesta ennen kuin vedet ohjautuvat ympäristöön. Laskeutusaltailta lähtevää vettä tarkkaillaan, jotta vedenlaatu täyttää hakemuksessa esitetyt tavoitepitoisuudet. Peittorakenteiden yläpuolisten vesien keräilyn ja johtamisen osalta Terrafame viittaa hakemuksessa esitettyihin vesienjohtamiskarttoihin.

Terrafame toteaa POSELY:n lausunnossa esiin tulleen kuormituksen osalta, että Lapin Vesitutkimus Oy on vuonna 2005 selvittänyt Talvivaaran kaivoshankkeen vaikutusalueen vesistöjen taustapitoisuuksia ennen Talvivaaran kaivoshankkeen aloittamista. Selvityksessä mukana olleet hankkeen vaikutusalueen järvissä on ollut mukana mm. Sopenjoen valuma-alueelle kuulunut Iso-Savonjärvi ja Kivijoen valuma-alueelta Kivijärvi ja Laakajärvi. Selvityksen tuloksia on tarkemmin käsitelty hakemuksessa.

Sopenjoen valuma-alueen osalta yhtiön on vuoden 2024 alussa tarkkailuohjelman päivityksen yhteydessä siirtynyt Iso-Savonjärven tarkkailussa ottamaan Iso-Savonjärvestä näytteitä kuusi kertaa vuodessa. Vuonna 2024 näytteitä saatiin otettua 5 kappaletta johtuen loppu vuoden heikosta jäätilanteesta. Korvaava näytteenotto siirtyi vuoden 2025 tammikuulle. Terrafame toteaa, että Iso-Savonjärvellä pitkän aikavälin sulfaatti- ja metallipitoisuuksissa on nähtävissä laskeva trendi. Vuosien 2022–2024 tarkkailutuloksissa ei ole näkyvissä kuormituksen lisääntymistä (kuvat 4 ja 5). Nykyisillä vesienhallinnan järjestelyillä on onnistuttu vähentämään Iso-Savonjärveen päätyvää hajakuormitusta. Terrafame

korostaa, että kaivospiirin ulkopuolisilta pieniltä järviltä, joihin Iso-Savonjärvi kuuluu, ei havaittu tarkkailtavien vesiympäristölle haitallisten ja vaarallisten metallien pitoisuuksissa ympäristölaatumormien ylittäviä pitoisuuksia vuonna 2024, kuten ei myöskään ole havaittu vuosina 2021–2023.

Vesiympäristölle haitallisten ja vaarallisten metallien pitoisuuksia on esitelty alla olevassa taulukossa.

	n	Nikkeli, liukoinen µg/l					Lyijy, liukoinen µg/l					Cd, liukoinen µg/l				
		Mitattu pit	MAC-EQS		AA-EQS		MAC-EQS		AA-EQS		ka. 2024	MAC-EQS		AA-EQS		ka. 2024
			ka. µg/l	raja-arvo	maks.	raja-arvo	raja-arvo	maks.	raja-arvo	ka. 2024		raja-arvo	maks.	raja-arvo	ka. 2024	

Iso-Savonj. pinta	5	6,2	34,0	8,2	5,0	0,6	14,0	0,5	1,2	<0,10		1,50	0,04	0,25	<0,03	
Iso-Savonj. Pohja	5	10,5	34,0	14,0	5,0	1,1	14,0	0,7	1,2	<0,10		1,50	0,07	0,25	0,05	
Hakonen pinta	1	5,7	34,0	5,7	5,0	1,0	14,0	<0,10	1,2	<0,10		1,50	<0,03	0,25	<0,03	
Hakonen pohja	1	12,0	34,0	12,0	5,0	1,8	14,0	0,2	1,2	<0,10		1,50	0,12	0,25	0,12	
Raatelampi pinta	1	3,4	34,0	3,4	5,0	0,3	14,0	<0,10	1,2	<0,10		1,50	<0,03	0,25	<0,03	
Raatelampi pohja	1	2,4	34,0	2,4	5,0	0,5	14,0	0,2	1,2	<0,10		1,50	<0,03	0,25	<0,03	
Talvilampi	5	3,0	34,0	4,4	5,0	0,4	14,0	0,4	1,2	<0,10		1,50	0,06	0,25	0,04	

AA Vuosikeskiarvo

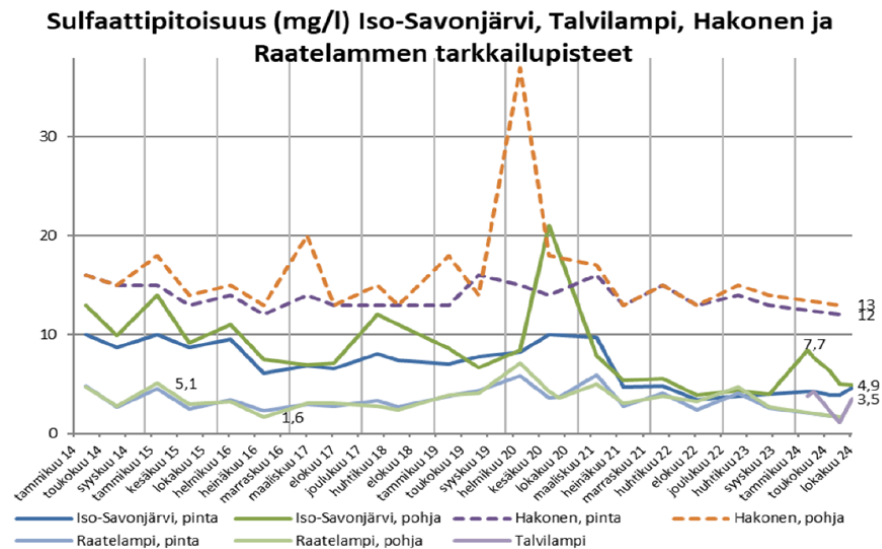
MAC Sallittu enimmäispitoisuus

EQS Ympäristölaatumiarvo, jota ei saa ylittää

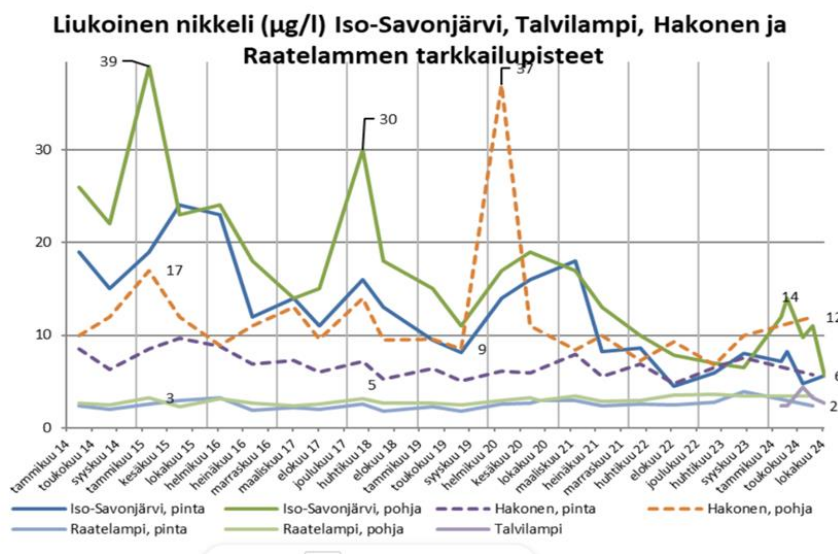
Biosaattavat pitoisuudet

Määritysraja pienemmät pitoisuudet huomioitu -> 0,5x määritysraja

Terrafame on lisännyt loppuvuonna 2021 leijumatarkkailupisteen Pöly21 Iso-Savonjärven läheisyyteen. Tarkkailupisteeltä pystytään seuramaan, päätyykö Iso-Savonjärveen leijuman kautta hajakuormitusta, mutta toistaiseksi kyseisellä tarkkailupisteellä ei ole havaittu Terrafamen toiminnoista mahdollisesti johtuneita kohonneita pitoisuuksia metalleissa tai muissa tarkkailtavissa parametreissa. Alla kuvissa 4 ja 5 on esitetty Iso-Savonjärven tarkkailutuloksia vuodesta 2014 lähtien.



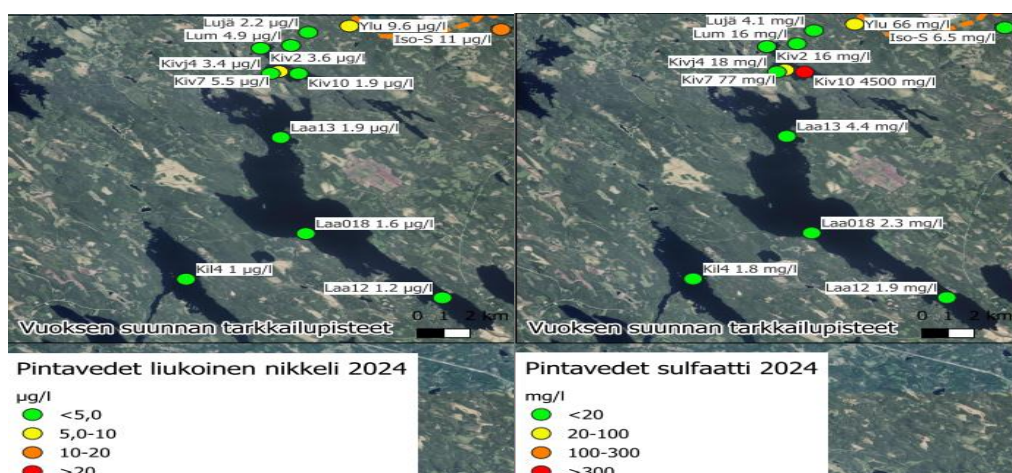
Kuva 4. Iso-Savonjärven sulfaattipitoisuus vuosina 2014–2024.



Kuva 5. Iso-Savonjärven liukoisin nikkelin pitoisuuksia vuosina 2014–2024.

Hakemuksessa esitettyjen tavoitepitoisuuksien osalta ja niiden vaikutuksesta Kivijoen valuma-alueeseen Terrafame viittaa POSELY:n kalatalouspalveluille antamaansa vastineeseen.

KL1 sulkemisen hakemuksessa Terrafame on esittänyt, että puhtaat hakemuksessa esitetyn laatuvaatimusten mukaiset pintavaluntavedet tullaan johtamaan vain osin Kivijoen valuma-alueen suuntaan. Terrafamen näkemyksen mukaan sulkemisen jälkeiset puhtaat pintavedet eivät vaikuta negatiivisesti Kivijoen valuma-alueella sijaitsevien latvavesien kuten Kivijärven tai Laakajärven myönteisen tilan kehityksen jatkumiseen. Kivijärven tila on viime vuosien aikana olennaisesti parantunut vuosien 2010–2014 tarkkailussa havaitusta. Kivijärven luusuan näytepisteellä (Kiv2) kerrostuneisuus purkaantui vuonna 2015 ja pohjoispään näytepisteen (Kiv7) kerrostuminen purkaantui kevätkierron myötä 2020. Vastaava laskeva trendi on havaittavissa myös alusvesien sulfaattipitoisuuksissa. Kivijärven syvännepisteellä (Kiv10) vesi on edelleen kerrostunut ja alusvesi suolaantunut. Pisteen väliveden osalta kerrostuneisuus purkautui syyskierron myötä 2019 ja vuonna 2022 väliveden kuorimitusta ilmentävien parametrien sekä aineiden pitoisuudet olivat murtoosan edeltävien vuosien vastaavista pitoisuuksista. Vuoden 2023 näytteiden alusvesien sulfaattipitoisuudet ja sitä kautta sähkönjohtavuus olivat laskeneet aikaisemmasta. Vuoden 2024 pitoisuudet ovat keskimäärin vastaavia kuin vuonna 2023 vastaavana aikana. Kuvassa 6 esitetty Vuoksen vesistön suunnan tarkkailupisteiden sulfaatin ja liukoisin nikkelin keskipitoisuudet vuodelta 2024.



Kuva 6. Vuoksen vesistön suunnan tarkkailupisteiden sulfaatin ja liukoi-
sen nikkelin keskipitoisuudet vuodelta 2024. Syvännepisteiden osalta
kuvassa on tarkastelu alusvesien pitoisuutta.

Terrafame haluaa nostaa esille myös, että Vuoksen vesistön osalta VHO on muuttanut päätöksellään 1738/2024 PSAVI:n päätöstä nro 87/2022 koskien Terrafamen kokotoiminnan ympäristölupaa ja sen lupamääräyksiä 26, 34 ja 37 siten, että ympäristölupaa ei ole myönnetty käsiteltyjen vesien johtamiselle Vuoksen vesistön Ylä-Lumijärven ohittavaan kanavaan. Yhtiö on 27.1.2025 korkeimmalle hallinto-oikeudelle jättämässään valituslupahakemuksessa hakenut valituslupaa ja vaatinut lupamääräysten 26, 34 ja 37 palauttamista voimaan sellaisina, kuin ne on annettu PSAVI:n päätöksessä nro 87/2022.

Yhtiö haluaa muistuttaa, että Nuasjärven purkuputki on Terrafamen käsiteltyjen vesien ensisijainen purkureitti, mutta Terrafame pitää välttämättömänä, että sillä on käytössä myös jatkossa muitakin käsiteltyjen vesien reittejä purkuputken lisäksi. Vesien johtaminen ns. vanhoille purkureiteille ollut viime vuosina vähäistä, eikä Vuoksen suuntaan ole kaikkina vuosina ollut tarvetta johtaa vesiä lainkaan. Terrafame haluaa varautua, toimintaan liittyvät suuret vesimäärät huomioon ottaen, ennakolta juoksuttamisen tarpeeseen esimerkiksi häiriötilanteiden johdosta useamman kuin yhden purkureitin kautta. Päätöksen nro 87/2022 mukainen vesien johtaminen ei heikennä vanhoilla purkureiteillä sijaitsevien lähivesien tilaa nykyisestä, eikä estä näin ollen hyvän tilan saavuttamista. Vuoksen purkureitille kohdistuva sulfaattikuormitus voi hetkellisesti voimistaa kausikerrostuneisuutta, mutta sulfaattikuormituksen ei kuitenkaan arvioida aiheuttavan pysyvää kerrostuneisuutta. Vuoksen suuntaan johdettavan kuormituksen pysyessä ennallaan, arvioidun mukaan Kivijärven syvänteellä (Kiv10) kerrostuneisuus voisi purkautua noin viiden vuoden kuluessa.

KL1 sivukivialueen pohjarakenteiden osalta Terrafame toteaa, että yhtiö on kokeneiden asiantuntijoiden ja suunnittelijoiden kanssa suunnitellut ympäristönsuojelun kannalta toimivat ja turvalliset rakenteet, jotka ovat olleet parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaiset ja perustuneet

tutkimuksiin ja huolellisiin testauksiin, joita yhtiö avaa alempana enemmän. Yhtiön suunnittelemiin pohjarakenteisiin on PSAVI päätöksessään nro 107/2023 määrännyt vielä varmuuden vuoksi vahvennuksia ("BAT+periaate") vedoten varovaisuusperiaatteeseen. VHO:n päätöksessä KL1 sivukivialueen pohjarakenteita on kiristetty entisestään PSAVI:n määrittämisestä käytännössä kaksinkertaistamalla pohjarakenteet edelleen varmuusperiaatteen nojalla ilman tosiasiallista ympäristönsuojelullista tarvetta. Kaksinkertaisilla pohjarakenteilla ei saavuteta ympäristönsuojelullisesti lisäarvoa. Lisäksi kaksinkertaiset pohjarakenteet aiheuttavat kohtuuttomia lisäkustannuksia yhtiölle. Yhtiö on alkanut välittömästi VHO:n päätöksen 1739/2024 jälkeen suunnittelemaan ja valmistelemaan vuoden 2025 tulevalle rakennuskaudelle VHO:n päätöksen mukaisia pohjarakenteita KL1 sivukivialueen rakennusvaiheen 3 osalta. Terrafame haluaa kuitenkin huomauttaa, että yhtiö on 27.1.2025 korkeimmalle hallinto-oikeudelle jättämässään valituslupahakemuksessa hakenut valituslupaa ja vaatinut PSAVI:n päätöksen nro 107/2023 lupamääräysten palauttamista voimaan sellaisinaan kuin ne on luvassa myönnetty.

Pohjarakenteiden osalta Terrafame toteaa lisäksi, että hakemuksen mukaiset rakenteet ja niiden toteutustapa on suunniteltu KL1 sivukivialueelle ympäristöolosuhteiden, pohjatutkimusten sekä suunnitellun käytön, mm. jätteiden laadun mukaisesti IMEI BREF ja BAT periaatteita noudattaen. BAT 5 periaatteen noudattamisen osalta Terrafame viittaa sekä hakemuksen liitteenä toimitettuun BAT-vertailuasiakirjaan että yhtiön joulukuussa 2024 PSAVI:lle toimitettuun ja vireille tulleeseen koko toiminnan sulkemissuunnitelmaan, jossa todetaan, että vaiheittain tarkentuvassa sulkemissuunnittelussa tarkistetaan aina kaavailtujen sulkemistoimenpiteiden riittävyys vaikutusten- ja riskinarviointien tarkentumisen myötä. Ensimmäinen sulkemistoimenpiteiden suunnitelma perustuu kokemuseräiseen arviointiin ja esimerkiksi peittorakenteita koskeviin BAT-päätelmiin. Terrafame korostaa lisäksi, että yhtiö varmistaa jokaisen rakennettavan kohteen laadun noudattamalla erikseen määritettyjä laadunvarmistusohjeita sekä muita kansallisia ohjeita ja standardeja. Esimerkiksi Terrafame käyttää vain CE-merkittyjä EN-hyväksytyjä suojaotekstiilejä, joiden suojausominaisuudet määritetään mm. InfraRYL ohjeen mukaisesti. Kalvon suojaamiseksi on useita erilaisia suojaustasoja, jotka vaikuttavat tarvittavan kankaan painoon. Korkein I-luokan suojaustaso perustuu Saksassa käytössä olleeseen mitoituseriaatteen, jonka mukaan paikallisen painauman aiheuttama maksimivenymä saa olla enintään 0,25 %. Venymärajaa 0,25 % voidaan pitää kaiken kaikkiaan erittäin konservatiivisena suunnitteluperusteena.

Tyypillisesti käytettävät rakenneyhdistelmät myös testataan käyttötarkoitusta varten. Terrafame on teettänyt useita sylinteritestisarjoja eri rakenneyhdistelmille. Tyypillisesti koeaikana on pidetty ensimmäisessä vaiheessa 100 h ja toisessa vaiheessa 1000 h, joista jälkimmäisellä pitkällä kokeella on edetty luvutukseen. Kokeet tehdään paineilla, jotka vastaavat kunkin alueen läjityksen suunniteltua täyttökorkeutta. Terrafame on toimittanut testien tuloksista koosteen päälupaa (87/2022) koskevassa lupa-asiassa. Toimitettu kooste ja siinä esitetyt koetulokset

suojageotekstiilien kestävydestä ja venymisestä ovat sovellettavissa myös tässä lupa-asiassa ja materiaalit ovat näiden perusteella riittäviä suojaamaan HDPE-kalvoa.

Edellä kuvatun mukaisesti KL1 pohjarakenteissa käytetään, kuten hakemuksessa on todettu, vain tutkittuja ja toimiviksi osoitettuja pohjarakenteita. Toimivat pohjarakenteet ehkäisevät tehokkaasti suotovesien pääsyn pohjavesiin, ja suotovedet ovat kerättävissä ja johdettavissa vesienkäsittelyyn myös sulkemisen jälkeen rakenteisiin toteutettujen salaojarakenteiden avulla. Nyt käsiteltävänä olevan asian eli peittorakenteen ja sen rakentamisen osalta Terrafame toteaa, että pinta- ja pohjarakenteiden yhteensovittaminen tehdään aina kohdekohtaisesti ja näin toimitaan myös VHOn päätöksen edellyttämällä pohjarakenteilla.

Pohjarakenteiden alapuolisten vesien osalta yhtiö toteaa, että KL1 sivukivialueen rakennusvaiheiden 1–6 tiiviin pohjarakenteen alapuoliset vedet johdetaan hakemuksen mukaisesti laadun perusteella joko vesienkäsittelyyn tai suoraan ympäristöön. Yhtiö on hakemuksessa esittänyt pohjarakenteen alapuolisille vesille tavoitepitoisuudet, ja kun sivukivialueen pohjarakenteiden alapuoliset vedet ovat esitetyn mukaisia tai alittavat tavoitepitoisuudet, voidaan vedet johtaa ympäristöön. Yhtiö muistuttaa, että rakenteen alapuolisten vesien laatua ja määrää tullaan seuraamaan sivukivialueen sulkemisen aikana sekä jälkeen. Sivukivialueen sulkemisen aikana ja jälkeen yhtiö on varautunut siihen, että rakenteiden alapuoliset vedet johdetaan suotovesien tavoin vesienkäsittelyyn ja tuotannollisen toiminnan loppumisen jälkeen Kuusilammen avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen. Yhtiö on varautunut jatkamaan suojapumppauksia sivukivialueen lähistöllä niin kauan kuin se on tarpeellista. Suojapumppausten tarpeen arvioidaan kuitenkin loppuvan ennen koko kaivostoiminnan loppumista alueella. Lähtökohtaisesti kuitenkin rakenteiden alapuoliset vedet johdetaan hakemuksen mukaisesti ympäristöön sulkemisen aikana ja jälkeen, jos ne täyttävät hakemuksessa esitetyt vesienlaadulle asetetut pitoisuustavoitteet.

3. Pohjois-Savon ELY-keskus / Järvi-Suomen kalatalouspalvelut

Vuoksen vesistöreitille KL1 sivukivialueelta johdettavien puhtaiden pintavesien ja suotovesien keräilyn ja puhdistuksen kuvailun osalta Terrafame viittaa POSELY:n ympäristö- ja luonnonvarat vastuualueelle antamaansa selitykseen. Terrafame kuitenkin painottaa, ettei sivukivitäytössä muodostuvia suotovesiä ole suunniteltu juoksuuttavaksi ympäristöön sellaisenaan myöskään sulkemisen jälkeisessä tilanteessa.

Tavoitepitoisuuksien suhteen Terrafame toteaa, että Terrafamen esittämät tavoitepitoisuudet peittorakenteen päältä tuleville hulevesille ja pohjarakenteen alapuolisille luontoon johdettaville vesille perustuvat yhtiön sulkemisen jälkeiseen tavoitteeseen, 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 vesipuitteidirektiivin (2000/60/EY) mukaiset valtioneuvoston asetuksessa 1022/2006 esitetyt

vaarallisten ja haitallisten aineiden laatunormit eivät ylity. Suomen ympäristökeskus on esittänyt uusista asetukseen lisättävistä aineista kuten sinkin ja sulfaatin osalta raja-arvoja. Terrafame katsoo, että yhtiön esittämät tavoitepitoisuudet ovat linjassa Suomen ympäristökeskuksen esityksen kanssa. Terrafame korostaa, että ympäristöön johdettavien pinta- ja rakenteiden alapuolisia vesiä tarkkaillaan ja nämä mahdollisesti johdetaan yhtiön vesienkäsitteilyyn, jos tavoitepitoisuudet eivät alitu.

Taulukossa 2 on esitetty Vuoksen vesistöreitien tarkkailupisteiden haitallisten ja vaarallisten aineiden pitoisuuksista säädetyn asetuksen mukaisia pitoisuuslaskentoja liukoisen nikkelin, lyijyn ja kadmiumin osalta. Vuonna 2024 Vuoksen suunnalta ei havaittu haitallisten ja vaarallisten aineiden osalta ympäristölaatunormien ylittäviä pitoisuuksia. Mangaanille ja uraanille ei ole asetettu asetuksessa ympäristölaatunormia. Yhtiö kuitenkin seuraa uraanin ja mangaanin pitoisuuksia. Pintavesissä laatusuosituksen ylittyminen on yleistä ja mangaanipitoisuus voi vaihdella kuukausien välillä. Vuoksen reitin suunnalla on kuitenkin mangaanin osalta havaittavissa vielä edellisen toiminnanharjoittajan toiminta. Terrafame toteaa pH:n raja-arvon osalta, että yhtiön pH-tason tavoitteena on, että vesimuodostumien fysikaalis-kemiallinen tilaluokka säilyy vähintään ennen toiminnan aloittamista valinneella tasolla.

Taulukko 2. Vesiympäristölle haitallisten ja vaarallisten kemikaalien pitoisuuksia Vuoksen reitin näytekypeillä 2024.

	n	Nikkeli, liukoinen µg/l					Lyijy, liukoinen µg/l					Cd, liukoinen µg/l					Uraani -	Mangaani -
		MAC-EQS		AA-EQS		ka. 2024	MAC-EQS		AA-EQS		ka. 2024	MAC-EQS		AA-EQS		ka. 2024		
		ka. µg/l	raja-arvo	maks.	raja-arvo		maks.	raja-arvo	maks.	raja-arvo		maks.	raja-arvo	maks.	raja-arvo			
Ylä-Lumijärvi	2	9,6	34,0	11,0	5,0	1,7	14,0	0,7	1,2	<0,10	1,50	0,03	0,25	0,03	0,24	1970		
Lumijärvi	2	2,2	34,0	2,3	5,0	0,2	14,0	0,7	1,2	<0,10	1,50	<0,03	0,25	<0,03	0,15	102		
Lumijoki	11	4,9	34,0	11,0	5,0	0,5	14,0	0,5	1,2	<0,10	1,50	0,05	0,25	<0,03	0,16	246		
Kivijärvi 2pinta	4	2,6	34,0	3,4	5,0	0,3	14,0	0,3	1,2	<0,10	1,50	<0,03	0,25	<0,03	<0,10	348		
Kivijärvi 2pohja	4	3,6	34,0	6,5	5,0	0,3	14,0	0,4	1,2	<0,10	1,50	<0,03	0,25	<0,03	0,13	638		
Kivijärvi 7pinta	4	3,8	34,0	4,2	5,0	0,4	14,0	0,4	1,2	<0,10	1,50	0,03	0,25	<0,03	0,12	453		
Kivijärvi 7pohja	4	5,5	34,0	9,1	5,0	0,7	14,0	0,2	1,2	<0,10	1,50	0,05	0,25	<0,03	0,16	1010		
Kivijärvi 10pinta	4	3,8	34,0	4,1	5,0	0,4	14,0	0,3	1,2	<0,10	1,50	<0,03	0,25	<0,03	0,11	468		
Kivijärvi 10pohja	4	1,9	34,0	2,2	5,0	0,2	14,0	<0,1	1,2	<0,10	1,50	<0,03	0,25	<0,03	1,71	47250		
Kivijoki 4	11	3,4	34,0	4,1	5,0	0,4	14,0	1,0	1,2	<0,10	1,50	<0,03	0,25	<0,03	0,10	380		
Laakajärvi 13 pinta	4	1,3	34,0	1,4	5,0	0,1	14,0	0,4	1,2	<0,10	1,50	<0,03	0,25	<0,03	<0,10	108		
Laakajärvi 13 pohja	4	1,9	34,0	3,5	5,0	0,2	14,0	0,6	1,2	<0,10	1,50	<0,03	0,25	<0,03	0,18	1084		
Laakajärvi 081 pinta	4	1,1	34,0	1,3	5,0	0,1	14,0	0,3	1,2	<0,10	1,50	<0,03	0,25	<0,03	0,46	110		
Laakajärvi 081 pohja	4	1,7	34,0	2,9	5,0	0,2	14,0	0,8	1,2	<0,10	1,50	<0,03	0,25	<0,03	<0,10	3399		
Laakajärvi 12 pinta	2	1,3	34,0	1,5	5,0	0,1	14,0	0,4	1,2	<0,10	1,50	<0,03	0,25	<0,03	<0,10	76		
Laakajärvi 12 pohja	2	1,2	34,0	1,3	5,0	0,1	14,0	0,3	1,2	<0,10	1,50	<0,03	0,25	<0,03	<0,10	300		
Kiltuanjärvi pinta	2	1,0	34,0	1,1	5,0	0,1	14,0	0,3	1,2	<0,10	1,50	<0,03	0,25	<0,03	0,12	92		
Kiltuanjärvi pohja	2	1,0	34,0	1,0	5,0	0,1	14,0	0,3	1,2	<0,10	1,50	<0,03	0,25	<0,03	<0,10	220		
AA	Vuosikeskiarvo																	
MAC	Sallittu enimmäispitoisuus																	
EQS	Ympäristölaatunormiarvo, jota ei saa ylittää																	

Suotovesien tarkkailun osalta Terrafame korostaa, että sivukivialueella muodostuvia suotovesiä ei tulla johtamaan tuotannon aikana tai sivukivialueen sulkemisen jälkeenkään ympäristöön sellaisenaan. Sulkemisen jälkeen tiivis peittorakenne rajoittaa hapen ja veden pääsyä sivukivitäyttöön, mikä vähentää yleensäkin muodostuvien suotovesien määrää sekä sulfidimineraalien hapettumista, ja tulee parantamaan suotoveden laatua kaikkien metallipitoisuuksien osalta. Suotovesien tarkkailua tullaan jatkamaan sulkemisen aikana sekä sulkemisen jälkeen. Sulkemisen jälkeisessä tilanteessa KL1 sivukivialueen mahdollisesti muodostuvat suotovedet tullaan ohjaamaan Kuusilammen avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen. Louhosjärven vedenlaatu on

mallinnettu ja siten varmistettu, ettei louhosjärvestä Oulujoen reitille johdettava ylivuoto huononna vastaanottavien vesien tilaa merkittävästi. Sulkemisen aikana ja sen jälkeen tarkkailua jatketaan PSAVI:ssa 31.12.2024 vireille tulleen sulkemissuunnitelman mukaisesti vähintään 30 vuoden ajan.

4. Sotkamon kunnan ympäristönsuojeluviranomainen

Suotovesiä koskevien asioiden osalta Terrafame viittaa antamiinsa selvityksiin POSELY:n ympäristö- ja luonnonvarat vastuualueen vastineeseen ja POSELY:n kalatalouspalvelun vastineeseen, joissa käsitellään suotovesien johtamista, tarkkailua ja sivukivialueiden pohjarakenteita.

Pinta- eli hulevesien johtamisen osalta Terrafame haluaa lisätä, että peittorakenteen päältä muodostuvat vedet ovat puhtaita, mutta erityisesti peittorakenteen rakentamisen aikana niiden mukana voi kulkeutua vielä kasvittamattomilta alueilta kiintoainetta. Peittorakenteen päältä muodostuvien vesien laatua seurataan myös rakentamisen aikana ja tarvittaessa yhtiö on varautunut pumppaamaan vedet laskeutusaltaista suotovesialtaisiin, josta ne johdetaan käsiteltäväksi.

Meluamisen osalta Terrafame toteaa, että toiminnasta aiheutuvaa melua mitataan ELY-keskuksen hyväksymän tarkkailuohjelman mukaisesti. Terrafamen toiminnasta aiheutunutta melua mitataan kolmella eri tavalla: jatkuvatoimisella mittauksella, ympäristömelumittauksilla sekä mittaamalla melupäästöjä suoraan meluavista kohteista. Melupäästömittausten perusteella Terrafame päivittää lisäksi vuosittain nykytilan melunleviämismallia. Terrafame on päivittänyt vuoden 2024 mittaustulosten perusteella nykytilan melun leviämismallia, jossa on otettu huomioon KL1 sivukivialueen tuotannollinen toiminta ja vuoden 2024 KL2 sivukivialueella tehtyjen sulkemistöiden aiheuttama melu.

Ympäristömelun tarkkailusuunnitelma sisältää ne tarkkailukohteet, jotka ovat alttiina Terrafamen toiminnasta aiheutuvan melun välittömälle vaikutukselle teollisuusalueen ulkopuolella. Ympäristömelua mitataan vuosittain 5 kohteesta, joista kolme on hankealueen välittömässä läheisyydessä (Sorsala, Taattola ja Myllyniemi). Lisäksi ympäristömelun tarkkailua toteutetaan Kolmisoppi-järven pohjoispuolella sijaitsevalla kiinteistöllä ja KL1 sivukivialueen etelä-kaakkopuolella sijaitsevalla Iso-Savonjärvellä. Vuonna 2024 ympäristömelua mitattiin myös kampanjaluontoisesti Hakosen rannalla sijaitsevalla kiinteistöllä (Kuva 7, mittauspiste MP6). Vuoden 2024 ympäristömelun mittauspisteet on esitetty kuvassa. Nykyisten ympäristömelun tarkkailupisteiden katsotaan kattavan hyvin KL1 sivukivialueen sulkemisen toimintojen vaatiman seurannan suhteessa lähimpiin häiriintyviin kohteisiin. Sulkemisen työmaan aikaisia melutasoja seurataan ympäristömelumittauksilla osana velvoitetarkkailua.



Kuva 7. Vuoden 2024 lähimpien häiriintyvien kohteiden ympäristömelumittauspisteet.

5. Kajaanin kaupungin ympäristönsuojeluviranomainen

Tarkkailun osalta Terrafame toteaa, että yhtiö tulee toteuttamaan pinta-, pohja- ja suotovesitarkkailua hakemuksessa esitetyn mukaisesti. Terrafame on sitoutunut aloittamaan alueiden jälkihoidon jo toiminnan aikana, jolloin sulkemisen käytäntöjä, tarkkailua, vesienhallintaa ja muuta kehitystyötä voidaan tehdä yhtiön tuotannon ollessa vielä käynnissä. Sulkemisen aikana ja sen jälkeen tarkkailua jatketaan PSAVI:lle joulukuussa toimitetun ja vireille tulleen kokotoiminnan sulkemissuunnitelman mukaisesti vähintään 30 vuoden ajan. Sulkemissuunnitelmassa on esitetty myös vakuudet sulkemisen jälkeiselle tarkkailulle.

Pohjarakenteiden tiiviiden ja suotovesien johtamisen osalta Terrafame viittaa antamiinsa selityksiin POSELY:n ympäristö- ja luonnonvarat vastuualueen vastineeseen ja POSELY:n kalatalouspalvelun vastineeseen, joissa käsitellään suotovesien johtamista, tarkkailua ja sivukivalueiden pohjarakenteita. Terrafame haluaa lisäksi tuoda esille, että hakemuksen jättämisen jälkeen PSAVI:lle toimitetussa sulkemissuunnitelmassa on Kuusilammen avolouhokseen muodostuvan louhosjärven osalta esitetty tarkemmat toimenpiteet Kuusilammen louhoksen sulkemiseksi ja lisäksi louhosjärven mallinnusraportti. Edellä esitetyssä kuvassa 3 on esitetty louhosjärven täyttymisen jälkeinen konseptuaalinen malli.

Terrafame toteaa lisäksi, että yhtiö on hakemuksessa esittänyt suotoveden geokemiallisia mallinnuksia, joiden perusteella on arvioitu suotoveden laatua ja määrää peittorakenteelle asetettujen toimintatavoitteiden täyttyessä sekä millaisia vaikutuksia tiivisrakenteena käytetyn LLDPE-kalvon toimintakyvyn hiipumisella ja huononemisella voi olla suotoveden laatuun.

Ympäristöön kohdistuviin haittavaikutuksiin yhtiö toteaa, että tärinävaikutusten osalta, että tällä hetkellä tärinää seurataan kolmessa pisteessä: tehdasalueella sekä Hakosen alueen kiinteistöillä Myllyniemessä ja Taattolassa. Lisäksi Taattolassa seurataan ilmanpainetta. Terrafame on lisäksi toteuttanut kampanjaluonteisia tärinämittauksia myös kauempana kaivospiiristä, erityisesti Tuhkakylän alueella. Yhtiön tuotantoa koskevassa pääluvassa lähikiinteistöillä mitattavalle tärinälle (heilahdusnopeudelle) on annettu raja-arvo 5 mm/s. Terrafame toteaa, että KL1 sulkemisen tärinävaikutukset pystytään havaitsemaan nykyisellä tarkkailulla.

Yhtiö viittaa melun osalta Sotkamon kunnalle annettuun vastineeseen ja pölyn osalta Kainuun ELY-keskukselle antamaansa vastineeseen.

Vesitaseen osalta yhtiö toteaa, että yhtiö pitää jäte- ja tuotantoalueiden oikea-aikaista sulkemista keskeisenä vesienhallinnan keinona vesienkeräilyyn piirissä olevien valuma-alueiden pienentämiseksi. Terrafame haluaa huomauttaa, että yhtiö mallintaa jatkuvasti samanaikaisesti avoinna olevien alueiden pinta-aloja, mukaan lukien KL2 ja KL1 sivukivalueet, ja niiden vesitasevaikutuksia eri sadantaskenaarioilla varmistuen, että yhtiöllä olevat vesienkäsittelykapasiteetti, päästökiintiöt ja vesivarastokapasiteetti riittävät kohtuullisesti valuma-alueilta kerättävien vesien hallintaan myös sateisina kausina.

6. Sonkajärven kunnan ympäristön- ja terveydensuojeluviranomainen
7. Sonkajärven kunta

Suotovesien ja peittorakenteen päältä muodostuvien pintavesien osalta Terrafame viittaa antamiinsa selityksiin POSELY:n ympäristö- ja luonnonvarat vastuualueen vastineeseen, POSELY:n kalatalouspalvelun vastineeseen, Sotkamon kunnalle antamaansa vastineeseen ja Kajaanin kaupungille antamaansa vastineeseen, joissa käsitellään suotovesien osalta niiden muodostumista, johtamista ja tarkkailua. Terrafame viittaa edellä mainittuihin vastineisiin myös peittorakenteen päältä muodostuvien vesien laadun, johtamisen ja tarkkailun osalta. Terrafame painottaa kuitenkin edelleen, että peittorakenteiden yläpuolinen pintavalunta on arvioiden mukaan kiintoaineen laskeutuksen jälkeen puhdasta valumavettä, eikä sille ole tarpeellista määrätä erillistä käsittelyä. Sivukivitäytöstä muodostuva suotovesi johdetaan myös sulkemisen jälkeen prosessivedeksi tai vesienkäsittelyyn ja sulkemisen jälkeen mahdollisesti muodostuva suotovesi ensisijaisesti louhosjärveen, jonka ylivuotovesi on mallinnettu ja todettu ympäristön kannalta kestäväksi.

Sulkemisen osalta Terrafame toteaa, että yhtiö noudattaa PSAVI:n päätöstä nro 107/2023, joka velvoittaa määräyksessä 14, että luvan saajan on suunniteltava ja toteutettava lohkojen 1–6 täyttötoiminto siten, että ympäristöluvan mukaisella rakenteella sulkematta olevan jätealueen laajuus on joka tilanteessa enintään 100 hehtaaria.

Alueiden sulkemisen ja sulkemissuunnittelun osalta Terrafame toteaa, että tuotanto- ja jätealueiden sulkemisessa edetään vaihteittain ja syste-

maattisesti, jotta sulkemisrakenteiden sekä sulkemisen toiminta- ja työkentelytapojen soveltuvuudesta Terrafamen olosuhteissa voidaan varmistua. Terrafamen koko toiminnan kattava sulkemissuunnitelma on viireillä aluehallintovirastossa ja tämän asian yhteydessä esitetty sulkemissuunnitelma on osa tätä koko toiminnan sulkemissuunnitelmaa.

Sulkemissuunnittelun eteneminen on iteratiivinen prosessi, jossa pyritään jatkuvaan vaikutusten vähentämiseen jo toiminnan aikana. Suunnittelun yhteydessä on tehty todella pitkäkestoisia, tällä hetkellä jo yli kaksi vuotta kestäneitä laboratoriotutkimuksia jakeiden karakterisointiseksi. Jätealueiden sulkemisen käynnistyttyä vuonna 2024 9,3 hehtaarin pilottialueella alueiden sulkeminen jatkuu vuonna 2025 sivukivalueilla KL1 ja KL2 yhteensä n. 30 hehtaarin (14+16 ha) alalla ja tahti tulee suunnitelmien mukaisesti kasvamaan tulevina vuosina noin 30–50 hehtaariin vuodessa.

8. Geologian tutkimuskeskus

1. Kaivannaisjätteiden karakterisointi, mallinnus ja tulosten esittäminen

GTK:n mukaan kaivannaisjätteiden karakterisointi ei ole tarpeeksi kattavaa, tulokset on esitetty hajanaisesti useassa eri paikassa, eikä jätehuoltosuunnitelma ole ajantasainen.

Terrafame toteaa, että kaivannaisjätteiden karakterisointi on monimutkainen, useita vaiheita ja tasoja sisältävä kokonaisuus. Hakija tiedostaa, että asiakokonaisuuden esittäminen yhtenevästi on tärkeää ja siksi on esittänyt pitkäaikaistestauksesta yhteenvetoraportin hakemuksen yhteydessä (liite 16). Tässä raportissa esitetään myös staattisen testauksen tulokset. Raportti on suomenkielinen yhteenveto tehdystä karakterisointityöstä ja pyrkii esittämään riittävät tiedot yleisellakoisessa, mutta riittävän laajassa muodossa. Testaustulokset ovat numeerisessa muodossa saatavilla englanninkielisinä laboratorion raportteina, mutta näiden liittäminen hakemukseen nähdään asiakokonaisuuden kannalta tarpeettomana. Hakijan oletuksen mukaan hakemuksessa on esitettävä kompaktissa muodossa tärkeimmät tulokset, eikä siksi liitteinä ole esitetty laajoja ja yksityiskohtaisia aineistoja, joiden läpikäyminen olisi lupaviranomaiselle kohtuuton työmäärä. Kussakin mallinnuksessa ja muussa karakterisoinnista lähtötietoja tarvitsevassa asiakokonaisuudessa tuloksia käytetään soveltaen. Yhden mallinnuskokonaisuuden kannalta esitetään tämän kannalta oleellinen karakterisointitieto. Yleisessä karakterisoinnissa ei ole tarkoituksenmukaista esittää, miten tuloksia käytetään kussakin eri työkokonaisuudessa, joten yleisessä karakterisoinnissa tulokset esitetään ilman tulkintaa tai muokkausta. Yhtiö toteaa jätehuoltosuunnitelman osalta, että yhtiö on päivittänyt jätehuoltosuunnitelman ja päivitetty versio on toimitettu PSAVI:lle vuoden 2024 lopussa (PSAVI/16043/2024).

GTK:n mukaan merkittävää osaa näytteitä koskevien keskeisten selvitysten tuloksista ei ole kuitenkaan esitetty (esim. kosteuskammiotesteissä ja kolonnitesteissä tutkittujen näytteiden mineralogia

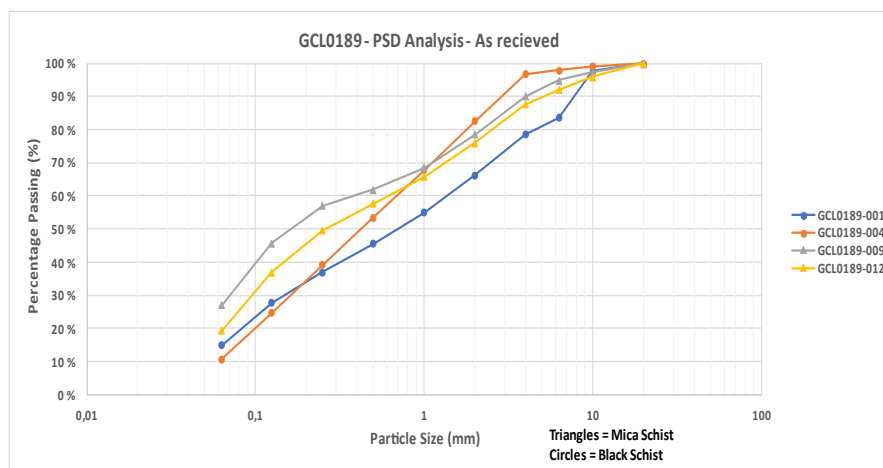
ja geokemialliset tutkimukset), joten tulosten arviointi oli haastavaa.

Yhtiö toteaa, että pitkäaikaistestausraportin taulukossa (hakemuksen liite 16) 4-2 esitetään kyseisten näytteiden ABA-testauksen tulokset, sekä taulukossa 4-3 näytteiden metallipitoisuuksien vertailu PIMA-asetuksen mukaisiin metallipitoisuuksiin. Mineralogia esitetään kuvassa 4-4 ja muiden testausmenetelmien tuloksia esitetään raportin muissa taulukoissa.

GTK:n mukaan olisi mallinnuksissa ollut tarpeen esittää fysikaaliset parametrit (kuten sivukiven raekokojakaumaa) ja geokemiallisten/mineralogisten ominaisuuksien (esim. sulfidimineraalien) esiintyminen eri raekokoluokissa tukemaan testeistä saatujen tulosten tulkintoja.

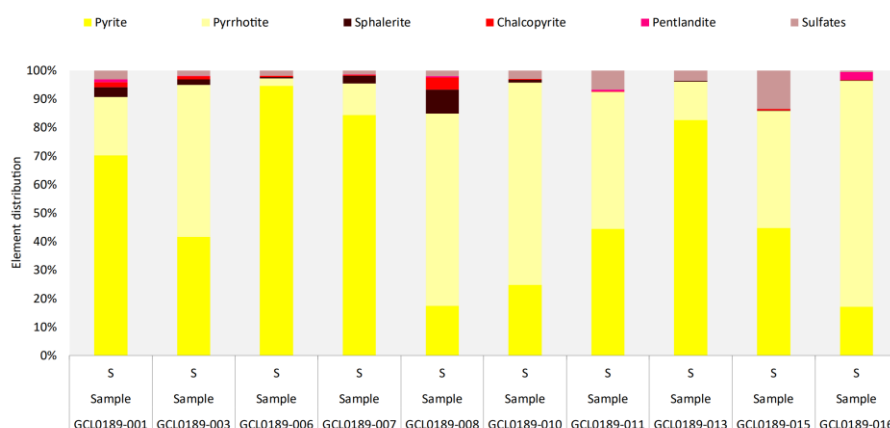
Yhtiö tunnistaa, että mineralogiaan ja raekokoon liittyvät parametrit ovat toki tärkeitä ja niitä on tutkittukin (esim. seuraavat kuvat), jotta voidaan varmistaa, että pitkäaikaistestauksessa olevat näytteet edustavat riittävästi kaivoksen keskimääräistä mustaliuskesivukiveä. Näiden ominaisuuksien vaikutusta ei ole suoraan käytetty pitkäaikaiskäyttötymisen arvioimisessa (koska kosteuskammiokoeksessa näytteen kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet on huomioitu testijärjestelyn kautta), joten sitä ei ole myöskään esitetty pitkäaikaistestaukseen keskittyvien tulosten testausraportissa. Kivien raekokoa ja mineralogisia yksityiskohtia esitetään muissa yhteyksissä.

Pääsääntöisenä sivukivilajina ovat hienorakeiset mustaliuskeet, joiden hapettumiskäyttötymisessä voi hyvin olla eroja liittyen fysikaalisiin ominaisuuksiin. Koetulokset on kuitenkin realistisesti pystyttävä liittämään mallinnettavaan kohteeseen, jotta niiden käytöstä on mallinnuksen epävarmuustekijöiden vähenemisen kautta realistista hyötyä. Mallinnus perustuu kosteuskammiokoeksista saataviin tuloksiin ja näytteiden edustavuus kohteen kannalta on varmistettu kattavalla näytteenotolla. Läjitetystä ja tulevaisuudessa läjitettävästä sivukivestä ei tarkoin tiedetä miten fysikaaliset ominaisuudet vaihtelevat, joten oletuksena on, että niiden vaikutus suotovedenlaatuun on samanlainen kuin on kosteuskammiokoeksessa olevassa kivessä. Kosteuskammiokoekkeen tuloksista nähdään, että samoilla kokonaispitoisuuksilla sivukivi voi hapettua hieman eri tavoin ja tähän liittyy epävarmuutta. Epävarmuutta ei kuitenkaan voida vähentää testausmenetelmiä lisäämällä vaan tilastollista edustettavuutta lisäämällä. Mallinnus edustaa keskimääräistä kiveä tärkeimpien parametrien näkökulmasta (rikki ja nikkelpitoisuudet) ja testaukseen on valittu nykyisten käytössä olevien menetelmien mukaan edustava ote sivukivistä.



Kuva 8. Esimerkki pitkäaikaistestauksen näytteiden raekokojakaumatu-loksista.

Figure 5: Department of S (% normalised)



Kuva 9. Esimerkki SEM-EDX perusteisen mineralogisen tutkimuksen tuloksista, joissa esitetään sulfidin sitoutuminen eri mineraaleihin. Samanlaisia tuloksia on määritetty tärkeimpien alkuaineiden osalta.

GTK mukaan karakterisoinnissa on puutteellisuutta useista muistakin näkökulmista ja pyytää täydentämään hakemusta näiltä osin. Esimerkiksi haitta-aineiden pääsääntöisiä isäntämineraaleja ei ole määritetty tarvittavalla tarkkuudella. Epäselvyyttä liittyy GTK:n mukaan myös sulfideihin ja niiden mahdollisiin hapetustuotteisiin osittain hapettuneissa kivissä.

Yhtiö toteaa, että haitta-aineiden sitoutumista mineraaleihin on tutkittu kattavasti malmista ja myös sivukivistä (ks. esimerkki yksittäisen alkuaineen mineralogisesta sitoutumisesta kuvassa 4). Haitta-aineiden sitoutumista mineralogisesti hienorakeisissa kivissä on kuitenkin vaikea arvioida siten, että se voidaan liittää sivukivialueilla olevaan kivimassaan tilastollisesti merkityksellisellä tavalla. Lisäksi staattinen mineraloginen tieto ei kerro mineraalien käyttäytymisestä ajan kuluessa. Epäsuoraa mineralogista tietoa saadaan kosteuskammiokoikeista, joiden viikko-liuostuloksista voidaan havaita selkeästi eri sulfidimineraalien hapettuminen. Tämä tieto nähdään riittävänä (ja parempana kuin staattisista

mineralogisista tutkimuksista saatu tieto) mallinnustulosten näkökulmasta. Sekundäärimineraalien osuutta osin hapettuneissa kivissä ja siitä mahdollisesti irtoavaa haitta-ainetta kuormaa on tutkittu ylvävirtauskollonnikokein, joiden tulokset ovat raportoituna pitkäaikaistestauksen tuloraportissa. Rapautuneiden kivien joutuessa veden kyllästämiin olosuhteisiin vapautui haitta-aineita maltillisesti verrattuna hapettumisen aiheuttamaan kuormaan. Kosteuskammio-imitoi luontaista rapautumisprosessia, joten sivukivialueella tapahtuvan rapautumisen vaikutus on näiden kautta huomioitu mallinnuksessa. Huuhtoutuminen on kosteuskammio-imitoissa luontaisia olosuhteita tehokkaampaa, ja tämä on pyritty mallinnuksessa huomioimaan. KL2 tapauksessa mallinnuksella ei pyritty luomaan suotovesilaatua, joka sivukivialueella muodostuu peittorakenteen valmistumisen ja kaivostoiminnan lopullisen sulkemisen välissä. Peiton valmistumisen jälkeisten vuosien aikana mahdollisesti edelleen muodostuva suotovesi johdetaan prosessiin tai vesienkäsittelyyn ja siten oletuksena on, että kumuloitunut sekundäärikuorma ehtii suurimmaksi osaksi huuhtoutua ennen lopullista sulkemista ja erityisesti ennen ympäristövaikutusten muodostumista. Suotovedet tullaan johtamaan tavoitepitoisuuksien alittuessa hakemuksessa esitetyllä tavalla Kuusilammen avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen, jonka täyttyminen kestää vuosikymmeniä, ja joka suolakerrostuu voimakkaasti. Suolakerrostumisen osaltaan vähentää sekundäärimineraalien merkitystä ympäristövaikutusten näkökulmasta.

GTK mukaan hakemuksessa pitäisi käsitellä kattavammin ja syvällisemmin happoa tuottaviin kaivannaisjätteisiin liittyviä erityispiirteitä, mm. mahdolliset eri sulfidimineraalien väliset reaktiot, raudan merkitys sulfidien hapettumisessa, pH-olosuhteiden kehittymisen mikroympäristöissä ja läjityksen mittakaavassa sekä alhaisen pH:n vaikutus silikaattien rapautumiseen ja hapettumis- ja muiden rapautumistuotteiden liikkuvuuteen. Erityisesti asiaa pitäisi tarkastella pitkäaikaiskäyttämisen ja peittämisen jälkeisten olosuhteiden näkökulmasta. Erityisesti GTK mainitsee, että sulfidien väliset erot hapettumisprosesseissa ja galvaanisten reaktioiden näkökulmasta pitäisi huomioida.

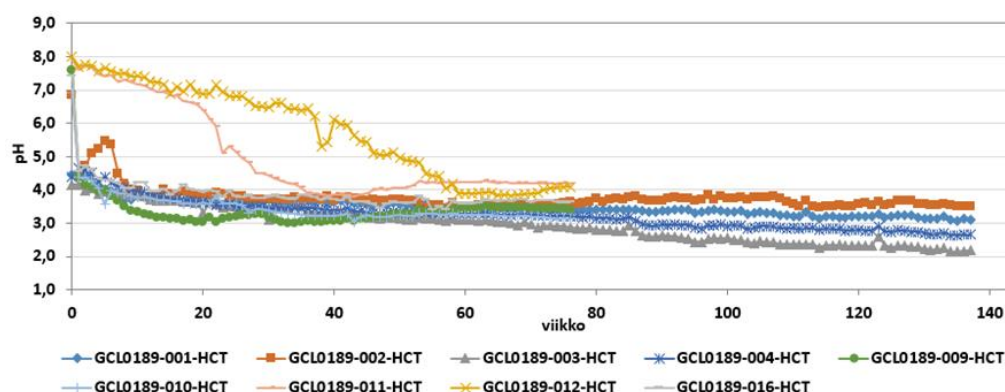
Terrafame toteaa, että GTK on oikeassa siinä, että näillä prosesseilla on vaikutusta Terrafamen sivukivien hapettumisen ja pitkäaikaiskäyttämisen kannalta. Niiden huomioimista yksittäisinä prosesseina mallintamisessa ei kuitenkaan nähdä yhtiössä tämän hetken tilanteessa parhaana ratkaisuna kokonaisuuden epävarmuuksien pienentämisen kannalta. Yksittäisten prosessien irrottaminen kokonaisuudesta ja erikseen mallinnuksessa huomioiminen johtavat yhtiön mielestä tässä tilanteessa suurempaan kokonaisepävarmuuteen kuin verifioitujen testaustulosten käyttö, jossa prosessit ja niiden yhteisvaikutus on jo huomioitu. Lähtötiedot ja mallinnuksessa käytetyt menetelmät ovat yhtiön mielestä tyydyttävällä tasolla verrattuna sivukivien lupaprosesseissa yleisesti käytettyihin aineistoihin.

Terrafame korostaa, että epävarmuuksien pienentäminen tulisi aloittaa niistä lähteistä, joihin merkittävimmät epävarmuudet liittyvät. GTK:n

mainitsemia yksittäisiä prosesseja ei nähdä tällaisina. Kosteuskammio-kokeeseen perustuva lähtökohta nähdään parhaana menetelmänä, joka huomio kaikki yllä mainitut prosessit yhteisvaikutuksineen.

GTK mainitsee mallinnuksen puutteina myös sen, että mustaliuskesivukiven vaikutusta kiilleliuskesivukiven käyttäytymiseen ja matalan pH:n aiheuttamaan mahdolliseen silikaattien tehostuneeseen rapautumiseen ei olla erityisesti tarkasteltu. GTK mukaan on todennäköistä, että kiilleliuskeista vapautuvat kuormat tulevat ali-arvioituiksi, koska eri mustaliuskeiden pH:ta alentavaa vaikutusta (kivien yhteiskäyttäytymistä) ei olla huomioitu riittävästi.

Terrafame haluaa tuoda esille, että yhtiö ei näe GTK nostamaa tarkastelua erityisen suurena puutteena. Kosteuskammio-kokeessa kiveä hapetetaan tehokkaasti ja siten olosuhteet kuvastavat erittäinkin tehokasta hapettumiskehitystä. Korkearikkisten kiilleliuskeiden eli pääsääntöisen sivukivialueille mustaliuskeiden kanssa sijoitettavan sivukiven osalta pH:n kehitys on hyvin samankaltainen kuin mustaliuskeiden. Kuvassa 10 esitetään pH:n kehitys kosteuskammio-kokeen jaksolla, joka on tällä hetkellä saatavissa. Kuvasta 10 nähdään, että kiilleliuskenäytteissä (GCL0189-009 ja -0102), pois lukien tarvekivinäytteet (GCL0189-011 ja -012), pH laskee lähelle kolmea jopa nopeammin kuin mustaliuskenäytteissä (GCL0189-001, 002, 003 ja 004) ja pysyy verrattain samalla tasolla kuin mustaliuskenäytteissä koko testin ajan. Siten ei näytä todennäköiseltä, että mustaliuskeiden pH:ta madaltava vaikutus erityisesti vaikuttaisi sivukivialueiden kiilleliuskeisiin. Kuvassa 10 on esitetty pH:n kehitys kosteuskammio-kokeissa nykyisessä tilassa.



Kuva 10. pH:n kehitys kosteuskammio-kokeessa tämän hetken tilanteessa.

Happamuusolosuhteiden (pH) edustavuutta GTK kommentoi myös hydrolyysireaktioiden ja erityisesti alumiinin osuuden näkökulmasta. Yhtiön näkökulmasta pH:n kehitys on mallinnuksessa otettu riittävästi huomioon.

GTK suosittelee jatkamaan ja kehittämään sivukivien pitkäaikais-testausta läjitys- ja sulkemisolosuhteita paremmin edustavissa olosuhteissa tukemaan sulkemisvaiheen suotoveden vedenlaadun mallinnusta ja sen taustalla olevien oletusten ja käsitteellisten mal-

lien varmistamiseksi. GTK suosittelee lisäksi hyödyntämään vahvemmin nykyisin muodostuvien suotovesien laatua karakterisoinnin tukena ja lisänä.

Yhtiö toteaa, että mallinnuksessa on hyödynnetty nykyistä suotovesilaa-tua siltä osin kuin se on mahdollista. Tällä hetkellä kaivannaisjätealueita ei ole peitetty, joten peittorakenteen vaikutusta sivukivien käyttäytymi-seen ei voida todentaa tarkkailusta saatavilla tuloksilla. Peiton rakenta-misen edetessä saatavaa tietoa tullaan käyttämään tulevaisuuden rat-kaisujen mahdolliseen kehittämiseen ja optimointiin. Peittorakenteen ja siten hapen- ja veden vähäisyyden aiheuttamien muutosten vaikutusta sivukivien kontaktiveden koostumukseen ja ionitasapainoon voidaan tut-kia ja jatkuvasti tutkitaankin erityisin koejärjestelyin (mm. lysimetrit), mutta tällä ei katsota olevan käytännön merkitystä mallinnuksessa käy-tettyjen parametrien näkökulmasta (hakemuksessa esitetyt peittoraken-teen toiminnalliset tavoitteet veden- ja hapenläpäisyn osalta). Sivuki-vialueet on suunniteltu peitettävän hakemuksessa esitetyllä tavalla, joka on riskinarvioon perustuva MWEI BREF mukainen peittorakenne ja peit-torakenteen kenttämittakaavan testien tuloksia ollaan parhaillaan kerää-mässä. Tulosten pohjalta sivukivialueiden peittorakenteen optimointia voidaan jatkaa.

GTK pyytää kuvaamaan mallinnuksen oletuksia ja käsitteellistä-mistä perusteellisemmin. Lisäksi GTK mainitsee niissä olevan epä-johdonmukaisuutta ja keskinäistä ristiriitaisuutta.

Terrafame tuo esille, että yhtiö on esittänyt mallinnuksen oletukset, sekä niihin liittyvät käsitteellistämiset yleisesti käytettyjen menetelmien ja tarkkuustasojen mukaisesti. Yhtiö näkee, että raportointi on riittävä. Ter-rafame toteaa, että yhtiö ei pysty antamaan tarkempaa selvitystä GTK esiintuomista epäjohdonmukaisuuksista ja ristiriidoista, koska ei pysty kohdistamaan lisäselvityspyyntöä täsmällisesti.

GTK: Minkä sulfidimineraalien hapettumisreaktioihin mallinnuk-sessa oletetut hapen ja sulfidinhapettumisen tuotteiden suhteet perustuvat? Millaista epävarmuutta aiheutuu mahdollisesta vir-heellisestä oletuksesta?

Yhtiö toteaa, että hapettuminen on oletettu tapahtuvan kosteuskammio-kokeessa todellisesti tapahtuvien reaktioiden mukaisessa järjestyk-sessä. Tasapainomallinnus tapahtuu muodostuvan kontaktivesiladun perusteella eikä siihen suoraan sisällytetä oletuksia sulfidimineralogi-asta muiden kuin rautasulfidien osalta. Kiviaineksen valinnan edusta-vuus kosteuskammio-kokeeseen on pääsääntöinen epävarmuuden lähde muiden kuin raudan osalta. Raudan vapautumista arvioidaan olet-taen pääsääntöiseksi sulfidimineraaliksi pyriitti. Rautamonosulfidien (erit. magneettikiisu) hapettumisessa vapautuu enemmän rautaa, joten pyriitti on tässä mielessä konservatiivinen oletus.

GTK: Onko sulfidien hapettumisessa liukenevan rikin oletettu hapettuvan täysin sulfaatiksi, onko tästä varmistuttu kosteuskammio-testeissä ja/tai miten tähän liittyvä epävarmuus on huomioitu pH:n ja sulfaatin vapautumisen mallinnuksessa?

Terrafame vastaa, että kosteuskammiokokeen viikkoliuoksesta on mitattu sulfaatin ja kokonaisrikin pitoisuus. Suotovesimallinnuksessa on käytetty mitattua sulfaatin pitoisuutta, muita rikin yhdisteitä ei ole huomioitu eli rikin ei oleteta hapettuvan täysin sulfaatiksi.

GTK: Missä osassa läjitystä oletetun raudan hapettumisen ja saostumisen oletetaan tapahtuvan? Missä määrin arvioidaan, että rauta voisi ylläpitää sulfidien hapettumista? Kuinka riippuvaisia ovat haitta-aineiden pitoisuudet raudan oletetusti ”riittävästä määrästä” ja saostumisesta? Minkä muiden sekundääristen mineraalien saostuminen on sallittu? Onko oletus haitta-aineiden sitoutumisesta raudan saostumiin perusteltu sulkemisen jälkeisissä olosuhteissa?

Yhtiö toteaa, että raudan oletetaan vapautuvan hapettuvan rautasulfidi-mineraalin kanssa samassa paikassa. Rauta saostuu olosuhteiden sallimissa rajoissa, osin sivukivialueella, osin sen jälkeen. Kosteuskammiokokeessa havaitut rautasaostumat todistavat, että osa raudasta saostuu kiviaineksen pinnalle.

Sekundäärimineraaleista voi niukassa vesi-kiintoaines-suhteessa muodostua kiviä suojaava kerros, jota ei ole mallinnuksessa erityisesti otettu huomioon (kosteuskammiokokeessa saostumien huuhtoutuminen on tehokkaampaa). Veden viipymäaika sivukivialueella on sulkemisen jälkeen suhteellisen pitkä, joten kosteuskammiokokeen perusteella mahdollinen sorption vaikutus voitaisiin ennemminkin aliarvioida kuin yliarvioida. Toiminnan aikana ja hapellisissa olosuhteissa pH pysyy niin matalana (pH noin 3), että sorptiolla ei ole merkittävää vaikutusta suotovesilaatuun, joten viipymän virheellinen arviointi ei tuo merkittävää epävarmuutta tuloksiin. Sulkemisen jälkeisessä tilanteessa sorptiolla on merkitystä. KL1 alueella pH on <4 sulkemisen jälkeen. Alkuaineet, joihin sorptiolla (ja sen mahdollisella väärinarvioinnilla) on erityisesti merkitystä, on merkitty suotovesikoostumuksien tulostaulukoissa (hakemuksen liite 18, sivukivialueen KL1 suotoveden mallinnus). Tärkeimpien mahdollisesti ympäristölle vaarallisten parametrien (Cd, Ni, Zn, SO₄ pitoisuudet) osalta sorptiolla ei ole käänteentekevää merkitystä.

Osa vapautuvasta raudasta voi hapettua vasta suotoveden päästyä pois sivukivialueelta (latenttihappamuus). Prosessia ei ole huomioitu mallinnuksessa, koska tätä ei nähdä realistisesti mahdollisena arvioida luotettavasti. Vaikutusta todellisissa olosuhteissa on vaikea luotettavasti ottaa huomioon sulkemisen jälkeisessä mallissa, koska sulkemisen jälkeiset olosuhteet tulevat olemaan hyvin poikkeavia toiminnan aikaisesta (josta on mittaustietoa tulosten verifiointiseksi). Raudan määrä on mallinnettu kosteuskammiokokeen perusteella. Rautasulfideja on kivissä

paljon, joten raudan määrän sinänsä ei oleteta olevan tärkeimpiä pidättymistä rajoittavia tekijöitä, matala pH on tärkein raudan saostumista ja siten sorptiota rajoittava tekijä.

GTK: Miten oletettu raudan hapettuminen ja saostuminen on huomioitu pH:ssa? Miten pH-olosuhteiden kehittämisessä on huomioitu muiden metallien (mukaan lukien silikaateista happamissa olosuhteissa vapautuvan alumiinin) ja niiden hydrolyysireaktioiden vaikutus? Miten tasapainomallinnuksen redox-olosuhteet on määritetty ja miten hyvin nämä vastaavat läjityksen olosuhteita (sulkeamisen jälkeen)?

Yhtiö toteaa, että aineiden pitoisuudet (myös Al) on arvioitu kosteuskammiokokeen perusteella. Mallinnuksessa on oletettu suotoveden olevan tasapainossa. Tasapainomallinnuksessa on käytetty yleisesti verifiointua ohjelmaa Geochemist Workbench. Yhtiö huomauttaa, että kaikkia ohjelman huomioivia tasapainoyhtälöitä ei ole tarkoituksenmukaista ja tavallisten käytäntöjen mukaista esittää. Ohjelma määrittää annetun koostumuksen perusteella vesityypin ja sen mukaan arvioi huomioitavat reaktiot. Ohjelma laskee myös pH:n tasapainotuksen jälkeen.

GTK: Millaista epävarmuutta liittyy raudan ja muiden liuenneiden aineiden (erityisesti redox-sensitiivisten haitta-aineiden) käyttäytymiselle? Miten sekundääriset mineraalit on huomioitu happamuuksien ja haitta-aineiden mahdollisena lähteenä osittain hapettuneessa sivukivessä (ks. esim. Kaasalainen et al. 2019) ja raudan hydroksidien oletetun saostumisen yhteydessä?

Yhtiö toteaa, että hakemuksen liitteinä toimitetuissa mallinnusraporteissa on kuvattu epävarmuuksia. Suotovesissä, joissa pH jää matalaksi (<4) raudan käyttäytymiseen liittyvät epävarmuudet (erityisesti sorption kautta haitta-ainepitoisuuksiin) ovat maltillisia (koska sorption määrä on yleisesti pieni) ja kohdistuvat ympäristöarvion kannalta vähemmän merkityksellisiin parametreihin.

Kolonnikokein on tutkittu sekundäärimineraaleihin sitoutunutta kuormaa ja tämän osuus on todettu pieneksi verrattuna hapettumisesta aiheutuvaan kuormaan. Lisäksi sekundäärimineraalien vaikutuksen arvioimiseen liittyy suuria epävarmuuksia, koska prosessi on vuorovaikutteinen: jotain saostuu ja jotain liukenee, joten on läpinäkyvämpää, ettei vaikutusta edes pyritä ottamaan huomioon muuten kuin kosteuskammiokokeen tulosten kautta epäsuorasti. KL1 osalta suotoveden koostumuksen kehitystä voidaan tarkkailla jätealueen sulkemisen jälkeen (suotovesi johdetaan vesienkäsittelyyn) ja vasta noin 40 vuoden päästä alueen sulkemisesta vedellä on vaikutusta ympäristökuormiin (Kuusilammen louhosjärven kautta), joten pyrkimystä sekundäärimineraalien purkautumisen/saostumisen vaikutuksen arvioimista yhtiö ei näe erityisen tärkeänä.

GTK: Mihin perustuu sulfidimineraalien hapettumisessa muodostuvan lämmön huomioimatta jättäminen? Tukevatko sivukivikasoista ja suotovesimääristä tehdyt havainnot tätä oletusta?

Yhtiö toteaa, että lämmön vaikutus hapettumisnopeuksiin huomioidaan lämpötilan muunnoskertoimen avulla. Käytetty luku (0,25) on määritetty perustuen paikallisiin sääoloihin ja arvioiden hieman ylöspäin. Luvussa on myös otettu huomioon mahdollinen ilmastolämpenemisen vaikutus. Lämpötilan muunnoskertoimen kasvattaminen lisää kuormia avoimen hapettumisen tilanteessa (toiminnan aika), mutta sulkemisen jälkeen hapettumista rajaa hapen saatavuus, joten käytetyllä lämpötilakertoimella on vähäinen merkitys. Toiminnan aikaiset mallinnetut tulokset vertautuvat hyvin mitattuihin suotoveden koostumuksiin, joten ei nähty tarkoituksenmukaisena lähteä muuttamaan muunnoskertoimia alun perin valituista.

GTK: Mihin lähteisiin ja aineistoihin perustuvat mallinnuksessa käytetyt skaalaus- ja huuhtoutumiskertoimet?

Yhtiö luettelee alla mallinnuksiin käytetyt lähteet ja aineistot skaalaus- ja huuhtoutumiskertoimille.

- MEND, 2009. *Prediction manual for drainage chemistry from sulphidic geologic materials. MEND report 1.20.1. December 2009*
- MEND, 2010. *Cold regions cover research – phase 2. MEND report 1.61.5b.*
- MEND 1997. *Short course for prediction models for acid rock drainage. 4th International conference on acid rock drainage. Vancouver 1997.*
- Beddoes, P., Herrell, M. & Vanderberg, J. 2013. *Role of professional judgement and scaling in interpretation of water quality model results. Reliable mine water technology. IMWA 2013.*
- Lapakko, K & Olson, M. 2015. *Scaling laboratory sulfate release rates to operational waste rock piles. 10th International Conference on Acid Rock Drainage & IMWA Annual Conference, At Santiago, Chile*
- Kirchner, T. & Mattson, B. 2015. *Scaling Geochemical Loads in Mine Drainage Chemistry Modeling: An Empirical Derivation of Bulk Scaling Factors. 10th International Conference on Acid Rock Drainage & IMWA Annual Conference, At Santiago, Chile*

GTK on pyytänyt Terrafamea esittämään tulokset numeerisesti ja välivaiheittain, sekä mallinnuksen ja mallinnustulosten tarkastelua prosessilähtöisesti. Herkkyystarkastelu pyydetään esittämään yksityiskohtaisesti noin tusinan eri parametrin muutosten suhteen. GTK suosittelee hyödyntämään ja vertaamaan tuloksia muilla mallinnusmenetelmillä tehtyihin mallinnuksiin, jotka mahdollistaisivat paremmin eri sulfidimineraalien reaktioiden, silikaattimineraalien rapautumisen sekä suotoveden pH- ja redox-olosuhteiden kehittymisen ja yhteisvaikutusten arvioimisen suhteessa suotoveden ve-

denlaatuun. Mallinnuksen kehittäminen, prosessilähtöinen tarkastelu ja useampien eri mallinnusmenetelmien hyödyntäminen ja vertailu edistäisi myös peittorakenteen toimivuuteen liittyvien riskien arviointia sekä kvantitatiivisten ja realististen kriteerien asettamista peittorakenteen toimivuudelle ja menestyksekkäälle sulkemiselle. GTK toivoo selvennystä siihen, voidaanko esitetyistä mallinnustuloksista merkittävästi poikkeavia pitoisuuksia sisältävien suotovesien katsoa lähtökohtaisesti viittaavaan siihen, ettei peittorakenne toimi ja on tarve käynnistää korjaavia toimenpiteitä

Yhtiö toteaa, että mallinnukset on tehty perustuen kaivoksien suotovesilaatujen mallinuksissa tavanomaisesti käytettyihin menetelmiin. Suomen lupaviranomainen ei ole tyypillisesti vaatinut useiden erilaisten mallinnusmenetelmien käyttöä validointi tarkoituksiin. Hakija katsoo toiminnan aikaisen suotovesilaadun toimivan tyydyttävästi mallin kalibrointiin. Kuormalähtöinen tarkastelu ei ole mahdollinen virtaamatietojen puuttessa (ks. seuraava kohta). Eri prosessien irrallinen tarkastelu ja sitten mallinnuksella yhdistäminen vaatii nykyistä empiiriseen testausaineistoon perustuvaa lähtökohtaa selkeästi suuremman määrän oletuksia. Jokaiseen oletukseen liittyy omat epävarmuudet, lisäksi mahdollisia huomiotta jääviä yhteisvaikutuksia on vaikea arvioida. Kokeellisen, todellisia prosesseja imitoivan, lähtöaineiston käyttö on myös kansainvälisen kaivosten suotovesien hallintaa edistävien yhteisöjen (esim. INAP ja MEND) suositus.

Peittorakenteen vaikutuksen mallinnusmenetelmä perustuu hakemuksessa peittorakenteelle esitettyihin toiminnallisiin tavoitteisiin hapen- ja vedenläpäisevyyden osalta. Siten tulokset olettavat, että näihin tavoitteisiin päästään. Mallinnusraportissa kerrotaan, että sulkemisen jälkeiset tulokset (KL1 alueet) koskevat tilannetta, jossa sivukivien hapettuminen on suotovesilaatua pääsääntöisesti määrittävä tekijä (ks. myös seuraava kohta ajallisesta epäselvyydestä) eli sivukivet ovat ehtineet huuhtoutua sekundäärimineraalien aiheuttamasta kuormasta. Toiminnalliset tavoitteet sinänsä nähdään realistisinä käytetylle tekniselle ratkaisulle (ks. hakemuksen dokumentaatio, myös *INAP (International network for acid prevention) 2017, Global cover system design, technical guidance document*). Kuten GTK mainitsee, suurimmat riskit liittyvät peittorakenteen laadunvarmistamiseen ja siten toiminnallisiin tavoitteisiin pääsemiseen.

Terrafamen sivukivialueet ovat massiivisia ja niillä oleva sivukivi on erittäin reaktiivista kuten GTK mainitsee. Toiminnan aikaisessa tilanteessa ilma pääsee vapaasti kulkemaan sivukivialueella ja hapettuminen etenee nopeasti. Tässä tilanteessa sivukiven määrä on hapettumista rajoittava tekijä. Sulkemisen jälkeen hapettumista rajoittava tekijä on hapen saatavuus eli sivukivialueen pinta-ala ja peittorakenteen hapenläpäisevyys. Mikäli kivet olisivat vähemmän reaktiivisia ja niitä olisi pintaalaan suhteutettuna vähemmän, olisi toiminnan aikainen kuorma huomattavasti pienempi. Toiminnan aikaisen kuorman suuruus on siis pääsääntöinen syy prosentuaalisesti huomattavaan (99,5 %) kuorman pie-

nenemiseen. Verrattaessa kohteeseen, jossa toiminnan aikana sivukivet hapettuvat Terrafamen sivukiviä rajoitetummin, toiminnan aikainen kuorma on pienempi, mutta sulkemisen tilanteessa (jossa peittorakenteen hapenläpäisy rajaa hapettumista) kuorma olisi samaa luokkaa kuin Terrafamen kivissä. Peittorakenne siis vähentää Terrafamella suotoveden pitoisuuksia paljon tehokkaammin kuin useilla muilla kaivoksilla. Hakemuksessa esitetty peittorakenteen toiminnallisen tavoitteen vedenläpäisevyyden katsotaan sallivan peittorakenteessa olevan reikiä enemmän kuin hapenläpäisylle annetun tavoitteen. Suurempi vesimäärä liuottaa pitoisuuksia, mutta ei vaikuta kuormiin, joten pienemmällä vedenläpäisyllä suotoveden pitoisuudet olisivat nykyistä arviota korkeampia.

Terrafame toteaa, ettei se osaa tulkita GTK:n kommenttia nykyisen tilanteen erilaisuudesta sulkemisen jälkeisiin suotovedenlaatuihin. Terrafamen kaivospiirillä ei ole vielä kokonaan peitettyjä sivukivialueita, joten sulkemisen jälkeiselle ajalle määritettyjä suotovesilaatuja ei voida verrata mitattuihin koostumuksiin eivätkä nämä mitenkään kerro peittorakenteen toimimattomuudesta tällä hetkellä. Yhtiö myös toteaa, että sulkemisen jälkeinen vesilaatu on mallinnettu koskemaan koko toiminnan sulkemisen jälkeistä vedenlaatua eli KL1 alueen sulkemisen jälkeen kestää joitain vuosia tai vuosikymmeniä saavuttaa tämä tilanne.

GTK pitää merkittävänä puutteena, ettei hakemuksissa ole esitetty suotovesien tarkkailutuloksiin perustuvaa arviota KL2:lta nykyhetkellä aiheutuvasta kuormituksesta. Tätä tulisi myös verrata mallinnuksella saatuun toiminnan aikaiseen kuormaan. Mallinnustuloksia pyydetään laajentamaan toiminnan ajan eri vaiheisiin ja arvioimaan kuormien yhteismääriä ja niiden kehitystä. Lisäksi GTK pyytää hakijaa tekemään hakemuksissa kokonaisvaltaisemman sulkemisen jälkeisten kuormien arvion, jossa huomioidaan kaikki kaivospiirin alueella olevat kaivannaisjätealueet, louhosjärvet ja lammet. Sulkemisen jälkeiset kuormitukset pitäisi arvioida suhteessa vedenlaadulle asetettuihin tavoitteisiin ja lisäksi pitäisi esittää koska vedenlaatu paranee sille tasolle, ettei aktiivista vedenkäsittelyä tarvita.

Terrafame toteaa, että toiminnan aikana sivukivialueilla muodostuvat suotovedet johdetaan vesienkäsittelyyn, joten kuormilla nähdään olevan vähäinen käytännön merkitys, eikä toiminnan aikaista kuormitusta ole esitetty samalla tavalla kuin on esitetty sulkemisen jälkeiselle ajalle. Sulkemisen jälkeen kuormat ovat oleellista lähtötietoa ympäristövaikutusten arvioinnissa. Sivukivialueilta ei tällä hetkellä kerätä tarkkaa tietoa eri vesijakeiden määrästä siten, että voitaisiin helposti määrittää koko sivukivialueelta tuleva vuotuinen vesimäärä. Suotovedet kerääntyvät eri alaisiin, joista niitä johdetaan eteenpäin. Prosessissa on paikoin virtausmittareita, mutta vuotuisen kokonaisvesimäärän arvioon katsotaan liittyvän yhtä paljon epävarmuuksia verrattuna sadannasta laskettuihin arvioihin. Siten kuormien tarkastelusta ei nähdä saatavan lisäarvoa verrattuna pitoisuuksien tarkasteluun.

KL1 hakemuksen perusteella kuormien laskeminen kullekin mallinnetulle vaiheelle olisi yksinkertaisesti toteutettavissa oleva tarkastelu.

Kuormitus (sivukivitäytöstä muodostuva suotovesi) johdetaan kuitenkin tuotannon käynnissä ollessa vesienkäsittelyyn ja/tai prosessiin, eikä kyse ole tällöin suorasta ympäristövaikutuksesta, minkä vuoksi tarkastelua ei tässä vaiheessa tehty. Puhtaan pintavalunnan ja avoinna olevan sivukivialueen vesienjohtamisratkaisut tullaan suunnittelemaan yksityiskohtaisesti myöhemmin, joten näiden ratkaisujen vaikutusta vesilaatuihin ja kuormiin ei kuitenkaan pystytä huomioimaan arvioissa.

Yhtiö näkee GTK:n kommenttien olevan epäsuhdassa kyseessä olevien hakemusten sisällöllisen kattavuuden näkökulmasta. Koko toiminta-alueen kuormien tarkastelu sulkemisen jälkeiselle ajalle esitetään Terrafamen laatimassa koko toiminnan sulkemissuunnitelmassa, joka on toimitettu PSAVI:lle hakemusasiana joulukuussa 2024. Toiminnan aikana sivukivialueiden vedet johdetaan vesienkäsittelyyn, joten kuormien ja niiden kehittymisen tarkastelua huomioiden koko aluetta ei nähdä yksittäisten sivukivialueiden hakemusten pakollisena sisältönä.

KL1 hakemuksen perusteella kuormien laskeminen kullekin mallinnetulle vaiheelle olisi yksinkertaisesti toteutettavissa oleva tarkastelu. Tarkastelu jätettiin kuitenkin tekemättä, koska sen katsottiin vain lisäävän aineistoa jo muutenkin laajaan kokonaisuuteen. Puhtaan pintavalunnan ja avoinna olevan sivukivialueen vesienjohtamisratkaisut tullaan suunnittelemaan yksityiskohtaisesti myöhemmin, joten näiden ratkaisujen vaikutusta vesilaatuihin ja kuormiin ei kuitenkaan pystytä huomioimaan arvioissa.

2. Peittorakenteen maa-ainekset, koetoiminta ja tarkkailu

GTK huomauttaa, että peittorakenteissa tarvittavien maa-ainesten riittävyyden arvioimiseksi olisi hyvä tarkentaa, mikä osuus tästä määrästä on kitkamaata, joka soveltuu teknisiltä ominaisuuksiltaan sivukivialueiden peittorakenteen pintamaakäyttöön. Hakemuksessa olisi ollut kaiken kaikkiaan hyvä esittää täsmällisemmin pintamaakerrokseen teknisiltä ominaisuuksiltaan soveltuvien maa-ainesten määrät, sijainnit ja haitta-ainepitoisuudet sekä laatukselliset puhtaille pintamaille.

Terrafame toteaa, että soveltuvia kitkamaita on selvitetty aktiivisesti tarkoituksena varmistaa niiden riittävyys. Kaivospiirillä on läjitettynä eri tuotantoalueiden rakentamisen yhteydessä poistettuja kitkamaita, minkä lisäksi kaivospiirin alueella on tunnistettu potentiaalisia maa-ainesalueita. Kitkamaita ja niiden laatua selvitetään pohjatutkimuksilla ja laboratoriotutkimuksilla sekä vanhoilla läjitysalueilla, että luonnon kitkamaa-alueilla. Tämän hetken näkemyksen mukaan KL1- ja KL2-sivukivialueille on sulkemiseen tarvittava määrä soveltuvaa kitkamaata ja kivimateriaalia.

GTK näkee, että hakemuksessa olisi tullut esittää tarkkailuohjelmassa kuvattu suunnitelma maa-ainesten kertaluontoisesta testauksesta maa-ainesten sijoituspaikan ja käyttömahdollisuuksien selvittämiseksi.

Terrafame toteaa, että yhtiö noudattaa Kainuun ELY-keskuksen hyväksymää tarkkailuohjelmaa suunnitellun mukaisesti ja yhtiö ei nähnyt tarvetta nostaa hakemuksessa maa-ainesten testaussuunnitelmaa erikseen esille. Yhtiön mahdollisesti tuotanto- tai muilta rakennettavilta alueilta poistettavien maa-ainesten testaus tehdään kertaluontoisesti kokoomanäytteistä, lähinnä maa-ainesten sijoituspaikan ja käyttömahdollisuuksien selvittämiseksi. Luokittelutarpeen varalta tässä sovelletaan kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) mukaista analytiikkaa: ABA-testi, kuningasvesiuutto sekä liukoisuustesti 2-vaiheisella ravistelutestillä. Kuningasvesiuuton parametrivalikoima noudattaa kaivannaisjäteasetusta ja paikkakohtaisia riskitekijöitä (vähintään As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, V, Zn, U). Liukoisuus määritetään 2-vaiheisella ravistelutestillä seuraaville parametreille: As, Ba, Cd, Cr, Cu, Mo, Ni, Hg, Pb, Sb, Se, V, Zn, DOC, Cl, F ja SO₄.

Näytteenotto tehdään erillisen suunnitelman mukaan. Suunnitelmassa on huomioitava eri maalajien esiintyminen sekä poistettavan kerroksen paksuus. Näytteenotto on edustavaa maalajeittain, alueellisesti sekä syvyysuunnassa.

Tarkkailuohjelman mukaisesti voidaan toimia myös sellaisissa tilanteissa, että maa-aineksia otetaan hyödynnettäväksi kaivospiirin alueelta myös muista kuin rakennettavista kohteista, joilta maa-aines viedään läjitettäväksi.

GTK toteaa, että Terrafame on toteuttanut erilaisia peittorakennetestejä sulkemissuunnittelun tueksi ja testien tuloksista on esitetty yhteenveto. Peittorakennetestien yhteydessä ei kuitenkaan ole esitetty suotoveden vedenlaatuun liittyviä tuloksia tai havaintoja. Vesimäärien lisäksi olisi hyvä esittää, mitä havaintoja testeissä on tehty koskien suotoveden laatua sekä miten tulokset tukevat esitettyjä oletuksia, suotoveden laadun mallinnustuloksia ja kuormituksen nopeaa vähenemistä.

Terrafame toteaa, että hakemuksessa esitetyt yhteenvedot koetoimintojen osalta ovat riittävät. Koetoiminnot ovat olleet osa yhtiön pitkänajan sulkemissuunnitelmaa, joiden avulla yhtiö on pyrkinyt kehittämään parhaan mahdollisen teknistaloudellisesti toteutettavissa olevan peittorakenteen. Tutkimusten pääpaino on ollut veden- ja erityisesti myöhemmin myös hapenläpäisyn tutkimisessa. Hakemukseen viitaten monet koetoiminnoista eivät ole olleet täysin vedenpitäviä, jolloin peittorakennetestien peittorakenteiden läpisuotautuvat vedet eivät ole olleet laadultaan sellaisia, mihin voisi perustaa suurempia havaintoja tai johtopäätöksiä. Peittorakennetesteistä yhtiö on ottanut nykyiseen hakemuksessa esitettyyn peittorakenteeseen hyväksi ja toimivaksi havaitsemiaan työvaiheita ja rakenteita. Peittorakennetesteissä tutkitut rakenteet eivät täysin vastaa hakemuksessa esitettyä rakennetta. Lisäksi peittorakennetesteissä vain pieni alue ollut peitetty, jolloin mahdollisesti avonaiselta sivukivialueelta on voinut päätyä suotovesiä peittorakennetestien keruukaivoihin.

GTK tuo esille, että KL1-sivukivialueen peittorakenteen toimivuutta aiotaan tarkkailla suotoveden laadun ja määrän perusteella ja vain tarvittaessa lysimetrein. Olisi hyvä tarkentaa, millä perusteella määritellään, milloin käytetään lysimetriseurantaa.

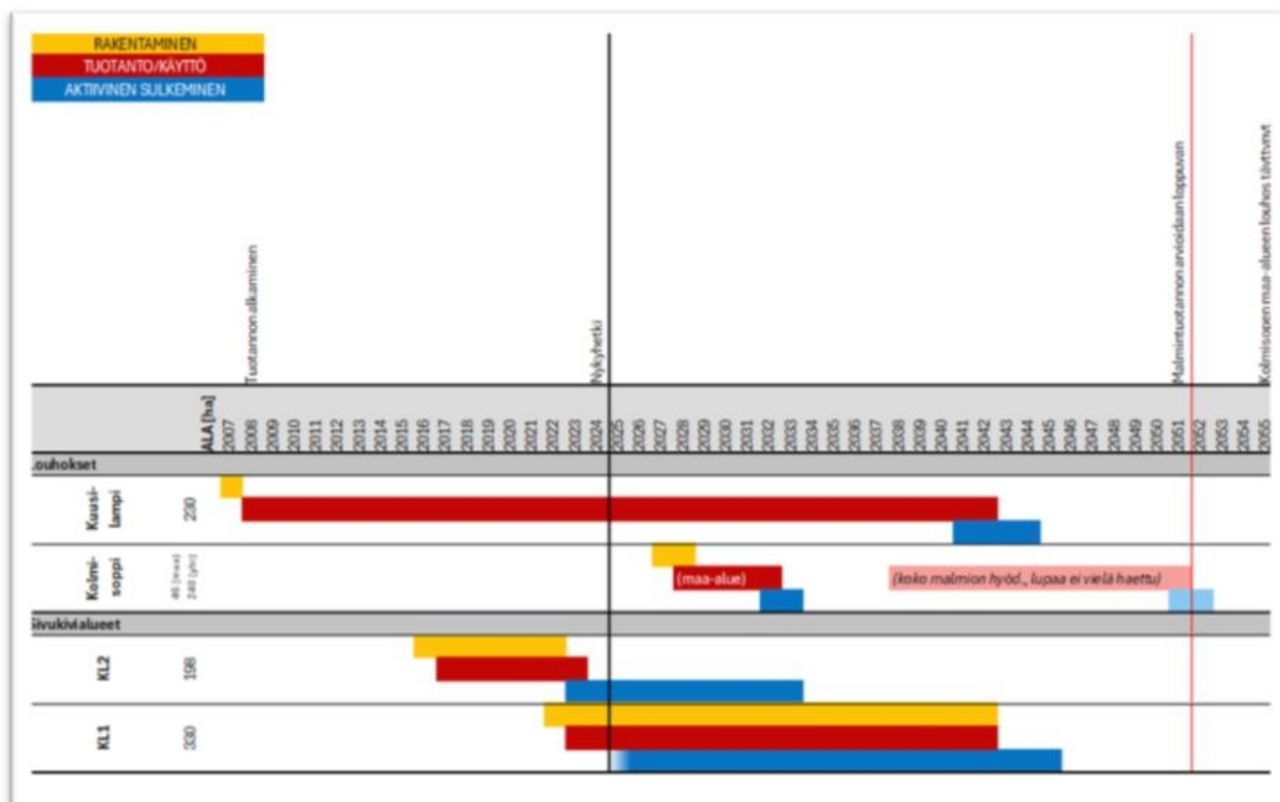
Yhtiö toteaa lysimetrien osalta, että KL2 sivukivialueen rakennusvaiheelle 1 on asennettu lysimetri, jolla seurataan peitterakenteen toimintaa. Tämän lysimetrin tuloksien perusteella määritetään mahdollinen lysimetrien tarve KL1 sivukivialueella.

GTK tuo esille, että vakuuden vapauttamisen ja peittorakenteiden toimivuuden varmentamiseksi olisi suositeltavaa esittää sellaiset suotovesien määrään ja laatuun sekä kuormitukseen perustuvat kvantitatiiviset kriteerit, joiden perusteella peittorakenteiden toimivuutta voidaan arvioida eri aikaväleillä, ja joiden toteutuessa sulkemistavoitteiden voidaan katsoa toteutuneen.

Yhtiö on arvioinut hakemuksen kohdassa 6.4.1 suotoveden geokemialliseen mallinnukseen perustuen (hakemuksen liite 18) peittorakenteelle asetettujen toiminnallisten tavoitteiden perusteella suotoveden laadulle tapahtuvat muutokset. Suotovesien määrää ja laatua seurataan yhtiön käyttötarkkailussa, minkä lisäksi suotoveden laatua seurataan ja raportoidaan velvoitetarkkailun osana. Yhtiön näkemyksen mukaan mallinnuksessa esitetyt toiminnallisten tavoitteiden mukaan mallinnetut pitouksudet ja kuormitukset ovat sellaisenaan toimivat kriteerit, joiden perusteella voidaan arvioida sulkemisen onnistumista. Koska suotovesien käsittelylle on asetettu erilliset vakuudet ja alueet suljetaan vaiheittain, jolloin suotovesien muodostuminen ja laatu eivät heti vastaa peitettyjä olosuhteita, peittorakenteen toteuttamiseksi asetettujen vakuuksien vapautumista ei kuitenkaan tule arvioida suotovesien laadun perusteella.

**GTK suosittelee, että sivukivialueiden sulkemisen ja sulkemistoi-
mien aikataulua sekä KL2:n ja KL1:n sulkemisen keskinäistä riip-
puvuutta selvennetään.**

Suljettavien alueiden laajuuteen ja rakenteiden toteutusaikatauluun vaikuttavat useat tekijät, mm. läjityksen eteneminen, työvaiheiden yhteensovittaminen sekä sääolosuhteet. Terrafame toteaa, että yhtiön on esittänyt PSAVI:ssa vireillä olevassa koko toiminnan sulkemissuunnitelmassa kaikkien toimintojen sulkemista koskevan aikataulun, jossa myös käsitellään sivukivialueiden sulkemisen aikataulua. Alla kuvassa 11 esitetty KL2 ja KL1 sivukivialueiden sulkemisen keskinäinen suhde.



Kuva 11. Ote koko toiminnan sulkemissuunnitelman mukana toimitetusta arvioidusta sulkemisen aikataulusta.

GTK suosittelee, että tarkkailussa huomioidaan tarve riittävän laajalle alkuainevalikoimalle, totaali- ja liukoisten pitoisuuksien määrittämiseksi ja sivukivialueilta aiheutuvan kuormituksen selvittämiseksi, jotta hakemuksessa esitetyjen arvioiden toteutumista ja ehdotettujen rakenteiden toimivuutta voidaan arvioida. Uraania tulee pitää keskeisenä haitta-aineena. Sulfaatin lisäksi GTK suosittelee lisäämään kokonaisrikin tarkkailuun.

Terrafame toteaa, että sulkemisen aikana ja sulkemisen jälkeen yhtiö toteuttaa tarkkailuohjelman mukaista tarkkailua. Terrafamen tarkkailuohjelman mukaisesti ulkopuolinen toimija käy hakemassa KL2 sivukivialueen pohjarakenteiden alapuolisista vesistä ja suotovesistä näytteet 4krt/v. Kuvassa 12 on esitetty tarkkailuohjelman mukaiset analyysit kyseisistä vesijakeista. Lisäksi yhtiö tarkkailee kyseisiä vesijakeita omassa käyttötarkkailussa viikoittain.

Pohjarakenteiden alapuoliset vedet, 4 krt/v	Suotovedet, 4 krt/v
Lämpötila, pH, sähkönjohtavuus, kiintoaine, alkaliniteetti Sulfaatti (SO ₄), Liuk.- ja kok. pitoisuudet: Hg, Ni, Zn, U, Cd, Mn, Fe, Al Kok. Pitoisuudet: Na, Ca, Mg kok.fosfori, kok.typpi, COD _{Mn} NO ₂₊₃ -N, NH ₄ -N	Lämpötila, pH, sähkönjohtavuus, kiintoaine, Sulfaatti (SO ₄) Cu, Ni, Zn, U, Mn, Fe, Na, Ca, Mg, Al, Sb, As, Ba, Cd (liuk.), Co, Cr, Hg (liuk.), V, Pb, kok.fosfori, kok.typpi, COD _{Mn} NO ₂₊₃ -N, NH ₄ -N

Kuva 12. Sivukivialueen KL2 rakenteiden alapuolisien vesien sekä suotovesien analyysipaketit tarkkailuohjelman näytteille.

Uraanin osalta yhtiö toteaa, että uraania pidetään keskeisenä haitta-aineena ja uraania tarkkaillaan jatkossakin. Rikin osalta yhtiö toteaa, että kokonaisrikin lisääminen vesijakeiden tarkkailuun on mahdollista.

Terrafame tuo esille, että yhtiö on tarkkaillut sivukiveä kuukausittain vuoden 2017 joulukuusta lähtien. Sivukivistä kootaan kuukausittain edustavat kokoomanäytteet, erikseen kiilleliuskeesta sekä mustaliuskeesta. Jokaisesta louhintaerästä otetaan sivukivinäyte ja niistä koostetaan edustava näyte suhteessa louhittavien kenttien kokoon. Kuvassa 13 on esitetty yhtiön sivukivinäytteiden testaus suunnitelma. Lisäksi kuten yhtiö aikaisemmin tässä vastineessa tuonut esille, yhtiö toteuttaa kaivannaisjätteiden pitkäaikaistestausta. Yhtiö viittaa tältä osin hake muksen liitteeseen (liite 16) pitkäaikaikäyttötymisen tutkimisen ja tarkkailun osalta.

SIVUKIVI	tammi	helmi	maalis	huhti	touko	Kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu
Kuningasvesiutto As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, V, Zn, U	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Kuningasvesiutto, laaja alkuainevali- koima	x			x			x			x		
ABA-testi	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NAG-testi	x			x			x			x		
NAG-testin loppuli- uos: As, Ba, Ca, Cd, Co Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S, Sb, V, U ja Zn	x			x			x			x		
Kontaktiliukoisuus	x						x					

Kuva 13. Sivukivinäytteiden testausaikataulu.

Yhtiö on asentanut samaan aikaan suljettavalle KL2 sivukivialueelle jat kuvatoimisia mittalaitteita vuonna 2024 kesällä suljetun alueen sulke misrakenteiden tarkkailemiseksi. Yhtiö mittaa jatkuvatoimisesti sulke misrakenteiden alapuolelta happea ja veden virtaamaa sekä mittaa alu een sadantaa. Peittorakenteen instrumentointi saatiin valmiiksi joulu kuussa 2024. Tuloksia hyödynnetään KL1 sivukivialueen sulkemisessa.

3. KL1-sivukivialueen pohjavesiruhjeet ja pohjaveden kulkeutuminen sulkemisen jälkeen

GTK tuo esille, että KL1-sivukivialueella pohjavedet virtaavat haki-
jan mukaan luonnollisesti useampaan suuntaan, mutta kuivatus-
pumppauksesta johtuen päävirtaussuunta olisi tällä hetkellä lou-
hokseen päin. Lupahakemuksessa olisi hyvä esittää, muuttuuko
tilanne alueiden sulkemisen sekä suoja- ja kuivatuspumppauksen
lopettamisen jälkeen, koska etenkin etelään suoalueille virtaavien
pohjavesien riski tulisi kartoittaa ennen lopullista sulkemissuunni-
telmaa. Yksi virtaussuunta on bioliuotuska-sojen suuntaan. Niiden
länsipuolella on ainakin kuvan 32 perusteella vettä hyvin johtava
ruhje. Tältä osin olisi syytä täsmentää, onko sivukivialueen pohja-
vesien ja ruhjeen välillä yhteyttä, jonka kautta mahdollisesti pilaan-
tuneita pohjavesiä voisi päätyä laajemmalle alueelle. Lisäksi olisi
hyvä kuvata, onko tähän liittyviä mahdollisia riskejä arvioitu ja
huomioitu riskinhallinnassa.

GTK suosittelee arvioimaan, voiko sulkemisesta ja myöhemmin
suoja-pumppauksen sekä kuivatuspumppauksen loppumisesta
muodostua pohjavesivaikutuksia myös kaivosalueen ulkopuolelle,
jos kuivatuspumppaus, ja mahdollisesti myös suojauspumppaus,
estää tällä hetkellä pohjavesien pilaantumista alueella. Hakemuk-
sen mukaan pohjavesien virtaussuunta pysyisi louhokseen päin
ainakin Kuusilammen eteläpuolella myös kuivatuspumppauksen
loputtua ja louhoksen täytyttyä. Tälle olisi ollut hyvä esittää perus-
telut. Hakemuksessa olisi ollut myös hyvä kuvata, mihin vesi pää-
tyy louhoksesta, kun kuivatuspumppaus loppuu, ja voiko tällä olla
vaikutusta pohjavesien laatuun kaivosalueella tai sen lähistöllä.
GTK muistuttaa, että hakemuksen mukaankin alueella esiintyy
isoja malminsuuntaisia ja siten avolouhoksesta vettä mahdollisesti
kuljettavia ruhjeita. GTK toivoo tarkempaa selvitystä alueen pohja-
vesivaikutuksista, nykyisestä kuormituksesta, pohjavesien virtaus-
suunnista ja niiden muutoksista sulkemisen jälkeen.

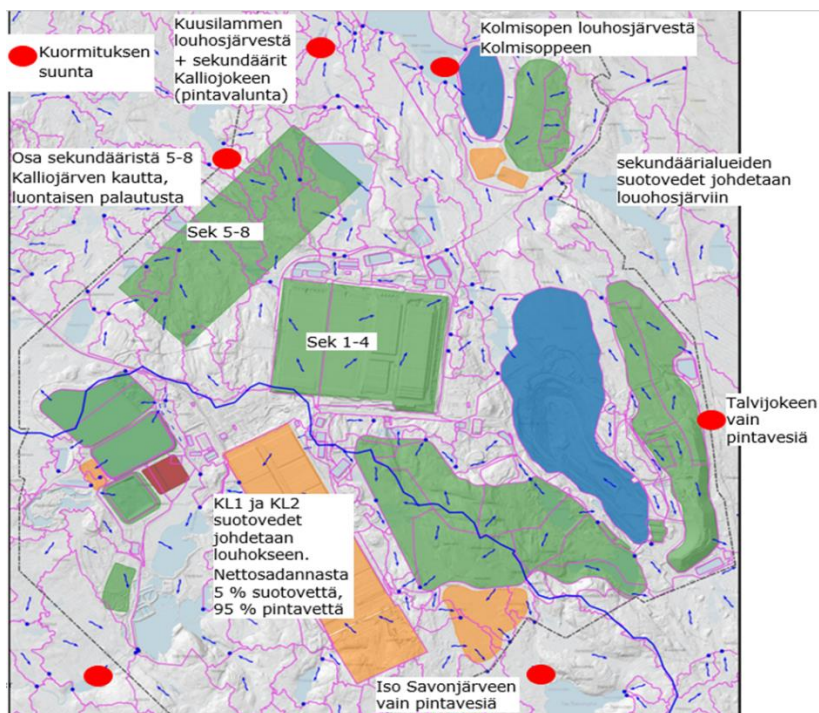
Terrafame toteaa pohjaveden pinnan tason ja virtaussuunnista seuraa-
vasti. Kalvorakenteilla peitetyt alueet vähentävät pohjaveden muodostu-
mista ja pohjaveden pinnan taso voi madaltua sivukivialueen alapuo-
lella. Sulkemisen jälkeiset virtaussuunnat on esitetty kuvassa 14, jossa
on kuvattu koko toiminnan sulkemissuunnitelmassa esitettyjä pintave-
den valumasuuntia. Pohjaveden valuntasuuntien arvioidaan karkeasti
noudattelevan pintaveden valuntasuuntia. Näiden perusteella tehty ym-
päristövaikutusten arvio eri valumasuuntiin esitetään PSAVI:ssa vireillä
olevassa koko toiminnan sulkemissuunnitelmassa.

KL1 sivukivialue sijaitsee vedenjakajalla. Eteläosasta aluetta pääosin
pintavalunta kohdistuu Iso Savonjärveä kohti. Valunta voi kohdistua
pohjaveden, maaperän, kallion pintaosan tai rikkonaisuusvyöhykkeessä
kohti eteläpuolista valuma-alueita. Määrät ovat peitto- ja pohjaraken-
teen vuoksi hyvin vähäisiä. KL1 alueella pääosa pohjaveden virtauk-
sesta kohdistuu kuivana pidettävään Kuusilammen avolouhokseen nyt

tuotannon aikana, ja edelleen louhosjärven täyttymisen jälkeen hydraulisen gradientin vuoksi. KL1 Sivukivialueen pintavalunnat voidaan ohjata ensin Kuusilammen louhokseen täyttymisen jouduttamiseksi. Vesienjohtamisen suunnitelma tarkentuu peittorakenteen toteutussuunnitelmien tai sulkemissuunnitelmien edetessä, mutta täyttymisvaiheessa vettä voidaan myös pumpata. Kuusilammen täyttymisen jälkeen pohjaveden virtaussuunnat palaavat louhintaa edeltäneeseen tilaan. Hydrogeologisten mallinnustulosten mukaan pohjaveden virtaussuunta on topografisen gradientin vuoksi edelleen kohti Kuusilampea myös täyttymisen jälkeen.

Luoteeseen alueelta KL1 suuntautuvat pohjaveden virtaussuunnat voivat teoriassa topografisen gradientin ohjaamana kulkeutua maaperässä tai rikkonaisuusrakenteissa kohti liutuskasojen aluetta. Pienen hydraulisen gradientin ja tiiviiden rakenteiden vuoksi määrien oletetaan olevan kuitenkin vähäisiä.

Peittorakenteen päältä muodostuvat pintavalunnat johdetaan luontoon luonnollisten valumasuuntien mukaan, kuten hakemuksessa on esitetty. KL1 sivukivialueiden suotovedet tullaan sulkemisen jälkeen ohjaamaan kokonaan Kuusilammen louhosjärveen, mikä rajoittaa vaikutuksia ympäröiviin pinta- ja pohjavesiin.



Kuva 14. Vesien valumasuunnat sulkemisen jälkeisellä ja Kuusilammen täyttymisen jälkeisellä ajalla.

Pohjaveden virtauksella ja pohjaveteen liuenneilla aineilla voisi olla merkitystä silloin, kun sivukivialueelta kulkeutuu vettä pohjaveden kyllästämään kerrokseen ja virtaa siellä eteenpäin. Haitta-aineiden mahdollinen leviämisreitti on ohut hiekkamoreenista koostuva maakerros. Kalliope-
rän pintaosan keskimääräistä kalliota korkeampi rakoinen määrä ja mit-
tauksin osoitettu keskimääräistä korkeampi vedenjohtavuus voivat lisätä
leviämistä myös kalliope-
rässä. Kalliope-
rän rikkonaisuusvyöhykkeissäkin

leviäminen voi olla voimakkaampaa, koska niiden vedenjohtavuus voi kallion pintaosissakin olla ympäröivää, rakoillutta kalliota suurempi. Haitta-aineiden pitoisuuksia seurataan KL1 sivukivialueella tarkkailukairoissa tehtävin mittauksin, näytteenotoin ja analyysin. Mikäli pitoisuuksissa havaittaisiin muutoksia, voidaan pitoisuuksien leviämistä pohjavedessä selvittää, ja tarvittaessa ohjata virtausta esimerkiksi suojapump-pauksin.

Ruhjeisuuden esittäminen pohjaveden kulkeutumisessa merkittävänä tekijänä ansaitsee tarkennuksen. Alueellisessa kallioperäkartassa (GTK Mineral Exploration and Deposits, Hakku-palvelu) on esitetty siirroksia. Siirrokset perustuvat topografisten pinnanmuotojen suuntautumiseen ja kaltevuustietoihin, maaperän painanteisiin ja jatkuviin piirteisiin (lineamentit). Lisäksi lineamentteja on tulkittu alueellisen lentogeofysiikan magneettisista mittaustuloksista, joissa havaitaan siirtymiä ja heikentymiä kivilajiyksiköiden sijainteja ja kontakteja kuvastavissa magneettisen kenttävoimakkuuden piirteissä, ja lisäksi topografisia piirteitä vastaavia lineaarisia piirteitä sähkömagneettisten mittausten ja radiometristen mittausten tuloksissa (maapeitepaksuus ja vesipitoisuus).

Kaivostoiminnan ja malminetsinnän yhteydessä on voitu GTK:n ja konsulttien teettämien tai tekemien selvitysten yhteydessä tuottaa lisää tietoa paikallisista siirroksista, jotka on myös esitetty ruhjekartoissa. Näissä tutkimuksissa on lisäksi kairauksin ja geofysiikan maastomittauksin havaittu kallion voimakkaampaan rikkonaisuuteen liittyviä havaintoja, joita ovat maapeitteen paksummat alueet alueellisen siirrosviitteen kohdalla, sekä kallioperän vesipitoisuus (sähköjohtavuus) tai rikkonaisuus (seisminen nopeus).

Kallion alueelliset kerrosrakenteesta, jännitystilasta ja liikunnoista syntyneet deformaatiovyöhykkeet ovat yleisiä. Ne esiintyvät yleensä jatkuvina, pituuteen nähden kapeina ja melko suorina piirteinä kalliossa. Yleiskäsite näille vyöhykkeille on hiertovyöhyke, joka on voinut saada alkunsa jo plastisen deformaation vaiheissa eikä välttämättä sisällä rikkonaisuutta. Myöhemmät kallion deformaatiot kuten siirrokset ovat voineet ohjautua tällaisiin hiertovyöhykkeisiin, tai siirrostaa kalliota myös niiden ulkopuolella. Silloin kun kallioperässä on haurasta rakoilua, voidaan käyttää käsitettä rikkonaisuusvyöhyke tai ”ruhje”. Rakennusgeologisen kallioluokituksen mukaan ruhjeiset kallion osuudet sisältävät kohonnutta rakotiheyttä sekä avoimia, täytteisiä tai rapautunutta pintaa sisältäviä rakoja. Kallioperä voi olla läpikotaisesti rapautunut. Näihin piirteisiin voi liittyä kohonnut vedenjohtavuus, mikäli raot sisältävät vettä läpäisevää rakotäytettä (murutäyte) tai avaumaa, ovat jatkuvia (pitkiä) ja liittyvät toisiinsa muodostaen rakoverkon. Jos raoissa on tiivis- tai savitäyte, ne ovat lyhyitä, tai ne eivät liity toisiinsa, vedenjohtavuus ei välttämättä ole ympäristöään korkeampi. Rikkonaisuusvyöhykkeistäkin osa voi olla veden virtausta eristäviä, tai veden virtaus voi suuntautua parhaiten pitkin vallitsevaa rakosuuntaa, ja estyä poikittain tähän suuntaan nähden.

GTK:n ruhjeisuusselvityksissä kaikki kaivosalueen lineamentit eivät ole osoittaneet viitteitä rikkonaisuusrakenteista. Osassa on havaittu rikkonaisuusviitteitä. SRK-yhtiön hydrogeologisen mallin taustalla olevissa hydraulisissa mittauksissa ja kallion rakenneanalyysissä on todettu, että osa lineamentteihin liittyvistä hiertovyöhykkeistä on tiiviitä. Luode-kaakko-suuntaiset lineaariset siirrosviitteet sen sijaan ovat osoittaneet, että niihin liittyy voimakasta rikkonaisuutta ja jatkuvaa rakoilua. Vedenjohtavuus on näissä rikkonaisuusrakenteissa suuntautunut pitkin näiden rakenteiden kulkua (vedenjohtavuus on anisotrooppinen). Kun rikkonaisuudessa kalliossa virtaava pohjavesi päättyy tällaiseen vyöhykkeeseen, virtaus jatkuu pitkin vyöhykettä eikä enää päädy takaisin ympäröivään kallioon.

9. Säteilyturvakeskus STUK

Luonnonsäteilyn sekä tarkkailun osalta Terrafame toteaa, että sulkemisen jälkeen tiivis peittorakenne rajoittaa hapen ja veden pääsyä sivukivitäyttöön, mikä vähentää sulfidimineraalien hapettumista. Yhtiön toteaa, että ympäristöön johdettavien peittorakenteen yläpuolisten pintavaluntavesien uraanipitoisuuden on arvioitu pysyvän nykyisen ympäristöluvan asettaman raja-arvon 10 µg/l alapuolella eikä se siten aiheuta luonnonsäteilyaltistusta.

Yhtiö toteaa lisäksi, että suotovesiä ei tulla johtamaan sulkemisen jälkeen suoraan luontoon, vaan suotovedet kerätään ja johdetaan ensisijaisesti prosessikiertoon tai yhtiön vesienkäsittelyyn. Sulkemisen ja Kuusilammen louhinnan päätyttyä suotovedet johdetaan Kuusilammen avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen. Tarkkailua koskevien huomioiden osalta yhtiöllä ei ole huomautettavaa lausuntoon.

10. Suomen luonnonsuojeluliiton Kainuun piiri ry; Kansalaisten kaivosvaltuuskunta kaivosvaltuuskunta-MiningWatch Finland ry; Vesiluonnon puolesta ry; Pelastetaan Vaelluskalat ry; Kalastaja Paavo Huusko

1. Vireilläolovaikutus

Muistutuksen pääasiallinen sisältö

Muistutuksen mukaan asiassa on tehty hallintolain (434/2003, "HL") 25 § sekä ympäristönsuojelulain (527/2014, "YSL") 41 §:n vastainen menettelyvirhe, sillä vireilläolovaikutuksen vuoksi PSAVIN ei olisi tullut hyväksyä hakemusta vireille tulleeeksi ennen toimintaa koskevan lupapäätöksen nro 87/2022 (päälupa) lainvoimaiseksi tuloa. Muistutuksen jättäjien mukaan nyt kuulutettu lupahakemus liittyy kiinteästi Terrafamen toimintakokonaisuuteen. Muistutuksessa viitataan erityisesti HL 1 §:n yksityiskohtaisten perustelujen kuvauksiin sekä siinä esitettyihin viittauksiin perustuslain (731/1999, "PL") 21 §:n velvoitteista sekä YSL 1 §:n perusteluihin ja katsotaan, että ko. lainkohtien nojalla yhtiön hakemusasiakirjoissaan esittämä toteama siitä, ettei ympäristönsuojelulaissa tai hallintolaissa ole säännöksiä, jotka kategorisesti kieltäisivät samaa laitosta koskevan ympäristölupahakemuksen käsittelyn tilanteessa, jossa edellinen lupapäätös on vailla lainvoimaa, on virheellinen.

HL 25 §:n merkitys asian arvioinnissa

Muistutuksessa viitatussa HL 25 §:ssä säädetään asioiden yhdessä käsittelemisestä seuraavasti:

”Kyseisen pykälän mukaan, jos viranomaisessa tehtävä päätös saattaa merkittävästi vaikuttaa muun samassa viranomaisessa samanaikaisesti vireillä olevan asian ratkaisemiseen, viranomaisen on valmisteltava asiat yhdessä ja ratkaistava samalla kertaa, jollei yhdessä käsittelemisestä aiheudu haitallista viivytystä tai jollei se ole asian laadun taikka luonteen vuoksi tarpeetonta.”

Edeltä ilmenevällä tavalla HL 25 § koskee asioiden yhdessä valmistelua ja samanaikaista ratkaisemista tilanteessa, jossa asiat ovat samaan aikaan vireillä samassa viranomaisessa. Muistutuksessa viitattua päälu-paa koskeva asia on tullut vireille Pohjois-Suomen aluehallintoviras-tossa 30.8.2017. PSAVI on antanut päälupaa koskien päätöksensä 20.6.2022 (päätös nro 87/2022). Nyt kyseessä oleva KL1 sulkemista ja peittorakennetta koskeva ympäristölupahakemus on tullut vireille PSAVI:ssa 31.7.2024 päivätyllä hakemuksella. Näin ollen päälupaa koskeva asia ei ole ollut Pohjois-Suomen aluehallintovirastossa vireillä samaan aikaan nyt kyseessä olevan asian kanssa, eikä HL 25 § siten sovellu asian arviointiin.

YSL 41 §:n merkitys asian arvioinnissa

Muistutuksessa viitatussa YSL 41 §:ssä säädetään luvan hakemisesta samalla toiminta-alueella sijaitseville toiminnoille seuraavasti:

”Jos samalla toiminta-alueella sijaitsevalla usealla luvanvaraisella toiminnalla on sellainen tekninen ja toiminnallinen yhteys, että niiden ympäristövaikutuksia tai jätehuoltoa on tarpeen tarkastella yhdessä, toimintoihin on haettava lupaa samanaikaisesti eri lupahakemuksilla tai yhteisesti yhdellä lupahakemuksella. Lupaa voidaan kuitenkin hakea erikseen, jos hakemuksen johdosta ei ole tarpeen muuttaa muita toimintoja koskevaa voimassa olevaa lupaa.”

Edeltä ilmenevällä tavalla YSL 41 § koskee tilannetta, jossa samalla toiminta-alueella sijaitsee useita luvanvaraisia toimintoja. Terrafamen kaivospiirille sijoittuu useita itsessään luvanvaraisia toimintoja, joita koskevien hakemusten samoin kuin alueelle sijoittuvia uusia toimintoja koskevien hakemusten vireille tullessa YSL 41 §:n soveltuvuutta on sinänsä tarpeen arvioida. Tältä osin on kuitenkin huomattava, että YSL 41 §:ssä on säädetty poikkeuksesta edellä selostettua hakemusmenettelyä koskevaan pääsääntöön. Lain esitöistä (HE 2014/2013 vp ja HE 226/2004 vp) ilmenevällä tavalla poikkeussäännös on tarkoitettu sovellettavaksi erityisesti toiminnan muutostilanteissa, jolloin tulisi olla mahdollista voimassa olevasta luvasta huolimatta hakea lupaa erikseen vain siltä osin kuin muutos koskee tiettyä toimintaa. Vastaavasti voidaan menetellä myös uutta toimintaa aloitettaessa, jos uusi toiminta muodostaisi selvän erillisen osan, vaikka se muutoin liittyisi vanhaan toimintaan teknisesti ja

toiminnallisesti. Edellytyksenä erilliskäsittelylle lisäksi on, että hakemuksen johdosta ei synny tarvetta tarkistaa muilta osin voimassa olevia muiden toimintojen lupia tai yhteistä lupaa. Tällaisena luvan tarkistamisena ei pidetä esimerkiksi sitä, että toiminnallisen muutoksen johdosta vanhaa yhteistä lupaa muutetaan pelkästään poistamalla toiminnallisen muutoksen kohteena oleva toiminta. Kyse olisi tällöin pelkästään teknisestä muutoksesta lupaan ilman, että tästä aiheutuisi epäselvyyttä luvan velvoitteiden kannalta.

Terrafame katsoo, että YSL 41 § liittyy lupaharkinnan laajuuteen, eikä muistutuksessa esitetyllä tavalla suoraan vireilläolovaikutukseen. Lupaharkinnan laajuutta toiminnan olennaista muuttamista koskevissa asioissa sääntele osaltaan myös YSL 48 §:n 4 momentti, jonka mukaan toiminnan olennaista muuttamista koskeva lupahakemus on ratkaistava siten, että harkinta kattaa ne toiminnan osat, joihin olennainen muutos voi vaikuttaa ja ne ympäristöön kohdistuvat vaikutukset ja riskit, joita muutos voi aiheuttaa. Lain esitöiden mukaan YSL 48 §:n 4 momentin mukaisessa lupaharkinnassa tulee tarkastella toimintaa vain siinä laajuudessa kuin se on tarpeen muutoksen vaikutusten arvioimiseksi luvan myöntämisen edellytysten ja lupamääräysten asettamisen kannalta. Lisäksi ympäristönsuojelusta annetun valtioneuvoston asetuksen (713/2014, ”ympäristönsuojeluasetus”) 8 §:n 1 momentin 2 kohdan mukaan olennaista muutosta koskevassa lupahakemuksessa on oltava asetuksen 3–7 §:ssä vaadituista tiedoista ja selvityksistä vain ne, jotka koskevat toiminnan muutosta ja sen ympäristövaikutuksia. Lainsäätäjän tahtotilana näyttää siten nimenomaisesti olleen mahdollistaa toiminnan muutosten ratkaiseminen vain siltä osin, mihin muutokset vaikuttavat sen sijaan, että lupamääräykset tarkistettaisiin koko toimintakokonaisuuden kattavana menettelynä. Lupapäätöksen sisältö määräytyy sen mukaan, mihin toimintoihin ja jo annettuihin lupamääräyksiin haettavalla olennaisella muutoksella on vaikutusta.

Hakemuksessa esitettyyn perustuen Terrafame toteaa, ettei nyt hakemuksen kohteena olevan KL1 sivukivialueen sulkeminen aiheuta muutoksia pääluvan kattamiin prosesseihin, rakenteisiin tai teknisiin ratkaisuihin, tuotanto- tai jätealueiden laajuuteen, tuotantomääriin tai kapasiteetteihin. Kyseessä on tuotannosta poistuneen sivukivialueen sulkeminen pääluvan mukaisesti. Alueellisesti toiminta ja sen vaikutukset kohdistuvat käytännössä vain KL1 sivukivialueen lähiympäristöön. KL1 sivukivialueen sulkeminen ei aiheuta sellaisia muutoksia päästöissä tai muuten ympäristöön kohdistuvissa vaikutuksissa tai riskeissä, että pääluvan kattamien toimintojen osalta lupaharkinta olisi tarpeen kokonaisuudessaan tehdä uudelleen. Pääluvan kattamien toimintojen mukaiset päästöt tai toiminnan kokonaispäästöt eivät kasva KL1 sivukivialueen sulkemisen vuoksi lainkaan, vaan ennemmin sulkemisella pienennetään päästöiksi rinnastettavien suotovesien määrää, että pääluvan lupamääräysten muuttaminen olisi tarpeen. Myöskään toiminnan kumulatiiviset kokonaispäästöt ja käytössä olevat jäte- ja tuotantoalueet eivät kasva.

Vireilläolovaikutus

Muistutuksessa viitattu ns. vireilläolo- tai vireilletulovaikutus (lis pendens) tarkoittaa sitä, että asian tultua tuomioistuimessa vireille samaa asiaa ei voida saattaa samanaikaisesti toisen oikeudenkäynnin kohteeksi. Jotta vireilläolovaikutus voisi soveltua, tulee siis kyse olla ”samasta asiasta”. Vireilläolovaikutus on alkujaan siviiliprosessioikeudellinen periaate, jolloin sen merkitys on liittynyt siihen, ettei sama asia (kuten siviilioikeudellinen kanne tai avioerohakemus) voi olla vireillä kahdessa eri tuomioistuimessa samanaikaisesti. Oikeuskirjallisuudessa on sitä vastoin todettu, ettei vireilläolovaikutuksella ole hallintomenettelyssä keskeistä sijaa, eikä hallintoviranomainen yleensä voi jättää asiaa tutkimatta pelkästään sillä perusteella, että asia on jo vireillä kyseisessä tai toisessa viranomaisessa. Ympäristönsuojelulaissa tai hallintolaissa ei ole myöskään säännöksiä, jotka kategorisesti kieltäisivät samaa laitosta koskevan ympäristölupahakemuksen käsittelyn tilanteessa, jossa edellinen lupapäätös on vailla lainvoimaa. Vireilläolovaikutuksen sisältöä suhteessa yksinomaan hallintomenettelyyn, ja erityisesti ympäristölupamenettelyyn, ei ole Terrafamen käsityksen mukaan myöskään oikeuskirjallisuudessa määritetty.

Terrafamen käsityksen mukaan vakiintuneessa oikeuskäytännössä ympäristölupaviranomainen on voinut ratkaista laitoksen toiminnan muuttamista koskevan ympäristölupahakemuksen tilanteessa, jossa aiempi samaa laitosta koskeva lupa-asia on ollut vireillä muutoksenhakutuomioistuimessa. Jos näin ei olisi, johtaisi tilanne toiminnanharjoittajan kannalta kohtuuttomuuteen ja pahimmillaan laitoksen toiminnan muuttamisen estymiseen useiden vuosien ajaksi, sillä toiminnanharjoittaja ei pysty millään tavalla vaikuttamaan mahdollisten muiden tahojen tekemiin valituksiin tai muutoksenhakuprosessin keston. Tällöin voitaisiin päätyä tilanteeseen, jossa toiminnanharjoittajasta riippumattoman tahon valituksen johdosta laitoksella ei voitaisi tehdä ympäristölupamuutosta edellyttäviä investointeja ja muutoksia koko sinä aikana, kun edellisen ympäristölupapäätöksen muutoksenhaku – joka voi nykyisillä isojen teollisuuslaitosten ympäristölupavalitusten käsittelyajoilla kestää molemmissa oikeusasteissa (hallinto-oikeus ja korkein hallinto-oikeus) yhteensä yli neljä vuotta – on kesken. Tällainen käsittelyratkaisu ei myöskään edellä todetusti miltään osin perustuisi voimassa olevaan lainsäädäntöön.

Terrafame korostaa myös, että jotta vireilläolovaikutus voisi ylipäätään tulla kyseeseen ja estää nyt kyseessä olevan KL1 sivukivialueen sulkemista koskevan lupahakemuksen käsittelyn, tulisi kyse olla ”samasta asiasta” kuin pääluvassa. Kuten yhtiön 31.7.2024 päivätyssä lupahakemuksessa on kuvattu, KL1 sivukivialueen sulkemisella on yhtymäpintoja pääluvun nojalla harjoitettavaan toimintaan. Edeltä ilmenevällä tavalla kyse on kuitenkin Terrafamen olemassa olevan toiminnon sulkemisesta. Koska pääluvun kattaman toiminnan laajuus, kapasiteetti tai päästöt eivät muutu eikä KL1 sivukivialueen sulkemisen myötä myöskään yhteisvaikutuksissa tapahdu merkittävää muutosta, ei koko toimintaa koskevaa lupaharkintaa ole tarpeen tehdä uudestaan eikä pääluvassa asetet-

tuja lupamääräyksiä ole tarpeen muuttaa. Terrafame pitää siten selvänä, ettei kyseessä voida mitenkään katsoa olevan "saman asian" uudelleen käsittelemisestä vireilläolovaikutuksen vastaisesti. Edellä ilmeväällä tavalla pääluvan vireilläolo ei vaikuta nyt kyseessä olevan asian käsittelyyn, eikä päälupaa koskevien valitusten vireilläolo korkeimmassa hallinto-oikeudessa siten myöskään voi estää nyt kyseessä olevan hakemuksen käsittelyä. Edellä sanotun perusteella Terrafame katsoo, että toiminnan muuttuessa aiemman toiminnan lupa-asian vireillä oleva valitus ei estä laittamasta vireille uutta lupahakemusta ja viranomaisen voien käsitellä. Kyseessä ei tältä osin ole mitenkään lainvastainen menettely.

Edelleen Terrafame toteaa, että päälupa VHO:ssa tehdyt muutokset tai mahdolliset korkeimman hallinto-oikeuden tekemät muutokset tulevat sellaisinaan automaattisesti koskemaan KL1 ympäristöluvan 107/2023 mukaisissa prosesseissa Sotkamon tuotantoalueella. Toimintaa koskevien lupamääräysten sisällöstä ei siten tule syntyään miltään osin epäselvyyttä.

Muiden muistutuksessa viitattujen lainkohtien merkitys asiassa

Selvyyden vuoksi Terrafame toteaa, etteivät muistutuksessa viitatu muut lainkohdat PL 21 § (oikeusturva), HL 1 § (hallintolain tarkoitus) ja YSL 1 § (ympäristönsuojelulain tarkoitus) sovellu nyt kyseessä olevan asian arviointiin, eikä edellä esitettyä tule tai voida arvioida toisin näiden muistutuksessa viitattujen, etupäässä yleisluontoisten tavoitesäännösten nojalla.

Lopuksi

Kaikki edellä sanottu huomioon ottaen aluehallintovirasto on hyväksyessään nyt kyseessä olevan lupahakemuksen vireilletulon ja sen kuuluttaessaan toiminut lainsäädännön mukaisesti, eikä asiassa ole tapahtunut muistutuksessa väitettyä menettelyvirhettä.

2. Luvan määräaikaisuuden merkitys toiminnan ympäristövaikutusten arvioimiselle

Muistutuksen pääasiallinen sisältö

Muistutuksessa viitataan YSL 87 §:ään ja katsotaan, että Terrafamen jatkuva ja toistuva määräaikaisten tai tilapäisten ympäristölupien varassa toimiminen osoittaa, ettei lupien myöntämisedellytyksiä olisi riittävästi ja luotettavasti selvitetty lainsäädännön velvoitteiden mukaisesti toiminnasta aiheutuvien ympäristövaikutusten ja -riskien selvittämiseksi, rajaamiseksi ja/tai estämiseksi, minkä vuoksi aluehallintoviraston on ollut pakko myöntää ympäristölupa määräaikaisena. Lisäksi muistutuksessa viitataan VHO:n 19.12.2024 antamaan ratkaisuun, jonka mukaan toiminnan ympäristö-, vesistö- ja ilmapäästövaikutuksia ja -riskejä ei ole osoitettu riittävästi selvitetyn määräaikaisen pääluvan myöntämisedellytysten täyttymisen osoittamiseksi.

Terrafamen vastine

Muistutuksessa viitatussa YSL 87 §:ssä säädetään luvan voimassaolosta. Kyseisen lainkohdan mukaan ympäristöluvan myöntämistä koskeva päätös määrätään lähtökohtaisesti olemaan voimassa toistaiseksi. Painavista syistä päätös voidaan kuitenkin määrätä olemaan voimassa vain määräajan. Terrafame toteaa, ettei ympäristöluvan myöntämistä määräaikaisena voida pitää osoituksena siitä, että toiminnan ympäristövaikutukset olisi selvitetty puutteellisesti tai etteivät luvan myöntämisedellytykset täytyisi. Myös määräaikaisena haettavan ympäristöluvan on täytettävä YSL 39 §:ssä ja ympäristönsuojeluasetuksen 2 luvussa säädetyt lupahakemuksen sisältövaatimukset. Vastaavasti myös määräaikaisena myönnettävän ympäristöluvan on täytettävä YSL 49 §:ssä säädetyt luvan myöntämisedellytykset. Terrafame katsoo, että YSL 87 §:ään sisältyvä toteamus siitä, että lupapäätös voidaan myöntää määräaikaisena sen vuoksi, että toiminnan haitallisten vaikutusten arvioinnin vaikeuteen liittyy painava syy, koskee tilannetta, jossa kattavista selvityksistä huolimatta toiminnan ympäristövaikutuksista ei voida ennalta saada täyttä varmuutta ja varovaisuusperiaate edellyttää luvan voimassaolon rajoittamista ja toiminnan ympäristövaikutusten uudelleentarkastelua mahdollista luvan uusimista koskevan asian käsitteilyn yhteydessä.

Edellä sanottuun liittyen Terrafame korostaa, ettei nyt kyseessä olevan hakemuksen mukaiseen toimintaan ja toiminnan ympäristövaikutuksiin sen näkemyksen mukaan liity sellaista YSL 87 §:ssä tarkoitettua epävarmuutta, jonka johdosta lupa tulisi myöntää määräaikaisena toistaiseksi voimassa olevan sijaan.

3. Yhteisvaikutusten selvittäminen, lupahakemuksen sisältövaatimukset ja luvan myöntämisedellytysten täytyminen

Muistutuksen pääasiallinen sisältö

Muistutuksen mukaan edellytykset lupahakemuksen vireille tulemiseksi eivät ole täyttyneet tilanteessa, jossa koko toimintaa koskevan pääluvan valituskäsittely on vireillä, sillä kuulutetussa lupahakemuksessa ei esitetä selvityksiä koko toimintakokonaisuuden yhteisistä ympäristövaikutuksista eikä ympäristöriskeistä, eikä selvitystä niiden pienentämiseksi. Edelleen muistutuksessa katsotaan, etteivät luvan myöntämisedellytykset täyty, sillä koko kaivoksen toiminnan ja haetun toiminnan yhteisiä ympäristövaikutuksia ja -riskejä ei ole selvitetty.

Muistutuksen jättäjien mukaan asian käsittelyssä on tapahtunut menettelyvirhe, sillä kuulutettujen oleellisten puutteellisten kuulemis- ja lausuntopyyntöasiakirjojen perusteella lausujat eivät ole voineet muodostaa lausumisharkintaansa riittäviin ja luotettaviin selvitysasiakirjoihin. Kuulutetut kuulemis- ja lausuntopyyntöasiakirjat eivät täytä HL 1, 6, 9, 16, 20, 25, 31 §:ien velvoitteita eivätkä YSL 1, 5, 7, 16, 17 ja 20 §:ien velvoitteita. Hakemus ei täytä YSL 7 §:ssä kuvattua keskeisintä perusvelvollisuutta ympäristön pilaantumisen ehkäisemisestä. Kuulutetussa

kuulemis- ja lausuntopöytäkirjassa ei myöskään osoiteta, että ELY-keskukselta olisi pyydetty ja saatu lausunto tai selvitys siitä, että Terrafamen kaivos toimii voimassa olevien ympäristölupiensä mukaisesti, vaikka tämä on lupahakemuksen hyväksymisen edellytys.

Lisäksi muistutuksen huomautetaan, että lupaharkinnan ja lupapäätöksen tulee perustua toiminnan ympäristö-, vesistö- ja luontovaikutusten selvittämiseen YSL 48 ja 49 § mukaisesti, eikä aluetaloudellisiin laskennallisiin perusteluihin, joilla Terrafame on hakemustaan perustellut.

Terrafamen vastine

Terrafame katsoo, että muistutuksessa viitattut toimintakokonaisuuden yhteisvaikutukset kytkeytyvät edellä käsiteltyyn kysymykseen lupaharkinnan laajuudesta. Tältä osin Terrafame viittaa vastineessa edellä lausuttuun. Lisäksi Terrafame toteaa, että nyt kyseessä olevan KL1 sulkeamisesta aiheutuvat yhteisvaikutukset pääluvan mukaisen toiminnan kanssa on myös otettu huomioon ja arvioitu yhtiön YVA-menettelyissä. KL1 on ollut aluevarauksena mukana vuonna 2017 tuotanto YVA:ssa. Lisäksi sulkemistoimenpiteitä on käsitelty vuonna 2021 Kolmisoppi YVA:ssa. Kolmisopen YVA-menettelystä laaditusta arviointiselostuksesta (Terrafame Oy 12.7.2021: ”Kolmisopen esiintymän hyödyntäminen ja kaivospiirin laajennus – Ympäristövaikutusten arviointiselostus”) ilmenevällä tavalla Terrafamen olemassa olevat ja suunnitellut muut toiminnot, kuten akkukemikaalitehdas, uraanin talteenottolaitos, nykyisten sekundääri- ja primääriliuotusalueiden laajennukset, uudet kipsisakaltaat 3 ja 4 sekä sivukiven läjitysalue KL1, on huomioitu osana Kolmisopen laajennushankkeen vaihtoehtojen arviointeja. Lisäksi alueelle varastoitujen vanhojen vesienkäsittelysakkojen ja nykytilassa syntyvien vesienkäsittelysakkojen yhteisvaikutuksia on arvioitu vanhojen vesienkäsittelysakkojen loppusijoittamisen YVA-menettelyssä. Yhteysviranomaisena toimiva Kainuun ELY-keskus on arviointiselostuksen johdosta antamassaan perustellussa päätelmässä (Kainuun ELY-keskus 21.2.2022, diaarinumero KAIELY/160/2020) katsonut, että arviointiselostus käsittää lainsäädännössä säädetyt sisältö- ja laatuvaatimukset sekä on riittävän ajantasainen. Arviointiselostus, perusteltu päätelmä ja Kainuun ELY-keskuksen 24.1.2024 antama erillinen lausunto ympäristövaikutusten arvioinnin ja perustellun päätelmän ajantasaisuudesta Kolmisopen malmion maa-alueen louhinnan osalta on toimitettu aluehallintovirastolle osana hakemusasiakirjoja.

Siltä osin kuin muistutuksessa on muutoin viitattu lupahakemuksen puutteellisuuteen ja selvitysten riittämättömyyteen Terrafame viittaa vastineessa edellä lausuttuun. Lisäksi Terrafame huomauttaa, ettei muistutuksessa ole muilta osin yksilöity väitettä lupahakemuksen puutteellisuudesta. Selvyyden vuoksi Terrafame kuitenkin toteaa, että lupahakemus täyttää sille YSL 39 §:ssä ja ympäristönsuojeluasetuksen 2 luvussa säädetyt sisältövaatimukset. Mikäli näin ei olisi, aluehallintovirastolla on YSL 40 §:n nojalla velvollisuus pyytää yhtiötä täydentämään lupahakemustaan tarvittavilta osin.

Selvyyden vuoksi Terrafame vielä toteaa, ettei asiaa tule tai voida arvioida toisin myöskään muistutuksessa viitattujen useiden eri lainkohtien nojalla, joita ovat: HL 1 § (hallintolain tarkoitus), HL 6 § (hallinnon oikeusperiaatteet), HL 9 § (hyvän kielenkäytön vaatimus), HL 16 § (asia-kirjan sisältö), HL 20 § (asian vireilletulo), HL 25 § (asioiden yhdessä käsitteleminen), HL 31 § (selvittämisvelvollisuus), YSL 1 § (ympäristön-suojelulain tarkoitus), YSL 5 § (määritelmät), YSL 7 § (velvollisuus ehkäistä ja rajoittaa ympäristön pilaantumista), YSL 16 § (maaperän pilaamiskielto), YSL 17 § (pohjaveden pilaamiskielto) tai YSL 20 § (yleiset periaatteet ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavassa toiminnassa). Terrafame on esimerkiksi YSL 20 §:n 2 momentissa säädetyn ympäristön kannalta parhaan käytännön periaatteen ja siihen liittyvän ympäristönsuojeluasetuksen 3 §:n 2 momentin 7 kohdan nojalla esittänyt lupahakemuksessaan arvion parhaan käyttökelpoisen tekniikan soveltamisesta suunnitellussa toiminnassa. Muistutuksessa viitatussa YSL 7 §:ssä säädetään puolestaan ns. perusvelvollisuudesta ehkäistä ja rajoittaa ympäristön pilaantumista. Lain esitoista (HE 214/2013 vp) ilmenevällä tavalla keinona velvollisuuden toteuttamiseksi ovat erityisesti lupa- ja rekisteröintimenettely sekä valtioneuvoston asetukset. Terrafame katsoo, ettei lupahakemuksen sisältövaatimusten täyttymistä voida arvioida YSL 7 §:n nojalla, vaan lupaharkinnassa hankittavien selvitysten ja lupapäätöksessä annettavien lupamääräysten avulla nimenomaan varmistutaan siitä, että YSL 7 §:n mukaista perusvelvollisuutta noudatetaan toiminnassa. Muistutuksen jättäjien väite YSL 7 §:n vastaisuudesta on siten ennenaikainen lupaprosessin ollessa vielä kesken.

Muistutuksessa viitatus ELY-keskuksen kuulemisen osalta Terrafame toteaa, että luvan myöntämisedellytyksistä säädetään YSL 49 §:ssä ja lupahakemuksesta kuulemisesta mm. YSL 42 §:ssä. YSL 42 §:n mukaisesti valtion lupaviranomaisen (aluehallintovirasto) on pyydettävä ympäristölupahakemuksesta lausunto mm. valtion valvontaviranomaiselta (ELY-keskus). Näin on myös nyt kyseessä olevassa tapauksessa toimitettu ja Kainuun ELY-keskus on antanut asiassa lausuntonsa 16.12.2024.

Lopuksi Terrafame toteaa vielä, että lupaharkinta ja asiassa annettava päätös tulevat perustumaan nimenomaan muistutuksessa viitattuihin YSL 48 §:ään (lupaharkinnan perusteet) ja YSL 49 §:ään (luvan myöntämisen edellytykset). Yhtiön hakemuksessaan esiin tuomat (alue-)taloudelliset seikat liittyvät sekä YSL 199 §:n mukaiseen hakemukseen aloittamisoikeutta koskien (YSL 199 §:n mukaan yhtenä edellytyksenä aloittamisoikeuden myöntämiselle on perustellun syyn esittäminen, johon esitetty (alue-)taloudelliset seikat ovat kytkeytyneet) ja toisaalta vesilaissa (587/2011, "VL") vesitalousluvan osalta edellytettävään intressiver-tailuun.

4. Sivukivikasojen ympäristövaikutukset

Muistutuksen pääasiallinen sisältö

Muistutuksen mukaan lupahakemuksessa ei esitetä riittäviä selvityksiä sivukivikasojen ympäristövaikutuksista ja -riskeistä tai niiden pienentämiskeinoista, eikä Terrafame ole osoittanut lupahakemuksessa, ettei sivukivikasoista aiheudu kiellettyä ympäristövaikutusta tai -riskiä.

Selvitykset sivukivialueesta ovat riittävät

Terrafame toteaa, että nyt käsiteltävänä olevassa asiassa ei ole kyse sivukivialuetta KL2 koskevasta luvasta, tai Kolmisopen malmiosta, vaikka muistutuksessa viitataan tähän. Kolmisopen malmion maa-alueen louhinnasta syntyviä sivukiviä ei olla sijoittamassa sivukivialueelle KL1.

Yhtiö huomauttaa, että KL1 sivukivialueen sulkemisen lupahakemuksessa sekä ympäristövaikutusten arviointiselostuksissa on käsitelty sivukiven käsittelyn riskejä kattavasti. KL1 on ollut aluevarauksena mukana vuonna 2017 tuotanto YVA:ssa. Lisäksi KL1 sivukivialueen sulkemistoimenpiteitä on käsitelty vuonna 2021 Kolmisoppi YVA:ssa. Terrafame viittaa asiassa Kainuun ELY-keskuksen jättämään lausuntoon kappaleessa 1 koskien YVA:n ajantasaisuutta ja toteaa, että YVA on ajantasainen sivukivialueen KL1 sulkemisen osalta.

Yhtiö viittaa hakemukseen riskien osalta, missä on arvioitu KL1 sivukivialueen sulkemisen riskejä, ja esitetty toimenpiteitä niiden hillitsemiseksi. Hakemuksen mukana toimitetussa liitteessä, KL1 sivukivialueen sulkemiseen liittyvät merkittävimmät ympäristöriskit ja varautuminen (hakemuksen liite 22), on arvioitu kaikki tunnistetut sulkemisen riskit. Ympäristöriskien arvioinnissa rakennusvaiheiden 1–6 suotoveden määrässä ja laadussa on huomioitu peittorakenteelle asennetut toiminnalliset tavoitteet eli kalvon ei ole oletettu pysyvän täysin vesi- ja kaasutiiviinä hyvin pitkällä ajanjaksolla tarkasteltuna. Ympäristöriskeissä on huomioitu sivukivialueen suotovesien johtaminen toiminnan aikana suotovesialtaisiin ja sieltä käsittelyyn tai prosessikiertoon niin kauan kuin se tarkkailutulosten perusteella on tarpeellista. Lisäksi ympäristöriskiarvioinnissa on huomioitu varautuminen suotovesien johtamiseen Kuusilammen louhosjärveen Kuusilammen avolouhoksen toiminnan loputtua. Tuotannon ja toiminnan aikaisia ympäristöriskejä yhtiö on arvioinut mm. Terrafamen koko toimintaa koskevassa riskinarviossa (hakemuksen liite 21) ja KL1 sivukivialueen ympäristöluvan nro. 107/2023 hakemusvaiheessa. Suunnitelmallisuudella, rakentamisen valvonnalla ja riippumattomalla laadunvalvonnalla riskien todennäköisyyksien nähdään kuitenkin jäävän epätodennäköisiksi. Alueita myös tarkkaillaan ja valvotaan sekä työntekijät perehdytetään toimimaan poikkeustilanteissa.

Sivukivialueiden pohjarakenteet ovat parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaisia

Terrafame viittaa hakemukseensa ja toteaa, että KL1 sivukivialueen sulkemista koskevassa suunnitelmassa on käytetty parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) mukaisia rakenteita. KL1 sivukivialueen ympäristöluvan 107/2023 mukaisesti jo rakennetuille sivukivialueen KL1 lohkoille ja DP-altaille on toteutettu tiiviit pohjarakenteet (BAT+), jotka estävät ympäristölle haitallisten aineiden kulkeutumisen alueilta ja altaista maaperään. Toisin sanoen, maaperään arvioidaan kohdistuvan jätealueilta haitallisia vaikutuksia vain onnettomuus- tai poikkeustilanteissa.

Kaivannaisjätealueen KL1 sijoittaminen on perustunut sijaintiin, toiminnan logistiikkaan, vesienhallintaan ja sivukivialueen pohjaolosuhteisiin. Sijaintipaikka on valikoitunut YVA-arvioinnin perusteella (BAT 4, 13). Kaivannaisjätealueiden pohjaolosuhteita on selvitetty useassa vaiheessa pohjatutkimuksilla ja pohjatutkimuksia tarkennetaan suunnittelu- ja rakentamistapa- ja -menetelmien mukaisesti (BAT 13, ja 22). Kaivannaisjätealueiden pohjamaan kantavuutta sekä vakavuutta on parannettu tarvittavilta osin esim. sivukivitäytöllä tehdyillä massanvaihdolla (BAT 6, 22b).

Kaivannaisjätealueiden pohjarakenteiden vaatimukset perustuvat kaivannaisjätteiden karakterisointiin (BAT 2). Pohjarakenteet rakennetaan kestäviksi pitkällä aikavälillä yhdistelmäpohjarakenteena, joka koostuu sekä keinotekoisesta eristeestä että siihen tiiviisti liittyvästä mineraalieristeestä. Keinotekoinen eriste valitaan kaivannaisjätteen laadun perusteella ja suojataan soveltuvalla suojarakenteella (geotekstiili, suojakerros tai molemmat) (BAT 17, 31, 35). Liuoskierron altaisiin rakennetaan vettä läpäisemätön yhdistelmäpohjarakenne kaksinkertaisella keinotekoisella eristeellä ja vuodontarkkailukerroksella varustettuna. Altaisiin mahdollisesti tarvittaviin louherakenteisiin patoihin rakennetaan moreenitiiviste (BAT 15, 16e, 21b). Kaivannaisjätealueiden pohjarakenteen tiivisrakenteeseen kohdistuvaa vesipainetta vähennetään kuivatuskerroksella, jolla myös kerätään kaivannaisjätteestä suotautuva vesi liuoskierron kautta metallien talteenottoon tai käsittelyyn. Kaivannaisjätealueiden ulkopuoliset hule- ja valumavedet ohjataan kaivannaisjätealueiden ohi (BAT 21, 37, 42). Pohjarakenteiden rakentamisen laatua valvotaan ja rakenteiden tiiviyyttä tarkkaillaan ympäristöluvan mukaisesti (BAT 23 ja 24).

Läjitäyttöalueiden pinta- ja pohjarakenteiden toiminnan tarkkailulla ja jälkitarkkailulla voidaan havaita mahdolliset vauriot kaivosalueen rakenteissa, kuten suojakalvoissa, ja ryhtyä toimenpiteisiin mahdollisten haittojen estämiseksi ja vähentämiseksi. Sulkemisen jälkeisten vaikutusten osalta Terrafame viittaa hakemuksessaan esitettyyn ja huomauttaa, että alueelta suotautuvien vesien määrä vähenee sulkemisen aikana oleellisesti niin, että sulkemismuutoksessa vesien käsittelyssä on tarkoitus siirtyä asteittain passiiviseen vesien käsittelyyn, kun vesien laatu sen mahdollistaa (BAT 47b).

Yhtiö huomauttaa lisäksi käynnistäneensä useita tutkimuksia sivukiven pitkäaikaisvaikutuksien tarkentamiseksi. Niiden tuloksista on raportoitu päivitettyssä sulkemissuunnitelmassa, joka on jätetty aluehallintoviraston käsiteltäväksi 31.12.2024.

Terrafame haluaa tuoda esille, että KL1 sivukivialueen pohjarakenteiden osalta yhtiö on suunnitellut ympäristönsuojelun kannalta toimivat ja turvalliset rakenteet, jotka ovat olleet parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaiset ja perustuneet tutkimuksiin ja huolellisiin testauksiin. Testauksien osalta Terrafame viittaa POSELY:lle antamaansa vastineeseen kappaleessa 2. KL1 ympäristöluvan hakemusvaiheessa yhtiö esitti KL1 sivukivialueen pohjarakenteeksi parhaan käyttökelpoisen tekniikan tasoa, mutta PSAVI määräsi KL1 sivukivialueen ympäristöluvassa 107/2023 kuitenkin varovaisuusperiaatteeseen nojaten vahvikkeita KL1 sivukivialueen pohjarakenteisiin nostaen pohjarakenteet BAT+ tasolle. VHO on antamassaan päätöksessä 1739/2024 kuitenkin vielä kiristänyt KL1 sivukivialueen pohjarakenteita ja määrännyt Terrafamen toteuttamaan käytännössä kaksinkertaiset pohjarakenteet KL1 sivukivialueelle. Yhtiö on alkanut välittömästi VHO:n päätöksen 1739/2024 jälkeen suunnittelemaan ja valmistelemaan vuoden 2025 tulevalle rakennuskaudelle VHO:n päätöksen mukaisia pohjarakenteita KL1 sivukivialueen rakennusvaiheen 3 osalta. Terrafame haluaa kuitenkin huomauttaa, että yhtiö on 27.1.2025 korkeimmalle hallinto-oikeudelle jättämässään valituslupahakemuksessa hakenut valituslupaa ja vaatinut PSAVI:n päätöksen 107/2023 lupamääräysten palauttamista voimaan sellaisinaan.

5. Aloittamisoikeus ja valmistelulupa

Muistutuksen pääasiallinen sisältö

Muistutuksessa viitataan muualla muistutuksessa esitettyihin muistutusperusteisiin (muistutuksen kohta A1) sekä VHO:n 19.12.2024 päälupaa koskevassa asiassa antaman päätöksen perusteluihin ja katsotaan, että kyseiset seikat osoittavat, ettei Terrafamen hakemalle luvalla toiminnan aloittamiseksi ja valmisteluluvan saamiseksi muutoksenhausta huolimatta ole oikeudellisesti hyväksyttävissä olevia perusteita, minkä vuoksi hakemus on hylättävä.

Terrafamen vastine

Ympäristölupaan kytkeytyvän aloittamisoikeuden myöntämisedellytyksistä säädetään YSL 199 §:ssä ja vesitalouslupaan kytkeytyvän valmisteluluvan edellytyksistä VL 3 luvun 16 ja 17:ssä.

YSL 199 §:n mukaan lupaviranomainen voi perustellusta syystä ja edellyttäen, ettei täytäntöönpano tee muutoksenhakua hyödyttömäksi, luvan hakijan pyynnöstä lupapäätöksessä määrätä, että toiminta voidaan muutoksenhausta huolimatta aloittaa lupapäätöstä noudattaen, jos hakija asettaa hyväksyttävän vakuuden ympäristön saattamiseksi ennalleen lupapäätöksen kumoamisen tai lupamääräyksen muuttamisen varalle.

Soveltuvien lain esitöiden (HE 214/2013 vp, HE 227/2004 vp ja HE 312/1990 vp) perusteella on katsottava, että arvioitaessa YSL 199 §:n 1 momentissa tarkoitettua perusteltua syytä, tulee huomioon ottaa se seikka, että ympäristöluvan varaisten laitosten toiminnan aloittamiseen tai muuttamiseen voi eri syistä olla kiire. Esitöiden mukaan säännöksellä pyritään turvaamaan laitoksen rakentamis- tai muutostöiden viivytyksetön aloittaminen sellaisissa tilanteissa, joissa objektiivisesti katsoen ei olisi epäilystä laitoksen sallittavuudesta kyseisellä paikalla. Ympäristönsuojelulain täytäntöönpanosäännöksistä on laadittu myös ympäristöministeriön raportti, joka sisältää analyysin asiaa koskevasta oikeuskäytännöstä. Analyysin mukaan oikeuskäytännössä on mm. otettu huomioon toiminnalle myönnettyt muut tarvittavat luvat ja näin arvioitu täytäntöönpano-oikeuden tosiasiallista merkitystä hakijalle. Edelleen lain esitöissä täytäntöönpanon on katsottu tekevän muutoksenhaun hyödyttömäksi tilanteessa, jossa toiminta tai sitä valmistelevat toimet aiheuttavat peruuttamattomia tai muutoin merkityksellisiä haitallisia muutoksia ympäristössä.

Lain esitöissä (HE 277/2009 vp) on todettu, ettei säännöksen soveltamisalaa ole rajattu, joten valmistelulupa voidaan myöntää kaikentyyppisille ja -kokoisille hankkeille, mikäli valmisteluluvan myöntämisen edellytykset muutoin ovat käsillä. Valmistelevat toimet voivat sisältää hankkeen toteuttamiseksi tarpeellisiin toimenpiteisiin kuten maanrakennustöihin ja rakenteiden pystyttämiseen ryhtymistä. Lisäksi lain esitöissä on todettu, että säännöksessä tarkoitettuna perusteltuna syynä voidaan pitää esimerkiksi töiden lykkääntymisen vahingollisuutta.

Yhtiö on lupahakemuksessaan yksityiskohtaisesti perustellut aloittamisoikeuden ja valmisteluluvan myöntämisedellytysten täyttymistä nyt kyseessä olevassa tapauksessa. Ympäristönsuojelulain mukaista aloittamisoikeutta on haettu lupahakemuksen kohteena olevalle ympäristöluvanvaraiselle toiminnalle.

Aloittamisoikeuden osalta yhtiö on hakemuksessaan esittänyt, että sivukivialueen KL1 sulkeminen on välttämätöntä toiminnan jatkuvuuden kannalta. Lupapäätöksessä nro 107/2023 on esitetty lupamääräys täytötoimintojen suunnittelusta ja toteutuksesta siten, että ympäristöluvan mukaisella rakenteella sulkematta olevan jätealueen laajuus on joka tilanteessa enintään 100 hehtaaria, joten tuotannon jatkuvuuden varmistamiseksi sivukivialueen KL1 sulkeminen vaiheittain aloittaa suunnittelussa aikataulussa. Lisäksi sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemisen myötä alueella muodostuvien happamien ja metallipitoisten suotovesien määrä pienenee merkittävästi, jolloin yhtiön vesikierrossa vapautuu kapasiteettia muiden vesien käsittelylle. Kun sivukivialueella peittorakenteen päällä syntyvä puhdas pintavalunta voidaan ohjata kairospiiirin ulkopuolelle nykyisille virtausreiteille tavoitepitoisuuksien täytyessä, vesienkäsittelyprosessissa vapautuu kapasiteettia muiden toimintojen pinta- ja suotovesien käsittelyyn ja varastointiin ja/tai vesienhallinta-alue pienenee ja käsiteltävän veden määrä vähenee. Luvan mukaiset toimenpiteet voidaan suorittaa tuottamatta ympäristölle, sen toiminnalle tai käytölle huomattavaa haittaa eikä päätöksen täytäntöönpano

tee muutoksenhakua hyödyttömäksi. Jos lupapäätös kumottaisiin tai luvan ehtoja muutettaisiin, eikä toteutettua rakennetta voitaisi kohtuudella muuttaa vastaamaan muutettua päätöstä, ei ennallistaminen lupaa edeltävään tilaan ole tarkoituksenmukaista tai ympäristöturvallisuuden kannalta välttämätöntä. Toteutetut sulkemISRakenteet voidaan tarvittaessa jättää ilman ympäristöriskejä mahdollisen uuden muutetun sulkemISRakenteen alapuolelle tai hyödyntää uuden sulkemISRakenteen osana. Tämänkin vuoksi muutoksenhaku ei olisi hyödytöntä.

Terrafame toteaa, ettei YSL 199 §:ssä tai sitä koskevissa esitöissä ole rajoitettu ja rajattu aloittamISOikeuden kohteena olevia toimenpiteitä muutoin kuin toimenpiteiden ennallistamisedellytyksen osalta ja aloittamISOikeus voidaan myöntää luvamukaisen toiminnan harjoittamiseen kokonaisuudessaan. Tältä osin estettä aloittamISOikeuden myöntämiselle ei yhtiön näkemyksen mukaan ole. Sulkemisen aloittamisen viivästyttämisestä voi aiheutua hakijalle kohtuutonta haittaa eikä päätöksen täytäntöönpano tee muutoksenhakua hyödyttömäksi, kuten yhtiö on edellä tuonut esille.

Terrafame on esittänyt myös asetettavaksi vakuuden ympäristönsuojelulain mukaisen aloittamISOikeuden osalta. Esitetyt vakuudet riittävät kattamaan toimenpiteet, jotka ovat tarpeen ympäristön palauttamiseksi ennalleen lupapäätöksen kumoamisen tai lupamääräysten/luvan ehtojen muuttamisen johdosta. Tarvittavan vakuuden on arvioitu olevan kohtalaisen pieni, koska tarvittaessa tehdyt sulkemISRakenteet on mahdollista jättää uuden luvan mukaisen rakenteen alapuolelle tai käyttää tehtyä rakennetta osana sulkemISRakennetta eikä varsinaisia palauttavia toimenpiteitä ole tarpeen tehdä

Edellä sanottuun viitaten Terrafame katsoo, että hakemuksessa haetun aloittamISOikeuden ja valmisteluluvan myöntämisen edellytykset täyttyvät nyt kyseessä olevassa tapauksessa. Muistutuksessa esitetyillä perusteilla ei ole Terrafamen näkemyksen mukaan vaikutusta tämän asian arviointiin. Selvyiden vuoksi Terrafame myös huomauttaa, ettei VHO antanut päälupaa koskevan asian käsittelyn yhteydessä välipäätöstä, jolla se olisi kieltänyt aluehallintoviraston myöntämän valmisteluluvan mukaisen toiminnan jatkamisen tai välipäätöksellään kokonaan kumonnut aluehallintoviraston aloittamISOikeutta koskevan päätöksen.

Tapaamiset

Aluehallintovirasto, Terrafame Oy ja Kainuun ELY-keskus ovat käyneet 20.1.2025 keskustelun Terrafame Oy:n vireillä olevista lupa-asioista ja 7.5.2025 sivukivialueiden KL1 ja KL2 sulkemissuunnitelmista. Terrafame Oy on tuonut keskustelussa esiin, että sivukivialueiden KL1 ja KL2 sulkemista tehdään vuonna 2025 sulan maan aikana arviolta 30 hehtaarin alueella jakautuen molemmille sivukivialueille. Tapaamisen 7.5.2025 aluehallintovirasto on järjestänyt ympäristönsuojelusta annetun valtioneuvoston asetuksen 13 §:n 2 momentin ja hallintolain 31 §:n 1 momentin mukaisesti asian selvittämiseksi. Aluehallintovirasto on varannut ta-

paamisen yhteydessä hakijalle tilaisuuden vielä täydentää hakemuksiinsa tapaamisessa keskusteltuihin asioihin liittyen. Tapaamisten muistiot on liitetty tämän hakemusasian asiakirjoihin.

MERKINNÄT

Aluehallintovirasto on antanut samana päivänä päätöksen nro 86/2025 asiassa Kuusilammen sivukivialueen KL2 sulkeminen ja peittorakenteen toteuttaminen, Sotkamo (Dnro PSAVI/1802/2024).

Aluehallintovirastolla on ollut tätä asiaa ratkaistaessa käytettävissä lisäksi seuraavat hakemukset ja asiakirjat:

- Päätöksen nro 87/2022 lupamääräyksen 185 mukainen sulkemissuunnitelma, PSAVI/16044/2024
- Päätöksen nro 87/2022 lupamääräyksen 102 mukainen jätehuoltosuunnitelma, PSAVI/16043/2024
- Asian PSAVI/4347/2020, Sivukivialueen KL1 ympäristö- ja vesitalouslupa, Sotkamo, hakemusasiakirjat
- Terrafame Oy:n vuositarkkailuraportit (www.terrafame.fi)
- Ympäristöhallinnon tietojärjestelmään tallennetut tiedot sivukivialueiden KL1 ja KL2 osalta

ALUEHALLINTOVIKASTON RATKAISU

KÄSITTELYRATKAISU 1

Aluehallintovirasto jättää tutkimatta sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelman rakennusvaihetta 7 koskien.

Aluehallintovirasto määrää Terrafame Oy:n toimittamaan sivukivialueen KL1 rakennusvaiheen 7 sulkemista ja peittorakennetta koskevan suunnitelman hakemuksena hyväksyttäväksi aluehallintovirastoon 12 kuukauden kuluessa siitä, kun sivukivialueen KL1 ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksen nro 107/2023 lohkon 7 (rakennusvaiheen 7) pohjarakennetta koskeva valitus on lainvoimaisella tai täytäntöönpanokelpoisella päätöksellä ratkaistu.

KÄSITTELYRATKAISU 2

Aluehallintovirasto jättää tutkimatta Terrafame Oy:n hakemuksen ympäristöluvan nro 87/2022 lupamääräyksen 186 muuttamisesta.

YMPÄRISTÖLUPARATKAISU

Aluehallintovirasto hyväksyy pääosin Terrafame Oy:n toimittaman sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelman ja suunnitelmassa esitetyn peittorakenteen rakennusvaiheiden 1–6 osalta ja myöntää ympäristöluvan sivukivialueen KL1 sulkemiseen rakennusvaiheiden 1–6 osalta. Esitetystä peittorakenteesta poiketen aluehallintovirasto määrää, että rakennusvaiheiden 1–6 tiiviskerroksen päälle tuleva pintamaakerros on toteutettava paksumpana.

Aluehallintovirasto myöntää luvan suotovesialtaan DP8 sijainnin muuttamiseen sivukivialueen KL1 31.7.2024 päivitetyn yleissuunnitelman mukaisesti. Suotovesialtaan DP8 rakentamista, rakenteita ja käyttöä koskien on noudatettava täytöntöönpanokelpoisen lupapäätöksen nro 107/2023 lupamääräyksiä, sellaisena kuin ne ovat tällä päätöksellä muutettuna ja täydennettynä voimassa.

Aluehallintovirasto myöntää luvan Rajasuon tilapäisen maankaatopaikan toiminta-alueen rajauksen muuttamiseen sivukivialueen KL1 31.7.2024 päivitetyn yleissuunnitelman mukaisesti. Rajasuon maankaatopaikan rakentamista, käyttöä ja vesienjohtamista koskien on noudatettava täytöntöönpanokelpoisen lupapäätöksen nro 107/2023 lupamääräyksiä, sellaisena kuin ne ovat tällä päätöksellä muutettuna voimassa.

Aluehallintovirasto antaa sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemista koskevat lupamääräykset 1–15 ja muuttaa aluehallintoviraston päätöksen nro 107/2023 lupamääräyksiä 18 ja 25 ja antaa päätökseen uuden lupamääräyksen 3a.

Muilta osin toiminnassa on noudatettava Terrafame Oy:n Sotkamon kaivos- ja metallituotantoa koskevia lainvoimaisia ja täytöntöönpanokelpoisia päätöksiä.

LUPAMÄÄRÄYKSET

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkeminen

1. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheet 1–6 on suljettava peittorakenteella, jonka kerrokset sivukivitäytön luiskissa ja lakialueella ylhäältä alaspäin ovat seuraavat:
 - pintamaakerros, kitkamaat, 800 mm
 - pintakerros, KaM 0/32 tai hienorakeisempi, 200 mm
 - salaojamatto
 - LLDPE-kalvo 1,5 mm
 - suojageotekstiili 400 g/m²
 - kiilauskerros, KaM 0/63 mm.

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 ramppien ja lakialueella olevien huoltoteiden kohdalle on rakennettava peittorakenne, jonka kerrokset ylhäältä alaspäin ovat seuraavat:

- pintamaakerros (kun huoltoteille ei ole enää tarvetta), kitkamaat, 800 mm
- kulutuserros, KaM 0/32 tai hienorakeisempi, 200 mm
- pintakerros, KaM 0/63 tai hienorakeisempi, 500 mm
- salaojamatto
- suojageotekstiili 1200 g/m²
- LLDPE-kalvo 1,5 mm
- suojageotekstiili 400 g/m²
- kiilauserros, KaM 0/63.

Pintamaakerroksen yläosissa voi käyttää kitkamaiden ja turpeen seosta kasvittumisen edistämiseksi.

Muilta osin kuin yllä määrätyn pintamaakerrospaksuuden osalta sulkeminen on toteutettava hakemuksessa esitetyn suunnitelman mukaisilla periaatteilla.

2. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkeminen on toteutettava tämän päätöksen lupamääräyksessä 1 määrättyllä pintamaakerrospaksuudella ja muutoin noudattaen hakemuksen liitteenä 16 toimitetun sivukivialueen KL1 peittorakenteen alustavan yleissuunnitelman (31.7.2024) periaatteita ja siihen liitettyjä seuraavia piirustuksia:

- Yleiskartta, vesienhallinta, piir. nro R3-1.1 (1:15 000)
- Yleiskartta, alustavat peittovaiheet, R3-1.2 (1:15 000)
- Pituusleikkaus, Huoltotie plv. 0–4300, R3-3.1 (1:6000/1:600)
- Pituusleikkaus, Huoltotie plv. 4300–7377, R3-3.2 (1:6000/1:600)
- Rakenteellinen tyypipoikkileikkaus, peittorakenne, R3-4.1 (1:100)
- Rakenteellinen tyypipoikkileikkaus, laskeutusallas, R3-4.3 (1:200).

Sivukivialueen KL1 peittorakenteen yleissuunnitelma on päivitettävä tässä päätöksessä määrättyjä peittorakenteita vastaaviksi rakennusvaiheiden 1–6 osalta kuuden kuukauden kuluessa siitä, kun tämä päätös saa lainvoiman. Suunnitelma on toimitettava Kainuun ELY-keskukselle.

Peittorakenteen yleissuunnitelma on pidettävä ajan tasalla sivukivialueen KL1 täytön ja vaiheittaisen sulkemisen edetessä ja päivitettävä tarvittaessa.

Lisäksi sivukivialueen KL1 rakentamisessa ja toiminnassa on noudatettava hakemuksen liitteenä 2 toimitettua sivukivialueen KL1 yleissuunnitelmaa (31.7.2024) ja siihen liitettyjä piirustuksia:

- Yleiskartta, piir. nro R3-1 (1:20 000)
- Suunnitelmakartta, R3-2 (1:4 000)
- Tyypipoikkileikkaus KL1 rakennusvaiheet 1–6, R3-5.1 (1:2 000/1:500)
- Allas DP8, rakenteellinen pituusleikkaus, R3-5.2 (1:400)

- Rakenteellinen tyyppipoikkileikkaus DP8, R3-5.3 (1:400)
- Rajasuon läjitysalue leikkaus A–A, R3-5.5 (1:2 000/1:200).

Kainuun ELY-keskus voi hyväksyä suunnitelmiin toteutuksen kannalta välttämättömiä muutoksia, jotka eivät heikennä rakenteiden toimivuutta ja ympäristönsuojelutasoa tässä päätöksessä määrätystä.

Sivukivialueella KL1 suljettavien rakennusvaiheiden yksityiskohtaiset rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmat on toimitettava Kainuun ELY-keskukselle hyväksyttäväksi ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksen nro 87/2022 lupamääräyksen 6 mukaisesti.

3. Sivukivialueen pinnan kiilaukseen ja kiilatun pinnan tiivistämiseen, LLDPE-kalvon huolelliseen ja asennusolosuhteet huomioivaan oikea-aikaiseen asentamiseen, kalvon saumojen huolelliseen hitsaamiseen, suojageotekstiilien ja salaojamattojen limitykseen, liitosten pitävyyden tarkistamiseen, kalvon suojaamiseen ulkoiselta rasitukselta ja tiiviskerroksen vaurioiden synnyn estämiseen on kiinnitettävä rakentamisen aikana erityistä huomiota.

Suojageotekstiiliin, LLDPE-kalvon, salaojamaton ja sen yläpuolisten kerrosten asentamisessa on käytettävä menetelmiä, joissa estetään työstä aiheutuvat poikkeamat asennusalueen tasauksessa tai tiivistyksessä.

LLDPE-kalvoa ja salaojamattoa ei saa jättää paikoilleen ilman yläpuolista peittokerrosta tarpeettoman pitkäksi aikaa. Sulan maan aikana tehtävät sulkemISRakenteet on rakennettava kunkin rakentamisalueen osalta kokonaisuudessaan valmiiksi pintamaakerros mukaan lukien ennen loppusyksyn maaperän tai materiaalien jäätymistä aiheuttavia lämpötiloja.

Aiemmin suljetun alueen reunavallin poistaminen ennen sulkemistöiden jatkamista on tehtävä siten, että salaojamatto, LLDPE-kalvo ja suojageotekstiili eivät vaurioidu reunavallia poistettaessa. Mahdolliset vauriot tiivisrakenteessa on korjattava viipymättä ennen rakennustöiden jatkamista reuna-alueella.

Luvanhaltijan on varmistettava, että kaikilla tämän luvan mukaisiin rakennustöihin osallistuvilla tahoilla on tehtävään tarvittava osaaminen ja asiantuntemus työn laadun varmistamiseksi ja että kaikki työmaa-alueella liikkuvat työntekijät on riittävästi tehtävään perehdytetty.

4. Peittorakenteen tiiviskerroksen päällä ei saa liikkua muilla kuin tiiviskerroksen materiaalien asentamiseen ja laadunvalvontaan tarvittavilla välttämättömillä kevyillä työkoneilla, ennen kuin tiiviskerroksen ja pintakerroksen (kalliomurske, 200 mm) päälle on rakennettu lupamääräyksen 1 mukainen pintamaakerros vähintään 500 mm:n paksuudelta. Ylimääräistä liikkumista suojakerroksen päällä työkoneilla on vältettävä.

5. Pintamaakerroksessa saa käyttää vain sellaisia kitkamaita ja turvetta, joiden haitallisten aineiden pitoisuudet eivät ylitä maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista annetun valtioneuvoston asetuksen (214/2007) liitteessä olevia alempia ohjearvoja.

Pintamaakerroksessa käytettävien massojen puhtaus on varmistettava ennen rakentamista näytteenotoilla ja tarvittavilla analyysillä. Massojen soveltuvuus käyttökohteeseen on pystyttävä osoittamaan valvontaviranomaiselle sekä raportoitava sulkemista koskevissa yhteenvetoraporteissa.

6. Pintamaakerros on kasvitettava viipymättä rakentamisen jälkeen. Pintamaakerrokseen on kylvettävä nurmea tai muuta lyhytjuurista kasvillisuutta, joka koostuu pääosin paikallisissa olosuhteissa kasvavista kasvilajeista ja joka ei sisällä haitallisia vieraslajeja. Kasvillisuuden valinnassa ja maisemoinnissa on pyrittävä lisäämään luonnon monimuotoisuutta alueella ja varmistettava kylvettävän kasvilajiston monipuolisuus. Kasvittumisen etenemistä on tarkkailtava ja kylväminen on tarvittaessa toistettava. Peittorakenteen päällä liikkumista työkoneilla on vältettävä ennen pintakerroksen kasvittumista.
7. Luvanhaltijan on järjestettävä peittorakenteen päätöksen mukaisen toteuttamisen varmistamiseksi työmaalle riippumaton ulkopuolinen laadunvalvonta. Riippumattoman laadunvalvojan on oltava Kainuun ELY-keskuksen hyväksymä asiantuntijataho, jolla on kyseiseen valvontaan tarvittava osaaminen, kokemus ja koulutus, ja joka ei ole kyseisen kohteen tilaaja, suunnittelija tai toteuttaja. Riippumattoman laadunvalvojan asiantuntemus vastaavien ympäristönsuojelurakenteiden toteuttamisessa tai niiden valvonnassa on oltava yleisesti tunnustettu tai osoitettu.

Riippumattoman laadunvalvojan on havainnoitava työvaiheita työmaalla jokaisena työpäivänä suojageotekstiilin, LLDPE-kalvon ja salaojamaton asennuksen aikana ja muutoin Kainuun ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla siten, että laadunvalvojan on mahdollista todeta keskeisten työvaiheiden toteuttaminen hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti ja niiden laadunvarmennuksen toimivuus, tarkastaa laadunvalvonnan tulokset, puuttua mahdollisiin epäkohtiin sekä varmistaa, että todetut puutteet ja virheet on korjattu asianmukaisesti.

Ulkopuolisen laadunvalvojan on tarkistettava rakennustöiden alussa, että aiemmin suljetun alueen reunavallin poistaminen ei ole aiheuttanut vaurioita tiivisrakenteeseen, ennen kuin sulkemistöitä jatketaan. Samoin laadunvalvojan on varmistettava, että sivukivialueen pinnan kiilaus ja kiilauksen tiivistys on toteutettu siten, että rakennusalueesta ei aiheudu rakentamisen tai käytön aikana haitallisia pistemäisiä kuormia LLDPE-kalvolle.

Laadunvalvojan havaitsemista poikkeamista, puutteista ja virheistä on ilmoitettava viipymättä Kainuun ELY-keskukselle.

Riippumattoman laadunvalvojan on laadittava peittorakenteen rakentamisen laadunvalvonnasta yhteenveto vuosittain, kun sivukivialueen KL1

sulkemiseen liittyvä rakentaminen on kyseiseltä vuodelta päättynyt. Raportin tulee sisältää laadunvalvonnan tulokset, havainnot, todetut poikkeamiset asetetuista vaatimuksista ja laadunvalvontasuunnitelmasta sekä toteutetut toimenpiteet puutteiden ja virheiden korjaamiseksi. Raportti on toimitettava Kainuun ELY-keskukselle kahden kuukauden kuluessa rakentamistöiden päättymisestä.

8. Luvanhaltijan on laadittava sivukivialueen KL1 sulkemistoimenpiteitä koskeva yhteenveto vuosittain kunkin rakentamiskauden päättymisen jälkeen. Raportista on käytävä ilmi ainakin toteutetut rakentamistoimet, suunnitelmat, joihin rakentaminen on perustunut ja niihin mahdollisesti hyväksytyt poikkeamat, yhteenveto riippumattoman laadunvalvojan raportista, tiedot sivukivialueeseen liittyvistä tarkkailuista ja koetoiminnoina sekä niiden mahdollinen vaikutus sulkemiseen, yhteenveto sivukivialueen KL1 sulkemisen etenemisestä ja suunnitelma seuraavien vuosien rakentamistoimenpiteistä. Yhteenvetoon voidaan sisällyttää vastaavat tiedot samanaikaisesti suljettavan sivukivialueen KL2 sulkemisesta. Yhteenveto on toimitettava Kainuun ELY-keskukselle rakentamisvuotta seuraavan vuoden helmikuun loppuun mennessä.
9. Suljetun sivukivialueen päältä on poistettava puustoa vähintään viiden vuoden välein, jos tarvetta puuston poistolle havaitaan tarkastuksilla tai muussa yhteydessä. Kasvituksen mukana alueelle mahdollisesti tulleet vieraslajit on poistettava ja hävitettävä, mikäli niitä havaitaan kasvittuneella alueella.
10. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen päältä kertyvät puhtaat sade- ja sulamisvedet on johdettava suunnitelman mukaisen laskeutusaltaiden ja imeytyskentän kautta. Kainuun ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla likaantumattomiksi todetut vedet voidaan johtaa hakemuksen mukaisesti laskeutusaltaista tai imeytyskentältä vesistöön.
11. Sivukivialueella KL1 muodostuvat suotovedet, tiiviin pohjarakenteen alapuolelta kerättävät vedet ja likaantuneet hulevedet on johdettava prosessikiertoon tai vesienkäsittelyyn niin kauan kuin Kuusilammen avolouhos on toiminnassa, ja sen jälkeen Kuusilammen avolouhoksen sulkemista koskevan tarkemman sulkemissuunnitelman mukaisesti Kuusilammen louhosjärveen, prosessikiertoon tai vesienkäsittelyyn.

Kainuun ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla likaantumattomiksi todetut pohjarakenteen alapuoliset vedet voidaan johtaa vesistöön.

Tarkkailu ja raportointi

12. Sivukivialueen KL1 peittorakenteen toimivuutta, päästöjä ja ympäristövaikutuksia on tarkkailtava vähintään hakemuksessa esitetyllä tavalla, mukaan lukien uusien laskeutusaltaiden ja imeytyskentän yhteyteen rakennettavista uusista tarkkailupisteistä. Suljetun sivukivialueen tarkkailu on sisällytettävä kaivosalueen muuhun voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaiseen tarkkailuun ja tarkkailusta on raportoitava vuosittain

ympäristönsuojelun vuosiyyhteenvedossa. Kokonaisrikin määritykset on sisällytettävä vesijakeiden tarkkailuun.

Suljetulta sivukivialueelta johdettavien vesijakeiden tarkkailua on jatkettava niin kauan kuin se on tarpeellista vesien johtamisjärjestelyiden, vesien käsittelyn ja ympäristövaikutusten ja vesienhallinnan kannalta. Sivukivialueen KL2 sulkemisesta saatavia tarkkailutuloksia on hyödynnettävä sivukivialueen KL1 tarkkailussa ja tarkkailun tarpeen jatkuvassa arvioinnissa.

Sivukivialueen KL1 peittorakenteen päältä tuleville hulevesille tarkoitettujen laskeutusaltaiden ja imeytyskentän toimintaa ja niihin tulevan ja niistä lähtevän veden laatua on tarkkailtava viikoittain osana käyttötarkkailua sekä neljä kertaa vuodessa osana velvoitetarkkailua. Vesinäytteistä on analysoitava ainakin sulkemissuunnitelmassa esitetyt aineet (Ni, Zn, Cu, Mn, Fe, U liukoisina ja kokonaispitoisuuksina, pH, sähköjohtavuus, sulfaatti, kiintoaine ja sameus) sekä kadmium.

Luvanhaltijan on päivitettävä toimintaa koskeva yksityiskohtainen käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailuohjelma sivukivialueen KL1 sulkemisen osalta tämän päätöksen mukaiseksi. Päivitetty tarkkailusuunnitelma on toimitettava Kainuun ELY-keskukselle hyväksyttäväksi kolmen kuukauden kuluessa tämän päätöksen antopäivästä.

13. Suljetun sivukivialueen KL1 peittorakenteen kasvillisuuden juuriston ja roudan vaikutusta erityisesti kalvorakenteeseen ja siihen suoraan liittyvään suojageotekstiiliin ja salaojamattoon on arvioitava sulkemisen jälkeen kymmenen vuoden välein peittorakenteen valmistumisesta avaamalla LLDPE-kalvon yläpuolista peittorakennetta tarvittava määrä kohdasta, jossa kasvillisuuden juuristosta ja roudasta aiheutuva kuormitus on ennalta arvioiden suurinta.

Lisäksi peittorakenteen eri rakenneosien toimivuutta ja pintakerroksen sekä kiilauskerroksen aiheuttaman kuormituksen vaikutusta rakenteisiin on arvioitava avaamalla LLDPE-kalvon yläpuolista rakennetta vuosittain vähintään viiden vuoden ajan tämän päätöksen mukaisesti toteutetuista vanhimmista rakenteista. Avaukset on tehtävä sellaisista kohdista, joissa peittorakenteeseen kohdistuva kuormitus on ennalta arvioiden suurinta.

Suunnitelmat rakenteen tutkimisesta ja tutkimusalueen korjaamisesta ennalleen on toimitettava etukäteen Kainuun ELY-keskukselle. Havainnot ja tarvittavat toimenpide-esitykset sekä esitys tarkkailun määrävällein tapahtuvasta jatkamisesta on toimitettava Kainuun ELY-keskukselle, joka voi antaa määräyksiä rakenteen korjaamisesta tai jatkoseurannasta. Jos tarkkailutulokset osoittavat rakenteiden vaurioitumisen jälkiä, luvanhaltijan on tehtävä Kainuun ELY-keskukselle riskinarviointiin perustuva esitys rakenteen korjaustarpeesta ja korjauksen toteuttamistavasta.

14. Peittorakenteen LLDPE-kalvon yläpuolisten kerrosten toimivuutta on tarkkailtava soveltuvilla, mieluiten jatkuvatoimisilla, menetelmillä siten,

että rakenteen vedenläpäisevyydestä, kosteudesta ja lämpötilasta sekä kalvon eheydestä saadaan luotettavaa tietoa.

Pintamaakerrosten eroosioaurioiden esiintyvyyttä on seurattava osana jätealueen säännöllistä tarkkailua. Tarkkailun on oltava päivittäistä ennen kunkin suljetun osa-alueen kunnollista kasvittumista. Tarkkailussa on hyödynnettävä dronella tai vastaavalla menetelmällä tehtäviä kuvauksia. Merkittävät eroosioauriot on korjattava viipymättä niiden havaitsemisen jälkeen.

Peittorakenteen toimivuuden pitkäaikaisessa tarkkailussa voidaan hyödyntää uutta ja kehittyvää teknologiaa Kainuun ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla. Vuodesta 2026 alkaen luvanhaltijan on otettava käyttöön menetelmä, jolla voidaan varmistaa LLDPE-kalvon eheys ennen yläpuolisten kerrosten asentamista. Luvanhaltijan on lisäksi selvitettävä mahdollisuuksia seurata kalvon eheyttä myös rakenteiden päältä. Selvitys on toimitettava Kainuun ELY-keskukselle vuoden 2027 loppuun mennessä. ELY-keskus voi antaa määräyksiä rakenteen tarkkailuun käytettävistä menetelmistä.

15. Luvanhaltijan on tarkkailtava sivukivialueen kasvittumisen edistymistä. Alueiden kasvittumisesta ja maisemoitumisesta on tehtävä asiantuntijan laatima yhteenveto kolmen vuoden kuluessa kunkin rakennusvaiheen sulkemistöiden valmistumisesta sekä kymmenen vuoden kuluttua koko alueen peittorakenteen valmistumisesta. Yhteenvedossa on arvioitava sivukivialueelle juurtunutta kasvillisuutta ja alueelle levinnyttä eliöstöä sekä lajiston monipuolisuutta eri eliölajien elinolosuhteiden kannalta. Kasvittumisen etenemisestä saatuja havaintoja on hyödynnettävä seuraavien osa-alueiden maisemoinnin kehittämisessä.

Päätöksen nro 107/2023 muutettavat lupamääräykset 18 ja 25 (*muutos kursivilla*) ja uusi lupamääräys 3a.

Suotovesien kerääminen ja altaiden DP8 ja DP9 rakentaminen sekä käyttö

18. Suotovesialtaiden DP8 ja DP9 tiivisrakenteet on toteutettava siten, että ne toimivat kaikissa altaiden käyttötilanteissa. Altaiden rakenteiden on täytettävä vähintään seuraavat vaatimukset:

Altaiden pohja kalliroleikkauksessa on ylhäältäpäin seuraava:

- HDPE kalvo 2,0 mm
- Kuivatuskerros KaM0/4 300 mm *tai salaojamatto*
- HDPE kalvo 1,5 mm
- Bentoniittimatto, jossa bentoniitin massa on $>6 \text{ kg/m}^2$ ja vedenläpäisevyys $\leq 1 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$
- Suojakerros KaM 0/16 100 mm
- Irtilouhinta ja kiilaus KaM 0/63 1000 mm

Altaiden pohja maaleikkauksessa on ylhäältäpäin seuraava:

- HDPE kalvo 2,0 mm

- Kuivatuskerros KaM0/4 300 mm *tai salaojamatto*
- HDPE kalvo 1,5 mm
- Bentoniittimatto, jossa bentoniitin massa on $>6 \text{ kg/m}^2$ ja vedenläpäisevyys $\leq 1 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$
- Suojakerros KaM 0/16 100 mm
- Pienlouhe 0/200 ja kiilauskerros KaM 63 1000 mm

Altaiden luiskan rakenne kalliroleikkauksessa on ylhäältäpäin seuraava:

- HDPE kalvo 2 mm
- Salaojamatto
- HDPE kalvo 1,5 mm
- Bentoniittimatto, jossa bentoniitin massa on $>6 \text{ kg/m}^2$ ja vedenläpäisevyys $\leq 1 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$
- Suojakerros KaM 0/16 100 mm
- Irtilouhinta 500 mm ja kiilaus KaM 0/63

Altaiden luiskan rakenne louhepenkereellä on ylhäältäpäin seuraava:

- HDPE kalvo 2 mm
- Salaojamatto
- HDPE kalvo 1,5 mm
- Bentoniittimatto, jossa bentoniitin massa on $>6 \text{ kg/m}^2$ ja vedenläpäisevyys $\leq 1 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$
- Suojakerros KaM 0/16 100 mm
- Suodatinkangas N3
- Tiivistetty moreenitäyttö
- Suodatinkangas N3
- Kiilaus KaM 0/63

Altaiden luiskan rakenne maaleikkauksessa on ylhäältäpäin seuraava:

- HDPE kalvo 2,0 mm
- Salaojamatto
- HDPE kalvo 1,5 mm
- Bentoniittimatto, jossa bentoniitin massa on $>6 \text{ kg/m}^2$ ja vedenläpäisevyys $\leq 1 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$
- Suojakerros KaM 0/16 100 mm
- Murskekerros KaM 0/63 300 mm
- Suodatinkangas N3

Tilanne, jossa pohjan eristerakenteen alle voi syntyä rakenteen toimivuutta vaarantava pohjaveden aiheuttama noste, on estettävä pohjaveden pintaa alentamalla tai muilla teknisillä ratkaisulla. Pohjaveden alen tamistoimenpiteet on suunniteltava ja toteutettava siten, että niillä ei vaaranneta rakenteiden toimintaa.

Toimenpiteitä koskevat suunnitelmat on esitettävä osana pohjarakenteiden suunnitelmia.

- 3 a. Luvan saajan on varmistettava DP8-altaan toteutettujen kalvorakenteiden eheys ennen altaan käyttöönottoa molempien HDPE-kalvojen

osalta. Tieto käytettävästä menetelmästä ja tarkistamisen toteuttamisajankohdasta on toimitettava tiedoksi ELY-keskukselle hyvissä ajoin ennen mittausten suorittamista.

Rajasuon maankaatopaikka

25. Maankaatopaikka-alueelta pois johdettava pintavedet on kerättävä ympärysojien hiekkasuodatinpenkereen ja *laskuojien* kautta *laskeutusaltai-siin* hakemuksessa ja *yleissuunnitelmassa* esitetyn mukaisesti. *Laskeutusaltaat* on mitoitettava alueelta kertyvien vesien määrän mukaisesti siten, että veden viipymä on riittävä kiintoaineen laskeutumiseksi ennen veden johtamista ojastoon.

Alueen ulkopuolisten valumavesien virtaus maankaatopaikalle tulee estää.

Ennen alueen käyttöönottoa *laskeutusaltailta* on rakennettava pumppuyhteys vesienkäsittelyyn.

OHJAUS ENNAKOIMATTOMIEN VAHINKOJEN VARALLE

Vahingonkärsijä voi vaatia luvan saajalta korvausta ennakkoimattomasta vesistön pilaantumisesta aiheutuvasta tai muusta vesistöön kohdistuvasta toimenpiteestä johtuvasta vahingosta. Hakemus tulee tehdä aluehallintovirastolle. Ennakkoimattoman vahingon korvaamista koskevan hakemuksen yhteydessä voidaan esittää myös luvasta poiketen aiheutetun vahingon korvaamista koskeva vaatimus.

RATKAISUJEN PERUSTELUT

Käsittelyratkaisujen perustelut

Käsittelyratkaisu 1

Sivukivialueen KL1 ympäristöluvan nro 107/2023 mukaan *lohkolle 7*, sittemmin päivitetyn yleissuunnitelman mukaan *rakennusvaiheelle 7*, voidaan sijoittaa happoa tuottamatonta sivukiveä, käytännössä kiilleliusketta. Rakennusvaiheella 7 on otettu sivukiven läjityskäyttöön noin 13 hehtaarin alue. Kiilleliuskesivukiveä on sijoitettu rakennusvaiheelle 7 vuosina 2021–2024 sekä vuonna 2025 huhtikuun loppuun mennessä yhteensä 3,95 miljoonaa tonnia. Määrä sisältää varsinaisen sivukiviläjityksen lisäksi alueen rakentamisessa pohjakalvon yläpuolisissa rakennekerroksissa käytetyn sivukiven.

Vaasan hallinto-oikeus on valituksenalaisella päätöksellään nro 1739/2024 (19.12.2024) muuttanut sivukivialueen KL1 lohkon 7 pohjarakennevaatimuksia siten, että alueelle on päätöksen mukaan rakennettava tiivis kalvotettu pohjarakenne. Vaasan hallinto-oikeus on perustellut päätöstä pohjarakenteiden osalta muun muassa epävarmuuksilla, joita

liittyy lohkolle 7 sijoitettavan sivukiven haponmuodostusominaisuuksiin sekä happoa tuottavien ja happoa tuottamattomien sivukivien lajittelun tarkkuuteen. Vaasan hallinto-oikeuden mukaan ei ole voitu varmistua siitä, että sivukivialueen KL1 lohkolle 7 sijoitettava kiilleliuske aina luokituisi ei happoa muodostavaksi. Lohkon 7 suotovedet on katsottu jätevesiksi, jotka todennäköisesti edellyttävät käsittelyä ennen ympäristöön johtamista. Näin ollen ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi lohko 7 on Vaasan hallinto-oikeuden päätöksessä määrätty rakennettavaksi käyttäen tiivistä pohjarakennetta.

Vaasan hallinto-oikeuden päätöstä koskeva valituslupahakemus ja valitus on nyt kysymyksessä olevaa asiaa ratkaistaessa korkeimman hallinto-oikeuden käsiteltävänä. Valituksessaan Terrafame Oy on muun ohella vaatinut Vaasan hallinto-oikeuden päätöstä kumottavaksi lohkon 7 pohjarakennetta koskien siten, että lohkon 7 pohjarakenne pysytetään aluehallintoviraston päätöksen mukaisena ja lohkon 7 suotovesien johtaminen sallitaan aluehallintoviraston päätöksen mukaisesti ympäristöön, jos ne rinnastuvat alueen puhtaisiin vesiin.

Sivukivialueen KL1 lohkon 7 käyttöön otetun alueen pohjarakenteet on rakennettu ennen Vaasan hallinto-oikeuden 19.12.2024 antamaa päätöstä. Terrafame Oy:n mukaan lohkolle 7 käyttöön otettu 13 hehtaarin alue riittää vuodeksi 2025, mutta alueen rakentamista mahdollisesti jatketaan vuoden 2026 aikana. Vuoden 2026 kiilleliuskeen läjitystarve riippuu hakemuksen mukaan muutoksenhakuprosessista, kaivosalueella tarvittavan kiilleliuskeen määrästä ja lopullisesta louhintasuunnitelmasta. Kuusilammen avolouhoksesta louhittua kiilleliuskesivukiveä on käytetty ja käytetään edelleen tarvekivenä kaivosalueella monin paikoin aluerakentamisessa.

Nyt käsiteltävänä olleessa, 31.7.2024 vireille tullessa, sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelmassa ei ole esitetty tiivistä peittorakennetta rakennusvaiheelle 7, vaan alueelle on esitetty vähintään 500 mm paksuista pintamaakerrosta, joka rakennetaan puhtaista maa-aineksista, kuten kitkamaista tai turpeesta. Esitetty peittorakenne läpäisee hakemuksen arvion mukaan noin 80 % nettosadannasta ja sivukivitäytössä muodostuu siten jatkuvasti suotovesiä. Hakemuksen lähtökohtana on, että rakennusvaiheella 7 muodostuvat suotovedet eivät vaadi pitkällä aikavälillä käsittelyä. Rakennusvaiheella 7 muodostuvat suotovedet johdetaan nykytilanteessa DP5-altaan kautta käsittelyyn tai ympäristöön.

Mikäli ympäristöluvan nro 107/2023 lupamääräys 15 jää voimaan Vaasan hallinto-oikeuden muuttamassa muodossa lohkon 7 pohjarakenteiden osalta, on sillä vaikutusta peittorakenteen hyväksymisen edellytyksiin, koska pohjarakennetta ja peittorakennetta koskevat ratkaisut liittyvät keskeisesti toisiinsa suotovesien muodostumisen ja käsittelyn vuoksi.

Vettä ja happea läpäisevä peittorakenne tiiviin, vettäpitävän pohjarakenteen päällä ei ole suotuisa sulkemisratkaisu varsinkaan pitkällä aikavä-

lillä tilanteessa, jossa läjitettävä kaivannaisjäte muodostaisi aktiivista käsittelyä edellyttäviä suotovesiä. Läpäisevä peittorakenne yhdistettynä tiiviiseen pohjarakenteeseen edellyttäisi jatkuvaa suotovesien keräämistä ja pois johtamista sivukivialueelta ja ylläpitäisi näin ollen suotovesistä mahdollisesti aiheutuvaa ympäristön pilaantumisen riskiä jälkihoitovaiheen tilanteessa, jossa alueella ei ole enää aktiivista vesienkäsittelyä. Kuusilammen avolouhoksen toimintaan tehokkaana vesienkäsittelyjärjestelmänä liittyy vielä merkittäviä epävarmuuksia ja tämän vuoksi peruslähtökohtana sulkemisessa pitää olla käsittelyä edellyttävien suotovesien määrän minimointi. Tämän vuoksi Vaasan hallinto-oikeuden päätöksessään nro 1739/2024 lohkolle 7 määräämä tiivis pohjarakenne todennäköisesti edellyttäisi lohkolle 7 myös tiivistä pintarakennetta, jotta suotovesien muodostumista voitaisiin rajoittaa ja suotovesien muodostuminen vähitellen estää kokonaan.

Edellä mainituin perustein rakennusvaiheen 7 pohjarakenteiden suunnittelun ja toiminnan keskeinen liityntä kyseisen rakennusvaiheen peittorakenteeseen ja sen suunnitteluun johtaa siihen, että peittorakenteen hyväksymisessä on kysymyksessä siinä määrin korkeimmassa hallinto-oikeudessa käsiteltävänä olevan KL1 ympäristöluvan kanssa samasta asiasta, ettei peittorakennetta voida rakennusvaiheen 7 osalta vireilläolovaikutuksen vuoksi tutkia. Aluehallintovirasto toteaa, että rakennusvaiheen 7 peittorakenteen ratkaiseminen tässä päätöksessä, samalla kun kyseisen alueen pohjarakennetta koskevat vaatimukset ovat vielä lainvoimaisesti ratkaisematta, voisi johtaa sekä ympäristön, luvansaajan että valvontaviranomaisen kannalta epäselvään ja epäsuotuisaan tilanteeseen. Asian tutkimatta jättäminen on näin ollen tarpeen myös ristiriitaisten ratkaisujen välttämiseksi.

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 osalta sivukivialueen ympäristöluvan ja pääluvun muutoksenhakuun liittyvän vireilläolovaikutuksen merkitystä sulkemissuunnitelman ratkaisun kannalta on arvioitu jäljempänä ympäristöluparatkaisun perusteluissa.

Jotta sivukivialueen KL1 sulkemista on mahdollista toiminnan aikana toteuttaa myös rakennusvaiheella 7, on rakennusvaiheen 7 osalta sulkemisratkaisua ja peittorakennetta koskeva suunnitelma on määrätty toimitettavaksi aluehallintovirastoon hakemuksena hyväksyttäväksi sen jälkeen, kun sivukivialueen KL1 rakennusvaiheen 7 pohjarakennetta koskevat valitukset on lainvoimaisesti ratkaistu. Luvan saajalle on annettu asiaan laatuun nähden riittävä aika peittorakenteen teknisen suunnittelun toteuttamiseen. Tässä on otettu huomioon se, että läjitettävästä kiilleliuskeesta aiheutuva pilaantumisen vaara ei ole niin merkittävää kuin mustaliuskesivukivestä.

Käsittelyratkaisu 2

Täytäntöönpanokelpoisen päätöksen nro 87/2022 lupamääräyksen 186 mukaan: *"Luvan saajan on toimitettava hakemuksena aluehallintovirastoon 10 kuukautta ennen yksittäisen jätealueen tai kaatopaikan sulke-*

mistöiden aloittamista koko kaivosalueen sulkemissuunnittelun tuottaman tiedon perustella laadittu kyseistä yksittäistä jätealuetta tai kaatopaikkaa koskeva yksityiskohtainen sulkemiseen liittyvä rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelma.”

Terrafame Oy on hakenut muutosta yllä mainittuun lupamääräykseen 186 siten, että yksittäisen kaatopaikan tai jätealueen sulkemista koskevat yksityiskohtaiset, rakennusvaiheittain laaditut rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmat voitaisiin toimittaa vastaavalle ELY-keskukselle hyväksyttäväksi sen jälkeen, kun rakenteen pääperiaatteet on aluehallintovirastossa ratkaistu. Vastaava muutoshakemus on sisältynyt sivukivialueen KL2 sulkemissuunnitelmaan (PSAVI/1802/2024).

Nyt käsiteltävänä oleva hakemus sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelman hyväksymisestä vastaa täytöntöönpanokelpoisen lupamääräyksen 186 edellyttämää menettelyä, jossa rakenteen pääperiaatteet ratkaistaan lupaviranomaisen päätöksellä.

Lupamääräyksen 186 muuttaminen hakemuksessa esitetyllä tavalla koskisi sivukivialueen KL1 lisäksi kaikkia kaivosalueella sijaitsevia jätealueita ja käytännössä lieventäisi ja muuttaisi korkeimmassa hallinto-oikeudessa samanaikaisesti käsiteltävänä olevan valitusta koskevassa luvassa edellytettyä toimintatapaa niiden jätealueiden osalta, joita ei ole käsitelty tämän sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelmaa koskevan hakemuksen yhteydessä. Aluehallintovirasto ei voi vireilläolovaikutuksen (lis pendens) vuoksi ratkaista hakemusta samasta asiasta, joka on samanaikaisesti vireillä ja käsiteltävänä korkeimmassa hallinto-oikeudessa. Lupamääräyksen 186 muuttamisen tutkimatta jättäminen vireilläolovaikutuksen vuoksi on tarpeen ristiriitaisten ratkaisujen välttämiseksi.

Tällä päätöksellä aluehallintovirasto antaa ratkaisun sivukivialueen KL1 sulkemisesta ja sivukivialueella KL1 suljettavia rakennusvaiheita koskevien yksityiskohtaisten rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmien toimitamisesta. Vastaava ratkaisu on annettu samanaikaisesti sivukivialueen KL2 sulkemisesta ja sulkemissuunnitelmasta annetussa päätöksessä. Muiden kaivosalueella olevien jätealueiden sulkemisia koskien tulee toimia täytöntöönpanokelpoisen ympäristöluvan nro 87/2022 lupamääräyksen 186 sekä lupamääräyksen 6 mukaisesti.

Ympäristöluvan harkinnan perusteet

Käsiteltävä asia ja sen tausta

Aluehallintovirasto on 29.6.2023 myöntänyt määräaikaisen ympäristöluvan sivukivialueen KL1 lohkojen 1–7, yhteensä 370 hehtaaria, sekä Rajasuon väliaikaisen maankaatopaikan rakentamiseen ja toimintaan päätöksellä nro 107/2023. Vaasan hallinto-oikeus on päätöksellään nro 1739/2024 (19.12.2024) hylännyt hakemuksen sivukivialueen KL1 lohkojen 1, 2 ja 4 osalta ja muuttanut lupamääräyksiä ja luvan voimassaoloa. Vaasan hallinto-oikeus on muun muassa määrännyt lohkojen 3,

5 ja 6 pohjarakenteet rakennettaviksi kaksinkertaisella yhdistelmäkalvorakenteella ja määrännyt myös lohkolle 7 tiiviin yhdistelmäkalvorakenteeseen perustuvan pohjarakenteen. Vaasan hallinto-oikeuden päätöksestä on haettu valituslupaa ja valitettu korkeimpaan hallinto-oikeuteen.

Sivukivialueen KL1 yleissuunnitelma on päivitetty heinäkuussa 2024 tämän sulkemissuunnitelman yhteydessä. Sivukivialueen KL1 lohkojaotelu 1–7 on yleissuunnitelman päivityksen yhteydessä muutettu rakennusvaiheisiin 1–7, joiden numerointi ja rajaukset poikkeavat hieman ympäristöluvassa nro 107/2023 käsitellyn mukaisista lohkoista.

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheet 1–6 (lohkot 1–6) luokitellaan suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi kaivannaisjätteen jätealueeksi, jonne saadaan sijoittaa toiminnassa muodostuvia sivukiviä ja kaivosalueelta poistettavia, pilaantuneita maa-aineksia ja maa-aineksia, jotka sisältävät vaarallisia aineita sekä louhinnan räjäytystoiminnan yhteydessä sivukiven sekaan jäävän panostusmateriaalin. Luokituksen perusteena on ollut alueelle sijoitettavan sivukiven luokittelu vaaralliseksi jätteeksi.

Kuusilammen avolouhoksen sivukiven läjittäminen sivukivialueen KL1 rakennusvaiheelle 1, joka sijaitsee ympäristöluvan mukaisten lohkojen 5 ja 6 alueilla, on aloitettu vuonna 2023 sivukivialueen KL2 tultua täyteen. Huhtikuun 2025 loppuun mennessä sivukivialueen KL1 rakennusvaiheille 1 ja 2 sekä varsinaiseen läjitykseen että pohjakalvon yläpuolisiin rakennekerrokseen on sijoitettu yhteensä 38,34 Mt sivukiveä.

Pohja- ja suojarakenteet on rakennettu myös sivukivialueen KL1 rakennusvaiheelle 2. Kainuun ELY-keskus on hyväksynyt rakenteet käyttöön otettavaksi 4.10.2024 (lohko 5 alue 2, osaluovutusalue 1: 5,5 ha) sekä 24.1.2025 (lohko 5 alue 2, osaluovutusalue 2: 24,5 ha) (KAI-ELY/503/2022).

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheille 1 ja 2 on rakennettu sivukivialueen ympäristölupapäätöksessä nro 107/2023 lupamääräyksessä 15 määrätty pohjarakenne, joka muodostuu seuraavista rakennekerroksista alhaalta ylöspäin katsoen: mineraalisena eristeenä toimiva $>6 \text{ kg/m}^2$ bentoniittimatto (vedenläpäisevyys enintään $1,0 \times 10^{-11} \text{ m/s}$), vesitiivis 2,0 mm:n HDPE-kalvo, suojageotekstiili (1 200 g/m^2), 150 mm:n suojakerros kiilleliuskeesta KaM 0/12 mm, 500 mm:n suojakerros sivukivestä sekä louheesta rakennettu 1 500 mm:n suojakerros. Rakentaminen on koskenut myös suotovesien keräysallasta DP9, joka on toteutettu pääosin lupapäätöksen mukaisena. Altaan pohjalla HDPE-kalvojen välinen murskekerros on korvattu salaojamatolla.

Terrafame Oy on toimittanut toteutussuunnitelmat seuraavan rakennusvaiheen 3 pohjarakenteista hyväksyttäväksi Kainuun ELY-keskukselle 2.4.2025. Rakennusvaiheen 3 toteutussuunnitelmassa on otettu huomioon Vaasan hallinto-oikeuden päätöksessä 19.12.2024 määrätty muutokset pohjarakenteisiin.

Sivukivialueen KL1 rakennusvaihe 7 (lohko 7) luokitellaan ympäristöluvassa nro 107/2023 muuksi kaivannaisjätteen jätealueeksi, jolle saadaan sijoittaa vain happoa muodostamatonta kiilleliusketta. Rakennusvaiheelle 7 on vuosina 2021–2025 sijoitettu noin 3,95 Mt sivukiveä. Alueella ei ole tiivistä pohjarakennetta. Rakennusvaihetta 7 ei hakemuksen mukaan ole tarvetta laajentaa kiilleliuskeen sijoittamista varten vielä vuoden 2025 aikana.

Terrafame Oy on toteuttanut vuodesta 2020 lähtien sivukivialueella KL2 koeluonteisista toiminnoista tehtyjen ilmoituksien nojalla useita pintarakenteisiin liittyviä koerakenteita, joiden tuloksia on hyödynnetty sivukivialueen KL1 lopullisen sulkemisen pintarakenteen valinnassa. Täysin hakemuksessa esitettyä pintarakennetta vastaavia koerakenteita ei kuitenkaan ole toteutettu.

Terrafame Oy:n hakemus sivukivialueen KL1 sulkemiseksi ja peittorakenteen hyväksymiseksi Sotkamon kaivoksen ja metallituotannon ympäristöluvan nro 87/2022 lupamääräyksen 186 mukaisesti on tullut aluehallintovirastossa vireille 31.7.2024. Sivukivialueen KL2 sulkemissuunnitelma on tullut vireille aluehallintovirastossa 16.2.2024. Sivukivialueen KL2 sulkemistyöt on aloitettu kesäkuussa 2024 samanlaisella peittorakenteella kuin sivukivialueen KL1 rakennusvaiheille 1–6 on esitetty. Terrafame Oy sulkee samanaikaisesti sekä sivukivialuetta KL2 että KL1.

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheille 1–6 sijoitettavat mustaliuskesivukivet sisältävät runsaasti sulfidimineraaleja ja metalleja. Ilman ja kosteuden vaikutuksesta sulfidit hapettuvat muodostaen rikkihappoa ja vapauttaen mineraaleissa olevia metalleja. Tämän vuoksi sivukivialueella muodostuvat suotovedet ovat happamia ja metallipitoisia. Sivukivialueen KL1 suotovesien keräysaltaasta DP9 johdettavissa suotovesissä on ollut syys-joulukuussa vuonna 2024 87–230 µg/l liukoista kadmiumia, 650–1 300 µg/l kobolttia, 630–430 µg/l kuparia, 21–96 µg/l lyijyä, 42–120 mg/l mangaania, 11–19 mg/l nikkeliä, 7,6–19 mg/l rautaa, 19–47 mg/l sinkkiä, 2 600–3 100 mg/l sulfaattia, 26–36 mg/l typpeä ja 230 µg/l uraania. Veden pH on ollut 3,3–3,4.

Sivukivialueen KL1 suotovedet johdetaan prosessikiertoon tai vesienkäsittelyyn. Vuonna 2024 altaan DP9 kautta vesienkäsittelyyn ja loppuneutralointiin johdettujen suotovesien määrä on ollut reilut 494 000 m³. Sivukivialueen KL1 sulkemisen jälkeen alueella muodostuvat likaantuneet vesijakeet johdetaan nykyisellä tavalla niin kauan, kun Kuusilammen avolouhos on toiminnassa. Sulkemissuunnitelman mukaan vedet johdetaan Kuusilammen avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen, kun avolouhoksen toiminta on päättynyt. Hakemuksen mukaan Kuusilammen avolouhoksen toiminta loppuu vuosina 2035–2040 riippuen siitä, aletaanko Kolmisopen malmiesiintymää hyödyntää. Kuusilammen avolouhokseen muodostuvan louhosjärven täyttyminen kaivosalueen vesillä kestää kymmeniä vuosia. Louhosjärven vesienkäsittelymenetelmät on määrä suunnitella avolouhoksen sulkemisen yhteydessä.

Sivukivialueen KL1 sulkemisen päätavoitteena on estää pitkällä aikavälillä sivukiven hapettuminen ja happamien suotovesien muodostuminen ja siten pienentää merkittävästi sivukivialueesta pohjaveteen ja pintaveeteen aiheutuvan pilaantumisen riskiä sekä vähentää Sotkamon kaivos- ja tehdasalueen vesienhallintaan sivukivialueen vesistä aiheutuvaa kuormitusta. Sivukivialueelle rakennettavalla tiiviillä peittorakenteella vähennetään etenkin sivukiven kanssa kontaktiin pääsevän veden ja hapen määrää niin, että suotovesien muodostuminen sivukivialueella vähenee ja loppuu vähitellen kokonaan. Vaiheittain jo sivukiven läjitystoiminnan aikana tehtävä sulkeminen vähentää avoimena olevan sivukivialueen KL1 laajuutta ja pienentää käsittelyyn tai liuoskiertoon johdettavien likaantuneiden suotovesien määrää.

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 tiiviin peittorakenteen päältä kertyvät sade- ja sulamisvedet ovat hakemuksen mukaan puhtaita, ja ne on tarkoitus johtaa 110 hehtaarin alueelta laskeutusaltaiden ja imeytyskentän kautta Tuhkajoen valuma-alueelle sekä 84 hehtaarin alueelta laskeutusaltaiden kautta Talvijoen valuma-alueelle Oulujoen vesistöalueella, sekä 138 hehtaarin alueelta laskeutusaltaiden kautta Sopenjoen ja Kivijoen valuma-alueille Vuoksen vesistöalueella.

Peittämättömästä sivukivialueesta aiheutuu nykytilanteessa ajoittain kiwiaineksen pölyämistä ympäristöön. Sivukivialueen sulkeminen vähentää myös pölyhaittaa ympäristössä.

Käsiteltävänä olevassa hakemuksessa on kyse sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelmasta ja peittorakenteen hyväksymisestä rakennusvaiheille 1–6 sekä rakennusvaiheelle 7 (lohko 7). Terrafame Oy on esittänyt samaa peittorakennetta myös samanaikaisesti suljettavalle sivukivialueelle KL2. Hakemuksen mukaan vuonna 2025 sivukivialueita suljetaan esitetyllä peittorakenteella vuosittain yhteensä noin 30–50 hehtaarin alueelta jakautuen kummallekin sivukivialueelle.

Terrafame Oy on hakenut myös muutosta ympäristöluvan nro 87/2022 lupamääräykseen 186. Edeltä käsittelyratkaisuihin ja niiden perusteista ilmenevästi aluehallintovirasto on kuitenkin jättänyt tutkimatta sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelman rakennusvaiheen 7 osalta sekä esityksen lupamääräyksen 186 muuttamisesta.

Sivukivialueen KL1 yleissuunnitelma

Sivukivialueen KL1 29.6.2023 myönnetty ympäristö- ja vesitalouslupapäätös nro 107/2023 on perustunut hakemuksen liitteenä olleeseen KL1:n yleissuunnitelmaan (päivätty 30.9.2019). Yleissuunnitelma on päivitetty tämän sulkemissuunnitelman yhteydessä 31.7.2024 päätöksen kertoelmaosassa tarkemmin kuvatulla tavalla. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–7 päivitetyn yleissuunnitelman mukainen pinta-ala on 337 hehtaaria, kun se luvan mukaisessa yleissuunnitelmassa oli 371 hehtaaria. Hakemuksen mukaan yleissuunnitelman muutoksista johtuvat toiminnan ympäristövaikutukset pysyvät ennallaan tai pienenevät.

Suotovesiallas DP8

Sivukivialueen KL1 yleissuunnitelmaan on päivityksen yhteydessä tehty muutoksia suotovesialtaan DP8 sijainnin osalta. Suotovesiallas DP8 siirtyy uudessa suunnitelmassa alkuperäiseltä paikaltaan rakennusvaiheiden 5 ja 7 väliin. Samalla on luovuttu ratkaisusta, että kiilleliuskeen läjitysalue (lohko7) toteutettaisiin mustaliuskeen läjitysalueeseen nojavana rakenteena. Tämä pienentää rakennusvaiheen 7 pinta-alaa.

Rajasuon maankaatopaikka

Rajasuon tilapäisen maankaatopaikan rakentamiseen ja käyttöön on myönnetty lupa sivukivialueen KL1 ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksessä nro 107/2023. Maankaatopaikan rakentamista ja käyttöä koskevat luvan lupamääräykset 22–25. Maankaatopaikka ei jää alueelle pysyvästi, vaan sille varastoidut puhtaat maa- ja kiviainekset hyödynnetään kaivosalueella sulkemistoimenpiteissä, mukaan lukien sivukivialueen KL1 pintamaakerroksessa. Päivitetyssä sivukivialueen KL1 yleissuunnitelmassa (31.7.2024) on Rajasuon maankaatopaikan aluerajaus pienentynyt länsireunalta ja laajentunut itäreunalta, minkä lisäksi suunnitelma sisältää toisen laskeutusaltaan maankaatopaikan valumavesien käsittelyä varten.

Rakennusvaihe 7

Sivukivialueen lohkon 7, nykyisen rakennusvaiheen 7, pinta-ala ja täyttötilavuus on päivityksen yhteydessä pienentynyt ja täyttökorkeus mataloitunut. Päivitetyssä yleissuunnitelman mukaan rakennusvaiheen 7 pinta-ala on 49 hehtaaria, täyttökorkeus +295 m (N60) ja täyttötilavuus 18 Mm³, kun ne ympäristöluvan nro 107/2023 mukaisessa suunnitelmassa ovat olleet 63,5 ha, +330 m (N60) ja 26 Mm³.

Ympäristönsuojelulain 41 §:n ja 46 §:n mukaisen samanaikaisen käsittelyn tarpeen arviointi

Ympäristönsuojelulain (527/2014) 41 §:n 1 virkkeen mukaan, jos samalla toiminta-alueella sijaitsevalla usealla luvanvaraisella toiminnalla on sellainen tekninen ja toiminnallinen yhteys, että niiden ympäristövaikutuksia tai jätehuoltoa on tarpeen tarkastella yhdessä, toimintoihin on haettava lupaa samanaikaisesti eri lupahakemuksilla tai yhteisesti yhdellä lupahakemuksella.

Ympäristönsuojelulain 46 §:n 1 momentin mukaan, jos ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavien eri toimintojen yhteisvaikutus on lupaharkinnan kannalta huomattava ja näiden toimintojen ympäristölupaasiat ovat vireillä samassa lupaviranomaisessa, asiat on käsiteltävä ja ratkaistava samanaikaisesti, jollei sitä ole perustellusta syystä pidettävä tarpeettomana. Pykälän 2 momentin mukaan, jos 41 §:ssä tarkoitettuja toimintoja koskeva lupa-asia on pantu vireille eri lupahakemuksilla, hakemukset on käsiteltävä ja ratkaistava tarvittaessa samanaikaisesti ottaen huomioon toimintojen muodostama kokonaisuus.

Hallintolain (434/2003) 23 §:n 1 momentin mukaan asia on käsiteltävä ilman aiheutonta viivytystä. Hallintolain 25 §:n mukaan, jos viranomaisessa tehtävä päätös saattaa merkittävästi vaikuttaa muun samassa viranomaisessa samanaikaisesti vireillä olevan asian ratkaisemiseen, viranomaisen on valmisteltava asiat yhdessä ja ratkaistava samalla kertaa, jollei yhdessä käsittelemisestä aiheudu haitallista viivytystä tai jollei se ole asian laadun taikka luonteen vuoksi tarpeetonta.

Terrafame Oy:llä on tätä päätöstä annettaessa vireillä aluehallintovirastossa useita lupahakemuksia, joilla on joitain yhtymäkohtia sivukivialueen KL1 sulkemiseen, kuten sivukivialueen KL2 sulkemissuunnitelman hyväksyminen, toiminnan laajentaminen Kolmisopen maa-alueella sijaitsevan malmion hyödyntämiseksi sekä koko toiminnan sulkemis- ja jätehuoltosuunnitelmat. Lisäksi on vireillä muita Terrafame Oy:n hakemuksia, joilla ei ole välitöntä yhteyttä sivukivialueen KL1 toimintaan ja sulkemiseen tai yhteisvaikutuksia sivukivialueen kanssa.

Seuraavassa on tarkasteltu ympäristönsuojelulain mukaista yhteisen käsittelyn tarvetta vireillä olevien hakemusasioiden osalta.

Sivukivialueen KL2 sulkeminen (PSAVI/1802/2024)

Lupahakemus sivukivialueen KL2 sulkemissuunnitelman hyväksymiseksi on tullut aluehallintovirastossa vireille 16.2.2024.

Terrafame Oy sulkee samaan aikaan sekä sivukivialuetta KL1 että KL2. Hakemuksen mukaan Terrafame Oy on arvioinut, että vuonna 2025 peittorakennetta rakennetaan yhteensä 30 hehtaarin alalla jakautuen kummallekin sivukivialueelle. Sivukivialueiden KL1 ja KL2 sulkemisella on näin ollen toiminnallinen yhteys toisiinsa.

Sivukivialueille KL1 ja KL2 sijoitetaan samaa Kuusilammen avolouhoksen sivukiveä. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheille 1–6 ja sivukivialueelle KL2 on sulkemissuunnitelmissa esitetty samanlaista peittorakennetta. Hakemuksen tietojen ja loppusijoitettavan sivukiven laadun perusteella arvioitaessa molemmilta sivukivialueilta muodostuu samankaltaista suotovettä, ja sulkemisen jälkeiset prosessit peittorakenteessa ja peittorakenteen alapuolisessa sivukivitäytössä ovat samantyyppiset, vaikka sivukivialueelle KL2 läjitetyn sivukiven rapautuminen on edennyt pidemmälle sivukivialueen oltua useita vuosia sulkematta. Molempien sivukivialueiden peittorakenteen toimivuutta ja pitkäaikaista kestävyyttä on syytä arvioida samoin perustein.

Edellä sanotun perusteella sivukivialueiden KL1 ja KL2 sulkemissuunnitelmia ja peittorakennetta koskevat hakemukset on käsitelty ja ratkaistu ympäristönsuojelulain 41 ja 46 §:n sekä hallintolain 25 §:n edellyttämällä tavalla samanaikaisesti.

Kolmisopen malmion hyödyntäminen ja ympäristöluvan nro 87/2022 olennainen muuttaminen (PSAVI/8746/2023)

Terrafame Oy:n hakemus toiminnan olennaiseksi muuttamiseksi siten, että Kolmisopen maa-alueella sijaitseva malmio hyödynnetään ja louhinnassa syntyvä sivukivi läjitetään perustettavalle sivukivialueelle KS1, on tullut aluehallintovirastossa vireille 4.7.2023, eli huomattavasti aikaisemmin kuin sivukivialueiden KL1 tai KL2 peittorakenteiden hakemukset ja sulkemissuunnitelmat. Hakemuksessa on haettu samalla ympäristöluvan nro 87/2022 muuttamista louhintamäärien osalta. Hakemuksessa on esitetty, että ympäristölupapäätöksen nro 87/2022 mukaisia vesiin johdettavien päästöjen raja-arvoja ei ole tarve muuttaa hakemuksen mukaisen toiminnan seurauksena.

Kolmisopen hankkeen päästöt ja vaikutukset kohdistuvat samoille alueille kuin Terrafame Oy:n nykyisen toiminnan päästöt ja vaikutukset. Kolmisopen alueella muodostuvat jätevedet käsiteltäisiin samoissa prosesseissa kuin sivukiven läjitysalueilta KL1 ja KL2 muodostuvat jätevedet. Kaivannaisjätteen jätealueiden sulkeminen sivukivialueilla KL1 ja KL2 vaikuttavat kaivoksen vesitaseeseen ja vesienhallintaan vähitellen pienentämällä sivukivialueilta käsiteltäväksi johdettavien suotovesien määrää.

Sivukivialueiden KL1 ja KL2 sekä Kolmisopen hakemusasioilla on yhteistä vaikutusaluetta ja paljon samoja asianosaisia. Erityisesti hallintolain 7 §:ssä (368/2014) säädetyn palveluperiaatteen näkökulmasta ja edellä mainittujen seikkojen vuoksi Kolmisoppea koskeva hakemusasias on kuulutettu yhtä aikaa sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelmaa sekä sivukivialueen KL2 sulkemissuunnitelmaa koskevien hakemusasioiden kanssa. Sivukivialueiden sulkemissuunnitelmia koskevien hakemusasioiden ja Kolmisoppea koskevan hakemusasian käsittely on muutoinkin ollut yhtä aikaa siinä vaiheessa, että ne on voitu kuuluttaa ja tiedoksi antaa yhtäaikaaisesti.

Avoinna olevien jätealueiden laajuus on ollut yhtenä merkittävänä perusteluna sille, että aluehallintovirasto on myöntänyt vuonna 2022 annettun ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksen määräaikaisena ja Vaasan hallinto-oikeus 19.12.2024 antamallaan päätöksillä nro 1738/2024 ja 1739/2024 edelleen rajoittanut kaivoksen louhintamääriä ja luvan voimassaoloaikaa sekä antanut lisävaatimuksia koskien sivukivialueen KL1 pohjarakennetta. Vaasan hallinto-oikeuden päätöksistä on haettu valituslupaa ja valitettu korkeimpaan hallinto-oikeuteen.

Jätealueiden sulkeminen on oleellista ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi. Sivukivialueen KL2 sulkeminen onkin jo kiireellisenä aloitettu vuonna 2024 ELY-keskukselle tehdyn ilmoituksen nojalla ennen peittorakenteesta annettavaa ympäristölupapäätöstä. Sivukivialueen KL1 sulkeminen liittyy kiinteästi sivukivialueen KL2 sulkemiseen, ja Vaasan hallinto-oikeuden päätösten johdosta sivukivialueen KL1 sulkeminen tulee ajankohtaiseksi vielä suunniteltua nopeammin. Sulkemista koskevien

luparatkaisuiden antaminen ja sulkemisen mahdollistaminen ympäristölupapäätöksen mukaisesti on keskeinen tekijä kaivoksen toiminnasta aiheutuvan pilaantumisen vaaran rajoittamisessa. Sivukivialueiden merkitys käsiteltävien jätevesien määrään on huomattavan suuri etenkin saateisina vuosina. Sulkemistoimien nopealla toteuttamisella voidaan pienentää tehokkaasti jätevesien käsittelyyn ja ympäristön pilaantumiseen liittyviä riskejä.

Sivukivialueiden KL1 tai KL2 sulkeminen ei ennalta arvioiden lisää tai voimista haitallisia päästöjä tai ympäristövaikutuksia yhdessä Kolmisopen hakemuksen mukaisen toiminnan kanssa. Päinvastoin sivukivialueiden sulkeminen vähentää avoimesta sivukivikasasta aiheutuvaa pölyämistä, käsiteltävien suotovesien määrää ja päästöjä pohjavesiin sekä pienentää vesienhallinnan ja vesienkäsittelyn kuormitusta.

Sivukivialueiden KL1 ja KL2 peittorakenteita ja sulkemissuunnitelmia koskevat hakemukset ovat tulleet ratkaisuvaihtoehtiksi huomattavasti aikaisemmin kuin Kolmisoppea koskeva hakemus, eikä Kolmisopen malmion hyödyntämistä koskevaa hakemusasiasiaa ole asian laajuuden vuoksi mahdollista ratkaista samanaikaisesti tätä KL1-sivukivialuetta koskevaa asiaa ratkaistaessa. Kolmisopen hakemuksen ja sivukivialueiden KL1 ja KL2 sulkemissuunnitelmien ratkaiseminen samanaikaisesti aiheuttaisi aluehallintoviraston arvion mukaan haitallista viivästymistä sivukivialueiden sulkemiseen ja siirtäisi pilaantumisen rajoittamisen kannalta olennaisten lupamääräysten täytäntöönpanokelpoiseksi tulemistä. Sivukivialueille rakennettaville peittorakenteille on annettava luparatkaisut mahdollisimman nopeasti senkin varmistamiseksi, että jo käynnistyneet sulkemistoimet toteutetaan ympäristöluvassa hyväksytyllä tavalla.

Edellä todetun mukaisesti sivukivialueiden sulkemishakemusten ja Kolmisopen hakemuksen samanaikaiselle käsittelemiselle ja ratkaisemiselle ei ole ympäristönsuojelulain 46 §:ssä tarkoitettuja perusteita ottaen huomioon asioiden laadut ja luonteet sekä ympäristönsuojelullinen näkökulma. Ratkaisemalla sivukivialueiden KL1 ja KL2 sulkemissuunnitelmia koskevat hakemukset mahdollisimman pian välttää myös hallintolain 23 §:n ja 25 §:n tarkoittamalla tavalla aiheuttamasta asioiden käsittelyyn kohdistuvaa aiheutusta ja haitallista viivytystä.

Terrafame Oy:n koko toimintaa koskeva lupamääräyksen 185 mukainen sulkemissuunnitelma (PSAVI/16044/2024) ja

Terrafame Oy:n koko toimintaa koskeva lupamääräyksen 102 mukainen jätehuoltosuunnitelma (PSAVI/16043/2024)

Terrafame Oy:n koko toimintaa koskevat ympäristöluvan nro 87/2022 lupamääräyksen 185 edellyttämä sulkemissuunnitelma ja lupamääräyksen 102 edellyttämä jätehuoltosuunnitelma on toimitettu aluehallintovirastoon 31.12.2024.

Terrafame Oy on ilmoittanut hakemuksessa (tämän päätöksen kertoelman kohta ”Suunnitelman toimittamisen peruste”), että tuotannon jatku-

vuoden varmistamiseksi sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkeminen vaiheittain on aloitettava Terrafame Oy:n suunnittelemassa aikataulussa, ja tämän vuoksi sivukivialuetta KL1 koskeva sulkemissuunnitelma on toimitettu aluehallintovirastoon ennen koko toiminnan sulkemissuunnitelmaa.

Tämän hakemuksen mukaiset sivukivialueen KL1 peittorakenteet ja 31.7.2024 päivitetty sivukivialueen KL1 yleissuunnitelma sekä sivukivialueen KL2 peittorakenteet on otettu huomioon aluehallintovirastoon toimitetuissa koko toiminnan sulkemissuunnitelmassa (PSAVI/16044/2024) ja jätehuoltosuunnitelmassa (PSAVI/16043/2024). Koko toiminnan sulkemissuunnitelmassa on esitetty samaa peittorakeneratkaisua kuin sivukivialueen KL2 ja sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelmissa sekä samoja vesien johtamisjärjestelyitä ja vesienkäsittelyä.

Sivukivialueilla KL1 ja KL2 muodostuvat suotovedet kerätään ja johdetaan prosessikiertoon tai käsittelyyn täytäntöönpanokelpoisten ympäristölupien nro 87/2022 ja 107/2023 sekä lainvoimaisen ympäristölupapäätöksen nro 166/2024 mukaisesti sivukivialueiden yleissuunnitelmassa kuvatulla tavalla, niin kauan kuin Kuusilammen avolouhos on toiminnassa. Sen jälkeen vedet ohjataan Kuusilammen louhosjärveen. Hakemuksen mukaan tarkempi suunnitelma suotovesien johtamiseksi Kuusilammen avolouhoksen louhosjärveen laaditaan Kuusilammen avolouhoksen sulkemissuunnittelun yhteydessä. Aluehallintovirastoon toimitetussa koko toiminnan sulkemissuunnitelmassa on Kuusilammen avolouhokseen muodostuvan louhosjärven osalta esitetty tarkemmat toimenpiteet Kuusilammen louhoksen sulkemiseksi ja lisäksi louhosjärven mallinnusraportti.

Koko toiminnan sulkemissuunnitelmassa esitetyssä vesitaselaskennassa (31.12.2024) on arvioitu, että sulkemisen jälkeen sivukivialueelta KL2 johdetaan suotovesiä louhosjärveen 45 762 m³ vuodessa ja sivukivialueelta KL1 86 466 m³ vuodessa. Sulkemissuunnitelman mukaan Kuusilammen louhoksen täyttyminen vie arviolta 40 vuotta. Sulkemissuunnitelmassa todetaan, että louhosjärven vettä varaudutaan käsittelemään laadun parantamiseksi ensisijaisesti passiivisin tai puolipassiivisin menetelmin, mikäli louhosjärven purkuveden laatu ei ole hyväksyttävällä tasolla ympäristövaikutusten kannalta. Sulkemissuunnitelman mukaan suunnitelma tarkistetaan vähintään viiden vuoden välein tai toiminnan oleellisesti muuttuessa. Kussakin suunnitteluvaiheessa esitetään suositukset seuraavaa suunnitteluvaihetta varten, tunnistettujen riskien, epävarmuuksien ja vaikutusten pohjalta. Suunnitelman mukaan seuraavan viisivuotiskauden (2025–2029) aikana muun muassa sulkemisarakeet ja työtavat kehittyvät, jo toteutetuilta rakenteilta saatua kokemusta voidaan käyttää mallinnuksien tarkentamiseksi ja passiivisia ja semipassiivisia vesienkäsittelymenetelmiä pilotoidaan ja niiden vaikuttavuutta voidaan arvioida.

Sivukivialueiden KL2 ja KL1 sulkeminen hakemusten mukaisella tavalla on vireillä olevien ja pitkän ajan toimenpiteitä kuvaavien koko toiminnan

sulkemis- ja jätehuoltosuunnitelmien mukainen. Aluehallintovirasto toteaa, että tässä päätöksessä annetun ratkaisun mukaiset sivukivialueen peittorakenteet otetaan huomioon koko toiminnan sulkemissuunnitelmasta ja jätehuoltosuunnitelmasta myöhemmin annettavissa päätöksissä.

Edempänä sanotun mukaisesti sivukivialueiden KL1 ja KL2 sulkeminen on tarpeen aloittaa mahdollisimman nopeasti ympäristöluvassa hyväksytyllä peittorakenteella sivukivialueilta aiheutuvien päästöjen, käsiteltävien suotovesien muodostumisen ja ympäristön pilaantumisen vähentämiseksi. Sivukivialueella KL2 peittorakenteen rakentaminen on aloitettu ELY-keskukselle 17.6.2024 tehdyn ilmoituksen nojalla. Sivukivialueiden sulkeminen ympäristöluvassa hyväksytyllä rakenteella ennalta arvioiden edistää ympäristönsuojelua ja vähentää ympäristön pilaantumista.

Koko toiminnan sulkemissuunnitelma ja jätehuoltosuunnitelma ovat tulleet vireille aluehallintovirastoon 31.12.2024, eli huomattavasti myöhemmin kuin sivukivialueiden peittorakenteita koskevat hakemukset. Sulkemis- ja jätehuoltosuunnitelmat ovat täydennyspyyntövaiheessa eikä niitä ole vielä kuulutettu ja annettu tiedoksi asianosaisille tätä päätöstä annettaessa. Sivukivialueen peittorakennetta koskevan hakemuksen sekä koko toiminnan sulkemis- ja jätehuoltosuunnitelmien käsittely ja ratkaiseminen yhtä aikaa aiheuttaisi aluehallintoviraston arvion mukaan merkittävää viivästymistä sivukivialueen sulkemiseen ympäristöluvassa hyväksytyllä peittorakenteella.

Edellä sanotun perusteella sivukivialueiden sulkemishakemusten ja myöhemmin vireille tulleiden koko toiminnan sulkemissuunnitelmaa ja jätehuoltosuunnitelmaa koskevien hakemusten samanaikainen käsitteleminen ja ratkaiseminen on tarpeetonta ottaen huomioon erityisesti ympäristönsuojelullinen näkökulma. Ratkaisemalla sivukivialueiden KL1 ja KL2 sulkemissuunnitelmia koskevat hakemukset mahdollisimman pian vältetään myös hallintolain 23 §:n ja 25 §:n tarkoittamalla tavalla aiheuttamasta asioiden käsittelyyn kohdistuvaa aiheetonta ja haitallista viivytystä.

Kipsisakka-altaan 1 sulkeminen (PSAVI/16183/2023)

Terrafame Oy:n ympäristöluvan nro 87/2022 lupamääräyksen 189 mukainen suunnitelma kipsisakka-altaan 1 sulkemisesta on tullut vireille aluehallintovirastossa 29.12.2023. Kipsisakka-allas on määritelty vaarallisen jätteen kaatopaikaksi ja sille rakennetaan vaarallisen jätteen kaatopaikoilta edellytettävät pintarakenteet. Asia ei liity sivukivialueen KL1 tai KL2 sulkemiseen eikä vaikuta sivukivialueiden vesien johtamiseen ja käsittelyyn sulkemisen jälkeen, joten asioita ei ole ollut tarpeen käsitellä ja ratkaista yhtä aikaa.

Vesienkäsittelysakkojen ja -lietteiden loppusijoittaminen geotuubikentille 1, 2 ja 4–6 perustettavalle vaarallisen jätteen kaatopaikalle, VHO:n osin palauttama asia (PSAVI/5633/2022) ja

Vanhojen vesienkäsittelysakka-alueiden kunnostus, kunnostuksessa syntyvien vesienkäsittelysakkojen ja -lietteiden sekä likaantuneiden maa-ainesten loppusijoittaminen perustettaville vaarallisen ja vaarattoman jätteen kaatopaikoille (PSAVI/13121/2022)

Terrafame Oy:llä on vireillä hakemus vanhojen vesienkäsittelysakka-alueiden kunnostuksesta sekä sakkojen, lietteiden ja likaantuneiden maa-ainesten loppusijoittamisesta perustettaville vaarallisen ja vaarattoman jätteen kaatopaikoille (PSAVI/13121/2022) sekä on ollut vireillä hakemus vesienkäsittelysakkojen ja -lietteiden loppusijoittamisesta geotuubikentille 4–6 perustettavalle vaarallisen jätteen kaatopaikalle (PSAVI/5633/2022). Asiasta PSAVI/5633/2022 on annettu 10.6.2025 päätös nro 80/2025. Asiat eivät liity sivukivialueen KL1 tai KL2 sulkemiseen eivätkä vaikuta sivukivialueiden vesien johtamiseen ja käsittelyyn sulkemisen jälkeen, joten asioita ei ole ollut tarpeen käsitellä ja ratkaista yhtä aikaa.

Valituksenalaisten lupapäätösten nro 87/2022 ja 107/2023 vireillölovaikutuksen merkityksen arviointi sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemisen kannalta

Sotkamon kaivos- ja metallituotantoa koskeva määräaikainen ympäristö- ja vesitalouslupa nro 87/2022 sekä sivukivialuetta KL1 koskeva ympäristö- ja vesitalouslupa nro 107/2023 eivät ole vielä lainvoimaisia. Muiden ohella Terrafame Oy on 27.1.2025 hakenut valituslupaa ja valittanut Vaasan hallinto-oikeuden päätöksistä nro 1738/2024 ja 1739/2024 korkeimpaan hallinto-oikeuteen.

Sivukivialueen KL1 sulkemista koskevan hakemuksen mukaan Terrafame Oy on ottanut Vaasan hallinto-oikeuden valituksenalaisen päätöksen huomioon alkaessaan suunnitella sivukivialueen KL1 rakennusvaiheen 3 pohjarakenteita hallinto-oikeuden päätöksen mukaisella kaksinkertaisella kalvorakenteella.

Kyseessä on käynnissä oleva kaivostoiminta. Avoimena olevalla sivukivialueella KL1 mustaliuskesivukiven rapautuessa muodostuu haitallisia metalleja sisältäviä suotovesiä. Suotovedet kerätään eikä niitä johdeta käsittelemättöminä ympäristöön, mutta sulkemattomilta kaivannaisjätteen jätealueilta tulevat vedet kuormittavat kaivosalueen vesienhallintaa ja vesienkäsittelyä merkittävästi enemmän kuin peittorakenteella suljetuilta alueilta tulevat vedet. Sivukivialueiden suotovesistä aiheutuu ympäristön pilaantumisen vaaraa esimerkiksi tilanteessa, jossa vesienhallintaan tulisi häiriöitä. Ympäristön pilaantumisen vaaran vähentämiseksi on ensisijaista, että täyteen tulleet sivukivialueiden lohkot suljetaan mahdollisimman pian suotovesien muodostumisen vähentämiseksi. Tiivis peittorakenne vähentää suotovesien sisältämää metallikuormitusta sekä mahdollisesti tiiviin pohjarakenteen läpi suotautuvaa kuormitusta. Sivukivialueen KL1 ympäristöluvassa nro 107/2023 on vesienkäsittelyyn

liittyvien riskien pienentämiseksi annettu määräys, että sulkematta olevaa jätealuetta saa sivukivialueella KL1 olla enintään 100 hehtaaria. Avoimena olevat sivukivialueet aiheuttavat myös pölyämistä, josta voi aiheutua pölyhaittaa kaivosalueen ympäristössä.

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 tai sivukivialueen KL2 sulkeminen ja niitä koskevat suunnitelmat eivät lähtökohtaisesti lisää toiminnan päästöjä ja ympäristövaikutuksia tai laajenna toimintaa täytöntönpäinokelpoisen pääluvun nro 87/2022 ja sivukivialueen KL1 täytöntönpäinokelpoisen luvan nro 107/2023 mukaisesta. Sivukivialueella KL2 peittorakenteen rakentaminen on aloitettu ELY-keskukselle 17.6.2024 tehdyn ilmoituksen nojalla, ja myös sivukivialueen KL1 käyttöön otettujen rakennusvaiheiden sulkeminen on tarpeen aloittaa vaiheittain mahdollisimman nopeasti päästöjen ja ympäristön pilaantumisen vähentämiseksi, riippumatta siitä mikä on koko toiminnan pääilupaa ja sivukivialueen KL1 lupaa koskevan muutoksenhaun lopputulos.

Ennalta arvioiden sivukivialueiden sulkeminen peittorakenteella, joka on ympäristöluvissa hyväksytty, edistää ympäristönsuojelua ja vähentää ympäristön pilaantumisen vaaraa.

Valituksenalaisissa päätöksissä nro 87/2022 ja 107/2023 ei ole annettu yksityiskohtaisia lupamääräyksiä siitä, millaisella pintarakenteella sivukivialueet KL1 ja KL2 olisi suljettava. Sulkemista koskevat rakenteet on määrätty ratkaistavaksi erillisten hakemusten pohjalta, joista tässä asiassa on KL1-sivukivialueen osalta nyt kysymys. Näin ollen korkeimmassa hallinto-oikeudessa käsiteltävillä asioilla ja niistä annettavilla ratkaisuilla ei ole merkitystä tässä asiassa annettavan päätöksen sisällölle, eikä päätösten sisältöjen tämän vuoksi ennalta arvioiden ole mahdollista olla ristiriidassa keskenään.

Sivukivialueiden peittorakenteita koskevien luparatkaisujen viivästyttäminen siihen asti, että toimintaa koskeva pää lupa ja sivukivialuetta KL1 koskeva ympäristö lupa saavat lainvoiman, aiheuttaisi aluehallintoviraston arvion mukaan tarpeetonta ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa ja kaivoksen vesienhallinnan ja -käsittelyn kuormittumista.

Aluehallintovirasto arvioi, että olemassa olevista sivukivialueista ei sulkemisen jälkeenkään aiheudu sellaista ympäristön merkittävää pilaantumista tai sen vaaraa, että jätealueita ei voitaisi sulkea nykyisille paikoilleen. Näin ollen aluehallintoviraston tulee antaa sivukivialueiden peittorakenteita koskevat asiaratkaisut meneillään olevista muutoksenhauista huolimatta. Sivukivialueiden peittorakenteesta annetut ratkaisut eivät estä myöskään mahdollisia myöhempiä muita kaivannaisjätteen jätehuoltoon liittyviä sivukiven loppusijoitusvaihtoehtoja, kuten esimerkiksi takaisintäyttöä avolouhokseen.

Edellä sanotun perusteella sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelmaa ja peittorakennetta koskeva hakemus on ratkaistu rakennusvaiheiden 1–6 osalta Terrafame Oy:n pääilupaa ja sivukivialueen KL1 ympäristölupaa koskevasta vireillä olevasta muutoksenhausta huolimatta.

Mikäli muutoksenhaun tuloksena korkein hallinto-oikeus ei muuta tai kumoaa Vaasan hallinto-oikeuden päätöstä nro 1739/2024, happoa tuottavan sivukiven läjittäminen on Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen mukaisesti mahdollista vain sivukivialueen KL1 lohkoille 3, 5 ja 6, jotka sijaitsevat sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1, 2 ja 3 alueilla. Sivukivialueen KL1 lohkoja 3, 5 ja 6 on tällöin mahdollista sulkea vaiheittain toiminnan aikana tämän lupapäätöksen mukaisella peittorakenteella. Vastaavasti, mikäli muutoksenhaun tuloksena korkein hallinto-oikeus kumoaisi lupapäätöksen nro 107/2023, läjityskäyttöön jo otetut alueet sivukivialueelta KL1 on edelleen mahdollista sulkea tämän luvan mukaisella peittorakenteella. Tässä päätöksessä annetun lupamääräyksen mukaisesti sivukivialueen KL1 sulkemista koskeva yleissuunnitelma on pidettävä ajan tasalla toiminnan muutosten kannalta ja tarvittaessa päivitettävä.

Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA)

Kainuun ELY-keskus on todennut sulkemissuunnitelmasta antamassaan lausunnossa, että Terrafame Oy:n vuonna 2017 toteutetuissa vesienhallinnan ja tuotannon kasvattamisen YVA-menettelyissä on ollut mukana sivukivialue KL1 ja sivukivialue KL2. Lisäksi sivukivialueiden sulkemistoimia on käsitelty Kolmisopen malmion hyödyntämistä koskeudessa YVA-menettelyssä. Kainuun ELY-keskus on todennut, että YVA on ajantasainen sivukivialueiden sulkemisen osalta.

Laki ympäristövaikutusten arvioinnista (252/2017) ei edellytä erillisen ympäristövaikutusten arviointiprosessin suorittamista kaivannaisjätteen jätealueiden sulkemisvaihtoehdoista. Kaikissa kaivosalueella toteutetuissa ympäristövaikutusten arviointiprosesseissa on lähdetty siitä perustilanteesta, että jätealueet suljetaan tiiviillä pintarakenteilla.

Kuten aluehallintovirasto on edempänä todennut, sivukivialueen KL1 yleissuunnitelman päivittymisen (31.7.2024) johdosta sivukivialueen rakentamisesta ja toiminnasta aiheutuvat päästöt ja ympäristövaikutukset ovat enintään samaa tasoa ja osittain pienemmät kuin mitä on arvioitu edellä mainituissa YVA-menettelyissä. Sivukivialueen KL1 sulkeminen vaiheittain hakemuksessa esitetyllä peittorakenteella ei lisää sivukivialueesta aiheutuvia päästöjä ja ympäristövaikutuksia. Aluehallintovirasto toteaa, että sivukivialueen KL1 yleissuunnitelmaan tehdyt muutokset eivät aiheuta YVA-menettelyn kynnyksen ylittäviä ympäristövaikutuksia.

Aluehallintovirasto toteaa, että toteutetut ympäristövaikutusten arviointimenettelyt ja niistä tehdyt perustellut päätelmät ovat sivukivialueiden KL1 ja KL2 osalta ajantasaisia ympäristövaikutusten arviointimenettelyä koskevan lain 27 §:n (768/2019) mukaisesti. Toteutettavat sulkemisratkaisut vastaavat niihin tavoitteisiin, mitä arviointiprosesseissa on jätealueiden osalta asetettu.

Luvan myöntämisen edellytykset sulkemisrakenteen osalta

Toiminnan lopettamiseen liittyvä sääntely

Ympäristönsuojelulaki (527/2014) ja valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä (190/2013)

Ympäristönsuojelulaissa tai kaivannaisjätteistä annetussa valtioneuvoston asetuksessa ei säädetä yksityiskohtaisista vaatimuksista kaivannaisjätteen jätealueen sulkemisen yhteydessä toteutettavasta pintarakenteesta. Ympäristölupamenettelyn lähtökohtana on, että toiminnasta ei aiheudu sulkemisen jälkeenkään merkittävää ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa. Ympäristönsuojelulain 94 §:n 1 momentin mukaisesti luvanvaraista toimintaa harjoittanut vastaa toiminnan lopettamisen jälkeenkin lupamääräysten tai valtioneuvoston asetuksella säädetyn yksilöidyn veloitteen mukaisesti tarvittavista toimista pilaantumisen ehkäisemiseksi, samoin kuin toiminnan vaikutusten selvittämisestä ja tarkkailusta. Ympäristönsuojelulain 114 §:n mukaisesti tehtäväksi määrätyssä kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmassa on oltava tiedot mm. toiminnan lopettamiseen liittyvistä toimista.

Ympäristönsuojelulaiksi ja laeiksi eräiden siihen liittyvien lakien muuttamisesta eduskunnalle annetun hallituksen esityksen (HE 214/2013 vp) toiminnan lopettamista ja sen jälkeisiä velvoitteita ilmentävän 94 §:n perusteluissa mainitaan, että kyseisessä pykälässä tältä osin säädetty vastaisi voimassa olevan ympäristönsuojelulain 90 §:ää. Vuoden 2000 ympäristönsuojelulakia koskevan ympäristönsuojelu- ja vesilainsäädännön uudistamiseksi eduskunnalle annetun hallituksen esityksen (HE 84/1999 vp) 90 §:n yksityiskohtaisissa perusteluissa on muun ohella todettu, että toimintansa lopettaneesta teollisuuslaitoksesta voisi vielä pitkään aiheutua jätevesipäästöjä. Luvan määräyksiä jäteveden johtamisesta tulisi edelleen noudattaa, kuten myös tarkkailua koskevia määräyksiä. Vastaavanlaisia tilanteita voisi liittyä myös turpeen ottoalueisiin ja kaivoksiin. Määräyksiä tulisi noudattaa niin kauan kuin pilaantumista tai sen vaaraa voi edelleen aiheutua.

Ympäristönsuojelulain 52 §:n 3 momentin mukaan päästöraja-arvoa sekä päästöjen ehkäisemistä ja rajoittamista koskevien lupamääräysten tulee perustua parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan.

Kaivannaisjätteen jätealueiden käytöstä poistamisesta säädetään yksityiskohtaisemmin valtioneuvoston asetuksessa kaivannaisjätteistä. Asetuksen 3 §:n mukaan kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman laatimisessa on muun ohella otettava huomioon, että kaivannaisjätteen jätealue suunnitellaan ja toteutetaan siten, että 8) se edellyttää mahdollisimman vähän seurantaa, tarkkailua, valvontaa ja hoitoa toiminnan loputtua ja 9) toiminnasta aiheutuvat haitalliset ympäristövaikutukset lyhyellä ja pitkällä aikavälillä ehkäistään mahdollisimman tehokkaasti.

Asetuksen 7 §:ssä todetaan muun muassa, että kaivannaisjätteen jätealue on perustettava ja sitä on hoidettava siten, että 2) jätealueesta ei

aiheudu pitkänkään ajan kuluessa ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa ottaen huomioon syntyvä suoto-vesi ja muu jätevesi sekä eroosio ja 6) ryhdytään asianmukaisiin toimiin jätealueen käytöstä poistamiseksi ja sen jälkihoidon järjestämiseksi.

Asetuksen 14 §:n 2 momentissa todetaan, että toiminnanharjoittajan on huolehdittava siitä, että käytöstä poistetun kaivannaisjätteen jätealueen ja sen ympäristökuormituksen hallintaan tarpeellisia rakenteita ylläpidetään ja seurataan, tarkkailu on mahdollista ja tarvittaessa ylivuotokanavat ja patoaukot pidetään toiminnassa ja puhtaina. Toiminnanharjoittajan on myös viipymättä ilmoitettava vaaratilanteista valvontaviranomaiselle ja ryhdyttävä toimiin onnettomuuksien tai ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi noudattaen, mitä 11 §:ssä ja 12 §:n 2 momentissa säädetään. Saman pykälän 3 momentin mukaan toiminnanharjoittaja vastaa kaivannaisjätteen jätealueen käytöstä poistamisen jälkeen tehtävistä jälkihoitotoimista sekä niihin liittyvästä seurannasta ja tarkkailusta niin kauan kuin tämä on tarpeen sen varmistamiseksi, että alueesta ei aiheudu ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa, alue on vakaa ja pysyvästi maisemoitu, alueesta ei aiheudu onnettomuuden vaaraa ja siitä aiheutuvaa ympäristökuormitusta tai vaikutusalueen pinta- tai pohjavesien tilaa ei ole enää tarpeen tarkkailla.

Lähtökohtaisesti kaivannaisjätteen jätealue on siis suljettava siten, että siitä ei aiheudu pitkänkään ajan kuluessa ympäristön pilaantumista. Sulkemisrakenteen toimivuuteen ja käyttöikään on kiinnitettävä erityistä huomiota, kun loppusijoitettu sivukivi on happoa muodostavaa kiviainesta.

Kaivannaisjätteiden hallinnan paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT)

Kaivannaisjätteiden hallinnan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita (BAT) koskeva vertailuasiakirja "Best Available Techniques Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries (MWEI BREF)" julkaistiin joulukuussa 2018. Vertailuasiakirjan BAT-päätelmissä on esitetty ne tekniikat, käytännöt ja toimenpiteet, jotka on todettu parhaiksi käytössä oleviksi kaivannaisjätteiden hallinnassa sekä kaivannaisjätteistä aiheutuvien haitallisten vaikutusten ehkäisyssä kaivoshankkeen eri vaiheissa.

Päätelmien soveltamisesta laaditun oppaan (Ympäristöministeriön julkaisu 2020:12) mukaan kestävässä kaivostoiminnassa keskeistä on parhaiden käytettävissä olevien ja käyttökelpoisten tekniikoiden (BAT) kehittymisen seuraaminen ja hyödyntäminen sekä kaivoksen varsinaisen toimintavaiheen lisäksi sulkemis- ja jälkihoitoratkaisujen suunnittelu kaivostoiminnan suunnitteluvaiheessa. BAT-tekniikoita ja ympäristön kannalta parhaita käytäntöjä (BEP) soveltamalla voidaan ehkäistä ja vähentää kaivostoiminnasta ja kaivannaisjätteistä aiheutuvia haitallisia ympäristövaikutuksia. Kaivostoiminnan suunnittelussa ja toteutuksessa tulee hyödyntää kaivoskohteeseen soveltuvia BAT-tekniikoita tai niihin

verrattavissa olevia tekniikoita, joilla saavutetaan sama ympäristönsuojelun taso.

BAT-päätelmissä on annettu suosituksia seuraavista kaivannaisjätteidensä hallinnan osa-alueista: yritysjohtaminen, tiedon keruu ja hallinta, jätehierarkia, kaivannaisjätteen sijoitusalueen rakenteellinen vakavuus, kaivannaisjätteidensä fysikaalisen ja kemiallisen pysyvyyden hallinta, pohjaveden tilan huononemisen ja maaperän pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen, pintavesien tilan huononemisen ehkäiseminen ja vähentäminen, ilmapäästöjen ehkäiseminen ja vähentäminen sekä muiden ihmisen terveyteen ja ympäristöön kohdistuvien vaikutusten ehkäiseminen ja vähentäminen. BAT-päätelmissä on tarkasteltu kunkin päätelmän soveltamista toiminnan elinkaaren eri vaiheissa, mukaan lukien sulkemis- ja jälkihoitovaiheissa.

Kaivannaisjätteen hallinnan BAT-päätelmät eivät ole sitovia lupaharkinnassa, mutta BAT-päätelmissä on määritelty BAT-tekniikoihin ja niiden soveltamiseen liittyen teknisiä vaatimuksia ja suosituksia rakenteille, kuten kaivannaisjätteen jätealueiden pohja- ja pintarakenteiden ominaisuuksille, kerrospaksuuksille ja rakenteiden tai rakennekerrosten vedenläpäisevyyksille.

Hallinto-oikeuden tulkinta sulkemisrakenteiden käyttöistä

Vaasan hallinto-oikeus on käsitellyt sulkemisrakenteiden kestävyysliittävää asiaa 19.12.2024 antamassaan päätöksessä Terrafame Oy:n toimintaa koskevasta aluehallintoviraston ympäristö- ja vesitalouslupavasta nro 87/2022. Hallinto-oikeus toteaa päätöksessään muun muassa, *”että saadun selvityksen perusteella kipsisakka-altaalla 1 on ollut käynnissä peiterakennekokeita vuodesta 2016 alkaen ja olemassa olevalla toisen vaiheen liuotusalueella ja sivukivialueella KL2 vuodesta 2018 alkaen. Alueella toteutettujen koejärjestelyiden lisäksi yhtiö on toteuttanut jätteidensä karakterisointia ja mahdollisten peiterakennerekaisuiden pitkäaikaiskestävyyttä ja muiden ominaisuuksien kartoittamista koskevia laboratorioskokeita. Kun otetaan huomioon nyt kysymyksessä olevien jätteidensä laatu ja niistä muodostuvien suotovesien laatu ja haitallisuus ympäristölle sekä se, että valittavien peiterakenteiden on kestävä kohteen olosuhteissa vähintään satoja vuosia, on kohteisiin mahdollisesti soveltuvien peiterakenteiden testaukseen ja valintaan kiinnitettävä erityistä huomiota.”*

Hakemuksen mukaisen peittorakenteen arviointi

Terrafame Oy on hakemuksessa esittänyt sivukivialueen peittämistä tiiviillä peittorakenteella, joka koostuu seuraavasta kerrosrakenteesta: sivukivitäyttö, kiilauskerros kalliomurskeella, suojageotekstiili (400 g/m²), vesi- ja kaasutiivis 1,5 mm:n paksuinen LLDPE-kalvo, salaojamatto, 200 mm:n paksuinen pintakerros kalliomurskeesta sekä 500 mm:n paksuinen pintamaakerros puhtaista, soveltuvista kitkamaista ja mahdollisesti turpeesta. Suojageotekstiilin tarkoitus on suojata tiiviskerrosena toimivaa LLDPE-kalvoa alapuolisesta rakenteesta aiheutuvista piste-

mäisistä kuormista. Kuivatuskerroksena toimiva salaojamatto suojaa samalla LLDPE-kalvoa yläpuolisen rakenteen aiheuttamilta pistemäisiltä kuormilta. Myös salaojamatto sisältää salaojakerroksen molemmiin puolin suojageotekstiiliin (yhteensä 300 g/m²). Sivukivikasan laelle menevien ajoramppien kohdalla asennetaan kalvon päälle suojageotekstiili (1200 g/m²), salaojamatto, 500 mm:n pintakerros ja 200 mm paksu kuluskerros, joiden päälle lopuksi 500 mm:n pintamaakerros.

Samanaikaisesti suljettavalle, aiemmin läjityskäytössä olleelle sivukivialueelle KL2 (PSAVI/1802/2024) sekä Kolmisopen maa-alueen malmion hyödyntämisen lupahakemuksessa (PSAVI/8746/2023) Kolmisopen sivukiville suunnitellulle uudelle sivukivialueelle KS1 on esitetty samanlaista peittorakennetta.

Koeluonteiset toiminnot

Lupaviranomaiselle on tehty kaivoksen toiminnan aikana useita jätealueiden sulkemiseen liittyviä ilmoituksia koeluonteisesta toiminnasta. Ensimmäiset koerakenteet on toteutettu toisen vaiheen liuotusalueen itäreunaan 2011–2012. Osa koerakenteista toteutettiin kalvorakenteeseen perustuen. Näissä HDPE-kalvon alapuolisena suojarakenteena oli 400 g/m² suojageotekstiili ja yläpuolella salaojamatto. Salaojamatton päälle oli asennettu suoraan 500 mm:n pintakerros.

Seuraavat koerakenteet on toteutettu toisen vaiheen liuotusalueen pohjoisreunaan 2018. Näistä vaihtoehdossa 1 HDPE-kalvorakenne on suojattu ylä- ja alapuolelta suojageotekstiilillä. Kalvon yläpuolisen suojageotekstiilin päällä on ollut 500 mm:n kasvukerros ja kalvon alapuolisen suojageotekstiilin alla 0–16 mm:n murskeesta tehty 150 mm:n suojakerros ja sen alla 0–63 mm:n murskeesta tehty kiilauskerros.

Sivukivialueelle KL2 tehdyssä (2021) koerakenteessa käytetty kalvorakenne on ollut vaihtoehdossa VE1a seuraava: kasvukerros moreenista ja turpeesta 500 mm, pintakerros KaM 0/63 200 mm, salaojamatto Fabrinet ST-E B120 / ST-B 200, HDPE-kalvo 1,5 mm DRS kitka, suojageotekstiili 400 g/m² BS32, suojakerros KaM 0/16 100 mm, kiilattu sivukivilouhetäyttö. Vaihtoehdossa VE1b rakenne on ollut seuraava: kasvukerros moreenista ja turpeesta 500 mm, salaojamatto Fabrinet ST-E B120 / ST-B 200, HDPE-kalvo 1,5 mm DRS kitka, suojageotekstiili 400 /m² BS32, suojakerros KaM 0/16 100 mm, kiilattu sivukivilouhetäyttö.

Sivukivialueelle KL2 vuonna 2024 tehdyssä koerakenteessa tutkittiin erityisesti bentoniittimattoon pohjautuvia rakenteita. Näissä kaikissa bentoniittimaton alapuolinen rakenne muodostui 100 mm:n kerroksesta 0–16 mm:n mursketta ja 0–63 mm:n murskeesta tehdystä kiilauskerroksesta. Bentoniittirakenteen yläpuolinen kerros koostui koerakenteissa salaojamatosta, 200 mm:n pintakerroksesta 0–32 mm kalliomursketta ja 500 mm:n pintamaakerroksesta. Tältä osin koerakenne on ollut vastaava kuin tämän hakemuksen mukainen rakenne.

Kalvorakenteisiin perustuvien rakenteiden lisäksi koerakenteissa on tutkittu myös moreeni-, turve- ja bentoniittimateriaalien soveltuvuutta sulkemiseen.

Aluehallintovirasto arvioi, että luvanhaltija on pystynyt hankkimaan koerakenteiden perusteella runsaasti tietoa eri rakenteiden rakennettavuudesta ja asennettavuudesta käytännön olosuhteissa ja etenkin alueelle tyypillisillä luiskakaltevuuksilla. Koerakenteilla on pyritty selvittävään soveliaimmat ja turvalliset työtavat. koerakenteiden käyttöikä on ollut kuitenkin niin lyhyt, että niiden perusteella ei pysty täysin luotettavasti arvioimaan esimerkiksi LLDPE-kalvon ja sen suojakerrosten toimintaa pitkällä aikavälillä. Myös testatut materiaalit ovat vaihdelleet eri rakenteissa. Tämän vuoksi saatavilla olevat materiaalitiedot, materiaalien käyttöolosuhde, asennusolosuhteet ja suojarakenteista tehty sylinteritestit ovat olennaisessa osassa materiaalien riittävyttä arvioitaessa. Hakemuksessa on sitä kokonaisuutena arvioitaessa esitetty tarvittavat tiedot lupa-asian ratkaisemiseksi.

Peittorakenteen käyttöikä ja sille asetettavat vaatimukset

Sivukivialueelle KL1 läjitetään hyvin suuri määrä sivukiveä, joka rakennusvaiheilla 1–6 on suurimmaksi osaksi mustaliusketta. Mustaliuskesivukiven sisältämät sulfidimineraalit muodostavat hapettuessaan happamia ja metallipitoisia suotovesiä siihen asti, kunnes veden ja hapen kulkeutuminen sivukivitäyttöön loppuu. Tiiviin peittorakenteen rakentamisen jälkeen sivukivitäytöstä poistuva varastokuorma on edelleen merkittävä. Sivukivestä tehtyjen kosteuskammiokeiden perusteella mustaliuskeesta liukenee muun muassa nikkeliä, sinkkiä, kuparia ja kadmiumia sekä sulfaattia ilman tiivistä pintarakennetta varsin pitkään. Sivukivialueella KL1 sivukiven läjittäminen on alkanut vuonna 2023, ja tarkkailutulosten perusteella metalleja liukenee sivukivestä suotoveteen jo tällä hetkellä runsaasti.

Sivukivialueesta aiheutuvan pilaantumisen rajoittamiseksi sivukivialue on tärkeää peittää pysyvästi siten, että sivukivitäytöstä ei aiheudu sulkemisen jälkeen ympäristön pilaantumista pitkälläkään aikavälillä. Sivukivialueen sulkemisessa on kyse erittäin pitkäaikaisesta ratkaisusta. Toeutettavan peittorakenteen pitää estää hapen ja veden kulkeutuminen sivukivitäyttöön niin kauan kuin mahdollista, satojen tai jopa tuhansien vuosien ajan.

Hakemuksen mukaisen rakenteen toiminta perustuu LLDPE-kalvoon, joka estää hapen sekä sade- ja valumavesien kulkeutuminen sivukivitäyttöön. Kalvon toiminta ja ominaisuudet voivat heikentyä kalvon rakentamisen tai käytön aikana ulkoisista kuormista aiheutuvien mekaanisten vaurioiden takia tai kalvon ikääntyessä tapahtuvien ominaisuuksien luontaisen heikkenemisen myötä.

Kalvomateriaali ja kalvon suojaaminen

Hakemuksessa on esitetty peittorakenteen kalvomateriaaliksi LLDPE-kalvoa sivukivialueen pohjarakenteessa käytetyn HDPE-kalvon sijaan.

Myös peittorakenteita koskevissa koeluonteisissa toiminnoissa on testattu tiivisrakenteena HDPE-kalvoa. Hakemuksen mukaan LLDPE-kalvo kestää muodonmuutoksia paremmin, ei ole yhtä herkkä jännityssäröilylle ja on helpommin käsiteltävä rakennusvaiheessa kuin HDPE-kalvo. LLDPE-kalvon kemiallinen kestävyys ei hakemuksen mukaan ole yhtä hyvä kuin HDPE-kalvon, mutta koska peittorakenteessa kalvon päälle tulee vain pilaantumattomia maa-aineksia, kalvoon kohdistuva hapan ja muu kemiallinen altistus on huomattavasti vähäisempää kuin esimerkiksi sivukivialueen pohjarakenteessa.

Erään hakemuksessa esitetyn arvion mukaan mekaanisten vaikutusten aiheuttamia reikiä ja repeämiä voi kalvoon tulla rakentamisvaiheessa ja muutamien ensimmäisten vuosikymmenten aikana. Hakemuksen mukaisessa rakenteessa 1,5 mm:n LLDPE-kalvoa suojaa pistemäisiltä kuormilta sen alapuolelle asennettava 400 g/m² painoinen suoja-geotekstiili ja yläpuolelle asennettava, yhteispainoltaan 300 g/m² suoja-geotekstiilin sisältävä salaojamatto, ja sen päällä oleva kalliomurskeesta tehtävä 200 mm:n pintakerros. Hakemuksessa on arvioitu näiden suojarakenteiden riittävyyttä asianmukaisesti toteutetuin sylinteritestin. Testien mukaan salaojamatto toimii riittävänä rakenteen yläpuolisena suojauskerroksena. Alapuolisena suojauskerroksena käytettävän geotekstiilin kanssa tehdyissä 100 h mittauksissa havaittu taipumaviiva oli osin suurempi kuin yleisenä ohjeena pidetty 0,25 %. Hakemuksen täydennyksessä on kuitenkin todettu, että LLDPE-kalvo kestää pistekuormista tai liikennekuormasta johtuen noin 1–2 %:n venymiä vaurioitumatta. Näin ollen päätöksessä ei ole edellytetty edellä mainitun 0,25 %:n taipuman alittamista pintarakenteen LLDPE-kalvossa, mikä on ollut edellytyksenä kaivosalueella HDPE-kalvolla toteutetuissa pohjarakenteissa. Suuren yläpuolisen kuormituksen takia pohjarakenteille asettavat vaatimukset ovat tiukempia.

Aluehallintovirasto arvioi, että laboratoriotestien tulokset eivät välttämättä täysin vastaa kentällä toteutuvia tilanteita. Salaojamaton päällä käytettäväksi esitetty raekoon 0–32 mm kalliomurske on karkearakeisempaa verrattuna toiminnanharjoittajan kaivosalueella muualla vastaavissa kohteissa käytettyihin rakenteisiin, joissa on käytetty 0–12 tai 0–16 mm:n mursketta. Laajoissa rakennusalueissa on mahdollista, että rakenteeseen jää epäedulliseen asentoon salaojamaton paksuuteen nähden isoa murskekiviainesta. Niiden painautuminen salaojamaton lävitse on mahdollista epäedullisissa kuormitusolosuhteissa, jolloin myös riski LLDPE-kalvon vauriolle kasvaa. Terrafame Oy:n kaivosalueella on aiheutunut osin vastaavan vauriomekanismin kautta vaurioita muovikalvoon ainakin primääriliuotusalueella. Tehtyjen sylinterikokeiden perusteella pintakerroksessa voidaan käyttää kalliomursketta, jonka rakeisuus on yhtä karkeaa tai hienompaa kuin testeissä käytetty KaM 0/32. Kiilauskerroksessa on käytettävä mursketta, jonka rakeisuus on KaM 0/63, mutta määräys ei estä luvanhaltijaa asentamasta kiilauskerroksen päälle lisäksi hienojakoisemmasta murskeesta koostuvaa suojakerrosta.

Hakija on tuonut esiin mahdollisia salaojakerroksen vedenjohtavuuden heikentymiseen sekä työturvallisuuteen ja rakennettavuuteen liittyviä

riskejä, jos salaojamatton yläpuolisen murskekerroksen raekokoa pienennetään hakemuksessa esitetystä. Aluehallintoviraston näihin asioihin liittyvässä asian selvittämiseksi järjestetyssä neuvottelussa hakija on lisäksi tuonut esiin työmenetelmät, joilla suojageotekstiilin alapuolinen sivukiven kiilauskerros tiivistetään asennusvaiheessa, jolloin riski pistemäiselle kuormitukselle pienenee merkittävästi.

Hakijan mukaan esimerkiksi KL2-sivukivialueen luiskaan sijoittuvan pilotti 4 -koekentän rakentaminen jouduttiin keskeyttämään toteutusvaiheessa alueella tapahtuneen sortuman vuoksi, joka johtui rakenteiden välisestä liian vähäisestä kitkasta. Kyseisessä pilotissa oli käytetty lamiinoitua bentoniittimattoa ja sen päällä raekooltaan 0/16 mursketta. Tapahtunut korostaa rakenteen kokonaissuunnittelun merkitystä jyrkissä luiskissa. Aluehallintovirasto arvioi, että hakemuksen mukainen peittorakenne on teknisesti ja turvallisesti toteutettavissa päätöksen mukaisella tavalla. Vuonna 2024 sivukivialuetta KL2 on suljettu tällä rakenteella noin 9 hehtaaria.

Ottaen huomioon LLDPE-kalvon ominaisuudet, sen yläpuolisen salaojamatton ja alapuolisen suojageotekstiilin suojausvaikutukset, huolelliset työmenetelmät, joilla alapuolisen kiilauskerroksen pinnan taseus on mahdollista varmistaa rakentamisen aikana, sekä pintakerroksessa kalvoon aiheutuvan pienemmän kuormituksen verrattuna pohjarakenteisiin, aluehallintovirasto arvioi tiiviskerroksen LLDPE-kalvon suojauksen olevan riittävä hakemuksen mukaisilla murskeilla. Kalliomurskeen raekoko voi kuitenkin olla myös hienojakoisempi kuin hakemuksen mukainen 0/32 tai 0/63 mm, mikäli peittorakenne on turvallisesti rakennettavissa ja kalvon päällä olevan murskekerroksen veden johtavuus säilyy riittävänä kuivatuskerroksen näkökulmasta.

Kalvon paksuus

Aluehallintovirasto arvioi, että kyseisessä sivukivialueen peittorakenteessa ei saavutettaisi todennäköisesti merkittävää hyötyä ympäristönsuojelun kannalta, jos tiivisrakenteeseen asennettaisiin esimerkiksi 2,0 mm:n LLDPE-kalvo esitetyn 1,5 mm:n LLDPE-kalvon sijaan. Peittorakenteessa kalvoon ei kohdistu yläpuolelta vastaavaa kuormitusta kuin pohjarakenteissa, joissa on käytetty paksumpaa HDPE-kalvomateriaalia. Peittorakenteeseen esitetty 1,5 mm:n LLDPE-kalvo on hakemuksen perusteella ennalta arvioiden käyttötarkoitukseensa soveltuva ja täyttää sivukivialueen tiivisrakenteelta edellytetyt vaatimukset ympäristönsuojelun kannalta. Kalvon paksuuden kasvattamisen sijaan olennaista on, että ylä- ja alapuolisilla suojausrakenteilla estetään kalvoa vahingoittavat pistemäiset kuormat ja että rakentaminen toteutetaan laadukkaasti asennusohjeita tarkasti noudattaen ja rakentamisen laatua valvotaan.

Parhaalla mahdollisella tavalla toimiessaan kalvo voi estää veden ja hapen kulkeutumisen sivukivitäyttöön pitkän aikaa. Kalvon kesto aika on pitkä, mutta kuitenkin rajallinen, eikä kalvoon tulevilta rei'iltä voida sen elinkaaren aikana välttyä. Hakemuksen mukaan peittorakenteen toimin-

tatavoitteena on saavuttaa kokonaisuutena enintään 5 % vuosisadanasta oleva veden läpisytauma ja 1 mol/m²/vuosi hapenläpäisy. Hakemuksen perusteella se on mahdollista saavuttaa esitetyllä peittorakenteella, kun rakenne toimii suunnitellusti. Toimintatavoite sallii hakemuksen mukaan rakenteen vioista ja kulumisesta johtuvaa väistämätöntä suorituskyvyn alenemista.

Kalvon ominaisuuksiin liittyvä jännitysrakoilu ja hapettumisesta aiheutuvat vauriot ilmenevät vasta pidemmällä ajalla. Hakemuksen mukaan LLDPE-kalvon teoreettinen käyttöikä ennen kalvon hapettumista on rakenteen 20 asteen lämpötilassa vähintään 446 vuotta. Sivukivialueen KL1 pintarakenteen alaosaan esiintyvät, tätä alhaisemmat lämpötilat huomioon ottaen kalvon teoreettinen käyttöikä on todennäköisesti pidempi. Muovikalvon sijainti paksun maakerroksen alla suojaa sitä myös UV-säteilyltä, mikä on yksi keskeisiä muovirakenteita haurastuttavia tekijöitä. Myös salaojamatto perustuu muovirakenteeseen, jonka ominaisuudet heikkenevät vastaavasti ajan kuluessa.

Muovikalvo ja salaojamatto eivät tule täyttämään niille rakenteen suunnittelussa asetettuja vaatimuksia, kun niiden ikääntymistä suojaavat antioksidantit menettävät pitkän ajan kuluessa tehon. Aluehallintovirasto arvioi, että edellä tarkastellun mukaisesti tiivisrakenteella saavutettava vähintään 500 vuoden käyttöikä on riittävä ympäristön pilaantumisen vaaran estämiseksi. Tämän jälkeen alueella voi olla tarve tehdä rakennetta korjaavia toimenpiteitä pilaantumisen estämiseksi. Paksumman LLDPE-kalvon laskennallinen käyttöikä on todennäköisesti jonkin verran pidempi kuin 0,5 mm ohuemmalla kalvolla. Tämä ei kuitenkaan ennalta arvioiden muuta olennaisesti edellä todettua, eikä luvan saajaa ole siten velvoitettu asentamaan rakenteeseen paksumpaa tiivistyskalvoa.

Kalvon päällä olevat maakerrokset ja yhteenveto

Reikien ilmaannuttua kalvoon tiivisrakenteen toimintaan alkaa vaikuttaa myös sen päällä olevien kerrosten veden- ja hapenläpäisevyys.

Täysin tai merkittävässä määrin vedellä kyllästynyt maakerros ei johda merkittävästi vettä ja hapetta peittorakenteessa alaspäin. Maakerrosten kuivuminen tai rakoilu taas lisää veden ja hapen kulkeutumista ja voi moninkertaistaa kalvoon tulleesta reiästä läpi pääsevän happivuon.

Maakerrokset sijaitsevat 1:3 kaltevuuden luiskissa. Maakerros on ominaisuuksiltaan vaihtelevanlaatuista eikä sitä tiivistetä koneellisesti sen asentamisen jälkeen. Muovikalvon päällä on salaojamatosta tehty kuivatuskerros ja murskekerros, jotka molemmat poistavat rakenteeseen kertyvää vettä. Todennäköisesti mineraalimaakerros on siten harvoin veden kyllästävässä tilassa eikä tule toimimaan merkittävässä määrin etenkin hapen kulkeutumista merkittävästi rajoittavana rakenteena.

Reunaluiskien kaltevuus ja niille tuleva kasvillisuus sekä kuivatuskerrokset sen sijaan edesauttavat sitä, että maakerros kuivuu nopeasti ja rajoittaa siten suotoveden määrää tehokkaasti, vaikka kalvon ominaisuudet ajan kuluessa heikkenevätkin.

Talviaikaan jäätyneessä pintamaakerroksessa ei kulkeudu vettä. Myös hapen kulkeutuminen vähenee olennaisesti, jos jäätyminen tapahtuu koko maakerroksessa. Pintamaan routimis-sulamissyklit voivat aiheuttaa pintamaiden liikkumista ja rakoilua. Mitä ohuemat maakerrokset kalvon päällä ovat, sitä suurempi vaikutus suojakerroksen kuivumisella ja jäätymisellä voi olla peittorakenteen toimivuuteen. Hakemuksessa on esitetty keskimääräisiä roudan syvyyksiä Kainuussa, ja syvimmillään routa on esitetyllä avoimen alueen mittauspaikalla ulottunut yli 600 mm:n syvyydelle vuosijaksolla 1981–2010. Paksumpi lumipeite vähentää roudan syvyyttä. Ilmastonmuutoskenaarioiden perusteella voidaan arvioida, että pitkällä aikavälillä roudan syvyys voi Pohjois-Suomessa ja Kainuussa ohentua talviaikaisten lämpötilojen noustessa, mutta samalla lumipeitteen suojaava vaikutus voi vähentyä. Sivukivialueet ovat maastonmuodoltaan sellaisia, että ainakin osilla lakialueita talviaikainen tuulen aiheuttama lumieroosio voi pitää laajojakin alueita lumettomina.

Kalvon päällä olevien kerrosten toimivuus ja riittävyys on keskeisessä asemassa, kun koko peittorakenteen pitkäaikaista kestävyyttä arvioidaan. Myös hakemuksessa on todettu, että oletettavimmat peittorakenteiden rikkoontumiset liittyvät harvoin itse kalvon kulumiseen luontaisista syistä, vaan esimerkiksi suojakerroksen eroosioon ja suojakerroksen läpi kalvoon tuleviin vaurioihin. Huonoimmassa tapauksessa kalvoon tulee reikiä jo asennusvaiheessa, minkä vuoksi on erittäin tärkeää kiinnittää huomiota huolelliseen rakentamistyöhön kalvon vaurioitumisen ehkäisemiseksi. Tämä on otettu huomioon annettaessa laadunvalvontaa koskevia lupamääräyksiä. Lupamääräyksiin on myös varmistettu, että LLDPE-kalvon yläpuolista rakennetta avataan peittorakenteen suojakerrosten toimivuuden ja kunnon havainnoimiseksi.

Hakemuksessa on esitetty yhteensä 700 mm paksua kerrosta (200 mm kalliomursketta + 500 mm kitkamaita) vähimmäispaksuutena LLDPE-kalvon ja salaojamatton päällä. Hakemuksen perusteella sylinterikokeet 700 mm:n suojakerroksen riittävydestä kalvon päällä osoittavat, että rakentamisaikana käytössä olevia työkoneita vastaavilla kuormilla kalvoon ei ole tullut reikää kyseisen testin kesto aikana.

Suunnitelman mukaan sivukivitäytön laella ja luiskissa suojageotekstiili asennetaan LLDPE-kalvon alapuolelle, ja kalvon päällä on salaojamatto ennen kalliomursketta ja pintamaakerrosta. Hakemukseen liitetyn työselostuksen mukaan InfraRYL:n ohjeiden mukaan pyöräkoneilla liikuttaessa suojakerrosta olisi oltava kalvon tai salaojamatton päällä vähintään 1000 mm. Hakija on hakemuksen täydennyksessä kuitenkin todennut, että InfraRYL:ssä esitetyt vaatimukset suojakerroksen paksuudesta eivät huomioi rakenteessa käytettävien suojageotekstiilien vaikutusta.

Työnaikainen työkonien kuormitus rakenteen päällä on tilapäistä ja toteutetaan välttämättömin toimenpitein mahdollisimman varoen ja mahdollisimman kevyillä työkonilla, eikä valmiin pintamaakerroksen päällä ole lähtökohtaisesti tarvetta liikkua yhtä raskailla työkonilla ja muutoin-

kin myöhempää liikkumista alueella työkoneilla tulee välttää. Aluehallintovirasto arvioi, että työnaikainen kalvon vaurioituminen työkoneiden kuorman vaikutuksesta voidaan todennäköisesti ehkäistä noudattamalla hakemuksen mukaista suojakerrospaksuutta ja välttämällä hakemuksen mukaisesti tarpeetonta liikkumista raskailla koneilla rakenteen päällä sekä varmistamalla muutoin huolellinen rakentamistapa. Edempänä sanotusti kalvon yläpuolisen suojakerroksen paksuudella on kuitenkin olennainen ja merkittävä vaikutus peittorakenteen luotettavuuteen ja toimivuuteen rakentamisvaiheen jälkeen hyvin pitkällä aikavälillä, mikä on otettu asian ratkaisussa huomioon.

Ympäristönsuojelulain 20 §:n mukaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavassa toiminnassa on periaatteena, että 1) menetellään toiminnan laadun edellyttämällä huolellisuudella ja varovaisuudella ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi sekä otetaan huomioon toiminnan aiheuttaman pilaantumisen vaaran todennäköisyys, onnettomuusriski sekä mahdollisuudet onnettomuuksien estämiseen ja niiden vaikutusten rajoittamiseen (*varovaisuus- ja huolellisuusperiaate*); ja 2) noudatetaan ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi tarkoituksenmukaisia ja kustannustehokkaita eri toimien yhdistelmiä (*ympäristön kannalta parhaan käytännön periaate*).

Aluehallintovirasto toteaa, että ympäristönsuojelulaissa säädetty ja oikeuskäytännössäkin laajasti hyväksytty varovaisuusperiaate sekä edellä sanotut perusteet huomioon ottaen sivukivialueen KL1 hakemuksen mukaisen peittorakenteen toimivuuteen ja riittävyteen ympäristön pilaantumisen vaaran ehkäisemiseksi hyvin pitkälläkin aikavälillä jää epävarmuuksia ja riskejä. Kalvon vaurioitumisriskin pienentämisellä paksuntamalla kalvon päällä olevan maakerrosta on keskeinen merkitys peittorakenteen pitkäaikaisen toimivuuden ja ympäristön pilaantumisen vaaran ehkäisemisen sekä riskien ennalta ehkäisemisen kannalta. Aluehallintovirasto arvioi tämän johdosta, että hakijan esittämää peittorakennetta ei ole mahdollista hyväksyä hakemuksen mukaisena tiivisrakenteen yläpuolisen pintamaakerrospaksuuden osalta.

Roudan syvyys on Kainuussa avoimella alueella ulottunut enimmillään 10 cm:n päähän hakemuksessa esitetyn peittorakenteen kuivatus- ja tiiviskerroksesta. Vaikka ilmastonmuutoskenaarioiden mukaan on mahdollista, että routiminen vähentyy tulevaisuudessa lämpötilojen noustessa, on myös mahdollista, että lumipeitteen vähentyessä routa ulottuu vähintään yhtä syvälle kuin aiemmin. Jäätymis-sulamissykliä ulottuminen lähelle peittorakenteen toiminnan kannalta keskeisintä rakennekerrosta lisää riskiä itse rakenteen vaurioitumisesta sekä veden ja hapen kulkeutumisesta kalvon läpi yläpuolisten maakerrosten mahdollisen rakoilun seurauksena. Hakemuksessa on todettu, että jäätymis-sulamissykliä ei tiedetä vaikuttavan merkittävässä määrin LLDPE-kalvon tiiveysominaisuuksiin, ja että tehtyjen havaintojen perusteella routa ei ulotu ainakaan vuosittain kalvoon asti. Aluehallintovirasto toteaa kuitenkin, että rakenteen mahdollinen jäätyminen ja sulaminen saattaa pahentaa kalvossa jo mahdollisesti olevia vaurioita, ja roudan vaikutuksien

osalta rakenteen toimivuuteen jää epävarmuutta esitetyllä suojakerrospaksuudella.

Pintamaakerros on hakemuksessa esitetty rakennettavaksi 500 mm:n paksuisena kerroksena kitkamaista ja tarvittaessa turpeesta kasvittumisen edistämiseksi. Hakemuksen mukaan peittorakenteen pintamaakerros on suunniteltu sen verran ohueksi ja niukkaravinteiseksi, että se suosii matalajuuristen kasvien kasvua. Kasvittaminen tehdään matalajuurisilla kasveilla ja puustoa poistetaan tarvittaessa määrävälein. Aluehallintovirasto arvioi, että kasvukerrokseen voi kuitenkin levitä syvempijuurista kasvillisuutta myös luontaisesti alueen lähiympäristöstä. Hakemuksessa on mainittu erään koerakenteen avaus ja todettu, että männyn pääjuuri kasvoi pintakerroksessa sivusuuntaan eikä koerakenteen HDPE-kalvossa ollut reikiä. Yksittäisestä ja suhteellisen lyhyen aikaa kentällä olleen koerakenteen avauksesta ei kuitenkaan voida luotettavasti päätellä, että sivukivialueelle KL1 kasvavan kasvillisuuden juuristolla ei olisi mahdollisia haittavaikutuksia LLDPE-kalvoon esitetyillä pinta- ja pintamaakerroksilla. Hakemuksessa esitetty pintamaakerros on aluehallintoviraston näkemyksen mukaan suhteellisen ohut, minkä vuoksi on mahdollista, että kasvien juuristo voi paikoitellen yltää tiivis-kerrokseen asti. Juuristo voi heikentää salaojamatonta toimintaa ja pahentaa LLDPE-kalvossa jo mahdollisesti olevia vaurioita. Kasvillisuuden juuriston mahdollisesti aiheuttamia vaurioita pystyttäisiin tarkkailulla tehokkaasti havaitsemaan vielä satojen vuosien päästä. Ottaen huomioon, että kalvorakenteen toimivuus suunnitellulla tavalla tulee varmistaa erittäin pitkäksi aikaa, peittorakenteen on oltava lähtökohtaisesti niin paksu, että kasvukerrokseen leviävien runsas- ja syväjuuristenkin kasvien aiheuttama haitta rakenteen toimivuudelle jää vähäiseksi ja epätoennäköiseksi.

Näin ollen aluehallintovirasto on määrännyt, että kalvorakenteen päällä oleva suojakerros on toteutettava hakemuksessa esitettyä paksumpana. Paksumpi 800 mm:n pintamaista koostuva suojakerros lisää suojavaikutusta routimis-sulamissykliä sekä pintamaakerrokseen kasvavan kasvillisuuden juuriston haittavaikutuksilta ja vähentää muista ulkoisista kuormituslähteistä aiheutuvien vaurioiden riskiä. Edellä todetusti sivukivialueen peittorakenteessa on kyse hyvin pitkäaikaisesta rakenteesta, jonka toimivuudesta on voitava varmistua riittävällä luotettavuudella erittäin pitkällä aikavälillä, myös kaivostoiminnan kokonaan loppumisen jälkeen. Sivukivitäytössä suotovesien muodostumisen uudelleen käynnistyminen on mahdollista satojen vuosien ajan.

Varovaisuusperiaate huomioon ottaen aluehallintovirasto on määrännyt LLDPE-kalvon yläpuolelle tulevan suojakerroksen rakennettavaksi 300 mm paksumpana kuin hakemuksessa on esitetty, jolloin LLDPE-kalvon ja salaojamatonta päälle tulevan suojaavan mineraalisen kerroksen paksuus on yhteensä 1000 mm. Pintamaakerroksen yläosassa voidaan käyttää kitkamaiden lisäksi turvetta, joka parantaa kasvittumista.

Kalvon yläpuolelle suojakerrokseen määrätty lisäpaksuus arvioidaan riittäväksi luvan myöntämisen edellytysten täyttymiseksi ja parhaan käyttökelpoisen tekniikan soveltamiseksi peittorakenteessa.

Aluehallintovirasto tuo tässä yhteydessä esille vertailun vuoksi Pohjois-Suomen aluehallintoviraston 20.12.2022 antaman Pyhäsalmi Mine Oy:n Pyhäsalmen kaivoksen toimintaa koskevan lupapäätöksen nro 166/2022, jonka lupamääräysten 36 ja 37 mukaisesti suljettavien rikastushiekka-altaiden B ja D päälle on määrätty rakennettavaksi seuraava pintarakenne:

- vähintään 500 mm:n paksuinen tiivistyskerros mahdollisimman tiiviiksi tiivistetystä hienoainesmoreenista, jonka vedenläpäisevyys optimitiiveysasteessa on enintään 5×10^{-9} m/s
- vähintään 900 mm paksuinen pintakerroksen alaosa hienoainesmoreenista
- vähintään 100 mm paksuinen kasvukerros, joka on kasvitettava viipymättä.

Yllä mainittu pintarakenne on päätöksessä määrätty Pyhäsalmi Mine Oy:n hakemuksesta poiketen huomattavasti paksummaksi. Rakenteen paksuutta tiivistyskerroksen yläpuolella on perusteltu päätöksessä muun muassa seuraavasti: *"Sulkemisrakenteille annetut vaatimukset on asetettu siten, että toiminnasta ei ennalta arvioiden pitkäänkään ajan kuluttua sen loppumisesta aiheudu pilaantumista. Rakenne on keskeinen rikkipitoisten mineraalien hapettumisen ja metallien liukemisen rajoittamisessa sekä merkittävä tekijä likaantuneiden suotovesien määrän vähentämisessä. Pintarakenne ei ole kuitenkaan täysin vesitiivis, joten toiminnassa tulee muodostumaan aktiivista käsittelyä edellyttäviä suotovesiä vuosien ajan. Vastaavasti myös suotovesien pumpaukset ja suojapumppaukset tulee olla käytössä sulkemisvaiheessa ja myös jälkihoitovaiheen alkuaikana."* - - *"Runsasrikkisen rikastushiekan laatu huomioon ottaen jätealueiden sulkemisrakenteeksi on määrätty hakemusta paksumpi tiivistyskerros, joka tehokkaasti vähentää suotovesimäärää."* - - *"Sulkemisrakenteen on toimittava huoltovapaana satoja vuosia. Koko rakenteen routiminen löyhentää moreenia ja voi lisätä hapen kulkeutumista rakenteen läpi. Näin ollen rakenteen toteuttamisessa on olennaista, että alempi tiivistysrakenne on pääosin routarajan alapuolella. Tämän vuoksi rakenteen kokonaispaksuutta on määräyksellä lisätty hakemuksessa esitetystä."* Vaasan hallinto-oikeus on päätöksellään 6.8.2024 nro 952/2024 hylännyt aluehallintoviraston päätöksestä tehdyn valituksen eikä ole muuttanut pääasiaratkaisua. Sulkemisrakenteen riittävyys on ollut asian yhtenä valitusperusteena. Aluehallintoviraston päätös nro 166/2022 on tullut lainvoimaiseksi 14.4.2025 korkeimman hallinto-oikeuden hylättyä valituslupahakemuksen.

Ottaen huomioon myös yllä mainitun päätöksen perustelut aluehallintovirasto on määrännyt tässä päätöksessä sivukivialueen KL1 peittorakenteeseen vastaavan paksuisen 1000 mm:n suojakerroksen, jonka arvioidaan olevan riittävä suojaamaan alapuolista tiivistysrakennetta muun muassa routimiselta.

Sivukivialueen peittorakennetta on käytännössä mahdollista korjata tai täydentää myöhemmin, jos rakenteeseen tulee vaurioita tai sen havaitaan toimivan suunniteltua heikommin. Sivukivialueen sulkemisen ja peittorakenteen periaatteet on kuitenkin ratkaistu tässä päätöksessä siitä lähtökohdasta, että rakenne, jolle luvan myöntämisen edellytykset tutkitaan, on pysyvä. Näin ollen hyväksytyn rakenteen toimiessa suunnitellulla ja luvan mukaisella tavalla ei lähtökohtaisesti aiheudu ympäristön pilaantumista tai ympäristön pilaantumisen vaaraa ja siitä johtuvaa tarvetta peittorakenteen merkittävään korjaamiseen myöhemmässä vaiheessa. Suojakerrospaksuuden kasvattaminen ei poista kokonaan kalvon vaurioitumisen riskiä eikä muuta sitä tosiseikkaa, että kalvon käyttöikä ja vedenpitävyys heikentyy ja loppuu väistämättä joskus käytetyn kalvon paksuudesta riippumatta, mutta paksummalla suojakerroksella voidaan sen sijaan merkittävästi vähentää rakenteen vaurioitumisen ja ympäristön pilaantumisen riskiä niin sivukivialueen sulkemisen alkuvaiheessa kuin sulkemisen jälkeen pitkällä aikavälillä.

Aluehallintovirasto arvioi ennalta, että tämän päätöksen mukaisella peittorakenteella sivukivialueen KL1 rakennusvaiheista 1–6 ei niiden sulkemisen jälkeen todennäköisesti aiheudu ympäristön merkittävää pilaantumista tai sen vaaraa.

Peittorakenteen toimivuuden varmistamiseksi rakennetta tulee tarkkailla hyväksytyn tarkkailuohjelman ja tämän päätöksen mukaisesti pitkään sulkemisen jälkeen.

Päästöt ja vaikutukset pintavesiin

Sivukivialueelta KL1 kertyvät suotovedet, tiiviin pohjarakenteen alapuoliset vedet sekä likaantuneet hulevedet johdetaan sivukivialueen sulkemisen jälkeen käsittelyyn tai prosessikiertoon nykyisellä tavalla niin kauan kuin on tarvetta. Sivukivialueen sulkemisen jälkeenkin vain puhtaita vesiä voidaan johtaa ympäristöön. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemisesta ei ennalta arvioiden aiheudu lisäpäästöä vesistöön verrattuna nykyiseen tilanteeseen. Aluehallintovirasto on antanut sivukivialueelta johdettavien eri vesijakeiden osalta tarvittavat määräykset pilaantumisen ehkäisemiseksi.

Sivukivialueen KL1 sulkemisen jälkeen rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen päältä tulevat sade- ja sulamisvedet johdetaan imeytyskentälle tai laskeutusaltaisiin, joista ne voidaan johtaa puhtaina vesistöön tai tarvittaessa vesienkäsittelyyn. Peitettyä sivukivialueelta kertyvät puhtaat hulevedet johdetaan imeytyskentän tai laskeutusaltaiden kautta Talvijoen ja Tuhkajoen suuntaan noin 200 hehtaarin alueelta. Pintavesien johtaminen kasvattaa Oulujoen vesistöalueella Talvijoen valuma-alueita ja virtausmäärää 3 % ja Tuhkajoen 1 % sekä Vuoksen vesistöalueella Kivijoen ja Sopenjoen valuma-alueita 0,7–1 %.

Tässä päätöksessä on jätetty tutkimatta rakennusvaihetta 7 koskeva peittorakenne, joten myöskään rakennusvaiheelta 7 kertyvien puhtaiden pintavesien johtamisesta sulkemisen jälkeen ei ole annettu ratkaisua.

Hakemuksen mukaan rakennusvaiheelta 7 pintavedet johdettaisiin viivästysaltaaseen, josta edelleen laadun perusteella joko vesistöön tai vesienkäsittelyyn.

Peittorakenteen pintamaakerroksessa käytetään hakijan mukaan ainoastaan puhtaita maamassoja. Maamassojen puhtauden varmistamiseksi aluehallintovirasto on määrännyt, että pintamaakerroksessa käytettävien maa-ainesten haitallisten aineiden pitoisuuksien on alitettava valtioneuvoston asetuksen (214/2007) liitteen mukaiset alemmat ohjearvot. Puhtaista maa-aineksista ei näin ollen ennalta arvioiden aiheudu vesistöön merkittävää haitallisten aineiden kuormitusta peittorakenteen päältä johdettavien vesien mukana.

Puhtaiden vesien tavoitepitoisuudet ja hakijan perustelut

Hakemuksessa on esitetty, että sivukivialueen peittorakenteen päältä kertyvät sade- ja sulamisvedet voitaisiin johtaa vesistöön, kun vesien pitoisuudet ovat seuraavien raja-arvojen mukaisia tai pienempiä: nikkeli 100 µg/l, sinkki 500 µg/l, uraani 10 µg/l ja sulfaatti 200 mg/l. Pitoisuusarvot on esitetty hakemuksessa tavoitepitoisuuksina.

Hakija on perustellut esittämiään tavoitepitoisuuksia antamassaan selityksessä Järvi-Suomen kalatalouspalveluiden lausuntoon. Selityksen mukaan: *”Terrafamen esittämät tavoitepitoisuudet peittorakenteen päältä tuleville hulevesille ja pohjarakenteen alapuolisille luontoon johdettaville vesille perustuvat yhtiön sulkemisen jälkeiseen tavoitteeseen, 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 vesipuitedirektiivin (2000/60/EY) mukaiset valtioneuvoston asetuksessa 1022/2006 esitetyt vaarallisten ja haitallisten aineiden laatu-normit eivät ylitä. Suomen ympäristökeskus on esittänyt uusista asetukseseen lisättävistä aineista kuten sinkin ja sulfaatin osalta raja-arvoja. Terrafame katsoo, että yhtiön esittämät tavoitepitoisuudet ovat linjassa Suomen ympäristökeskuksen esityksen kanssa. Terrafame korostaa, että ympäristöön johdettavien pinta- ja rakenteiden alapuolisia vesiä tarkkaillaan ja nämä mahdollisesti johdetaan yhtiön vesienkäsittelyyn, jos tavoitepitoisuudet eivät alitu. [...] Terrafame toteaa pH:n raja-arvon osalta, että yhtiön pH-tason tavoitteena on, että vesimuodostumien fysi-kaalis-kemiallinen tilaluokka säilyy vähintään ennen toiminnan aloittamista valinneella tasolla.”*

Lupapäätöksessä nro 87/2022 annetut määräykset koskien likaantumattomia vesijakeita ja niiden johtamista:

Terrafame Oy:n Sotkamon kaivos- ja metallituotantoa koskevassa täytäntöönpanokelpoisessa ympäristö- ja vesitalousluvassa nro 87/2022 on annettu määräys puhtaiden sade-, sulamis- ja valumavesien erottamisesta likaantuneista vesistä, vesien johtamisesta ja vesien likaantumattomuuden osoittamisesta sekä likaantuneiden vesien johtamisesta. Päätöksen lupamääräykset 11 ja 12 kuuluvat seuraavasti:

”11. Toiminta-alueella muodostuvat puhtaat sade-, sulamis- ja valumavedet ja muut vedet, joista ei aiheudu päästöjä tai ympäristön pilaantumisen vaaraa, on erotettava likaantuneista vesistä ja johdettava ojituksilla, viemäreillä tai kanaaleilla vesienkäsittelyjärjestelmien ohi vesistöön, noroon, ojaan tai maastoon.

Kyseisten vesien likaantumattomuus on tarvittaessa osoitettava vedenlaatuselvityksin ja -mittauksin Kainuun ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla.

12. Kaivannaisjätteiden jätealueiden, kaatopaikkojen ja pintamaiden läjitysalueiden likaantuneet suoto- ja valumavedet, Kuusilammen avolouhoksen kuivanapitovedet, tehdastoimintojen prosessijätevedet, tehdasalueen ja muiden alueiden likaantuneet hulevedet, ensimmäisen ja toisen vaiheen liuotusalueiden ympäriltä ja muilta alueilta kerättävät pohjaveden suojapumppausvedet sekä muut toiminnan seurauksena likaantuneet vedet on palautettava prosessivedeksi, johdettava liuoskiertoon tai käsiteltäväksi keskuspuhdistamolla ja/tai muissa vesienkäsittely-yksiköissä.”

Aluehallintovirasto toteaa, että yllä mainitut lupamääräykset 11 ja 12 huomioon ottaen tässä sivukivialueen KL1 sulkemista koskevassa päätöksessä ei ole tarpeen antaa tarkempia määräyksiä tai erillisiä tavoite- tai raja-arvoja peitetyn sivukivialueen KL1 rakennusvaiheilta 1–6 vesistöön johdettaville puhtaille vesijakeille. Ottaen huomioon, että koko toimintaa koskevan pääluvan muutoksenhaku on vireillä korkeimmassa hallinto-oikeudessa, erillisten laatuksien asettaminen tässä päätöksessä sivukivialueelta johdettavien pintavesien osalta voisi johtaa myös valvonnan kannalta epäselvään tilanteeseen.

Kun sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen päältä tulevien sade-, sulamis- ja muiden valumavesien osalta noudatetaan täytäntöönpanokelpoista lupapäätöstä nro 87/2022, vesistöön johdettavien vesien likaantumattomuus on tarvittaessa pystyttävä osoittamaan vedenlaatuselvitysten ja -mittausten perusteella Kainuun ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla.

Aluehallintovirasto toteaa, että hakemuksessa esitetyt tavoitepitoisuudet ovat korkeita verrattuna vesistössä todettuihin pitoisuustasoihin tai käsiteltyjen jätevesien pitoisuusraja-arvoihin vesistöön johdattaessa. Aluehallintovirasto korostaa, että tällä päätöksellä on sallittu vain likaantumattomiksi todettujen vesien johtaminen vesistöön, eikä hakijan hakemuksessa esittämiä tavoitepitoisuuksia ole hyväksytty. Vesijakeiden likaantumattomuuden osalta peittorakenteen päältä tulevien vesien laatu tulee verrata vesistössä todettuihin pitoisuustasoihin sen varmistamiseksi, että johdettavat vedet eivät aiheuta ympäristön pilaantumista.

Kun imeytyskentältä tai laskeutusaltaista johdettavat vedet ovat ympäristöluvan nro 87/2022 lupamääräyksen 11 mukaisesti puhtaita, peittorakenteen päältä tulevat vedet eivät ennalta arvioiden aiheuta merkittävää ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa Talvijoen, Tuhkajoen, Sopenjoen tai Kivijoen tai niiden alapuolisessa vesistössä.

Vaikutus vesistön virtaamiin ja valuma-alueisiin

Puhtaiden pintavesien johtamisella sivukivialueelta KL1 vesistöön edellä mainitulla tavalla ei myöskään arvioida olevan merkittävää vaikutusta purkuvesistöjen virtaamiin ja sitä kautta vesistöjen veden laatuun tai ekologiseen ja kemialliseen tilaan.

Vaikutus kaivoksen vesienhallintaan

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkeminen pidemmällä aikavälillä vähentää prosessikiertoon tai käsittelyyn johdettavien happamien ja metallipitoisten suotovesien muodostumista sivukivitäytössä ja parantaa suotovesien laatua vähentämällä metallien liukenemista sivukivestä, jolloin kaivosalueella vapautuu kapasiteettia muiden huonolaatuisten vesien käsittelyyn. Hakemuksen suotovesimallinnuksen mukaan arvioitu suotoveden määrä kokonaan suljetun sivukivialueen KL1 rakennusvaiheilta 1–6, kun peittorakenne läpäisee enintään 5 % vuosisadannasta, on noin 57 000 m³ vuodessa. Vuonna 2024 suotovesiä kerättiin sivukivialueelta KL1 vesienkäsittelyyn noin 494 000 m³. Kun peittorakenteen päältä tulevat vedet ovat hyvälaatuisia ja ne voidaan johtaa laskeutusaltaiden ja imeytyskentän kautta vesistöön, ne eivät myöskään kuormita kaivoksen vesienhallintaa.

Aluehallintovirasto arvioi edellä sanotun perusteella, että sivukivialueen KL1 sulkeminen parantaa Sotkamon kaivos- ja metallituotannon vesienhallintaa ja vähentää kokonaisuutena vesistön pilaantumisen vaaraa.

Päästöt ja vaikutukset maaperään ja pohjavesiin

Sivukivialueen KL1 sulkeminen vähentää happamien ja metallipitoisten suotovesien muodostumista sivukivitäytössä ja voi parantaa suotovesien laatua huomattavasti. Peittorakenteen rajoittaessa hapen ja veden kulkeutumista sivukivitäyttöön suunnitellulla tavalla heikkolaatuisten suotovesien muodostuminen sivukivialueella voi loppua jossain vaiheessa kokonaan. Näin ollen aluehallintovirasto arvioi ennakolta, että sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkeminen tämän luvan mukaisesti vähentää jatkossa pohjavesien pilaantumisen riskiä, kun peittorakenne rakennetaan tämän päätöksen mukaisesti ja se toimii suunnitellulla tavalla.

Vesienhoitosuunnitelman huomioon ottaminen

Sivukivialueen KL1 suljettujen rakennusvaiheiden 1–6 pitoisuusraja-arvot täyttävien puhtaiden hulevesien johtamisella Oulujoen ja Vuoksen vesistöalueille ei hakemuksen perusteella ja ennalta arvioiden ole merkittävää vaikutusta vesistöjen ekologiseen tai kemialliseen tilaan. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkeminen ei muuta sivukivialueelta suotovesien johtamista ja vesienkäsittelyä tai koko kaivos- ja metallituotantoa koskevia jätevesipäästöjä ja niiden päästöraja-arvoja, eikä niiltä osin tapahdu muutoksia vesienhoitosuunnitelman tavoitteiden toteutumiseen. Sivukivialueen sulkeminen kuitenkin vähentää suotovesien muodostusta ja pienentää käsiteltävien vesien määrää, parantaa

Sotkamon kaivos- ja metallituotannon vesienhallintaa ja vähentää kokonaisuutena vesistön pilaantumisen vaaraa.

Tämän lupapäätöksen ja lupamääräysten mukaisesti toteutettuna sivukivialueen KL2 sulkeminen ei estä Oulujoen–lijoen vesienhoitoalueen tai Vuoksen vesienhoitoalueen vuosien 2022–2027 vesienhoitosuunnitelmien tavoitteiden toteutumista eikä hidasta niiden saavuttamista.

Melu ja tärinä

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemistöistä ei ennalta arvioiden aiheudu sellaista melua tai tärinää, joka poikkeaisi sivukivialueen rakentamisen ja täytön aikaisesta melusta ja tärinästä. Peittorakenteiden rakentamisaikainen melu ja tärinä ovat tilapäisiä, ja sulkemISRakenteiden valmistuttua sivukivialueella KL2 ei tehdä merkittävästi melua tai tärinää aiheuttavia toimia. Sulkemisen johdosta sivukivialueella toimimisesta ympäristöön aiheutuva melu ja tärinä sekä siitä mahdollisesti aiheutuva haitta vähenee.

Päästöt ilmaan ja vaikutukset ilmanlaatuun

Peittämättömästä sivukivialueesta KL1 voi aiheutua pölyämistä ja pölyhaittaa alueen lähiympäristössä. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkeminen peittorakenteella vähentää ennalta arvioiden merkittävästi sivukivialueesta aiheutuvaa pölyämistä. Suljetun alueen kasvukerroksen kasvittaminen mahdollisimman nopeasti on tärkeää maa-aineksisista aiheutuvan pölyämisen vähentämiseksi, mikä varmistetaan lupamääräyksillä. Sulkemistoimenpiteistä ja peittorakenteella suljetusta sivukivialueesta, joka on päätöksen mukaisesti kasvitettu, ei ennalta arvioiden aiheudu merkittävää pölyämistä ja siitä johtuvaa ympäristön pilaantumista, terveyshaittaa tai kohtuutonta rasitusta.

Vaikutukset luontoon ja suojeluarvoihin

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkeminen ei hakemuksen perusteella vaikuta merkittävästi alueen ympäröivään luontoon ja suojeluarvoihin. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemistöillä ei ole vaikutuksia toisella sivukivialueella KL2 todettuun rotkokehräjäkälän rauhoitettuun esiintymään. SulkemISRakenteiden toteuttamisen jälkeen sivukivialueen KL1 alueelle pääsee palaamaan alueelle soveltuva kasvillisuus- ja eliölajisto. Tältä osin sulkemisella on positiivisia luontovaikutuksia avoimena olevaan sivukivialueeseen nähden. Lupamääräyksillä on pyritty edistämään luonnon monimuotoisuuden lisäämistä suljetun sivukivialueen alueella. Peittorakenteen kasvukerroksen kasvittaminen ja alueen maisemointi on mahdollista toteuttaa siten, että se hyödyttää pitkällä aikavälillä monipuolisesti eri eliölajeja.

Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT)

Kaivannaisjätteiden hallinnan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskeva vertailuasiakirja ”Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries”

(MWEI BREF) on julkaistu vuonna 2018. Hakemuksen perusteella sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemissuunnitelma noudattaa kaivannaisjätteiden hallinnan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita.

Hakemuksen mukaan sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenne on suunniteltu pohjautuen riskipohjaiseen arviointiin. Suunnitelman perusteella tavoitteena on happamien suotovesien muodostumisen estäminen pitkällä aikavälillä, joka minimoi pohjaveden ja maaperän pilaantumisen vaaran, puhtaiden pintavesien johtaminen hallitusti ympäristöön, sekä sivukivialueen sulkeminen turvallisuuskohdat huomioiden ottaen. Hakijan arvio on, että sulkemisen rakenne on suunniteltu toimialaa koskevien parhaiden käytänteiden mukaisesti asianmukaisen riskipohjaisen arvioinnin pohjalta.

Kaivannaisjätteiden hallinnan BAT-päätelmä 38 koskee kaivannaisjätteiden sijoitusalueiden peittämistä. Päätelmässä on kuvattu kaivannaisjätteen sijoitusalueiden peittämiseen liittyviä tekniikoita pohjaveden laadun heikkenemisen ja maaperän pilaantumisen ehkäisemiseksi tai vähentämiseksi. BAT-päätelmän tekniikoilla voidaan lisätä kaivannaisjätteen sijoitusalueiden lyhyt- ja pitkäaikaista vakavuutta sekä vähentää jätealueiden hajuhaittoja sekä päästöjä pintavesiin ja ilmaan, kuten pölypäästöjä. Valittava tekniikka riippuu läjitettävän jätteen laadusta.

BAT-päätelmä 38a koskee kaivannaisjätteiden jätealueiden vaiheittaista sulkemista. Sulkemisen aloittaminen sivukivialueella KL1 vaiheittain jo toiminnan aikana on BAT-päätelmän mukaista.

Hakemuksessa esitetty peittorakenne on BAT-päätelmän 38e mukainen useista toiminnallisista kerroksista koostuva rakenne, joka rajoittaa hapen ja sadeveden kulkeutumista kaivannaisjätteeseen. BAT-päätelmän mukaan tekniikassa kuvattujen peittokerrosten käytettävyyden riippuu useista tekijöistä, kuten kohteen sijainnista ja sääolosuhteiden kausiluontoisesta vaihtelusta (esim. routa-/sulamisjaksojen tai märkien/kuivien kausien vaihtelu) sekä peittomateriaaleina käytettävien materiaalien ominaisuuksista ja saatavuudesta. Peittorakenteen toimivuus voi heikentyä ajan myötä tiiviskerroksen rakoilun seurauksena. Rakoilua voivat aiheuttaa esim. eroosio, routa, kuivuminen, epätasainen painuminen, juurien tunkeutuminen kerrokseen sekä eläinten tai ihmisten aiheuttamat häiriöt rakenteeseen. Rakoilua voi lisätä myös alhaisen vedenläpäisevyyden kerroksen kuivattaminen, joka voi johtaa hapen kulkeutumisen lisääntymiseen kaivannaisjätteeseen. BAT-päätelmässä esiin nostetut seikat on otettu huomioon peittokerrosta koskevassa luparatkaisussa ja lupamääräyksiä annettaessa.

BAT-päätelmän 38e mukaan rakenteessa käytetyn läpäisemättömän kerroksen vedenjohtavuuden tulee olla pienempi kuin 10^{-9} m/s. LLDPE-kalvo on käytännössä vesitiivis, joten se saavuttaa päätelmissä mainittu vedenläpäisevyydestason. Kalvossa ei myöskään tapahdu mineraalirakenteille tyypillistä kuivumista, rakoilua tai eroosiota. Lupamääräyksillä voidaan lisäksi ehkäistä kalvon vaurioitumisriskiä, jotta rakenteen vedenläpäisevyys pysyy mahdollisimman alhaisena. BAT-päätelmän

38c mukaisesti sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 kasvukerrokseen kylvetään matalajuurista kasvillisuutta alla olevan tiiviskerroksen rikkoontumisen ehkäisemiseksi.

BAT-päätelmän 38e mukaan läpäisemättömän ja alhaisen virtaaman kuivapeiton paksuus voi vaihdella 0,5 metristä 3 metriin. Hakemuksessa esitetty rakenne, jossa rakennusvaiheilla 1–6 kalvon ja salaojamaton päällä olisi 0,7 metriä peittokerrosta, on lähellä BAT-päätelmän mukaista minimipaksuutta. Ottaen huomioon sivukivialueen KL1 rakennusvaiheille 1–6 läjitetyn ja jatkossakin läjitettävän sivukiven laatu ja vaarominaisuudet sekä edempänä esitetyt perustelut roudan ja kasvillisuuden mahdollisesti aiheuttamista riskeistä, lupamääräyksellä on varmistettu, että sivukivialueen KL1 rakennusvaiheilla 1–6 peittokerros rakennetaan hakemuksessa esitettyä paksummaksi.

BAT-päätelmän 38e mukaan jälkihoitovaiheessa peittorakenteen toimintaa seurataan ja ylläpidetään niin kauan kuin on tarpeellista. Hakemuksen mukaan suljetun sivukivialueen tarkkailu sisällytetään Sotkamon kaivoksen ja metallituotannon tarkkailuohjelmaan, ja tarkkailua jatketaan niin kauan kuin on tarpeen.

Maaperään ja pohjavesiin kohdistuvia päästöjä seurataan ja tarkkaillaan BAT-päätelmän 40 mukaisesti. BAT-päätelmän 40 mukaan sulkemisvaiheen jälkeisessä jälkihoitovaiheessa tulee jatkaa tarkkailun toteuttamista, mukautettuna sulkemisvaiheen jälkeisiin erityispiirteisiin, niin kauan kuin tarpeellista, ottaen huomioon jäljellä olevien riskien ja vaarojen luonne ja kesto.

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 suotovedet kerätään ja johdetaan prosessikiertoon, käsittelyyn tai louhosjärveen sivukivialueen sulkemisen jälkeen, ja peittorakenteen päältä tulevat puhtaat hulevedet johdetaan laskeutusallas- tai imeytyskenttäkäsittelyn kautta vesistöön. Sivukivialue maisemoidaan kasvittamalla kasvukerros. Mahdollisesti myöhemmin tarvittavia passiivisia vesienkäsittelymenetelmiä ja vesienjohtamisjärjestelyitä sivukivialueelta kertyvien vesien osalta selvitetään hakemuksen mukaan tarkemmin Kuusilammen avolouhoksen yksityiskohtaisen sulkemissuunnittelun yhteydessä. Hakemuksen perusteella toiminta on BAT-päätelmien 42, 43, 45, 46, 47 ja 48 mukaista, niiltä osin kuin päätelmät ovat sovellettavissa sivukivialueen KL1 rakennusvaiheille 1–6.

Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheita 1–6 koskeva peittorakenne ja sulkemissuunnitelma on kokonaisuutena kaivannaisjätteiden hallintaa koskevien parhaiden käyttökelpoisten tekniikoiden ja BAT-päätelmien mukainen, kun sulkeminen toteutetaan suunnitelman ja tämän päätöksen mukaisesti.

Kaivannaisjätteen jätehuoltoa koskeva vakuus

Ympäristönsuojelulain 59 § (490/2022) edellyttää, että jätteen käsittelytoiminnan harjoittajan on asetettava vakuus asianmukaisen jätehuollon,

tarkkailun ja toiminnan lopettamisessa tai sen jälkeen tarvittavien toimien varmistamiseksi. Ympäristönsuojelulain 60 §:n mukaisesti vakuuden on oltava riittävä 59 §:ssä tarkoitettujen toimien hoitamiseksi ottaen huomioon toiminnan laajuus, luonne ja toimintaa varten annettavat määräykset.

Kaivannaisjätteistä annetun valtioneuvoston asetuksen 10 §:n (102/2015) mukaisesti kaivannaisjätteen jätealuetta koskevan vakuuden määrän arvioinnissa on sen lisäksi, mitä ympäristönsuojelulain 60 §:ssä säädetään, otettava huomioon jätealueen luokitus, sijoitetun jätteen ominaisuudet, maa-alueen tuleva käyttö ja muut asetuksen liitteessä 5 mainitut seikat. Lisäksi on otettava huomioon, että vakuudella katettavat toimet arvioi tai tekee muu kuin toiminnanharjoittaja tai viranomais.

Lupapäätöksessä nro 107/2023 määrätty kaivannaisjätevakuus

Sivukivialueen KL1 täytöntöönpanokelpoisen ja valituksenalaisen ympäristölupapäätöksen nro 107/2023 lupamääräyksessä 46, sellaisena kuin se kuuluu Vaasan hallinto-oikeuden päätöksellään nro 1739/2024 muuttamassa muodossa, on määrätty luvan saaja asettamaan kaivannaisjätteen jätealuetta koskeva vakuus, jonka suuruus on yhteensä 22 500 000 euroa lohkojen 3, 5 ja 6 sulkemisen osalta sekä 2 000 000 euroa lohkon 7 sulkemisen osalta.

Vakuus on määrätty vuosittain tarkistettavaksi lohkojen 3, 5 ja 6 osalta yksikkö hinnalla 35 euroa/m² ja lohkon 7 osalta yksikkö hinnalla 10 euroa/m² siten, että vakuus vastaa käytössä olevien ja samana vuonna käyttöön otettavien jätealueiden vakuuteen laskettavia toimenpiteitä.

Lupamääräyksen 46 mukaan luvan saaja voi hakea aluehallintovirastolta vakuuden vapauttamista joko kokonaan tai osittain ympäristönsuojelulain 61 §:ssä säädettyin edellytyksin. Vakuus vapautuu vasta, kun aluehallintoviraston päätös on tullut lainvoimaiseksi.

Hakijan esitys sivukivialueen KL1 kaivannaisjätevakuudesta

Terrafame Oy on esittänyt tässä hakemuksessa sivukivialueen KL1 sulkemista koskien, että sivukivialueen KL1 sulkeminen sisältyy päätöksen nro 107/2023 lupamääräyksen 46 mukaisesti asetettavaan vakuuteen. Vuonna 2024 sivukivialueella KL2 yhdeksän hehtaarin alueella tehdyissä peittorakenteen rakentamistöissä toteutunut kustannustaso oli hakijan mukaan 22,77 euroa/m² (alv 0 %).

Kaivannaisjätteen suotovesien käsittelemiseksi sulkemisen ja jälkihoiton aikana on asetettu 5 000 000 euron vakuus, eikä sivukivialueen KL1 vesienhallintaan ole hakijan mukaan tarvetta asettaa erillistä vakuutta.

Hakija on esittänyt, että vakuuksia tulee vapauttaa sulkemistöiden edessä suljettuihin pinta-aloihin ja yksikköhintaan perustuen. Hakijan esitys on, että peittorakenteen ylläpitoon ei ole tarpeellista jättää erillistä vakuutta.

Aluehallintoviraston arviointia vakuuden asettamisesta sivukivialueen KL1 sulkemisen osalta

Terrafame Oy on valittanut ja hakenut valituslupaa korkeimmalta hallinto-oikeudelta Vaasan hallinto-oikeuden 19.12.2024 antamasta päätöksestä nro 1739/2024, joka koskee sivukivialueen KL1 ympäristö- ja vesitalouslupaa nro 107/2023. Yhtenä valitusperusteena on muun ohella kaivannaisjätteen jätealueiden sulkemista koskeva vakuus. Ottaen huomioon edellä mainittu Vaasan hallinto-oikeuden päätöstä koskien korkeimmassa hallinto-oikeudessa vireillä oleva valituslupahakemus ja valitus aluehallintovirasto toteaa, että kaivannaisjätteen jätehuoltoa koskevaa vakuutta ei ole mahdollista tarkistaa tässä päätöksessä sivukivialueen KL1 osalta vireilläolovaikutuksen (lis pendens) vuoksi. Aluehallintovirasto ei voi käsitellä ja ratkaista samaa asiaa, joka on samanaikaisesti käsiteltävänä ja vireillä muutoksenhakutuomioistuimessa. Menettelemällä näin vältetään myös mahdolliset ristiriitaiset ratkaisut asiassa.

Aluehallintovirastossa on vireillä Terrafame Oy:n koko toimintaa koskeva sulkemissuunnitelma (PSAVI/16044/2024) ja jätehuoltosuunnitelma (PSAVI/16043/2024), joiden yhteydessä vakuuden riittävyttä tarkastellaan uudelleen.

Vakuuden vapauttaminen tulee arvioitavaksi vasta siinä vaiheessa, kun luvanhaltijan hakemus vakuuden vapauttamisesta tulee vireille. Näin ollen, ja edellä mainittu vireilläolovaikutus huomioon ottaen, tässä päätöksessä ei ole tarvetta erikseen arvioida myöskään sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 puuston poistolle tai muulle jälkihoidolle asetettavan vakuuden suuruutta.

Luvan myöntämisen edellytykset sivukivialueen KL1 yleissuunnitelman muutosten osalta

Altaan DP8 pohjarakenteen ja sijainnin muutos

Yleissuunnitelman perusteella molempien suotovesialtaiden (DP8 ja DP9) pohjarakenteissa tiivisrakenne koostuu altaan pohjalla ja luiskissa 2,0 mm:n HDPE-kalvosta, salaojamatosta, 1,5 mm:n HDPE-kalvosta ja bentoniittimatosta. Kainuun ELY-keskus on 26.9.2023 hyväksynyt (KAI-ELY/503/2022) Terrafame Oy:n toimittaman sivukivialueen KL1 lohkon 6 ja altaan DP9 rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelman. Hyväksymispäätöksen mukaan ympäristöluvan nro 107/2023 lupamääräyksessä 18 edellytetty DP9-altaan kaksoiskalvorakenteen välinen kuivatuskerros toteutetaan sekä luiskissa että altaan pohjalla salaojamatolla, jonka on todettu toimivan rakenteessa paremmin kuin aikaisemmin käytetty 300 millimetrin paksuinen kalliomurskeesta tehty kerros. Kainuun ELY-keskus on todennut päätöksessä, että suunnittelijan lausunnon sekä olemassa olevan tiedon perusteella altaan kaksoiskalvorakenteen toimivuuden kannalta salaojamatto on 300 millimetrin paksuista kuivatuskerrosta toimivampi ratkaisu. Suotovesiallas DP9 on rakennettu kyseisellä ELY-keskuksen hyväksymällä pohjarakenteella ja sama rakenne on esitetty altaaseen DP8 päivitettyssä yleissuunnitelmassa.

Tällä päätöksellä on hyväksytty salaojamaton käyttäminen suotovesialtaassa koko allasalueen osalta. Salaojamatto mahdollistaa yläpuolisen HDPE-kalvon vaurioiden havaitsemisen ja tarvittaessa myös käytönaikeisten sähköiseen havainnointiin perustuvien vuotokartoitusten tekemisen. Salaojamaton käyttö ei heikennä altaan ympäristönsuojelurakenteiden toimintaa.

Suotovesialtaan DP8 sijainnin muuttuminen on otettu tämän päätöksen lupaharkinnassa huomioon. Suotovesialtaan DP8 uusi sijainti tulee olemaan alueella, jossa aiemman yleissuunnitelman mukaan sijaitsi sivukivialueen KL1 lohko 7. Kairaustietojen perusteella DP8-altaan uusi sijainti on pehmeikköalueella, jossa on paikoitellen turvetta ja koheesiomaalajeja. Niiden alapuolella on kantava pohjamoreeni ja kallio. Toimintaa koskevan ympäristöluvan ja rakennussuunnitelmien mukaisesti pehmeät ja painuvat maakerrokset poistetaan alueelta ennen ympäristönsuojelurakenteiden toteuttamista. Myös uusi sijoituspaikka on siten soveltuva suotovesialtaan DP8 rakentamiseen. Alue sijaitsee kaivosalueen sisällä, eikä sen läheisyydessä ole häiriintyviä kohteita. Altaan sijoituspaikan vieressä on sen pohjois- ja koillispuolella Kuusilammen avoulouhos. Altaan luoteispuolella on Kuusilampi, joka kuivatetaan sivukiven läjitysalueen rakennusvaiheen 5 toteuttamisen yhteydessä. Muilta osin allas tulee ympäröidä kaivannaisjätteen jätealueilla. Altaan pohjan tiivisrakenne tehdään kahdella HDPE-kalvolla, mikä mahdollistaa yläpuolisen kalvon vuotojen havainnoinnin ja korjaamisen. Uusi sijoituspaikka on kokonaisuutena arvioiden vähintään yhtä sovelias kuin aiempi.

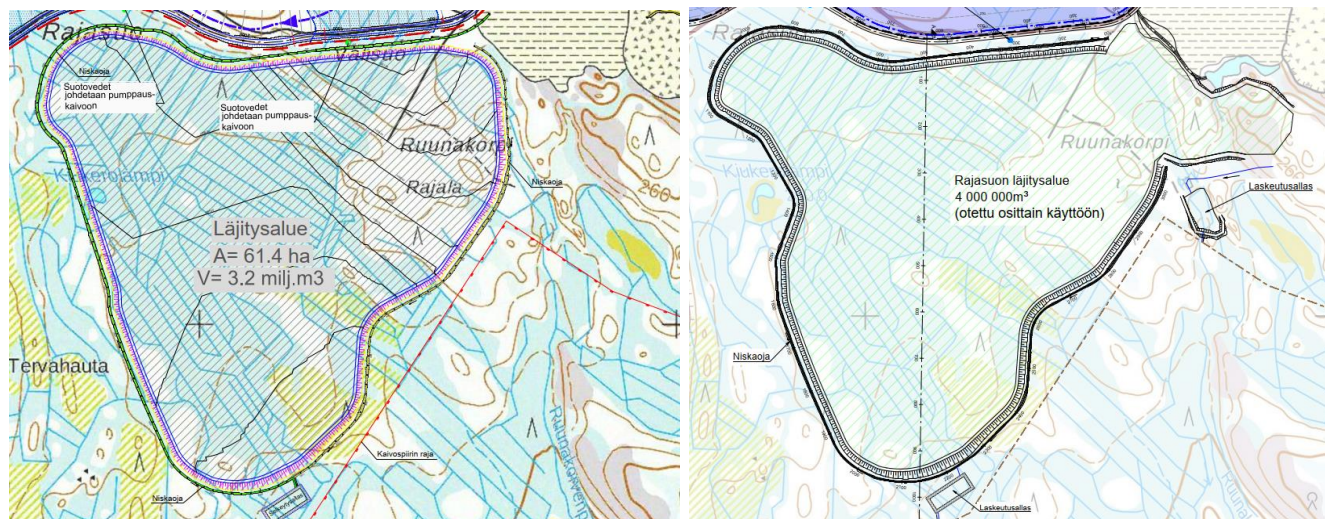
Aluehallintovirasto toteaa, että rakennettavan alueen soveltuvuus sivukivialueen käyttöön, mahdolliset luontoarvot huomioon ottaen, on arvioitu ja ratkaistu täytäntöönpanokelpoisessa päätöksessä nro 107/2023. Aluehallintovirasto arvioi, että luvan myöntämisen edellytykset myös suotovesialtaan DP8 muuttuneen sijainnin osalta täyttyvät ja allas voidaan rakentaa 31.7.2024 päivitetyn yleissuunnitelman periaatteiden mukaisesti siinä tarkoitettuun sijaintipaikkaan.

Rajasuon maankaatopaikan suunnitelman muutos ja laskeutusallas

Ympäristöluvassa nro 107/2023 myönnettiin lupa poikkeamiseen eräiden vesiluontotyyppien suojelusta koskien Rajasuon tilapäisen maankaatopaikan alle jäävän alle yhden hehtaarin suuruisen Kiukerolammen hävittämistä. Rajasuon maankaatopaikka on päivitetystä yleissuunnitelmasta pienentynyt länsireunasta siten, että läjitysalue kiertää Kiukerolammen. Aluehallintovirasto arvioi, että Kiukerolammen osalta yleissuunnitelman päivitys 31.7.2024 pienentää maankaatopaikan rakentamiseen ja toimintaan liittyviä haitallisia vaikutuksia, koska päivitetyn suunnitelman mukaan lampi ei jää enää maanläjityksen alle.

Päivitetyn yleissuunnitelman mukaan Rajasuon maankaatopaikkaa puolestaan laajennettaisiin läjitysalueen itäreunalta ympäristölupapäätöksen nro 107/2023 mukaisen aluerajauksen ulkopuolelle. Alueen lähe-

syyteen on suunniteltu lisäksi toinen laskeutusallas valumavesien käsittelyä varten. Karttatarkastelun perusteella Rajasuon maankaatopaikan itäpuolella kyse on suuntaa antavasti arvioituna vajaan viiden hehtaarin kokoisesta alueen laajentumisesta. Seuraavassa kuvassa on esitetty ympäristöluvan nro 107/2023 mukainen yleissuunnitelma (vasemmanpuoleinen kuva) sekä 31.7.2024 päivitetty yleissuunnitelma (oikeanpuoleinen kuva) Rajasuon maankaatopaikan osalta:



Nyt käsiteltävänä olleessa sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelmassa ei ole esitetty karttaesitystä ja yleissuunnitelmapiirustusta tarkempia tietoja Rajasuon maankaatopaikan muuttuvasta sijaintipaikasta ja sen olosuhteista.

Aluehallintovirastolla on ollut asiaa ratkaistaessa käytössä sivukivialueen KL1 ympäristö- ja vesitalouslupahakemuksen (PSAVI/4347/2020) hakemusasiakirjat. Lupahakemukseen on liitetty Sweco Oy:n tekemä luontoselvitys (7.10.2021), joka on kattanut Rajasuon maankaatopaikan myös siltä alueelta, jonne alueen muuttuva raja ulottuu yleissuunnitelman päivityksen mukaan. Luontoselvityksen perusteella kyseisellä alueella ei ole todettu huomionarvoisia luonnonarvoja tai suojelukohteita. Rajasuon maankaatopaikan aluerajauksen muutos alueen itäreunalla on myös suhteellisen pieni suhteessa ympäristöluvan mukaisen alueen koko pinta-alaan.

Tällä päätöksellä on hyväksytty sivukivialueen KL1 päivitetyn yleissuunnitelman mukainen Rajasuon maankaatopaikan aluerajauksen muuttuminen ja maankaatopaikan uuden laskeutusaltaan rakentaminen yleissuunnitelmassa esitetyllä tavalla. Aluehallintovirasto arvioi, että luvan myöntämisen edellytykset tilapäisen maankaatopaikan muuttuneen sijainnin ja uuden laskeutusaltaan osalta täyttyvät ja ne voidaan rakentaa 31.7.2024 päivitetyn yleissuunnitelman periaatteiden mukaisesti suunnitelmassa tarkoitettuun sijaintipaikkaan.

Rakennusvaiheen 7 pinta-alan ja täytön pienentyminen

Rakennusvaiheen 7 osalta aluehallintovirasto arvioi hakemuksen perusteella, että sivukivialueen KL1 yleissuunnitelman päivittämisen johdosta rakennusvaiheen 7 rakentamisen ja toiminnan ympäristövaikutukset pienentyvät aikaisempaan yleissuunnitelmaan verrattuna. Rakennusvaiheen 7 rakentamisen ja sivukiven läjitystoiminnan osalta voidaan siten noudattaa päivitettyä yleissuunnitelmaa, eikä ympäristö- ja vesitalouslupaharkintaa ole tarvetta tehdä rakennusvaiheen 7 osalta uudestaan. Sivukivialueen KL1 päivitetty yleissuunnitelma koskee alueiden rakentamista (pohjarakenteita) ja käyttämistä, eikä peittorakennetta.

Aluehallintovirasto on edeltä käsittelyratkaisun 1 perusteluista tarkemmin ilmenevästi jättänyt tutkimatta rakennusvaiheen 7 sulkemista koskevan sulkemissuunnitelman peittorakenteen osalta. Sulkemissuunnitelman tutkimatta jättäminen tältä osin ei estä rakennusvaiheen 7 käyttämistä sivukiven läjitystoimintaan täytäntöönpanokelpoisen ympäristöluvan nro 107/2023 mukaisesti, siihen Vaasan hallinto-oikeuden tekemät muutokset huomioon ottaen, ja kokonaisuutena sivukivialuetta KL1 koskevaa 31.7.2024 päivitettyä yleissuunnitelmaa noudattaen.

Johtopäätökset

Aluehallintovirasto arvioi hakemuksen perusteella, että päivittyneen yleissuunnitelman mukaisesta sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–7 rakentamisesta ja toiminnasta aiheutuvat ympäristövaikutukset ovat samantasoisia tai pienempiä kuin ympäristöluvan nro 107/2023 lupaharkinnan perusteena olleessa yleissuunnitelmassa. Suotovesialtaan DP8 sijainnin ja Rajasuon maankaatopaikan suunnitelman muuttumiselle on myönnetty lupa tässä päätöksessä. Muilta osin sivukivialueen KL1 lupaharkintaa ei ole tarpeellista tehdä uudestaan tämän peittorakennetta ja sulkemista koskevan asian käsittelyn yhteydessä.

Sivukivialueen lohkojen 1–7 nimeäminen on muuttunut rakennusvaiheiksi 1–7, ja rakennusvaiheiden väliset rajaukset eivät ole aivan samat kuin aiemman yleissuunnitelman mukaiset lohkojen rajat. Vaasan hallinto-oikeus on päätöksessään nro 1739/2024 hylännyt sivukivialueen KL1 ympäristöluvan lohkojen 1, 2 ja 4 osalta, jotka vastaavat rakennusvaiheita 5 ja 6, mutta sijoittuvat myös osin rakennusvaiheiden 2, 3 ja 4 alueille. Terrafame Oy on tuonut esille ottaneensa huomioon Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen sivukivialueen KL1 seuraavan rakennusvaiheen suunnittelussa, vireillä olevasta muutoksenhausta huolimatta. Aluehallintovirasto toteaa, että rakennusvaiheiden ja lohkojen rajausten muuttuminen sivukivialueen KL1 sisällä ei vaikuta sivukivialueen peittorakennetta koskevan asian ratkaisemiseen.

Edellä sanotun perusteella sivukivialueen KL1 31.7.2024 päivitetty yleissuunnitelma on hyväksytty tämän päätöksen yhteydessä.

Ympäristöluvan mukaista toimintaa valvovalle Kainuun ELY-keskukselle on lupamääräyksessä annettu toimivalta hyväksyä suunnitelmaan sel-

laisia vähäisiä muutoksia, jotka ovat yksityiskohtaisen toteutuksen kannalta tarpeellisia, mutta jotka eivät lisää haitallisia ympäristövaikutuksia heikentämällä ympäristönsuojelun tasoa tässä päätöksessä määrätystä. Yleissuunnitelmatasoisten suunnitelmien lisäksi on toimitettava yksityiskohtaiset rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmat ELY-keskukselle hyväksyttäväksi ennen rakentamisen aloittamista niin pohja- kuin peittorakenteiden osalta.

Lopputulema luvan myöntämisen edellytyksistä

Ennalta arvioiden sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemisesta tämän päätöksen mukaisesti toteutettuna ei aiheudu yhdessä alueen muiden toimintojen kanssa terveyshaittaa, merkittävää ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa, maaperän, pohjaveden tai pintaveden pilaantumista, erityisten luonnonolosuhteiden huonontumista taikka vedenhankinnan tai yleiseltä kannalta tärkeän muun käyttömahdollisuuden vaarantumista toiminnan vaikutusalueella, eräistä naapurussuhteista annetun lain 17 §:n 1 momentissa tarkoitettua kohtuutonta rasitusta tai vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain 20 a §:n vastaista pintavesimuodostuman tai pohjavesimuodostuman tilatavoitteen saavuttamisen vaarantumista tai mainitun lain 20 b §:n vastaista vesimuodostuman tilan heikentymistä. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkeminen tämän päätöksen mukaisesti täyttää ympäristönsuojelulain, luonnonsuojelulain ja jätelain ja niiden nojalla annettujen säädösten vaatimukset.

Lupamääräysten perustelut

Määräykset pilaantumisen ehkäisemiseksi

1. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteeksi on hyväksytty muutoin luvanhaltijan esittämä rakenne, mutta tiiviskerroksen yläpuolelle tuleva pintamaakerros on edellytetty rakennettavan 300 mm paksumpana. Perustelut käyvät tarkemmin ilmi edeltä asian ratkaisun perusteluista.
2. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 alustava yleissuunnitelma on hyväksytty hakemukseen liitetyn mukaisena, ottaen huomioon kuitenkin lupamääräyksessä 1 määrätty paksumpi pintamaakerros. Sulke-
mistöiden sujuvan ja ripeän toteuttamisen vuoksi toimivaltaiselle valvontaviranomaiselle on annettu mahdollisuus hyväksyä suljettavia rakennusvaiheita koskeviin yksityiskohtaisiin rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmiin tarpeellisia ja välttämättömiä muutoksia, edellyttäen että muutokset eivät heikennä rakenteiden toimivuutta ja ympäristönsuojelun tasoa pitkälläkään aikavälillä.
3. Peittorakenteen tiiviskerroksen kalvon asianmukainen asentaminen on erittäin tärkeää peittorakenteen tavoitellun toimivuuden saavuttamiseksi. Peittorakenteen vedenpitävyyden kannalta olennaisimmat rakennekerrokset ovat edeltä ilmenevästi LLDPE-kalvo, kalvoa alapuolelta sivukivi-

kerrokselta suojaava suojageotekstiili sekä kalvon yläpuolella oleva salaojamatto, joka paitsi suojaa kalvoa yläpuolisen aineksen kuormitukselta myös vähentää peittokerrokseen satavan veden aiheuttamaa hydraulista painetta kalvoa vasten. Nämä geosynteettiset materiaalit eivät asennuksen jälkeen saa altistua tarpeettomasti olosuhteille, jotka voivat heikentää niiden toimintaa. Sivukivialueen KL1 sulkeminen toteutetaan vaiheittain, ja Terrafame Oy sulkee yhtä aikaa sekä sivukivialuetta KL1 että KL2, mikä voi viivästyttää yksittäisen rakennusvaiheen sulkemisen toteutusta. Yhden kesäkauden aikana suljettavien rakennusvaiheiden peittokerrokset on ympäristön pilaantumisen ja sen vaaran ehkäisemiseksi syytä rakentaa joka vuosi mahdollisimman valmiiksi, jotta tiivisrakenteen suojaamisesta voidaan varmistua parhaiten. Talvikaudeksi peittorakenne on suojattava reuna-alueilta siten, että geosynteetit on seuraavana rakennuskautena mahdollista liittää asianmukaisesti seuraavaksi rakennettavan vaiheen materiaaleihin ja likaantuneiden pintavesien kulkeutuminen valmistuneeseen peittorakenteeseen estetään. Reunavallia poistettaessa on varmistuttava siitä, että tiivisrakenteen kerrokset eivät vaurioidu. Rakentamisaikaisesta laadunvalvonnasta on annettu lisäksi lupamääräys 7. Luvan saajan vastuulla on myös varmistaa, että rakenteisiin hankittavat materiaalit ja niiden ominaisuudet vastaavat tässä luvassa määrättyä vaatimustasoa.

4. Hakemuksen mukaan kalvorakenteen kestävyyttä ja peittokerrosten suojausvaikutusta on testattu sylinteritesteillä, joissa suojakerroksen paksuus kalvon yläpuolella on ollut yhteensä 700 mm. Testien tulosten perusteella suojakerros on ollut riittävä testiolosuhteissa ja oletetuilla kuormilla estämään kalvon puhkaisun. Aluehallintovirasto arvioi, että rakentamisvaiheessa kalvon päällä voidaan väliaikaisesti liikkua myös hakemuksen mukaisilla raskailla työkoneilla, kun suojakerroksen paksuus ja suojausvaikutus vastaa sylinteritestissä käytettyä, 200 mm pintakerrosta + 500 mm pintamaakerrosta. Suojausvaikutusta koskevissa testeissä käytettyjä koneita raskaammilla kuormilla ei saa liikkua rakenteen päällä. Pitkäaikaisen suojausvaikutuksen lisäämiseksi ja kalvon rikkoutumisriskin pienentämiseksi aluehallintovirasto on kuitenkin edeltä ratkaisun perusteluista ilmenevästi määrännyt lopullisen pintamaakerroksen hakijan esittämää paksummaksi.
5. Sotkamon kaivos- ja metallituotantoa koskevassa ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksessä nro 87/2022 annetun lupamääräyksen 93 mukaan kaivosalueella jätealueiden ja kaatopaikkojen pintarakenteiden tiivistyskerroksen alapuolisissa kerroksissa saa hyödyntää maa-aineksia, joiden metallipitoisuudet ylittävät maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista annetun valtioneuvoston asetuksen (214/2007) alemman ohjearvon, mutta eivät ylemmää ohjearvoa. Alemmat ohjearvot ylittäviä maa-aineksia ei siten saa sijoittaa pintarakenteessa tiivistyskerroksen yläpuolelle. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen tiiviskerroksen yläpuolelle pintamaakerrokseen on siten hyväksytty sijoitettavaksi vain puhtaita maa-aineksia, joiden haitallisten aineiden pitoisuudet alittavat mainitun asetuksen mukaiset alemmat ohjearvot. Varmistamalla maamassojen pilaantumattomuus voidaan varmistua myös siitä, että peittorakenteen päältä kertyvät sade- ja sulamisvedet

ovat lähtökohtaisesti puhtaita vesiä, jotka on mahdollista johtaa laskeutusaltaista vesistöön.

6. Kasvillisuuden nopea kylväminen suljetulle sivukivialueelle on tärkeää pintamaakerroksen pölyämisen vähentämiseksi sekä rankkasateista ja sulamisvesistä aiheutuvan eroosion ehkäisemiseksi. Peittokerroksen rakentaminen on mahdollista vain sulan maan aikana, ja kauden aikana peitetylle alueelle tulisi kylvää kasvillisuus mieluiten vielä saman kesän aikana, mikäli mahdollista. Kylvö on kuitenkin tehtävä viimeistään seuraavana mahdollisena kylvöajankohtana. Alueen kasvittaminen matalajuurisella kasvillisuudella on kaivannaisjätteiden hallintaa koskevien BAT-päätelmien mukaista.

Määräyksellä varmistetaan, että luvanhaltija kiinnittää alueen maisemoinnissa ja kasvittamisessa huomiota luonnon monimuotoisuuden lisäämiseen. Kylvöseoksissa tulisi käyttää mahdollisimman monipuolista sivukivialueen olosuhteissa kasvavaa kasvilajistoa, joka sietää pintakerroksen kuivumista ja luiskissa kasvualustan jyrkkyyttä ja ehkäisee myös tehokkaasti pintakerroksen eroosiota. Sivukivialue on pinta-alaltaan laaja, yli 300 hehtaarin kokoinen alue, jonka päälle muodostuvalla kasvillisuudella on merkitystä esimerkiksi hyönteislajistolle. Koska kyseessä on myös hyvin pitkäaikainen sulkemisrakenne, on sulkemisen alusta lähtien pyrittävä lisäämään eri eliölajeille suotuisia elinympäristöjä, jotka lisäävät luonnon monimuotoisuutta.

7. LLDPE-kalvon pitkäaikaiskestävyyteen liittyen on hakemuksenkin mukaan havaittu tärkeimmäksi seikaksi oikeaoppinen kalvon asentaminen ja rakentamisen aikainen hyvä laadunvarmistus. Edeltä ratkaisun perusteluista tarkemmin ilmenevistä syistä on olennaisen tärkeää, että pysyvän ja erittäin pitkäaikaisen peittorakenteen rakentaminen tapahtuu huolellisesti ja suunnitelmien mukaisesti valvottuna. Tämän vuoksi sulkemisessa on käytettävä riippumatonta ja asiantuntevaa laadunvalvojaa, joka ei kuulu luvanhaltijan, suunnittelijan tai toteuttajan organisaatioon. Riippumattoman laadunvalvojan havaintojen ja raportoinnin perusteella ympäristölupaa valvova viranomainen saa rakennuskauden jälkeen ajantasaisen tiedon toteutuneista toimenpiteistä sekä toteutuksen luvnmukaisuudesta ja mahdollisista poikkeamista.
8. Luvanhaltija on määrätty toimittamaan sivukivialueiden sulkemista koskeva erillinen yhteenveto, jotta valvovalla viranomaisella on ajantasainen tieto vuoden aikana toteutetuista sulkemistoimenpiteistä ja seuraavalle vuodelle suunnitelluista sulkemistoimenpiteistä. Tämän vuoksi yhteenveto on myös määrätty toimitettavaksi viranomaisille aikaisemmin kuin koko toiminnan käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailun yhteenvetoreportti, joka on tarkkailuohjelman mukaan laadittava tarkkailuvuotta seuraavan vuoden huhtikuun loppuun mennessä.
9. Hakemuksen mukaan on oletettu, että puuston poistoa tehtäisiin noin viiden vuoden välein, ja tarve puuston poistolle kartoitetaan maastokatselmuksilla tai dronekuvauksilla. Lupamääräys on annettu hakemuksen

mukaisesti. Rakenteen pitkäikäisyyden vuoksi pintakerrokseen kasvavan kasvillisuuden seuranta ja tarkkailua on jatkettava niin pitkään kuin mahdollista. Pintakerrokseen kasvituksen myötä mahdollisesti tulleet vieraslajit on tarkkailun perusteella poistettava viipymättä.

10. Hakemuksessa on esitetty tavoitepitoisuuksia sivukivialueen peittorakenteen päältä kertyvien puhtaiden sade- ja sulamisvesien johtamiseksi vesistöön Talvijoen ja Tuhkajoen sekä Kivijoen ja Sopenjoen valuma-alueille. Edempää ratkaisun perusteluista tarkemmin ilmenevästi aluehallintovirasto ei ole tässä päätöksessä hyväksynyt esitettyjä tavoitepitoisuuksia. Aluehallintovirasto viittaa toimintaa koskevan pääluvan nro 87/2022 täytäntöönpanokelpoiseen lupamääräykseen 11, jonka mukaan puhtaat vedet, joista ei aiheudu päästöjä tai ympäristön pilaantumisen vaaraa, on erotettava likaantuneista vesistä ja johdettava vesienkäsittelyjärjestelmien ohi vesistöön, noroon, ojaan tai maastoon. Rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen päältä kertyvät sade- ja sulamisvedet johdetaan hakemuksen mukaan imeytyskentälle tai laskeutusaltaisiin, joista ne voidaan johtaa joko vesistöön tai vesienkäsittelyyn.
11. Sivukivialueen KL1 tiiviiden pohjarakenteiden alapuolisille vesille on hakemuksessa esitetty samoja tavoitepitoisuuksia vesistöön johdettaessa kuin peittorakenteen päältä kertyville puhtaille sade- ja sulamisvesille. Edempää päätöksen perusteluista ilmenevästi aluehallintovirasto ei ole tässä päätöksessä hyväksynyt esitettyjä tavoitepitoisuuksia, vaan viittaa toimintaa koskevan pääluvan nro 87/2022 lupamääräykseen 11 ja 12, joiden perusteella vain puhtaaksi todetut vesijakeet voidaan johtaa vesistöön ja likaantuneet vesijakeet on johdettava asianmukaiseen käsittelyyn. Sulkemissuunnitelman mukaan sivukivialueelta kerättävät suoto-vedet ja muut likaantuneet vedet voidaan Kuusilammen avolouhoksen sulkemisen jälkeen johtaa myös avolouhokseen muodostuvaan louhosjärveen.

Terrafame Oy:n vuoden 2024 ympäristötarkkailuraportin (www.terrafame.fi) mukaan sivukivialueen KL2 pohjarakenteiden alapuolisissa vesissä, jotka on johdettu altaisiin DP4 tai DP5, vesien pH on vuonna 2024 ollut 2,9–3,6, liukoinen nikkelpitoisuus 0,8–7 mg/l, liukoinen sinkkipitoisuus 1,8–22 mg/l, liukoinen kadmiumpitoisuus 2,6–35 µg/l, sulfaattipitoisuus 270–1600 mg/l ja liukoinen uraanipitoisuus 4,2–64 µg/l. Aluehallintovirasto arvioi, että myös sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 tiiviiden pohjarakenteiden alapuoliset vedet on todennäköisesti tarpeen johtaa suotovesialtaiden kautta prosessikiertoon, vesienkäsittelyyn tai louhosjärveen vielä pitkään sivukivialueen KL1 sulkemisen jälkeenkin. Suotovesien muodostuminen sivukivikasassa voi vähentyä ja vähitellen loppua tiiviin peittorakenteen valmistumisen jälkeen, mutta tiiviin pohjarakenteen alapuolella olevat pohjavedet voivat edelleen osittain kontaminoitua kallioperän mustaliuskeen vuoksi, jolloin kyseistä pohjavettä ei todennäköisesti ole mahdollista johtaa ympäristöön ilman käsittelyä.

Tarkkailu- ja raportointimääräykset

12. Hakemuksessa on esitetty, että sivukivialueen KL1 sulkeminen ja sulke-
misen jälkeen toteutettava tarkkailu sisällytetään Terrafame Oy:n nykyi-
seen tarkkailuun. Tarkkailuun sisältyy peittorakenteen rakentamisaikai-
nen ja rakentamisen jälkeen toteutettava käyttötarkkailu ja laadunval-
vonta, jossa tarkkaillaan muun muassa peittorakenteen muodonmuutok-
sia, hapen- ja vedenläpäisevyyttä ja kasvittumista. Aluehallintovirasto
arvioi esitetyn menettelyn riittävän kattavaksi rakenteen hapenlä-
päisevyyden seurantaan.

Sivukivialueella muodostuvia suotovesiä sekä tiiviin pohjarakenteen ala-
puolelta pumpattavia vesiä tarkkaillaan hakemuksen perusteella nykyi-
sen tarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailua jatketaan niin kauan kuin
se on tarpeellista vesien johtamisen ja käsittelyn kannalta, eikä kyseis-
ten vesien tarkkailuun ole tarvetta tehdä muutoksia tässä päätöksessä.

Imeytyskentälle ja laskeutusaltaisiin johdetaan suunnitelman mukaan
peittorakenteen päältä tulevia hulevesiä, jotka voidaan johtaa vesistöön,
kun ne on todettu likaantumattomiksi Kainuun ELY-keskuksen hyväksy-
mällä tavalla.

Ympäristövaikutusten tarkkailuun ei hakemuksessa ole esitetty muutok-
sia sivukivialueen sulkemisen johdosta. Hakemuksen perusteella ja tä-
män päätöksen määräysten mukaisesti toteutettuna sivukivialueen KL1
rakennusvaiheiden 1–6 sulkeminen ei aiheuta päästöjen tai haitallisten
ympäristövaikutusten kasvua kaivosalueen ympäristössä, eikä vaikutus-
tarkkailuihin ole tarvetta tehdä muutoksia.

Tarkkailuohjelman päivittäminen on syytä tehdä mahdollisimman pian
tämän päätöksen mukaiseksi, koska sivukivialueen KL1 käytössä ole-
villa rakennusvaiheilla sulkeminen on tarkoitus ensimmäisillä alueilla
käynnistää vuonna 2025.

13. Hakemuksen mukaan suljetulle sivukivialueelle muodostuvan kasvilli-
suuden juuriston vaikutusta peittorakenteeseen voidaan seurata kym-
menen vuoden välein paljastamalla paikallisesti tiivisrakenteena toimiva
kalvo. Yksittäisen kohdan avaamisesta saatavia havaintoja ei voida
yleistää koskemaan koko sivukivialuetta, mutta avauksen perusteella on
mahdollista havaita alueelle kasvaneen kasvillisuuden juuriston ulottu-
vuus syvyysuunnassa sekä mahdolliset rakenteeseen ulkopuolisista
olosuhteista kuten routimisesta aiheutuneet vauriot.

Luvanhaltija on määrätty myös avaamaan peittorakennetta suljetuilta
alueilta peittorakenteen pinnasta LLDPE-kalvoon asti, jotta peittoraken-
teen suojakerrosten toimivuutta ja kuntoa muutamien talvikausien jäl-
keen on mahdollista havainnoida. Rakenteen avauksilla voidaan var-
mistua, että peittorakenne toimii kuten hakemuksessa on esitetty, ja
avauksista saadaan lisätietoja rakenteen kehittämistarpeista sivukivialu-
eilla vielä meneillään olevia sulkemistoimenpiteitä varten.

Valmista peittorakennetta tulisi avata mahdollisimman vähän, jotta peitokerroksen tiivisrakennetta ei vaurioiteta. Vaurioitumisriskin pienentämiseksi rakenteen avaukset on suunniteltava ja toteutettava huolellisesti. Saatavien tulosten perusteella valvova viranomainen voi määrätä tarvittavista jatkotoimenpiteistä ja rakenteen avauksen mahdollisesta toistamisesta.

14. Luvanhaltijan mukaan peittorakenteen kerrosten kosteutta ja lämpötilaa voidaan mitata joko jatkuvatoimisesti tai kertamittauksin eri syvyyksiltä rakenteen toimivuuden tarkkailemiseksi. Lisäksi sivukivialueella KL2 sulkemisrakenteesta tehtyjä tarkkailuja voidaan hyödyntää sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 peittorakenteen toimivuuden arvioinnissa.

Peittorakenteen LLDPE-kalvon eheyden havainnointi on nykyään käytössä olevilla tarkkailumenetelmillä käytännössä epäsuoraa, enimmäkseen suotoveden laadun ja määrän seurantaan perustuvaa tarkkailua. Lupamääräyksessä 13 määrätyillä rakenneavauksilla saadaan tutkittavista kohdista tietoa rakenteen toiminnasta ja kunnosta, mutta tulokset yksittäisistä paikoista eivät ole täysin yleistettävissä koko sivukivialueen mittakaavaan. Ennen kunkin suljetun osa-alueen kunnollista kasvittumista riski esimerkiksi rankkasateiden aiheuttamille pintamaakerroksen eroosioaurioille on suurempi kuin kasvittumisen jälkeen. Tämän vuoksi alueen mahdollisten eroosioaurioiden seuranta on tärkeää.

Aluehallintovirasto toteaa, että muualla maailmassa on jo käytössä jatkuvatoimisia vuodonilmaisumenetelmiä kalvorakenteissa sekä menetelmiä, joiden avulla kalvorakenteiden eheys voidaan varmentaa rakenteiden päältä. Suomessa sovellettavaan lainsäädäntöön jätealueiden pohja- tai pintarakenteita koskien ei ole sisällytetty tällaisia vaatimuksia. Kyseessä on poikkeuksellisen suuri vaarallisen kaivannaisjätteen jätealue, jonka sulkemisrakenne perustuu LLDPE-kalvon eheyteen. On siten varsin olennaista pystyä varmistamaan rakenteen toiminta myös toteutusvaiheen jälkeen. Ympäristönsuojelulain 20 §:ssä säädetty huolellisuusperiaatekin huomioiden peittorakenteen toimivuudessa on suositeltavaa hyödyntää mahdollista uutta ja kehittyvää teknologiaa. Näin ollen lupamääräyksessä on veloitettu luvanhaltija ottamaan käyttöön sekä selvittämään uusia teknologioita rakenteen toimivuuden tarkkailemiseksi.

15. Määräys on annettu luonnon monimuotoisuuden ylläpitämiseksi ja lisäämiseksi sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemisessa. Annettu määräys on tarpeen myös luvan haltijan ympäristönsuojelulain 6 §:n mukaisen selvilläolovelvollisuuden täyttymiseksi. Lupamääräyksestä 6 ilmenevästi luvanhaltija on määrätty käyttämään pintakerroksen kasvittamisessa monipuolista eri eliölajeille suotuisaa kasvilajistoa. Muutaman vuoden kuluessa kunkin osa-alueen kasvillisuuden kylvämisestä on mahdollista tehdä ensimmäisiä havaintoja maisemoinnin tuloksista ja alueelle levinneestä lajistosta. Toimenpiteiden tuloksellisuuden seuranta on tarpeen, jotta alueen kasvittamisesta saatuja havaintoja ja

kokemuksia voidaan hyödyntää muiden kaivosalueella suljettavien jäte-alueiden maisemoinnissa. Määräyksellä kasvittumisen edistymisen tarkkailusta ja raportoinnista varmistetaan, että maisemointi toteutetaan parhaan käytettävissä olevan tiedon perusteella luonnon monimuotoisuutta edistäen.

MUUTETTAVAT LUPAMÄÄRÄYKSET JA UUSI LUPAMÄÄRÄYS

18. Määräyksellä on mahdollistettu suotovesialtaiden DP8 ja DP9 kalvojen välisen murskekerroksen korvaaminen salaojamatolla. Salaojamatto mahdollistaa vuotojen havaitsemisen ja niiden korjaamisen vastaavasti ja osin tehokkaammin kuin murskekerroksen käyttö.
- 3a. Allasrakenteissa käytettävät HDPE-kalvot eivät johda sähköä toisin kuin niissä varastoitava neste. Tämä mahdollistaa altaiden eheyden tarkistamisen käyttämällä sähköisiä vuodonilmaisumenetelmiä. Menetelmien käytöstä ei ole määrätty esimerkiksi kaivannaisjätedirektiivissä tai valtioneuvoston asetuksessa kaatopaikoista. Osin tämän vuoksi menetelmien käytöstä ei ole tähän asti määrätty yleisesti ympäristölupapäätöksissä. Maailmalla ja etenkin Yhdysvalloissa on ollut jo pitkään käytössä vakiintuneet ja standardoidut (mm. ASTM D7002, ASTM D7703, ASTM D7953, ASTM D7007, ASTM D8265) menetelmät kalvorakenteisten altaiden eheyden seurantaan sekä rakentamisvaiheessa että käyttövaiheessa.

Toiminnan aikana altaissa varastoitava neste sisältää merkittävän määrän haitallisia aineita ja nesteestä aiheutuu pilaantumisen vaaraa. Altaisen kalvorakenteiden eheys on olennaista pilaantumisen vaaran rajoittamisen kannalta. Lähtökohtaisesti HDPE-kalvo tulee tehtaalta ehjänä. Kalvon varastointi, käsittely ja asentaminen kaivosalueen työmaaolosuhteissa altistaa kalvon erilaisille rakentamisen aikaisille vaurioille, jotka heikentävät kalvon tehoa päästöjen rajoittamisessa. Tämän vuoksi HDPE-kalvojen eheys on määrätty tarkistettavaksi ennen altaan DP8 käyttöönottoa. Erityisesti suotovesien huono laatu ja varastoitava suuri määrä ovat tekijöitä, joiden perusteella tässä tapauksessa on määrätty otettavaksi käyttöön tarkkailumenetelmiä, joista ei ole aiemmin kaivoksen ympäristölupapäätöksissä määrätty.

Kalvorakenteiden eheyden tarkistaminen ja mahdollisten vuotojen paikantaminen on mahdollista tehdä myös toiminnan aikana. Mikäli kalvojen väliseen salaojamaton sisältämään kerrokseen tulee likaantunutta suotovettä, on vastaavilla menetelmillä mahdollista paikallistaa vuoto-kohta ja korjata se altaan tilapäisen tyhjentämisen yhteydessä.

25. Määräyksellä on mahdollistettu päivitetyn yleissuunnitelman mukaisesti toisen laskeutusaltan rakentaminen Rajasuon tilapäisen maankaatopaikan valumavesien käsittelyä varten ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi. Täytäntöönpanokelpoisen luvan nro 107/2023 lupamääräyk-

sen 12 perusteella myös Rajasuon maankaatopaikan likaantuneet valumavedet on pystyttävä johtamaan käsiteltäväksi, jolloin laskeutusaltaista on oltava pumppausmahdollisuus vesienkäsittelyyn.

VASTAUS YKSILÖITYIHIN VAATIMUKSIIN

Aluehallintovirasto on ottanut hakemuksesta annetut lausunnot ja muistutukset huomioon ratkaisusta, lupamääräyksistä ja niiden perusteluista ilmenevästi.

Geologian tutkimuskeskus GTK:n lausuntoon 8. aluehallintovirasto toteaa lisäksi seuraavaa: Sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelmaan liitetty kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma (4.12.2023) on ollut tämän asian ratkaisun kannalta riittävän ajantasainen. Terrafame Oy on päivittänyt koko kaivosaluetta koskevan kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman sekä koko toiminnan sulkemissuunnitelman, ja asiat ovat vireillä aluehallintovirastossa. Koko toimintaa koskevassa sulkemissuunnitelmassa tarkastellaan laajemmin muun muassa kaivosalueen vesienhallintaa, vesienkäsittelyä ja päästöjä Kuusilammen avolouhoksen toiminnan loppumisen jälkeen. Tätä asiaa ratkaistaessa on aluehallintovirastolla ollut käytettävissä sekä jätehuoltosuunnitelman että sulkemissuunnitelman hakemusasikirjat. Edeltä ratkaisun perusteluista ilmenevästi asioita ei ole ollut tarpeen ratkaista samanaikaisesti sivukivialueen KL1 peittorakennetta koskevan sulkemissuunnitelman kanssa, vaan jätehuoltosuunnitelmasta ja sulkemissuunnitelmasta annetaan ratkaisut myöhemmin. Sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelmasta annetulla päätöksellä varmistetaan, että sivukivialueen rakennusvaiheiden 1–6 peittämistä toteutetaan vaiheittain jo tuotannon aikana tiiviillä rakenteella, joka pitkällä aikavälillä huomattavasti vähentää suotovesien muodostumista sivukivitäytössä. Hakemuksessa on annettu riittävät tiedot sivukiven ominaisuuksista hakemuksessa esitetyn peittorakenteen ratkaisemiseksi. Suotovesien, pohjavesien ja likaantumattomiksi oletettavien vesijakeiden määrää ja laatua tarkkaillaan hakemuksen mukaisesti jatkossakin vielä pitkään niiden käsittelytarpeen arvioimiseksi.

Muistutuksen 10. (Suomen luonnonsuojeluliiton Kainuun piiri ry; Kansalaisten kaivosvaltuuskunta kaivosvaltuuskunta-MiningWatch Finland ry; Vesiluonnon puolesta ry; Pelastetaan Vaelluskalat ry; Kalastaja Paavo Huusko) osalta aluehallintovirasto viittaa edellä luparatkaisun perusteissa luvussa ”Ympäristöluvan harkinnan perusteet” lausumaansa ja erityisesti siellä siihen, mitä eri asioiden samanaikaisesta käsittelystä ja korkeimmassa hallinto-oikeudessa vireillä olevien asioiden vireilläolovaihtuksen merkityksen osalta on todettu, ja toteaa lisäksi seuraavaa: Sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelma on kuulutettu ja tiedoksiannettu ympäristönsuojelulain ja hallintolain mukaisesti, tiedoksiannettavat asikirjat on julkaistu aluehallintoviraston ympäristölupien tietopalvelussa, ja suunnitelmasta on pyydetty tarvittavat lausunnot toimivaltaisilta viranomaisilta, kuten edeltä kohdasta ”Hakemuksesta tiedottaminen” ilmenee.

LUVAN VOIMASSAOLO JA KORVATTAVA MÄÄRÄYS

Päätöksen voimassaolo

Päätös on voimassa toistaiseksi.

Tarvittaessa aluehallintovirasto voi ympäristönsuojelulain 89 §:ssä säädettyjen edellytysten täytyessä muuttaa aikaisempaa lupaa tai ympäristönsuojelulain 93 §:ssä säädettyjen edellytysten täytyessä peruuttaa luvan valvontaviranomaisen aloitteesta.

Suotovesialtaan DP8 sekä Rajasuon tilapäisen maankaatopaikan osalta lupa niiden rakentamiseen ja käyttämiseen on täytäntöönpanokelpoisen lupapäätöksen nro 107/2023 mukaisesti, Vaasan hallinto-oikeuden muuttamalla tavalla, voimassa 31.12.2028 saakka. Jos toiminnanharjoittaja näiltä osin aikoo jatkaa toimintaansa edellä mainitun voimassaoloajan jälkeen, on tämä päätös voimassa mainitun ajankohdan jälkeen siihen saakka, kunnes toiminnanharjoittajan viimeistään 30.6.2027 vireille panema uutta ympäristölupaa koskeva lupahakemus on lainvoimaisella tai täytäntöönpanokelpoisella päätöksellä ratkaistu.

Jos aluehallintoviraston ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksistä nro 87/2022 tai nro 107/2023 tehtyjen valitusten perusteella korkein hallinto-oikeus muuttaa Vaasan hallinto-oikeuden määräämää päätöksen voimassaoloaikaa (31.12.2028) ja uuden ympäristölupahakemuksen jättämisen määräaikaa (30.6.2027), noudatetaan tässä päätöksessä edellä määrätyn voimassaoloajan ja uuden lupahakemuksen jättämisen määräajan sijaan hallinto-oikeuden muuttamaa voimassaoloaikaa ja lupahakemuksen jättämisen määräaikaa.

Luvan voimassaolon perustelut

Sivukivialueen KL1 rakentamiselle ja käytölle ja sivukivialueeseen liittyville muille toiminnoille sekä Rajasuon tilapäisen maankaatopaikan rakentamiselle ja käytölle on päätöksessä nro 107/2023, sellaisena kuin se on Vaasan hallinto-oikeuden muuttamassa muodossa, myönnetty määräaikainen ympäristölupa 31.12.2028 saakka. Uusi toimintaa koskeva ympäristölupahakemus on Vaasan hallinto-oikeuden muuttamassa muodossa määrätty vireille pantavaksi 30.6.2027 mennessä. Luvan määräaikaisuus on johtunut Sotkamon koko kaivoksen ja metallituotannon toimintaa koskevan pääluvan nro 87/2022 määräaikaisuudesta. Suotovesialtaan DP8 ja Rajasuon maankaatopaikan muuttuvien rakenteiden rakentamiseen on myönnetty lupa tässä päätöksessä, mutta rakenteiden toiminnan ja käyttämisen osalta tulee noudattaa luvan voimassaolosta annettuja täytäntöönpanokelpoisia määräyksiä.

Korvattava määräys

Jos Sotkamon kaivos- ja metallituotantoa koskeva ympäristö- ja vesitalouslupapäätös nro 87/2022, jota koskevat valituslupahakemukset ja valitukset ovat vireillä korkeimmassa korkeimmassa hallinto-oikeudessa,

kumoutuu tai päätöksen täytäntöönpano keskeytetään, korvaa tämä päätös lainvoimaiseksi tai täytäntöönpanokelpoiseksi tultuaan lupamääräyksen 111 Sotkamon kaivoksen ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksestä nro 36/2014/1 sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 pintarakennetta koskien. Täytäntöönpanokelpoisella päätöksellä nro 87/2022 on korvattu kokonaisuudessaan lupapäätös nro 36/2014/1.

Lupaa ankaramman asetuksen noudattaminen

Jos asetuksella annetaan tämän luvan määräyksiä ankarampia säännöksiä tai luvasta poikkeavia säännöksiä luvan voimassaolosta tai tarkistamisesta, on asetusta luvan estämättä noudatettava ympäristönsuojelulain 70 §:n (1166/2018) nojalla.

PÄÄTÖKSEN TÄYTÄNTÖÖNPANO

Päätöksen yleinen täytäntöönpanokelpoisuus

Päätös on täytäntöönpanokelpoinen sen saatua lainvoiman. Valitus korvauksesta ei estä toiminnan aloittamista.

Toiminnan aloittaminen muutoksenhausta huolimatta ja vakuus

Aluehallintovirasto määrää, että luvan saaja saa aloittaa tämän päätöksen mukaisen toiminnan muutoksenhausta huolimatta ennen päätöksen lainvoimaiseksi tulemistä tätä lupapäätöstä noudattaen.

Muutoksenhakutuomioistuin voi valituksesta kumota täytäntöönpanomääräyksen tai muuttaa sitä tai muutoinkin kieltää päätöksen täytäntöönpanon.

Vakuus

Terrafame Oy:n on ennen toiminnan aloittamista ja viimeistään 30 vuorokauden kuluessa tämän päätöksen antopäivästä, päätöksen antopäivää mukaan lukematta, asetettava Kainuun ELY-keskuksen eduksi 50 000 euron vakuus lupapäätöksen kumoamisen tai lupamääräysten muuttamisen varalta. Vakuutta voi pyytää Kainuun ELY-keskukselta palautettavaksi, kun tämä päätös on saanut lainvoiman, tai lupapäätöksen kumoamisen tai muuttamisen edellyttämien toimenpiteiden valmistuttua.

Määrätty vakuus on asetettava Kainuun ELY-keskukselle omavelkaisen pankkitakauksena, vakuutuksena tai pantattuna talletuksena. Pankkitalletuksesta on toimitettava ELY-keskukseen talletustodistus kuittaamattomuussitoumuksella Kainuun ELY-keskuksen hyväksi. Vakuuden antajan on oltava luotto-, vakuutus- tai muu ammattimainen rahituslaitos, jolla on kotipaikka Euroopan talousalueeseen kuuluvassa valtiossa. Luvan saajan on toimitettava tieto vakuuden voimassaolosta ELY-keskukselle viipymättä sen asettamisen jälkeen.

Täytäntöönpanoratkaisun perustelut

Edempää ympäristöluparatkaisun perusteluista ilmenevästi sivukivialueen KL1 sulkeminen on toteutettava tuotannon aikana vaiheittain siten, että avoimena olevaa sivukivialuetta on enintään 100 hehtaaria kerrallaan. Ympäristön pilaantumisen vaaran vähentämiseksi on ensisijaista, että täyteen tulleet sivukivialueet suljetaan mahdollisimman pian suotovesien muodostumisen ja sivukivestä aiheutuvan pölyämisen vähentämiseksi. Sulkemisorakenteiden toteuttaminen ympäristöluvassa hyväksytyllä tavalla on ympäristön pilaantumisen vaaran vähentämiseksi tärkeää. Terrafame Oy:llä on näin ollen ympäristönsuojelulain 199 §:n 1 (833/2017) momentissa tarkoitettu perusteltu syy sivukivialueen KL1 rakennusvaiheiden 1–6 sulkemisen vaiheittaiseen aloittamiseen tätä päätöstä noudattaen mahdollisesta muutoksenhausta huolimatta.

Sulkemistöiden ja peittorakenteen toteuttaminen tämän ympäristölupapäätöksen mukaisesti edistää ympäristönsuojelua, helpottaa sulkemistöiden valvontaa ja vähentää ympäristön pilaantumisen vaaraa. Päätöksen täytäntöönpanosta ei ennalta arvioiden voida olettaa aiheutuvan sellaisia peruuttamattomia haitallisia vaikutuksia, että se tekisi muutoksenhakua hyödyttömäksi. Sivukivialueen KL1 rakennusvaiheille 1–6 tämän päätöksen mukaisesti rakennettua peittorakennetta ei todennäköisesti ole tarvetta missään tilanteessa poistaa, vaan mahdollisesti muutoksenhaun seurauksena myöhemmin tarvittava uusi tai lisättävä rakenne voidaan rakentaa olemassa olevien rakenteiden päälle.

Vakuuden määrän perustelut

Toiminnanharjoittaja on esittänyt toiminnan aloittamiseen liittyväksi vakuudeksi 10 000 euroa (alv 0 %), jota aluehallintovirasto on korottanut. Vakuus on asetettava siltä varalta, että muutoksenhaun tuloksena lupapäätös kumotaan tai lupamääräyksiä muutetaan ja sulkemissuunnitelmaa tai peittorakennetta on tämän vuoksi muutettava. Koska sivukivialueen KL1 ensimmäisten alueiden sulkeminen on ajankohtaista jo kesällä 2025, täytäntöönpanoon liittyvä vakuus on asetettava pian päätöksen antamisen jälkeen. Aluehallintovirasto arvioi, että hakemuksessa esitetty 10 000 euron vakuus suunnitelman päivittämiseksi ei ole riittävä siinä tilanteessa, että suunnitelman päivittäminen tulisi viranomaisen teetettäväksi. Vakuutta on täten korotettu siten, että suunnitelman päivittäminen ja sen mahdollisesti edellyttämät mittaukset on ennalta arvioiden mahdollista teetättää määrättyllä vakuudella. Määrättyllä 50 000 euron vakuudella voidaan näin ollen kattaa sulkemissuunnitelman tarvittava päivittäminen, ja määrättyä euromääräistä summaa voidaan pitää hyväksyttävänä ja riittävänä tämän päätöksen mukaisen toiminnan aloittamiseksi muutoksenhausta huolimatta.

Aluehallintovirasto arvioi, että tämän päätöksen mukaisesta toiminnan aloittamisesta ei todennäköisesti aiheudu sellaisia päästöjä tai ympäristövaikutuksia, joiden vuoksi ympäristöä olisi tarpeen ennallistaa muutoksenhaun seurauksena. Täytäntöönpanoratkaisuun liittyvä vakuus ei koske varsinaisia sulkemisorakenne- ja rakentamiskustannuksia, jotka

sisältyvät kaivannaisjätteiden jätehuoltoa koskevaan voimassa olevaan vakuuteen. Kaivannaisjätevakuuden tarkistamista tämän päätöksen osalta on perusteltu edempänä ratkaisun perusteluissa.

SOVELLETUT SÄÄNNÖKSET

Ympäristönsuojelulaki (527/2014) 6–8, 20, 48 § 1–3 momentit, 49, 51 § 1 momentti (1166/2018), 52 § 1 ja 3 momentit, 53, 62 § 1 momentti (715/2021) ja 2 momentti, 64 § 1 momentti, 87 § 1 momentti (423/2015), 94 § 3 momentti sekä 199 § 1 momentti (833/2017)

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta (713/2014) 15 § 2 momentti (979/2021)

Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä (190/2013) 14 § 2 ja 3 momentit

KÄSITTELYMAKSU

Ratkaisu

Lupa-asian käsittelymaksu on 24 500 euroa.

Lasku lähetetään erikseen Valtion talous- ja henkilöstöhallinnon palvelukeskuksesta Joensuusta.

Perustelut

Käsittelymaksu määräytyy asian vireilletuloajankohtana 31.7.2024 voimassa olleen aluehallintovirastojen maksuista annetun valtioneuvoston asetuksen (1171/2023) mukaisesti.

Maksuasetuksen (1171/2023) liitteenä olevaa maksutaulukkoa on muutettu valtioneuvoston asetuksella 391/2024, joka on tullut voimaan 1.7.2024. Maksuasetuksen (1171/2023) muutetun liitteenä olevan maksutaulukon 3.1 taulukon 2 kohdan 13 e) mukaan kaivannaisjätteen jätealuetta koskevan hakemusasian käsittelymaksu on 34 400 euroa. Tässä asiassa on ratkaistu kaivannaisjätteen jätealueen yksityiskohtainen sulkemissuunnitelma, jonka johdosta on myönnetty ympäristölupa sivukivialueen sulkemiseen ja annettu sulkemista koskevat määräykset sekä hyväksytty sivukivialueen KL1 muutetun yleissuunnitelman mukaiset muutokset. Kyseessä on lupapäätöksessä edellytetyn hakemuksen käsittely. Asian käsittelystä peritään maksutaulukon 3.1 alakohdan 6 mukaisesti työmäärän perusteella maksu, jonka suuruus on 70 euroa/tunti.

Asiassa on kyse suuren sivukivialueen sulkemisorakenteen hyväksymisestä. Sivukivialueelle on sijoitettu rikkiä sisältäviä sivukiveä, joka tuottaa erittäin happamia ja metallipitoisia suotovesiä. Hyväksyttävä sulkemisorakenne on keskeisin tekijä jätealueesta aiheutuvan pilaantumisen ja

sen vaaran rajoittamisessa ja rakenteen on toimittava satojen vuosien ajan. Kyseessä on siten erittäin vaativan hakemusasian käsittely ja asian vaativuuden vuoksi hakemus on määrätty ratkaistavaksi kahden ratkaisijan kokoonpanossa. Nyt kysymyksessä olevaa asiaa koskien ei ole olemassa esimerkiksi ennakkopäätöksiä vastaavien sivukivialueiden sulkemistratkaisuista. Asian ratkaiseminen on edellyttänyt tavanomaista laajempaa asiakirjoihin ja saatavilla olevaan tietoaaineistoon perehtymistä.

Hakemus on käsitelty ja ratkaistu samanaikaisesti sivukivialueen KL2 sulkemissuunnitelmaa koskevan hakemuksen (PSAVI/1802/2024) kanssa. Sivukivialueen KL2 hakemus on tullut vireille aluehallintovirastoon selvästi aikaisemmin ja kyseistä hakemusta on laajasti täydennetty aluehallintoviraston pyynnöstä ennen sivukivialueen KL1 hakemuksen vireilletuloa. Hakemusten sisällöissä on ollut yhteneväisyyksiä ja hakija on ottanut pääosin sivukivialuetta KL2 koskeneet täydennystarpeet huomioon sivukivialueen KL1 hakemuksessa. Hakemuksesta annetut lausunnot ja muistutukset ovat olleet osin samansisältöiset molempia sivukivialueita koskien. Myös sivukivialueen KL1 sulkemissuunnitelmaa koskien on pyydetty hakijalta täydennyksiä hakemuksen kuuluttamisen ja tiedoksiantamisen jälkeen. Sivukivialueen KL1 hakemuksen käsittelyn vaatima työmäärä on ollut kokonaisuutena kuitenkin pienempi kuin samaan aikaan ratkaistun sivukivialueen KL2 sulkemissuunnitelmaa koskevan hakemuksen, mikä on otettu huomioon tämän asian käsittelymaksun määräämisessä.

Asian käsittelyyn on kulunut yhteensä 350 tuntia, jolloin perittävä käsittelymaksu on 24 500 euroa.

Oikeusohjeet

Valtioneuvoston asetus aluehallintovirastojen maksuista vuonna 2024 (1171/2023)

Valtioneuvoston asetus aluehallintovirastojen maksuista vuonna 2024 annetun valtioneuvoston asetuksen liitteen muuttamisesta (391/2024)

Valtioneuvoston asetus aluehallintovirastojen maksuista vuosina 2025 ja 2026 (858/2024) 8 §

PÄÄTÖKSESTÄ TIEDOTTAMINEN

Päätös

Hakija

Päätös tiedoksi sähköpostitse

Sotkamon kunta

Sotkamon kunnan ympäristönsuojeluviranomainen

Sotkamon kunnan ja Kajaanin kaupungin terveydensuojeluviranomainen / Kainuun ympäristöterveyspalvelut, Sotkamon kunta

Kajaanin kaupunki

Kajaanin kaupungin ympäristönsuojeluviranomainen

Sonkajärven kunta

Sonkajärven kunnan terveyden- ja ympäristönsuojeluviranomainen / Ympäristöterveyspalvelut ja ympäristönsuojelupalvelut, Iisalmen kaupunki

Kainuun ELY-keskus, Ympäristö ja luonnonvarat -vastuualue

Lapin ELY-keskus, Pohjois-Suomen kalatalouspalvelut

Pohjois-Savon ELY-keskus, Ympäristö ja luonnonvarat -vastuualue

Pohjois-Savon ELY-keskus, Järvi-Suomen kalatalouspalvelut

Geologian tutkimuskeskus GTK

Säteilyturvakeskus STUK

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES, kaivosviranomainen

Kajaanin kaupunki Kainuun pelastuslaitos

Vaasan hallinto-oikeus

Korkein hallinto-oikeus

Suomen ympäristökeskus

Ilmoitus päätöksestä

Asianosaiset

Ilmoittaminen yleisessä tietoverkossa ja lehdessä

Aluehallintovirasto tiedottaa päätöksen antamisesta julkaisemalla kuulutuksen ja päätöksen lupaviranomaisen verkkosivuilla <https://ylupa.avi.fi>.

Tieto kuulutuksesta julkaistaan myös Sotkamon kunnan, Kajaanin kaupungin ja Sonkajärven kunnan verkkosivuilla.

Päätöstä koskeva ilmoitus julkaistaan sanomalehdissä Kainuun sanomat, Sotkamo-lehti ja Miilu-lehti.

MUUTOKSENHAKU

Päätökseen saa hakea muutosta Vaasan hallinto-oikeudelta valittamalla.

Asian ovat ratkaisseet johtaja Sami Koivula (puheenjohtaja) ja ympäristöneuvos Laura Lindström. Asian on esitellyt ympäristöylitarkastaja Mari Kangasluoma.

Tiedustelut: asian esittelijä, puh. 0295 017 677 tai 0295 016 000.

Asiakirja on hyväksytty sähköisesti. Merkintä sähköisestä hyväksymisestä on asiakirjan viimeisellä sivulla.

Liite

Valitusosoitus

VALITUSOSOITUS

Tähän aluehallintoviraston päätökseen tai siitä perittävään maksuun voi hakea muutosta kirjallisella valituksella. Valituksen saa tehdä sillä perusteella, että päätös on lainvastainen.

Päätöksestä voivat valittaa asianosaiset, sekä vaikutusalueella ympäristön-, terveyden- tai luonnonsuojelun tai asuinympäristön viihtyisyyden edistämiseksi toimivat rekisteröidyt yhdistykset tai säätiöt, sijaintikunta ja vaikutusalueen kunnat ja niiden ympäristönsuojeluviranomaiset, sekä elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset ja muut asiassa yleistä etua valvovat viranomaiset.

Asian käsittelystä hallinto-oikeudessa voidaan periä oikeudenkäyntimaksu siten kuin tuomioistuinmaksulaissa (1455/2015) ja oikeusministeriön asetuksessa tuomioistuinmaksulain 2 §:ssä säädettyjen maksujen tarkistamisesta (1020/2024) säädetään. Maksun suuruus on 310 euroa. Tuomioistuinmaksulaissa on erikseen säädetty tapauksista, joissa maksua ei peritä. Tarkempia tietoja maksuista saa hallinto-oikeudesta.

Toimi näin

Jos haet muutosta aluehallintoviraston päätökseen, tee kirjallinen valitus Vaasan hallinto-oikeuteen ennen valitusajan päättymistä. Valitusaika päättyy **25.7.2025**.

Valitusaika määräytyy seuraavasti:

- Päätöksen tiedoksisaannin katsotaan tapahtuneen viimeistään seitsemäntenä (7.) päivänä siitä, kun aluehallintovirasto on julkaissut päätöksen verkkosivuillaan.
- Valitusaika on 30 päivää päätöksen tiedoksisaannista.
- Kun määräaikaa lasketaan, sitä päivää, kun päätös on saatu tiedoksi, ei oteta lukuun.
- Jos määräajan viimeinen päivä on pyhäpäivä, itsenäisyyspäivä, vapunpäivä, jouluaatto, juhannusaatto tai arkilauantai, määräaika päättyy ensimmäisenä arkipäivänä sen jälkeen.

Ilmoita valituksessa

- valittajan nimi, postiosoite, puhelinnumero ja muut tarpeelliset yhteystiedot, kuten sähköpostiosoite. Jos valittajana on yhteisö, ilmoita sen nimi ja yhteystiedot.
- laillisen edustajan, asiamiehen tai muun valituksen laatineen henkilön nimi ja postiosoite, puhelinnumero ja muut tarpeelliset yhteystiedot, kuten sähköpostiosoite
- sellainen postiosoite ja mahdollinen muu osoite, johon oikeudenkäyntiin liittyvät asiakirjat voidaan lähettää (prosessiosoite). Hallinto-oikeus voi valita, mihin osoitteeseen se toimittaa asiakirjat, jos sille on ilmoitettu useampia prosessiosoitteita tai jos yhtäkään ilmoitettua yhteystietoa ei ole nimetty prosessiosoitteeksi.
- päätös, johon haetaan muutosta
- päätöksen kohta, johon haetaan muutosta
- mitä muutoksia päätökseen vaaditaan
- perusteet, joilla muutosta vaaditaan
- mihin valitusoikeus perustuu, jos valituksen kohteena oleva päätös ei kohdistu valittajaan

Yhteystietojen muutoksesta on ilmoitettava viipymättä hallinto-oikeudelle valituksen vireillä olon aikana.

Valituksen liitteet

- aluehallintoviraston päätös, johon muutosta haetaan (alkuperäisenä tai jäljennöksenä)
- asiakirjat, joita käytetään vaatimusten tukena (jollei niitä ole toimitettu jo aiemmin aluehallintovirastoon)
- valtakirja

- o asiamiehen on liitettävä valitukseen valittajalta saatu valtakirja – ellei hän ole asianajaja, julkinen oikeusavustaja tai sellainen oikeudenkäyntiavustaja, joka määrittää luvan saaneista oikeudenkäyntiavustajista annetussa laissa (715/2011).
- o asiamiehen ei tarvitse toimittaa valtakirjaa, jos hallinto-oikeuteen toimitetaan sellainen sähköinen asiakirja, jossa on selvitys asiamiehen toimivallasta. Asiamiehen ei myöskään tarvitse esittää valtakirjaa, jos valittaja on antanut valtuutuksen suullisesti tuomioistuimessa tai jos asiamies on toiminut asiamiehenä asian aikaisemmassa käsittelyvaiheessa.

Lähetä valitus hallinto-oikeuteen

Hallinto-oikeuden yhteystiedot ovat:

Vaasan hallinto-oikeus

Korsholmanpuistikko 43, 4. krs (käyntiosoite)

PL 204, 65101 Vaasa (postiosoite)

sähköposti: vaasa.hao@oikeus.fi

puhelinvaihe: 029 56 42 611

asiakaspalvelu: 029 56 42 780 (avoinna ma–pe kello 8.00–16.15)

telekopio (fax): 029 56 42 760

Valituksen saapuminen määräajassa on valittajan vastuulla, kun se lähetetään postitse, sähköpostitse, telekopiona tai lähetin välityksellä. Suljetussa laitoksessa oleva henkilö voi antaa valituskirjelmän valitusajan kuussa myös sille henkilölle, joka on määrätty laitoksessa tätä tehtävää hoitamaan tai laitoksen johtajalle.

Valituksen on oltava perillä hallinto-oikeuden kirjaamossa viimeistään valitusajan viimeisenä päivänä ennen hallinto-oikeuden aukioloajan päättymistä.

Valituksen voi tehdä myös hallinto- ja erityistuomioistuinten asiointipalvelussa osoitteessa

<https://asiointi2.oikeus.fi/hallintotuomioistuimet>

Tämä asiakirja PSAVI/9228/2024 on hyväksytty sähköisesti / Detta dokument PSAVI/9228/2024 har godkänts elektroniskt

Koivula Sami 12.06.2025 12:46

Lindström Laura 12.06.2025 13:15

Kangasluoma Mari 12.06.2025 12:40