

Kaivosalueella olevien vanhojen vesienkäsittelysakkojen loppusijoittaminen

**Ympäristövaikutusten arviointiselostus
2021**



Kannen kuva: Sitowise Oy/Terrafame Oy

Julkaisun päivämäärä: 30.6.2021

YHTEYSTIEDOT

Hankevastaava

Terrafame Oy

Yhteyshenkilöt: Mari Malinen / Elina Salmela

Malmitie 66

88120 Tuhkakylä

puh. 020 7130 800

etunimi.sukunimi@terrafame.fi

The logo for Terrafame, featuring the word "Terrafame" in a bold, red, sans-serif font.

YVA-konsultti

Sitowise Oy

Yhteyshenkilöt: Sanna Vaalgamaa/Antti Kinnunen/Minna Vesterinen

Linnoitustie 6 D

02600 Espoo

puh. 020 747 6000

etunimi.sukunimi@sitowise.com

The logo for Sitowise, featuring the word "SITOWISE" in a bold, green, sans-serif font.

Yhteysviranomainen

Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Yhteyshenkilö: Riina Päätaalo

PL 115, Kalliokatu 4

87101 Kajaani

puh. 029 502 3668

etunimi.sukunimi@ely-keskus.fi



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Kartta-aineistot, ilmakuvat © Maanmittauslaitos

SYKE-aineistot © SYKE Avoin tieto

Luonnonsuojeluaineistot © SYKE, Metsähallitus, Metsäkeskus, ELY-keskus

Maa- ja kallioperäaineistot © Geologian tutkimuskeskus

Valokuvat © Terrafame Oy, Sitowise Oy, Kannen kuva: Sitowise Oy

ALKUSANAT

Tässä ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä (YVA) tunnistettiin, arvioitiin ja kuvattiin Terrafamen kaivosalueella olevien vanhojen vesienkäsittelysakkujen ja kaivosalueella nykyisin syntyvien vesienkäsittelysakkujen loppusijoittamisen ympäristövaikutuksia. Hankkeen aikana kuullaan viranomaisia ja niitä yksityishenkilöitä sekä yhteisöjä, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa.

Ympäristövaikutusten arviointiselostus on hankkeesta vastaavan laatima raportti tehdystä selvityksistä ja niiden pohjalta tehdystä vaikutus- ja riskinarvioinnista. Tunnistettujen ympäristövaikutusten osalta on esitetty lieventämistoimenpiteitä.

Hankevastaavana YVA-menettelyssä on suomalainen monimetalliyhtiö Terrafame Oy, jonka yhteyshenkilöinä toimivat selostusvaiheessa ympäristöasiantuntija Mari Malinen, ympäristöpäällikkö Elina Salmela ja kestävän kehityksen johtaja Veli-Matti Hilla. Yhteysviranomaisena toimii Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY) yhteyshenkilönään ympäristöasiantuntija Riina Päätalo. Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen on laatinut konsulttityönä Terrafame Oy:n toimeksiannosta Sitowise Oy, jossa projektipäällikkönä toimii Sanna Vaalgamaa.

Hankkeessa on muodostettu seurantaryhmä, jonka tehtävänä on ohjata ja tukea ympäristövaikutusten arviointityötä. Ryhmä kokoontui kerran YVA-ohjelman luonnosvaiheessa ja kerran YVA-selostuksen luonnosvaiheessa.

Seurantaryhmään kutsutut tahot ovat

- Kainuun ELY-keskus (ympäristö- ja patoviranomainen)
- Pohjois-Savon ELY-keskus
- Tuhkakylän kyläyhdistys
- Kainuun luonnonsuojelupiiri ry
- Sotkamon luonto ry
- Kajaanin seudun luonto ry
- Kajaanin kaupunki
- Sotkamon kunta
- Sonkajärven kunta
- Sotkamon Yrittäjät
- Kainuun Yrittäjät
- Kainuun sote ympäristöterveydensuojeluviranomaisena
- Maanrakennusalan yrittäjät
- Rakennetekninen asiantuntija

TIIVISTELMÄ

Hankkeen kuvaus ja tarkoitus

Vesienkäsittelyssä muodostuu sakkaa, kun metallipitoista vettä neutraloidaan kalkkimaidolla. Tällöin liukoisessa muodossa olevat haitta-aineet saostuvat ja kun veden annetaan selkeytyä, kiintoaine laskeutuu ja muodostuu sakaksi. Vesienkäsittelysakka on siis vesien puhdistamisessa muodostuvaa prosessijätettä.

Tässä YVA-prosessissa on käsitelty Terrafame Oy:n teollisuusalueella sijaitsevia vesienkäsittelysakkoja, jotka ovat pääosin peräisin alueella aiemmin toimineen Talvivaara Sotkamo Oy:n ja sen konkurssipesän aikaisesta toiminnasta. Sakat ovat muodostuneet vuonna 2012 tapahtuneen kipsisakka-altaan vuodon jälkeen rakennettujen kenttävedenpuhdistamoiden toiminnassa pääosin vuosien 2012–2016 aikana, kun altaasta vuotanutta metallipitoista vettä ja alueella muodostuneita kontaminoituneita vesiä on neutraloitu kalkkimaidolla allasalueilla. Kalkkimaitokäsittely nostaa veden pH:ta, jolloin vedessä olevat metallit saostuvat ja laskeutuvat vesienkäsittelysakana vesivarastoaltaan pohjalle. Näin ollen vesivarastoaltaiden pohjilla on välivarastoituna kipsisakka-altaan vuotovesien käsittelyssä syntyneitä sakkoja. Osa vesienkäsittelysakkoista on imuruopattu altaan pohjalta ja siirretty geotuubeihin. Geotuubi on esimerkiksi polypropeeni- tai polyesterilangasta valmistettu tuubi, jota on käytetty vesienkäsittelyssä muodostuneen lietteen vedenpoistoon. Vesi poistuu tuubista painovoiman avulla ja samalla lietteen tilavuus pienenee merkittävästi alkuperäisestä.

YVA-selvitys sisältää myös Mourunpuron kunnostuksessa syntyneen haitta-ainepitoisen maa-aineksen loppusijoituksen sekä varautumisen neljännen kipsisakka-altaan rakentamiseen. Uusi allas tarvitaan nykyisessä toiminnassa keskusvedenpuhdistamolla syntyvän vesienkäsittelysakan loppusijoittamiseen.

Tehtyjen selvitysten perusteella hankkeessa kunnostettavilla alueilla on maaperään sekoittumatonta vesienkäsittelysakkaa yhteensä 666 000 m³ktr. Tämän lisäksi alueella on 209 000 m³ktr turpeen sekaista sakkaa sekä 269 000 m³ktr pilaantunutta maata. Suunniteltuun loppusijoituspaikkaan on myös suunniteltu sijoitettavaksi Salmisen järven vesistökuunnostuksessa muodostuva pilaantunut sedimentti, jonka määrä 15 000 m³ on kuitenkin vesienkäsittelysakkaan nähden vähäinen. Kunnostettavia massoja on yhteensä 1 159 000 m³ktr. Tämän lisäksi alueella on 380 000 m³ktr geotuubeihin sijoitettua vesienkäsittelysakkaa ja Mourunpuron kunnostuksessa syntynyttä haitta-ainepitoista maa-ainesta 29 000 m³. Näin ollen tässä YVA-selvityksessä käsiteltävien massojen yhteismäärä on noin 1,6 miljoonaa kuutiota.

Varastoidut vesienkäsittelysakat ja lietteet ovat pääosin metallihydroksidisakan ja kipsin seosta. Pääpiirteissään sakkojen ja lietteiden laatu vastaa nykyisinkin metallien talteenotto-prosessin loppuneutraloinnissa muodostuvien sakkojen laatua. Sakoissa ja lietteissä esiintyy korkeina kokonaispitoisuuksina nikkeliä ja sinkkiä, mutta niiden liukoisuus on kuitenkin tehtyjen tutkimusten perusteella hyvin vähäistä. Nikkelin ja sinkin lisäksi sakoissa ja lietteissä esiintyy korkeita sulfaattipitoisuuksia. Sakkojen ja lietteiden vesipitoisuudet ovat pääsääntöisesti suuria, mikä pitää ottaa huomioon niiden käsittelyssä. Kenttäpuhdistamoiden toiminnassa vuosina 2012–2016 syntyneet sakat ja lietteet ovat varastoituina tilapäisissä maapohjaisissa altaissa ja geotuubeissa.

Vuonna 2017 alueen vesienkäsittely keskitettiin uudelle keskusvedenpuhdistamolle, minkä ansiosta sakan syntyminen kenttävedenpuhdistamoiden maapohjaisiin altaisiin on vähentynyt tai loppunut ja alueet voidaan kunnostaa. Kunnostaminen tarkoittaa käytännössä laskeutuneen kiintoaineen eli sakan poistamista maapohjaisista altaista. Tämän lisäksi sakan ja veden mahdollisesti pilaama maaperä tulee tutkia ja tarvittaessa poistaa. Lisäksi poistetut massat tulee loppusijoittaa eli niille tulee rakentaa erillinen jätealue tai ne tulee sijoittaa jollekin nykyisistä jätealueista. Koska vesienkäsittelysakka on luokiteltu lainvoimaisessa ympäristöluvassa vaaralliseksi jätteeksi, tulee sen loppusijoittamisesta tehdä ympäristövaikutusten arviointi.

Hankkeen tarkoituksena on kunnostaa alueet, joilla esiintyy haitta-ainepitoisia vesienkäsittelysakkoja, maa-aineksia ja sedimenttejä sekä loppusijoittaa vesienkäsittelysakat, maa-ainekset ja sedimentit ympäristön kannalta turvallisella tavalla. YVA-menettelyn tavoitteena on tunnistaa ja arvioida vesienkäsittelysakkojen nykyisten sijoituspaikkojen kunnostuksessa ja loppusijoituksessa hyödynnettävien menetelmävaihtoehtojen keskeiset ympäristö- sekä ihmisiin kohdistuvat vaikutukset ja parantaa kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia.

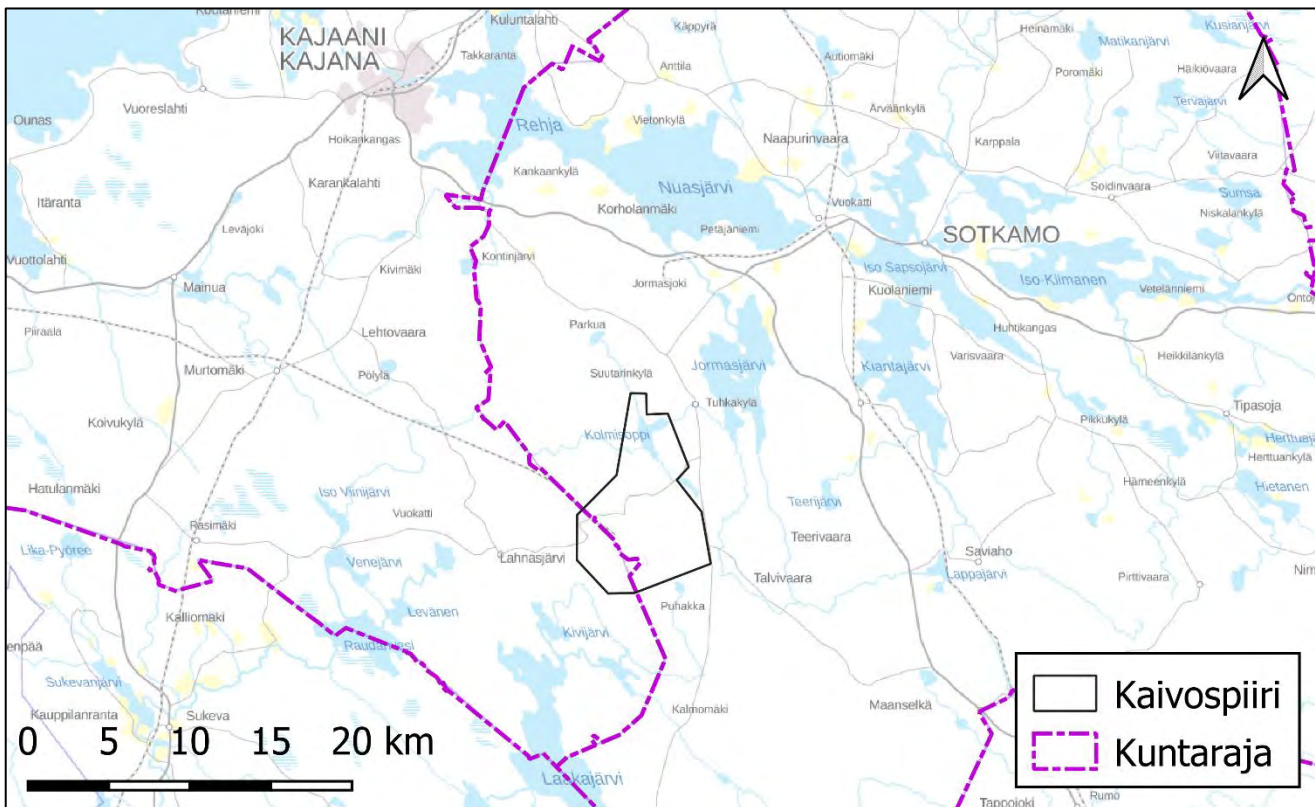
sia. Lisäksi tavoitteena on arvioida suunnitteilla olevan neljännen kipsisakka-altaan sekä Salmisen järven sedimentin ja Mourunpuron kunnostuksessa syntyneen haitta-ainepitoisen maa-aineksen loppusijoituksen ympäristövaikutukset. Hyväksytty YVA-menettely on edellytys hankkeen vaatimien ympäristö- ja vesitalouslupien myöntämiselle.

Hankkeesta vastaava

Hankevastaavana toimii Terrafame Oy. Se on suomalainen akkukemikaalien tuottaja, jonka metallien tuotantoprosessi perustuu bioliuotukseen. Yhtiön päätuotteet ovat nikkeli- ja kobolttisulfaatit, joiden lisäksi yhtiö tuottaa myös sinkkiä. Terrafame Oy osti Talvivaara Sotkamo Oy:n liiketoiminnan ja omaisuuserät Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesältä vuonna 2015.

Arvioitava kohde ja toteutusvaihtoehdot

Terrafamen kaivospiiri sijaitsee Kajaanin kaupungin ja Sotkamon kunnan rajalla. Suurin osa alueesta sijaitsee Sotkamon puolella. Alue on Oulujoen ja Vuoksen vedenjakaja-alueella. Se osa kaivosalueen vesistä, jota ei hyödynnetä tuotannossa, johdetaan puhdistettuna purkuputkea pitkin Nuasjärveen. Lisäksi vesiä voidaan tarvittaessa johtaa ns. vanhoja purkureittejä pitkin Oulujoen ja Vuoksen vesistöihin lupamääräysten rajoissa.



Kuva 1. Terrafame Oy:n kaivospiirin sijainti.

Vesienkäsittelysakkoina on sijoitettu teollisuusalueella noin kymmenelle erilliselle alueelle. Geotuubikenttien paikalleen sijoittamiselle on ollut Pohjois-Suomen aluehallintoviraston myöntämä lupa (78/2017/1, Dnro: PSAVI/931/2015, 29.9.2017), jonka Vaasan hallinto-oikeus kuitenkin palautti aluehallintoviraston uudelleen käsiteltäväksi vuoden 2019 lopussa.

Geotuubit on sijoitettu tiiviin kalvopinnoitetun pohjarakenteen päälle, joten niiden siirtämistä toisaalle vastavalla rakenteella varustetulle alueelle ei pidetä tarkoituksenmukaisena. Siirtäminen aiheuttaisi negatiivisia ympäristö- ja taloudellisia vaikutuksia, joilta voidaan perustellusti välttää peittämällä geotuubit alueelle, jossa ne jo ovat. Tämän vuoksi tässä YVA:ssa ei ole esitetty geotuubien massoille vaihtoehtoisia sijoituspaikkoja tai käsitteilymenetelmiä.

Maapohjaisissa altaissa sijaitsevia sakkoja ei voida jättää nykyisille sijoilleen, sillä vesienkäsittelysakkojen haitta-aineista voi aiheutua haitallisia ympäristövaikutuksia. Tämän vuoksi sakkoja varten on suunniteltava ja luvitettava erillinen jätealue tai vaihtoehtoisesti ne on hyötykäytettävä kipsisakka-altaiden sulkemisvaiheen täyttömuotoilussa ja osana peiterakennetta.

Uusi kipsisakka-allas (KSA) 4 on suunniteltu sijoitettavaksi KSA 2:n etelä-kaakkoispuolelle. KSA 4:n rakenne vastaa lähtökohtaisesti KSA 3:lle toteutettua rakennetta, mikäli kipsisakka luokitellaan jatkossakin vaaralliseksi jätteeksi. Mikäli jäteluokitus muuttuu Pohjois-Suomen aluehallintovirastossa vireillä olevasta hakemuksesta (PSAVI/2461/2017) annettavassa päätöksessä, altaan rakenne suunnitellaan vastaamaan muuttunutta jäteluokitusta.

Arvioitavat vaihtoehdot

Tässä YVA-hankkeessa arvioidaan sakkojen poistamisesta, siirrosta, sijoittamisesta, Mourunpuron kunnostuksessa syntyneen haitta-ainepitoisen maa-aineksen loppusijoittamisesta, Salmisen järven sedimenttien kunnostamisesta sekä neljännen kipsisakka-altaan rakentamisesta syntyviä ympäristövaikutuksia. Arvioitavat vaihtoehdot ovat:

Nykytilanne: Sakat ovat peittämättöminä kalvopinnoitetuilla geotuubikentillä sekä maapohjaisissa altaissa. Uuden kipsisakka-allastilavuuden rakentamiseen ei varauduta, eikä Mourunpuron kunnostuksessa syntyneitä haitta-ainepitoisia massoja loppusijoiteta. Tämä vastaa YVA-asettelun VEO-vaihtoehtoa, joka tarkoittaa sitä, että hanketta ei toteuteta. Tämä ei kuitenkaan ole mahdollisten haitallisten ympäristövaikutusten vuoksi toteuttamiskelpoinen vaihtoehto, joten vaihtoehdosta VEO käytetään YVA:ssa nimitystä nykytilanne.

VE1, Kortelammen jätealue A:

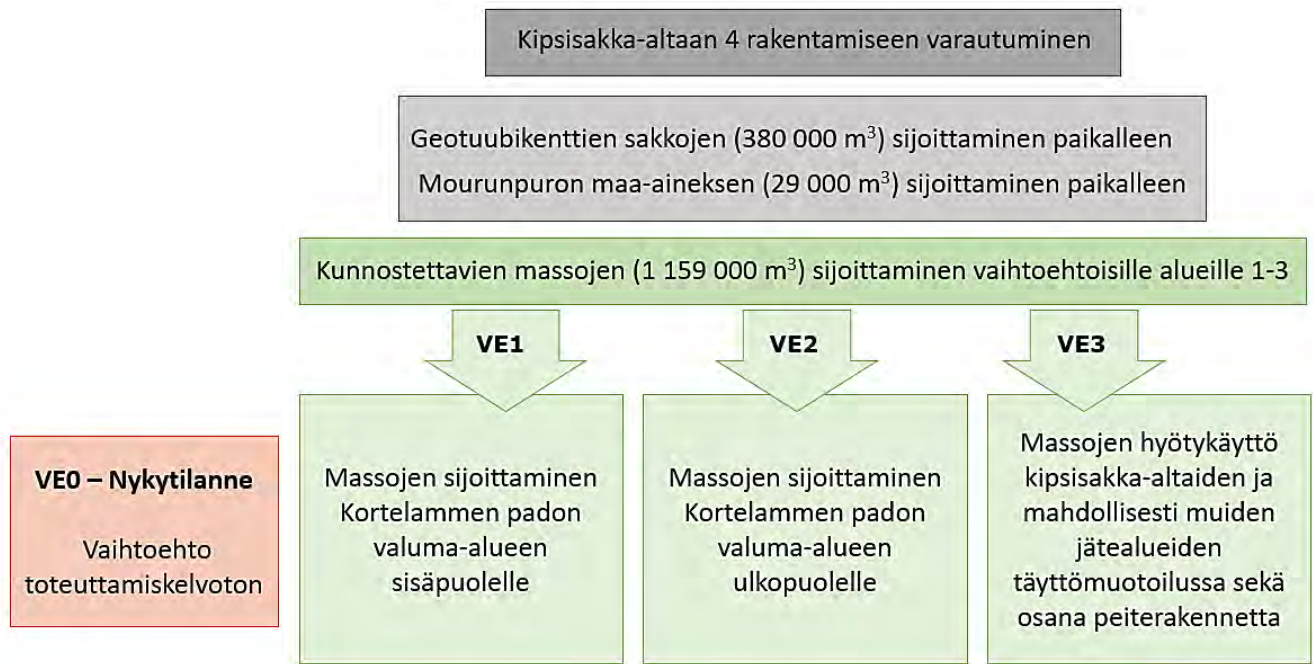
Geotuubikenttien sakkojen (380 000 m³) ja Mourunpuron haitta-ainepitoisten massojen (29 000 m³) sijoittaminen paikoilleen. Kunnostettavien massojen (1 159 000 m³) sijoittaminen **Kortelammen padon valuma-alueen sisäpuolelle**, jonne rakennetaan valtioneuvoston asetuksen 331/2013 mukaiset määräykset täyttävä tai vastaavan suojatason tarjoava vaarallisen jätteen loppusijoitusalue, sekä pilaantuneille maille tavanomaisen jätteen loppusijoitusalue. Vesienkäsittely on keskitetty keskusvedenpuhdistamolle, jossa muodostuva vesienkäsittelysakka sekä metallien talteenoton loppuneutralointisakka läjitetään kipsisakka-altaille. Vaihtoehto pitää sisällään neljännen kipsisakka-altaan rakentamiseen varautumisen.

VE2, Kortelammen jätealue B:

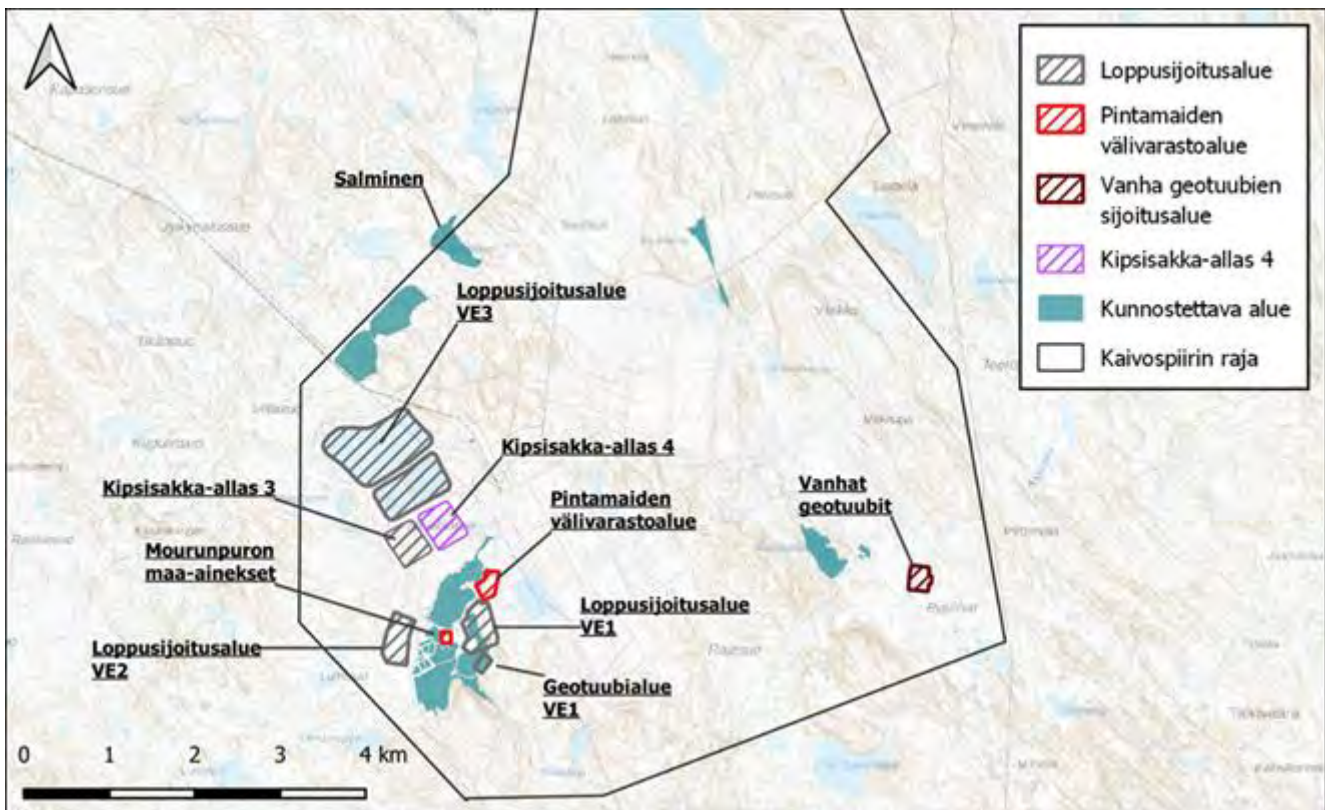
Geotuubikenttien sakkojen (380 000 m³) ja Mourunpuron haitta-ainepitoisten massojen (29 000 m³) sijoittaminen paikoilleen. Kunnostettavien massojen (1 159 000 m³) sijoittaminen **Kortelammen padon valuma-alueen ulkopuolelle**, jonne rakennetaan valtioneuvoston asetuksen 331/2013 mukaiset määräykset täyttävä tai vastaavan suojatason tarjoava vaarallisen jätteen loppusijoitusalue, sekä pilaantuneille maille tavanomaisen jätteen loppusijoitusalue. Vesienkäsittely on keskitetty keskusvedenpuhdistamolle, jossa muodostuva vesienkäsittelysakka sekä metallien talteenoton loppuneutralointisakka läjitetään kipsisakka-altaille. Vaihtoehto pitää sisällään neljännen kipsisakka-altaan rakentamiseen varautumisen.

VE3, sakkojen hyötykäyttö:

Geotuubikenttien sakkojen (380 000 m³) ja Mourunpuron haitta-ainepitoisten massojen (29 000 m³) sijoittaminen paikoilleen. Kunnostettavien massojen (1 159 000 m³) hyötykäyttö kipsisakka-altaiden 1 ja 2 sekä mahdollisesti muiden jätealueiden täyttömuotoilussa sekä osana peiterakennetta. Vesienkäsittely on keskitetty keskusvedenpuhdistamolle, jossa muodostuva vesienkäsittelysakka sekä metallien talteenoton loppuneutralointisakka läjitetään kipsisakka-altaille. Vaihtoehto pitää sisällään neljännen kipsisakka-altaan rakentamiseen varautumisen.



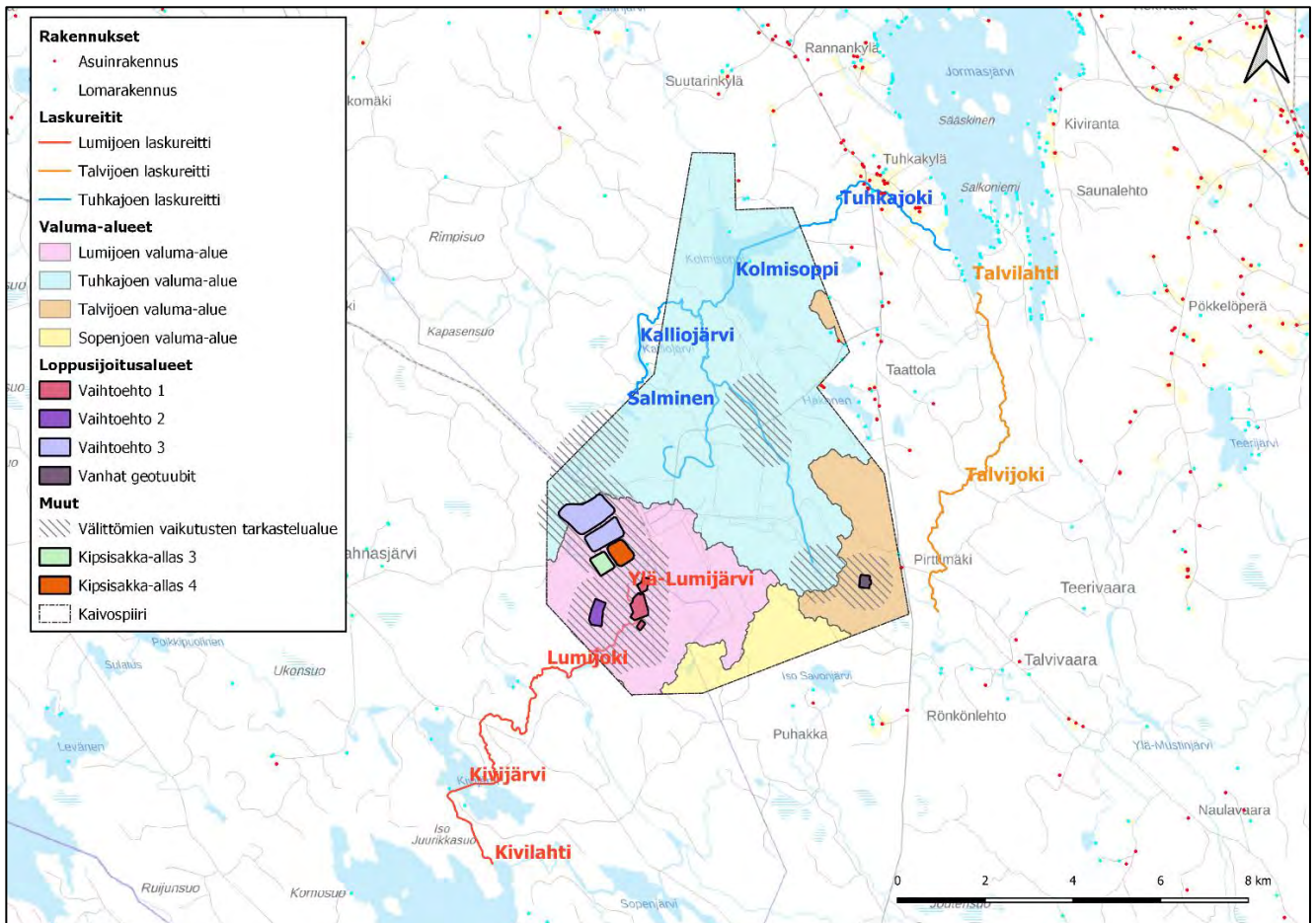
Kuva 2. Vaihtoehdot VE0-VE3. Vaihtoehto VE0 = nykytilanne. Kaikkiin vaihtoehtoihin VE1-VE3 sisältyy neljännen kipsisakka-altaan rakentaminen, vanhojen geotuubikenttien sakkojen sijoittaminen paikalleen sekä Mourunpuron haitta-ainepitoisten maa-ainesten sijoittaminen paikalleen, sillä näille ei YVA:ssa tunnistettu tarkoituksenmukaista vaihtoehtoa. Lisäksi kuhunkin vaihtoehtoon sisältyy kunnostettavien sakkojen, lietteiden ja sedimentin sijoittaminen vaihtoehtoisille alueille. Alueiden sijainnit on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Vanhojen vesienkäsittelysakkojen sekä YVA-menettelyssä käsiteltävien vaihtoehtojen sijainti kaivosalueella.

Vaikutusalue

Ympäristövaikutuksia on arvioitu alueella, joka vesistövaikutusten osalta rajautuu nykyisten ja suunniteltujen sijoituspaikkojen pinta- ja pohjavesien valuma-alueiden perusteella Ylä-Lumijärveen, Lumijokeen, Tuhkajokeen sekä Talvijokeen saakka. Lisäksi kunnostuksessa muodostuneiden kuivatusvesien osalta vaikutus ulottuu Nuasjärveen, jonne vedet puhdistuskäsittelyn jälkeen johdetaan. Välittömien vaikutusten osalta vaikutukset arvioitiin maksimissaan 500 metrin etäisyydelle operointipaikasta, ellei toisin ole esitetty. Yhteiskunnallisten vaikutusten osalta vaikutuksia arviointiin laajemmalla alueella.



Kuva 4. Ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkasteltavat alueet. Hankkeesta aiheutuvia suoria paikallisia vaikutuksia tarkastellaan hankealueelta 500 m ulospäin ulottuvalla vyöhykkeellä (harmaa viivoitus) sekä vesistövaikutuksia hankealueen valumavesien laskureittien mukaisesti. Kartalla on esitetty myös lähimmät asuin- ja lomarakennukset.

Hankkeen vaikutukset

Vaikutukset **maankäyttöön ja elinkeinotoimintaan** on kokonaisuutena arvioitu kaikissa hankevaihtoehdoissa positiivisiksi sekä rakentamisen aikana että loppusijoitusvaiheessa, kun taas hankkeen toteuttamatta jättäminen voidaan nähdä maankäytön ja elinkeinotoiminnan näkökulmasta haitalliseksi.

Vaikutukset **maisemaan ja kulttuuriympäristöön** arvioidaan neutraaleiksi tai korkeintaan vähäisesti haitallisiksi. Kunnostusvaiheessa maisemallisia vaikutuksia ei aiheudu. Käytännössä mm. puuston vaikutuksesta kaikkien käsiteltävien loppusijoitusvaihtoehtojen havaittavat maisemalliset vaikutukset rajoittuvat todennäköisesti kaivospiiriin sisäpuolelle. Valtakunnallisesti arvokkaalta Vuokatin vaarajaksolta avautuviin näkymiin hankkeella ei analyysin mukaan ole vaikutusta. Kunnostettavilla alueilla, loppusijoitusalueilla tai näiden välittömien vaikutusten tarkastelualueella ei tietyvästi sijaitse muinaisjäännöksiä tai kulttuuriympäristön arvokohteita, eikä näille näin ollen aiheudu hankkeesta tunnistettuja vaikutuksia.

Maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin kohdistuvat vaikutukset arvioitiin positiivisiksi, sillä sakkojen ja lietteiden kunnostaminen vähentää sulfaatin ja raskasmetallien maaperään ja pohjaveteen kulkeutumisen riskiä. Loppusijoitusrakenteiden ollessa toimivia, hankevaihtoehtojen välillä ei esiinny merkittäviä eroja vaikutuksissa. Mikäli rakenteiden toimivuus heikkenee ajan myötä, loppusijoitusalueilta voi syntyä vähäistä sulfaattikuormitusta kaivosalueen maaperään ja pohjaveteen. Raskasmetallien kulkeutuminen arvioidaan vähäiseksi, sillä ne kiinnittyvät maaperän partikkeleihin ja niiden vesiliukoisuus on todettu kattavilla analyyseillä vähäiseksi. Kaivosalueen maaperä johtaa heikosti vettä, minkä arvioidaan vähentävän osaltaan vaikutuksia kaivospiirin ulkopuolelle.

Pintavesiin ja vesiluontoon kohdistuvat vaikutukset arvioidaan kokonaisuudessaan positiivisiksi. Pitkällä aikavälillä hanke poistaa kuormituksen, joka aiheutuu sakoista välivarastoaltaiden veteen liukenevasta sulfaattista ja metalleista. Tämä vähentää myös käsittelyä vaativan veden muodostumista ja sitä kautta edelleen puhdistetuista purkuvesistä Nuasjärveen kohdistuvaa kuormitusta.

Kunnostusaikana vesistökuormitus hieman kasvaa johtuen välivarastoaltaiden osittaisesta tyhjentämisestä ja työnaikaisesta vesienkäsittelystä. Hankkeesta aiheutuva lisäkuormitus on kuitenkin luonteeltaan väliaikaista ja tapahtuu voimassa olevien kuormituskiintiöiden puitteissa, joten vaikutusten Nuasjärven fysikaalis-kemialliselle tai ekologiselle tilalle odotetaan jäävän vähäisiksi. Lisäksi kunnostus on jaksotettu usean vuoden ajalle ja sen yhteydessä allasalueilla tehdään huomattavia vesienhallintajärjestelyjä, joilla hallitaan kuormitusta.

Vaikutukset **ilmanlaatuun ja ilmastoon** arvioidaan kokonaisuudessaan vähäisiksi. Kunnostusvaiheessa voi kunnostettavilta alueilta ja loppusijoitusalueilta aiheutua pölyämisestä johtuvia ilmanlaadullisia vaikutuksia, jotka saattavat otollisissa sääolosuhteissa olla havaittavissa myös kaivospiirin ulkopuolella. Haitallisia vaikutuksia kyetään kuitenkin tehokkaasti ehkäisemään esimerkiksi kastelemalla pölyäviä aineksia tai kasoja. Kunnostusvaiheessa hyödynnettävät työkonet ja kuljetuskalusto käyttävät polttoaineenaan fossiilisia polttoaineita, jotka aiheuttavat pienhiukkas- ja kasvihuonekaasupäästöjä ilmakehään. Kokonaisuutta tarkasteltaessa vaikutus jää kuitenkin vähäiseksi. Loppusijoitusvaiheesta ei aiheudu ilmanlaadullisia tai ilmastollisia vaikutuksia. Kunnostusvaiheessa tai loppusijoitusvaiheessa ei arvioida muodostuvan merkittäviä hajuhaittoja.

Vaikutukset **kasvillisuuteen, eläimistöön ja suojelukohteisiin** arvioidaan kokonaisuudessaan positiivisiksi tai neutraaleiksi. Kunnostusvaiheessa haitallisia vaikutuksia aiheutuu lähinnä kasvillisuuden poistosta kunnostettavien välivarastoaltaiden ympäristöstä työskentelyn mahdollistamiseksi. Kunnostettavilla alueilla ei kuitenkaan tiettävästi esiinny uhanalaisia tai muuten erityisesti suojeltuja lajeja. Loppusijoitusvaiheessa hankkeesta aiheutuu lähinnä myönteisiä vaikutuksia, kun välivarastoaltaiden vedenlaatu paranee ja alueilta aukeaa uusia ekokeroita entistä rikkaammalle lajistolle.

Hankkeen **liikennevaikutukset** arvioidaan kohtalaisiksi tai vähäisesti haitallisiksi valittavasta loppusijoitusvaihtoehtosta riippuen. Liikenteellisiä vaikutuksia on ainoastaan kunnostusvaiheen aikana, loppusijoitusvaiheen aikana niitä ei aiheudu.

Hankkeesta aiheutuvat **melu- värinä- ja valovaikutukset** arvioidaan merkityksettömiksi. Kyseisiä vaikutuksia aiheutuu lähinnä kunnostusvaiheessa, eikä niitä voida arvion mukaan erottaa alueen normaalista toiminnasta.

Vaikutukset vesienhallintaan, jätehuoltoon ja kiertotalouteen arvioidaan kunnostusvaiheessa vähäisesti haitallisiksi ja loppusijoitusvaiheessa puolestaan myönteisiksi kaikkien hankevaihtoehtojen paitsi nykytilanteen (VE 0) osalta, jonka vaikutukset arvioidaan merkittävästi haitallisiksi. Vesienkäsittelyalueiden kunnostaminen vaatii altaiden osittaista kuivattamista ja kontaminaationestoalueiden rakentamista. Kontaminaationestoalueilta johdetaan vesiä käsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolle, mikä vähentää keskusvedenpuhdistamon vapaata kapasiteettia ja kasvattaa tilapäisesti teollisuusalueen vesienhallintaan liittyvää riskitasoa. Vaikutus on kuitenkin luonteeltaan kohtalaisen vähäinen ja tilapäinen.

Loppusijoitusvaiheessa vesienhallintaan liittyvät riskit puolestaan vähenevät, kun kunnostusalueilta poistettut sakat sijaitsevat keskitetysti yhdellä loppusijoitusalueella, jolta ei normaaliolosuhteissa muodostu lainkaan käsittelyä vaativia vesiä. Hankkeen toteuttamisella on myös myönteisiä vaikutuksia jätehuoltoon, kun vaarallisiksi jätteiksi määritellyt vanhat vesienkäsittelysakat loppusijoitetaan asianmukaiset suojaominaisuudet tarjoavalle loppusijoitusalueelle.

Vaikutukset luonnonvarojen käyttöön arvioidaan hankkeen kunnostusvaiheen aikana vähäisesti haitallisiksi ja loppusijoitusvaiheen aikana puolestaan myönteisiksi. Kunnostusvaiheessa luonnonvaroja kuluu materiaalien kuljetuksiin ja työkoneiden käyttöön. Loppusijoitusvaiheessa kaikkien vaihtoehtojen vaikutukset ovat luonteeltaan positiivisia, kun louhokseen rajautuvan purettavan geotuubikentän lohkojen 4-6 alta vapautuu kaivannais-mineraaleja hyödynnettäväksi.

Vaikutukset ihmisten terveyteen ja elinoloihin arvioidaan positiivisiksi, sillä sakkojen ja lietteiden kunnostaminen ennallistaa ympäristöä vastaamaan enemmän vahinkoa edeltänyttä tilaa. Hankkeen toteuttaminen voi lieventää myös alueen ihmisten huolta ja epävarmuutta ympäristön tilasta, koska vaaralliseksi jätteeksi luokiteltavat massat saadaan hallitusti sijoitettua vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Kunnostus ja sakkojen sekä lietteiden kunnostaminen ja loppusijoittaminen tiiviisiin rakenteisiin vähentää myös ympäristökuormituksen riskiä ja voi siten vaikuttaa positiivisesti elinoloihin. Hankkeen ei arvioida heikentävän talousveden laatua, sillä kaikki hankevaihtoehdot vähentävät haitta-aineiden pohjaveteen kulkeutumisen riskiä.

Kipsisakka-altaan 4 rakentaminen

Kipsisakka-allas 4:n rakentamisesta ei arvioitu aiheutuvan merkittäviä negatiivisia ympäristövaikutuksia. Sen sijaan altaan rakentaminen pienentää ympäristöriskitasoa, sillä se vastaa kasvavaan kipsisakan loppusijoituksen tilantarpeeseen ja varmistaa vesienkäsittelyn häiriöttömän jatkuvuuden.

Mourunpuron haitta-ainepitoisten maiden sijoittaminen paikalleen

Mourunpuron loppusijoitettavien maa-ainesten haitta-aineiden kokonaispitoisuudet ja liukoisuudet ovat niin alhaisia, että niistä ei aiheudu vaikutuksia. Lisäksi Mourunpuron maa-ainekset sijaitsevat kaivospiirin sisäpuolella ja massamäärä on pieni, joten maa-aineksesta ei tästäkään syystä aiheudu merkittäviä ympäristövaikutuksia.

Geotuubien sijoittaminen paikalleen

Osa vanhoista geotuubeista sijaitsee Kuusilammen avolouhoksen alueelle, joten ne joudutaan purkamaan kaivosmineraalin tehokkaan hyödyntämisen vuoksi. Purettavien geotuubien sakat on suunniteltu sijoitettavaksi samalle alueelle, jotta vältetään pitkiltä siirtomatkoilta.

Vaihtoehto paikalleen sijoittamiselle olisi geotuubien sisältämien sakkojen siirtäminen toiselle alueelle. Jos kaikki geotuubeissa oleva sakka kuljetettaisiin nykyiseltä alueelta pois, dumpperi- tai kasettirekka-autokuormia syntyisi noin 15 200 kpl. Siirtäminen aiheuttaisi mahdollisen uuden alueen rakentamiseen ja siirroissa käytettävän kuljetuskaluston päästöihin liittyviä ympäristövaikutuksia sekä merkittäviä taloudellisia vaikutuksia. Koska geotuubit on sijoitettu tiiviin kalvopinnoitetun pohjarakenteen päälle, niiden siirtämistä toiselle vastaavalla rakenteella varustetulle alueelle ei pidetä tarkoituksenmukaisena. Sakkojen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi sekä niiden suuri määrä rajaavat muut käsittelymenetelmät tarkastelusta. Edellä mainituista syistä toteuttamiskelpoisia vaihtoehtoja loppusijoittamiselle olemassa olevalle paikalleen ei katsota olevan, eikä tässä YVA:ssa esitetä myöskään geotuubien massoille vaihtoehtoisia sijoituspaikkoja.

Hankevaihtoehtojen kokonaisvaikutusten vertailu ja toteuttamiskelpoisuus

Vanhojen vesienkäsittelyalueiden kunnostaminen on mahdollista, sillä alueen vesienkäsittely on vuodesta 2017 alkaen keskitetty keskusvedenpuhdistamolle. Myös nyt tehtävän maaperän kunnostuksen yhteydessä muodostuva, käsittelyä vaativa vesi puhdistetaan keskuspuhdistamolla. Keskuspuhdistamon vesienkäsittelyssä muodostuva vesienkäsittelysakka sekä metallien talteenoton loppuneutralointisakka läjitetään kipsisakka-altaille. Kipsisakkojen muodostumiseen varaudutaan neljännellä kipsisakka-altaalla, joka vastaa kasvavaan loppusijoitustilan tarpeeseen. Uuden altaan rakentamista perustelee myös se, että erillisiä altaita voidaan käyttää erityyppisten vesien käsittelyssä muodostuvan kiintoaineen laskeuttamiseen, mikä mahdollistaa myös purkuvesiin aiheutuvan sulfaattikuormituksen minimoimisen (keskuspuhdistamon ns. kahden linjan ajomalli).

Neljännän kipsisakka-altaan sijoitus nykyisen allasalueen viereen on tarkoituksenmukaisin vaihtoehto. Näin voidaan hyödyntää mm. osin samoja pumppaus- ja putkiresursseja, kuin nykyisillä käytössä olevilla altaila. Myös altaan rakenne on valittu jätteen nykyisen luvan mukaisen luokituksen perusteella. Mikäli luokitus muuttuu, myös altaan rakennetta voidaan tarkastella uudestaan.

Tarkasteltaessa **kunnostuksen aikaista** tilannetta, vaihtoehdolla VE0 eli nykytilanne on eniten haitallisia ympäristövaikutuksia. Muut kunnostusvaihtoehdot ovat ympäristövaikutuksiltaan kunnostuksen ja rakentamisen aikana hieman rakentamatta jättämistä parempia, mutta vaihtoehtojen VE1-VE2 välillä on vain vähäisiä eroja. VE2 erottuu siinä, että sen rakentamisen liikennevaikutukset jäävät vähäisemmäksi, sillä alueella voidaan hyödyntää siellä luontaisesti esiintyvää moreenia.

Kun tarkastellaan myös **loppusijoitusvaihetta**, erottuvat eri kunnostusvaihtoehdot selkeästi nykytilanteesta. Tarkastelun perusteella kunnostamalla saadaan merkittäviä hyötyjä erityisesti vesienhallinnan ja riskitason osalta. Loppusijoitusvaihtoehtojen välillä on vain vähäisiä eroja. VE3:n vaikutukset luonnonvarojen käyttöön ovat vähäisimmät. Massojen hyötykäyttö kipsisakka-altailla voisi kuitenkin hankaloittaa yhtiön toista hanketta, jossa selvitetään mahdollisuutta nostaa läjitettävän kipsisakan kiintoainepitoisuutta ja siten muuttaa läjitystapaa ja hyödyntää kipsisakka-altaita 1-2 pidempään. VE2 mahdollistaa sen, että Kortelammen allas voidaan hyödyntää puhtaan veden varastona tulevaisuudessa. VE1 on myös toteuttamiskelpoinen, ja tarjoaa hyvät vesienhallintamahdollisuudet, koska se sijaitsee Kortelammen padon sisäpuolella.

Kokonaistarkastelun perusteella hankevaihtoehtoista haitallisin on VE0 eli nykytilanne, jossa alueella oleville sakoille ei tehdä mitään. Tarkasteltaessa muita vaihtoehtoja voidaan todeta, että niillä on pääosin vähäisiä haitallisia vaikutuksia kunnostamisen ja rakentamisen aikana, mutta loppusijoitusvaiheen aikana merkittäviä positiivisia vaikutuksia. Näin ollen merkittävimmät erot saadaan toisaalta VE0:n ja toteuttamisvaihtoehtojen VE1-VE3 välille, sekä toisaalta rakentamisaikaisten pääosin vähäisten ympäristövaikutusten sekä loppusijoitusvaiheen merkittävien positiivisten vaikutusten välille. Näin ollen ympäristövaikutusten arviointi tukee sitä, että hanke on ympäristön tilaa parantava ja siten toteuttamiskelpoinen.

Yhteenveto: Ympäristövaikutusten osalta tarkastelluista vaihtoehtoista erottuu heikoimpana erityisesti nykytilanne (VE0), joka ei edusta ympäristön kannalta hyvää ratkaisua nyt eikä pidemmällä aikavälillä. Tämä tarkoittaa sitä, että sakkoja ei voida jättää nykyisille paikoilleen erityisesti pintavesiin, maaperään ja pohjaveteen kohdistuvien vaikutusten sekä tästä aiheutuvan vesienkäsittelytarpeen takia. Erot toteutusvaihtoehtojen VE1-3 välillä, joissa sakat poistetaan ja sijoitetaan joko uudelle jätealueelle tai nykyisille kipsisakka-altaille, ovat vähäisiä, ja kaikki edustavat ympäristön kannalta kestävää ja toteuttamiskelpoista ratkaisua. Loppusijoitusvaihtoehto voidaan näin ollen valita teknis-taloudellisen toteutettavuuden perustella. Kunnostussuunnitteluun on valikoitumassa näin ollen VE2, jossa loppusijoitusalue sijoittuu Kortelammen padon ulkopuolelle. Vaihtoehtojen etuina ovat alueella jo valmiina olevat moreenivarannot sekä Kortelammen säilyminen puhtaan veden varastoaltaana, mikä osaltaan parantaa kaivosalueen vesienhallintamahdollisuuksia.

Ympäristövaikutusten arviointimenettely

Ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (252/2017) tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja arvioinnin yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa sekä lisätä kaikkien tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia. Ympäristövaikutusten arviointia (YVA) koskevassa lainsäädännössä edellytetään arviointimenettelyn soveltamista, kun kyseessä on vaarallisen jätteen sijoittaminen jätealueelle (YVA-laki 252/2017, kohta 11 a). Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on aiemmin ottanut kannan, jonka Vaasan hallinto-oikeus ja korkein hallinto-oikeus ovat ratkaisullaan vahvistaneet, että edellä kuvatut, maapohjaisissa altaissa olevat vesienkäsittelysakat ovat vaarallista jätettä, joten niiden loppusijoitus tai hyödyntäminen edellyttää YVA-menettelyä. Arviointimenettelyn tarkoituksena on tunnistaa, arvioida ja kuvata hankkeen todennäköisesti merkittävät ympäristövaikutukset ja kuulla viranomaisia ja niitä, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa.

Ympäristövaikutusten arviointimenettely on kaksivaiheinen prosessi, joka muodostuu **arviointiohjelma- ja arviointiselostusvaiheesta**. Molemmissa vaiheissa osalliset voivat esittää mielipiteitään hankkeesta ja yhteysviranomaisen pyytää lausuntoja tarpeelliseksi katsomiltaan tahoilta.

Arviointiohjelman tulee sisältää tarvittavat tiedot hankkeesta ja sen kohtuullisista vaihtoehtoista, kuvaus ympäristön nykytilasta, ehdotus arvioitavista ympäristövaikutuksista ja niiden selvittämisestä sekä suunnitelma arviointimenettelyn järjestämisestä. Arviointiohjelma asetetaan virallisesti nähtäville vaikutusalueen kuntiin. Arviointiselostuksessa esitetään tiedot hankkeesta ja sen vaihtoehtoista sekä yhtenäinen arvio niiden todennäköi-

sesti merkittävistä ympäristövaikutuksista. Arviointi tehdään YVA-ohjelman mukaisen suunnitelman ja siitä saadun yhteysviranomaisen lausunnon pohjalta. Arviointiselostuksen tulee sisältää tarvittavat tiedot hankkeesta, kuvaus ympäristön nykytilasta, kuvaus hankkeen ja sen kohtuullisten vaihtoehtojen todennäköisesti merkittävistä ympäristövaikutuksista, niiden lieventämisestä, seurannasta ja vaihtoehtojen vertailusta, tiedot ympäristövaikutusten arviointimenettelyn toteuttamisesta ja yleistajuinen yhteenveto.

Vaikutusten arvioiminen

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä tarkastellaan hankkeen vaikutuksia kokonaisvaltaisesti ihmisiin, ympäristön laatuun ja tilaan, maankäyttöön ja luonnonvaroihin sekä näiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin YVA-lain ja -asetuksen edellyttämässä laajuudessa.

Kullakin YVA-hankkeella on omat, hankkeen luonteesta, laajuudesta ja sijainnista johtuvat tyypilliset vaikutuksensa, joihin YVA-prosessin yhteydessä kiinnitetään erityistä huomiota. Edellä esitetyt päätason arvioitavat vaikutukset tarkennetaan aina hankekohtaisesti. Ympäristövaikutusten arvioinnin pääpaino kohdennetaan todennäköisesti merkittäviin vaikutuksiin. Ympäristövaikutusten arvioinnissa otetaan huomioon sekä hankkeen rakentamisen aikaiset että loppusijoituksen ympäristövaikutukset.

Tässä hankkeessa hankkeen merkittävimmiksi vaikutuksiksi tunnistettiin seuraavat vaikutusluokat:

- **Vaikutukset maaperään ja pohjavesiin**
- **Vaikutukset pintavesiin**
- **Vaikutukset ilmanlaatuun**

Vaikutukset maaperään ja pohjavesiin on merkittävä vaikutusluokka siksi, että sakkojen haitta-aineet voivat sopivissa olosuhteissa kulkeutua maaperässä ja pohjavedessä nykyistä laajemmalle alueelle tai pilata pohjavettä. Vaikutukset pintavesiin on merkittävä vaikutusluokka siksi, että sakoissa esiintyy vesiympäristölle haitallisia aineita, jotka voivat pintavesiin joutuessaan aiheuttaa riskin vesieliöstölle. Vaikutukset ilmanlaatuun valittiin myös merkittäväksi vaikutusluokaksi, sillä sakat ovat hienojakoista, haitta-ainepitoista materiaalia ja voivat kuivuesaan pölytä ja aiheuttaa ilmanlaadun heikkenemistä.

Ympäristövaikutusten arviointi toteutettiin tavalla, jossa kuvataan ympäristövaikutuksen ilmeneminen ja arvioidaan muutoksen suuruutta verrattuna nykytilaan. Vaikutusten arviointi perustuu käytettävissä olevaan tietoon ympäristön nykytilasta sekä tehtyihin selvityksiin. Arvioitavien vaikutusten maantieteellinen raja-alue vaihtelee arvioitavan osa-alueen mukaan.

Tässä hankkeessa käytettiin apuna IMPERIA-hankkeessa kehitettyä arviointimenetelmää, joka on vaikutuksen laajuuden määrittämiseen ja arviointikohteen arvottamiseen pohjautuva ympäristövaikutuksen merkittävyyden arviointimenetelmä. Ympäristövaikutuksen merkittävyys määritellään asteikolla Myönteisiä vaikutuksia - Ei vaikutusta - Vähäinen - Kohtalainen - Merkittävä haitallinen vaikutus. Merkittävyyttä arvioitaessa otettiin huomioon vaikutuksen suuruusluokka ja vaikutuskohteen arvo ja herkkyys.

Ympäristövaikutusten arvioinnista laadittiin yhteenveto sekä sanallisena että taulukkomuodossa (YVA-selostuksen luku 20 Yhteenveto vaikutuksista). Vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa otettiin huomioon epävarmuustekijät ja vaikutusten lieventämismahdollisuudet.

Osallistumis- ja tiedottamissuunnitelma

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn voivat osallistua kaikki ne, joiden oloihin tai etuihin kuten asumiseen, työntekoon, liikkumiseen tai vapaa-ajanviettoon hanke saattaa vaikuttaa. Arviointiohjelman ollessa vireillä kansalaisilla oli mahdollisuus esittää kantansa hankkeen aiheuttamien vaikutusten selvitystarpeista ja siitä, ovatko YVA-ohjelmassa esitetyt suunnitelmat arviointimenetelmistä riittäviä.

YVA-selostusvaiheessa kansalaiset voivat esittää mielipiteensä selvitysten riittävyydestä ja vaikutusarviointien kattavuudesta. Arviointiselostus tulee nähtäville mielipiteiden ja lausuntojen esittämistä varten internet-osoitteeseen www.ymparisto.fi/terrafamesakkaYVA. Arviointiselostus asetetaan myös virallisesti nähtäville vaikutusalueen kuntiin.

Nähtävillä olon jälkeen yhteysviranomaisen arvioi arviointiselostuksen riittävyttä ja antaa perustellun päätelmänsä hankkeen merkittävistä ympäristövaikutuksista. Arviointiselostuksen, siitä annettujen mielipiteiden ja lausuntojen, sekä perustellun päätelmän huomioonottaminen lupamenettelyssä ja ajan tasalla oleva perusteltu päätelmä tulee sisällyttää hankkeen lupamenettelyihin.

YVA-menettelyä varten on perustettu seurantaryhmä, jonka tehtävänä on ohjata ja tukea ympäristövaikutusten arviointityötä.

YVA-menettelyn aikana järjestetään yleisölle avoimet tiedotus- ja keskustelutilaisuudet. Tiedotustilaisuudet järjestetään YVA-ohjelman ja YVA-selostuksen valmistuttua. Selostusvaiheen yleisötilaisuudessa esitellään hankkeen ympäristövaikutusten arviointia ja yleisöllä on mahdollisuus keskustella hankkeesta vastaavan, YVA-konsultin ja yhteysviranomaisen kanssa.

Aikataulu

YVA-menettely käynnistyi, kun Terrafame jätti ympäristövaikutusten arviointiohjelman Kainuun ELY-keskukselle 28.3.2019. Arviointiohjelma oli nähtävillä 29.3.-29.4.2019 ja hanketta esiteltiin yleisötilaisuudessa 9.4.2019. Kansalaisilla oli mahdollisuus esittää mielipiteensä ohjelmasta yhteysviranomaisena toimivalle Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle (ELY-keskus). Lisäksi Kainuun ELY-keskus pyysi arviointiohjelmasta lausunnot eri sidosryhmiltä ja kunnilta ja antoi sen perusteella oman lausuntonsa, joka toimi yhdessä YVA-ohjelman kanssa ohjeena ympäristövaikutusten selvitystyölle.

Vaikutusten arviointi sekä ympäristötekniistä suunnittelua, mm. alueiden kunnostamisen suunnitelma sekä muodostuvan jätealueen suunnitelma, tehtiin vuosien 2019-2021 aikana. Tulokset on koottu arviointiselostukseksi, josta yhteysviranomaisen antaa perustellun päätelmän vuoden 2021 aikana.

YVA-menettelyn jälkeen loppuvuonna 2021 Terrafame Oy hakee toteuttamiskelpoiseksi todetulle vaihtoehdolle ympäristölupaa ja vesitalouslupaa. YVA:n kanssa rinnakkain on tehty kunnostuksen ja loppusijoitusalueen yleissuunnittelua, jonka aineistoa on käytetty YVA:ssa ja käytetään edelleen myös lupahakemusvaiheessa. Yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä otetaan huomioon ympäristölupavaiheessa. Näin ollen YVA-menettely siis jatkuu osana ympäristölupaharkintaa.

Hankkeen eteneminen

Maapohjaisissa altaissa olevien sakkujen kunnostusvaihe aloitetaan alustavan aikataulun mukaan vuonna 2022 ja päätetään vuonna 2028. Kunnostuksen alkuvaiheessa massoja kuivataan aumoilla ja geotuubeissa, jonka jälkeen ne siirretään loppusijoitusalueelle. Loppusijoitusalueen rakenteiden arvioidaan valmistuvan vuoden 2024 alkupuolella ja alueen sulkeminen aloitetaan arviolta vuoden 2026 loppupuolella. Alustavan aikataulun mukaisesti loppusijoitusalue olisi suljettu ja kunnostushanke saatettu päätökseen vuoden 2029 loppuun mennessä.

Kipsisakka-altaalle 4 haetaan ympäristölupaa vuonna 2021 ja sen rakentaminen alkaa alustavan suunnitelman mukaan loppuvuonna 2022.

Kaivospiiri = Kaivospiiritoimituksessa vahvistettu alue, johon kaivostoiminnan harjoittajalle on annettu käyttöoikeus kaivostoimintaa varten.

Kaivosalue = Kaivospiirin sisällä sijaitseva alue, jolle sijoittuvat kaivoksen louhinta-, malminkäsittely-, liuotus- ja metallien talteenotto-prosessin toiminnot sekä kipsisakka-altaat ja sivukivialueet.

Tehdasalue = Kaivosalueen sisällä sijaitseva alue, jolle sijoittuvat metallien talteenottolaitos apuprosesseineen sekä kunnossapidon, logistiikan ja hallinnon toimintoja.

Loppuneutraloinnin alite = Metallien talteenottolaitoksella olevan vesienkäsittelyn jälkimmäisessä vaiheessa syntyvä sakka (ns. LONE-alite), joka johdetaan suoraan kipsisakka-altaille loppusijoitettavaksi. Tätä syntyy keskimäärin noin 4 kk aikana vuosittain.

Raudansaostuksen alite = Metallien talteenottolaitoksella olevan vesienkäsittelyn ensimmäisessä vaiheessa syntyvä sakka (ns. RASA-alite), joka johdetaan jatkokäsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolle. Tätä syntyy keskimäärin noin 4 kk aikana vuosittain.

Keskuspuhdistamon sakka = Kaivoksen keskusvedenpuhdistamolla syntyvä sakkaa, joka muodostuu metallien talteenoton jälkeisen raudansaostuksen alitteen (ns. RASA-alite) neutraloinnista sekä keskuspuhdistamolle johdettujen laimeiden keruuvesien käsittelystä. Sakan ominaisuudet vastaavat hyvin pitkälti metallien talteenotto-prosessissa syntyvää loppuneutraloinnin alitetta.

Vesienkäsittelysakka = Kaivosalueen maapohjaisissa altaissa sijaitsevaa, vuonna 2012 tapahtuneen kipsisakka-altaan vuodon jäljiltä käytössä olleiden kenttäpuhdistamoiden toiminnassa syntyneitä vesienkäsittelysakkoja, joiden loppusijoittamista tämä YVA-ohjelma käsittelee.

Geotuubi = esimerkiksi polypropeeni- tai polyesterilangasta valmistettu tuubi, jota käytetään yleisesti vesipitoisten massojen kuivattamiseen. Vesi poistuu tuubista painovoiman avulla ja kiintoaine jää tuubiin. Kuivatettavan materiaalin tilavuus pienenee merkittävästi alkuperäisestä ja vesipitoisuuden vähenemisen myötä materiaalin käsiteltävyys paranee.

Kipsisakka = Yleisnimitys kipsisakka-altaille läjitettävälle sakalle. Koostuu loppuneutraloinnin sakasta ja keskuspuhdistamon sakasta (ks. edellä).

Kontaminaationestoalueet = Kunnostuksen yhteydessä tehtävät suoja-alueet, joilla estetään kunnostettujen alueiden kontaminoituminen ympäristöstä.

Kontaminoituminen = Saastuminen, pilaantuminen

Laskeutusallas = Allas, jossa veden seassa oleva kiintoaine laskeutuu altaan pohjaan ja vesi kirkastuu.

Suojapumppaus = Mahdollisesti pilaantuneen pinta- ja pohjaveden pumppaaminen käsittelyä varten. Suojapumppauksella saadaan estettyä veteen kulkeutuneiden haitta-aineiden kulkeutuminen pilaantumisen ulkopuolelle.

STUK = Säteilyturvakeskus. Sosiaali- ja terveysministeriön hallinnonalan viranomainen, joka valvoo säteily- ja ydinturvallisuutta Suomessa

m³ktr = teoreettinen kiintotilavuus, joka kuvaa leikattavan massan tilavuutta luonnontilaisessa tiiviydessä ja mitattuna piirustuksista teoreettisin mitoin.

Juoksuraja = Vesipitoisuus, jossa sakkamateriaali muuttuu juoksevaksi.

SISÄLLYS

1	Kunnostushankkeen yleiskuvaus	19
1.1	Hankkeen tausta ja tavoitteet.....	19
1.2	Kaivosalueella olevien vanhojen vesienkäsittelysakka-alueiden kunnostussuunnitelma	21
1.3	Kuusilammen avolouhoksen alueen geotuubikenttien purkaminen	23
1.4	Hankkeen edellyttämät luvat ja päätökset.....	23
1.5	Liittyminen muihin hankkeisiin	24
1.6	Hankkeen suhde suunnitelmiin ja ohjelmiin	28
1.7	Kaavoitus.....	29
2	Ympäristövaikutusten arviointimenettely	35
2.1	Arviointimenettelyn sisältö ja tavoitteet	35
2.2	Yhteysviranomaisen lausunnon huomioiminen arviointiselostuksessa	36
2.3	Arviointimenettelyn osapuolet.....	41
2.4	Tiedottaminen ja osallistumisen järjestäminen	42
3	Vesienkäsittelysakkujen loppusijoittaminen	44
3.1	Sakkamateriaalin muodostuminen metallien talteenottolaitoksella sekä keskusvedenpuhdistamolla	44
3.2	Välivarastoitujen vesienkäsittelysakkujen ja maa-aineksen laatu.....	45
3.3	Kokonaispitoisuudet ja -liukoisuudet.....	45
3.4	Vesienkäsittelysakkujen uraanipitoisuudet.....	47
3.5	Mourunpuron massojen uraanipitoisuudet	48
3.6	Minerologiset ominaisuudet	48
3.7	Geotekniset ominaisuudet	49
3.8	Happaman suotoveden muodostuminen	49
3.9	Kaasuntuotto	50
3.10	Luokitus, sijoituskelpoisuus ja vaaraominaisuudet	50
3.11	Sijoitusalueiden luokittelu	50
3.12	Sakkujen poistaminen, siirto ja sijoittaminen	51
3.13	Sakkujen kierrätys- ja hyötykäyttömahdollisuudet.....	52
3.14	Sijoituspaikkojen rakenteiden periaatteet.....	52
3.15	Kaatopaikkarakenteet	52
3.16	Vesien ja kaasun hallinta	54
3.17	Sakkujen loppusijoitus osaksi kipsisakka-altaiden täyttömuotoilua.....	55
3.18	Geotuubikentät	55
3.19	Kipsisakka-allas nro 4.....	55
3.20	Aikataulu	58

3.21	Suunnitelma kaivoksen sulkemissuunnitelman päivittämiseksi	60
4	YVA-menettelyssä arvioitavat toteutusvaihtoehdot.....	60
4.1	YVA-menettelyn rajaukset	60
4.2	Nykytilanne (VE0).....	61
4.3	VE1, jätealue Kortelammen padon sisäpuolella	61
4.4	VE2, jätealue Kortelammen padon ulkopuolella.....	62
4.5	VE3, sakkojen hyötykäyttö.....	63
5	Ympäristön nykytila	63
5.1	Hankealueen sijainti	63
5.2	Maa- ja kallio-perä	63
5.3	Pohjavesi.....	65
5.4	Vesistöt	70
5.5	Kasvillisuuden ja luontotyyppien yleispiirteet	73
5.6	Eliöstö	73
5.7	Natura 2000 -alueet ja suojelualueet	75
5.8	Asutus, väestö ja virkistys.....	76
5.9	Maankäyttö.....	77
5.10	Muu luonnonvarojen hyödyntäminen	78
5.11	Maisema.....	78
5.12	Kulttuuriympäristö.....	79
5.13	Ilmanlaatu ja ilmasto.....	79
6	Vaikutusalue ja arviointimenetelmät.....	80
6.1	Vaikutusalueen rajaus	80
6.2	Selvitettävät ympäristövaikutukset.....	81
6.3	Aihealuekohtaiset arviointimenetelmät ja arvioinnin epävarmuudet	82
6.4	Vaikutusten merkittävyyden arviointi.....	86
7	Vaikutukset maankäyttöön, elinkeinotoimintaan ja valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin	87
7.1	Lähtökohdat ja rajaukset.....	87
7.2	Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ja kaavoitus.....	87
7.3	Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi.....	87
7.4	Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi.....	88
7.5	Haitallisten vaikutusten lieventäminen	89
8	Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön.....	90
8.1	Arvioinnin lähtökohdat ja rajaukset	90

8.2	Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi.....	90
8.3	Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi.....	94
8.4	Haitallisten vaikutusten lieventäminen	95
9	Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin	95
9.1	Lähtökohdat ja rajaukset.....	95
9.2	Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi.....	96
9.3	Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi.....	103
9.4	Haitallisten vaikutusten lieventäminen	104
10	Vaikutukset pintavesiin ja vesiluontoon	105
10.1	Lähtökohdat ja rajaukset.....	105
10.2	Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi.....	105
10.3	Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi.....	113
10.4	Lieventämiskeinot.....	114
11	Vaikutukset ilmanlaatuun ja ilmastoon.....	114
11.1	Lähtökohdat ja rajaukset.....	114
11.2	Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi.....	115
11.3	Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi.....	122
11.4	Lieventämiskeinot.....	123
12	Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimistöön ja suojelukohteisiin.....	123
12.1	Lähtökohdat ja rajaukset.....	123
12.2	Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi.....	123
12.3	Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi.....	124
12.4	Lieventämiskeinot.....	125
13	Vaikutukset liikenteeseen	125
13.1	Lähtökohdat ja rajaukset.....	125
13.2	Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi.....	126
13.3	Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi.....	127
13.4	Lieventämiskeinot.....	127
14	Melu- ja värinä- ja valovaikutukset.....	128
14.1	Lähtökohdat ja rajaukset.....	128
14.2	Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi.....	128
14.3	Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi.....	128
14.4	Lieventämiskeinot.....	129
15	Vaikutukset vesienhallintaan, jätehuoltoon ja kiertotalouteen.....	129

15.1	Lähtökohdat ja rajaukset.....	129
15.2	Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi.....	129
15.3	Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu.....	132
15.4	Lieventämiskeinot.....	132
16	Vaikutukset luonnonvarojen käyttöön	133
16.1	Lähtökohdat ja rajaukset.....	133
16.2	Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi.....	133
16.3	Vaihtoehtojen vertailu ja vaihtoehtojen merkittävyyden arviointi.....	135
17	Vaikutukset ihmisten terveyteen ja elinoloihin.....	135
17.1	Lähtökohdat ja rajaukset.....	135
17.2	Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi.....	136
17.3	Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi.....	138
17.4	Lieventämiskeinot.....	139
18	Ympäristöriskit ja poikkeustilanteet.....	139
18.1	Lähtökohdat ja rajaukset.....	139
18.2	Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi.....	139
18.3	Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi.....	141
18.1	Lieventämiskeinot.....	142
19	Yhteisvaikutusten arviointi	142
20	Yhteenveto vaikutuksista.....	143
20.1	Yhteenveto kunnostamisen ja rakentamisen aikaisista vaikutuksista	143
20.2	Yhteenveto loppusijoitusvaiheen vaikutuksista	148
21	Seurantaohjelma.....	152
21.1	Tarkkailu kunnostusvaiheen aikana.....	153
21.2	Tarkkailu loppusijoitusvaiheen aikana.....	153
22	Lähteet	153

Liitteet

- Liite 1 Kunnostussuunnitelmat:
Kaivosalueella olevien vanhojen vesienkäsittelysakka-alueiden kunnostuksen yleissuunnitelma (Pöyry Finland Oy 19.2.2021)
Salmisen kunnostus, yleissuunnitelma (Afry Finland Oy 26.2.2021)
- Liite 2 Sakka- ja lietealueiden tutkimustulokset ja -raportit (Ramboll Finland Oy 2016 ja Sitowise Oy 2019)
- Liite 3 Mourunpuron välivarastoitujen massojen haitta-aineiden kokonaispitoisuudet ja liukoisuudet (Terraframe Oy & Sitowise Oy 2020)
- Liite 4 Vaarallisen jätteen kaatopaikan yleissuunnitelma (AFRY Finland Oy 18.6.2020)
- Liite 5 Terraframe Oy – Sivukivialue KL2:n hydrogeologinen tutkimus (GTK 28.8.2020)

1 KUNNOSTUSHANKKEEN YLEISKUVAUS

1.1 Hankkeen tausta ja tavoitteet

Terrafame Oy:n kaivosalueella on varastoituna vesienkäsittelysakkoja. Sakat syntyivät suurelta osin kaivoksella vuonna 2012 tapahtuneen kipsisakka-altaan vuodon jälkeen rakennettujen kenttäpuhdistamoiden toiminnassa pääosin vuosien 2012-2016 aikana. Keskusvedenpuhdistamon käyttöönoton jälkeen vuodesta 2017 alkaen sakat ovat pääosin muodostuneet suoraan kipsisakka-altaille ja kenttävedenpuhdistamoja on käytetty lähinnä lyhyitä jaksoja keväisin sekä niiden toimivuuden varmistamiseksi.

Vesienkäsittelysakkoja on nykyisellään sijoitettuna kaivosalueen sisäpuolelle noin kymmenelle erilliselle alueelle. Sijoitusalueista geotuubikentät on rakennettu tiiviin keinotekoisien eristeen päälle ja ne on tarkoitettu sijoittamaan osittain paikoilleen. Kaivospiirin maapohjaisissa altaissa olevia sakkoja varten suunnitellaan ja luvitetaan erillinen jätealue tai vaihtoehtoisesti ne hyötykäytetään kokonaan tai osin kipsisakka-alden sulkemisvaiheen täyttömuotoilussa ja osana peiterakennetta.

Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesä jätti Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle (AVI) ympäristölupahakemuksen 30.3.2015 (diaarinumero PSAVI/931/2015) koskien maapohjaisiin altaisiin kertyneitä vesienkäsittelysakkoja ja -lietteitä. Terrafame päivitti hakemuksen tammikuussa 2017. AVI antoi asiassa ratkaisunsa 29.9.2017 (päättös 78/2017/1). AVI:n päätöksessä ei hyväksytty hakemuksessa esitettyä ratkaisua sijoittaa vesienkäsittelysakat ja pilaantuneet maat ns. Urkin maapohjaiseen altaaseen, joten ne tulee siirtää esimerkiksi erilliselle rakennettavalle jätealueelle. Sen sijaan päätöksessä hyväksyttiin geotuubikenttien sisältämän sakan loppusijoittaminen peittämällä geotuubikentät tiiviillä peitterakenteella. Asia eteni Vaasan hallinto-oikeuteen, joka antoi 16.12.2019 päätöksen nro 19/0252/2, joka kumosi Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätöksen ja palautti asian aluehallintovirastolle uudelleen käsiteltäväksi.

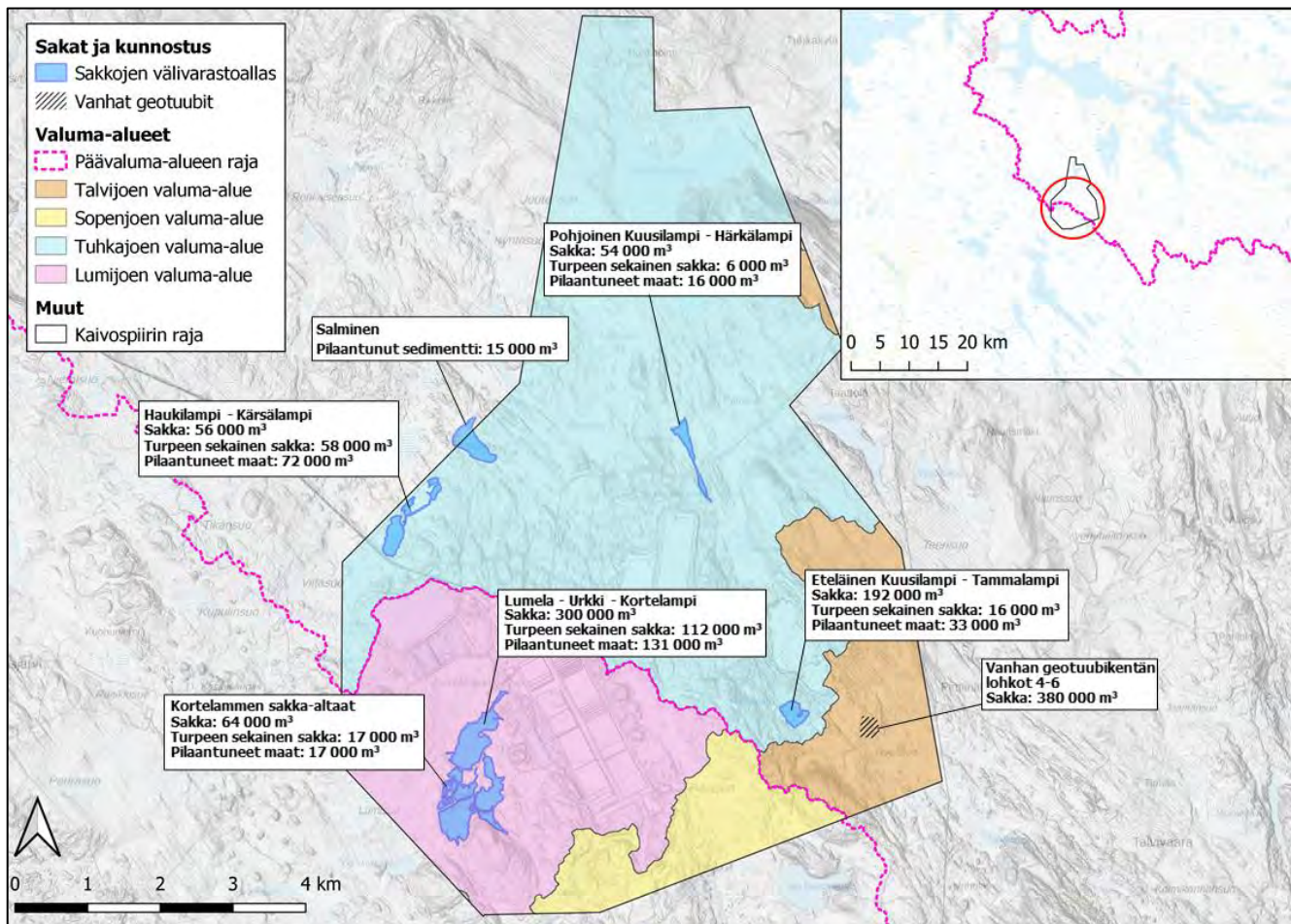
Koska vesienkäsittelysakka on luokiteltu lainvoimaisessa ympäristöluvassa vaaralliseksi jätteeksi, tulee sen loppusijoittamisesta tehdä ympäristövaikutusten arviointi. Siksi Terrafame on aloittanut suunnittelutyön mahdollisista sijoituspaikoista ja käynnistänyt tämän YVA-menettelyn. YVA:n tarkoituksena on selvittää eri vaihtoehtoja mahdolliselle uudelle jätealueelle sekä tutkia sakkojen hyötykäyttöä esimerkiksi kipsisakka-alden sulkemisen muotoilutäyttönä. Mahdollisesti myös geotuubikenttiä tai niiden osia joudutaan purkamaan kaivostoiminnan edetessä, joten myös näiden osalta loppusijoitus- tai hyötykäyttökohde tulee tarkasteltavaksi.

Alueiden kunnostamisen aikana ja myös sen jälkeen vesienkäsittely jatkuu osana yhtiön normaalia toimintaa. Vesienkäsittely on keskitetty keskuspuhdistamolle, jossa käsitellään prosessiperäiset tai malmin, sivukiven tai prosessijätteiden ja -kemikaalien kanssa kontaktissa olleet vedet, joiden laatu edellyttää käsittelyä. Keskuspuhdistamon vesienkäsittelyssä muodostuva vesienkäsittelysakka sekä metallien talteenoton loppuneutralointisakka läjitetään kipsisakka-altaille. Kipsisakkojen muodostumiseen varaudutaan neljännellä kipsisakka-altaalla, joka vastaa kasvavaan loppusijoitustilan tarpeeseen ja varmistaa vesienkäsittelyn häiriöttömän jatkuvuuden. Normaalituotannolla, jossa sakkaa muodostuu noin 700 000 m³ vuodessa, kipsisakka-alden 3 ja 4 kapasiteetti riittää ennusteen mukaan 15-20 vuoden ajaksi, jos altaita täytettäisiin sakalla tasaisesti ja tilavuus maksimikokoon hyödyntäen. Neljännen altaan rakentaminen olisi myös perusteltua, sillä tällöin erillisiä altaita voidaan käyttää erityyppisten vesien käsittelyssä muodostuvan kiintoaineen laskeuttamiseen, mikä mahdollistaa myös purkuvesiin johdettavan sulfaattikuormituksen minimoimisen (keskuspuhdistamon ns. kahden linjan ajomalli).

Tässä YVA-menettelyssä on siis käsitelty toiminnan vesienkäsittelyssä aiemmin muodostuneiden sakkojen (varastoidut sakat) sekä tämänhetkessä toiminnassa muodostuvien sakkojen loppusijoittamista. Varastoidut sakat ja lietteet ovat kalkkisaostuksella muodostettua vesienkäsittelysakkaa. Näiden laatu vastaa pääpiirteissään metallien talteenotto-prosessissa loppuneutraloinnissa muodostuvien sakkojen laatua. Sakoissa ja lietteissä esiintyy korkeina kokonaispitoisuuksina nikkeliä ja sinkkiä. Aineiden liukoisuus on kuitenkin hyvin vähäistä. Nikkelin ja sinkin lisäksi sakoissa ja lietteissä esiintyy korkeita sulfaattipitoisuuksia. Sakkojen ja lietteiden vesipitoisuudet ovat pääsääntöisesti suurempia kuin juoksurajat, mikä vaikuttaa niiden käsiteltävyyttä heikentävästi. Sakat ja lietteet ovat loppusijoittamista odottamassa välivarastoituna tilapäisissä maapohjaisissa altaissa ja geo-

tuubeissa. Koska osa sakoista sijaitsee turvepohjaisissa altaissa, on sakka osin sekoittuneena alla olevaan turvekerrokseen. Kunnostustöiden yhteydessä on todennäköistä, että sakat joudutaan erottelemaan turvepitoisuuden perusteella eri jätejakeisiin.

Kaikki sakkojen ja lietteiden varastointialueet sijaitsevat Terrafamen kaivospiirin alueella (Kuva 5). Tehtyjen selvitysten perusteella sekoittumatonta vesienkäsittelysakkaa on hankkeessa kunnostettavilla alueilla 666 000 m³ltr. Tämän lisäksi alueella on 209 000 m³ltr turpeen sekaista sakkaa sekä 269 000 m³ltr pilaantunutta maata. Suunniteltuun loppusijoituspaikkaan on myös suunniteltu sijoitettavaksi Salmisen järven vesistökunnostuksessa muodostuva pilaantunut sedimentti, jonka määrä on kuitenkin vesienkäsittelysakkaan nähden vähäinen, noin 15 000 m³. Kunnostettavia massoja on yhteensä siis noin 1 159 000 m³ltr. Tämän lisäksi alueella sijaitsee 380 000 m³ltr geotuubeihin sijoitettua vesienkäsittelysakkaa. Näin ollen tässä YVA-selvityksessä käsiteltävien massojen yhteismäärä on noin 1,6 miljoonaa kuutiota.



Kuva 5. Alueet, joilla vesienkäsittelysakkoja ja geotuubeihin sijoitettuja sakkoja esiintyy vesistöalueittain.

YVA-hanke pitää sisällään vesienkäsittelyssä muodostuneet jätejakeet ja niiden sijoittamisen:

- maapohjaisissa altaissa olevien, vesienkäsittelyssä muodostuneiden vanhojen sakkojen ja lietteiden poistamisen, käsittelyn ja sijoittamisen erilliselle jätealueelle tai jo käytössä olevalle sakka-altaalle
- geotuubikentillä sijaitsevien vesienkäsittelysakkojen loppusijoittamisen
- Salmisen järven ja Mourunpuron kunnostuksessa syntyneen haitta-ainepitoisen maa-aineksen loppusijoittamisen
- neljännen kipsisakka-altaan rakentamisen

YVA-menettelyn tavoitteena on tunnistaa ja arvioida vesienkäsittelysakkamateriaalin välivarastoaltaiden kunnostuksessa ja sakkamateriaalin loppusijoituksessa hyödynnettävien menetelmävaihtoehtojen keskeiset ympäristövaikutukset ja vaikutukset ihmisiin sekä parantaa kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia. Hyväksytty YVA-menettely on edellytys hankkeen vaatimien ympäristö- ja vesitalouslupien myöntämiselle.

1.2 Kaivosalueella olevien vanhojen vesienkäsittelysakka-alueiden kunnostussuunnitelma

Pöyry Finland Oy on laatinut Terrafame Oy:n hyväksymän ja 19.2.2021 päivätyn vanhojen vesienkäsittelysakka-alueiden kunnostuksen yleissuunnitelman, joka toimii YVA-selostuksessa arvioitavien kunnostus- ja loppusijoitusvaihtoehtojen pohjana. Yleissuunnitelma on esitetty liitteessä 1.

Sakka-allasalueiden kunnostuksen tavoitepitoisuudet määriteltiin yleissuunnitelmassa (Pöyry Finland Oy, 2021) erikseen maaperälle ja pintavedelle. Pohjavedelle tavoitepitoisuuksia ei määritelty, koska kaivospiirin alueella pohjaveden muodostuminen ja kulkeutuminen on vähäistä eikä alueen pohjavettä hyödynnetä talouskäytössä. Tavoitepitoisuuksia määriteltäessä kohteita tarkasteltiin osa-aluekohtaisesti huomioiden niiden sijainti kaivospiirin alueella sekä tuleva käyttötarkoitus. Kaivospiirin itäosan malmivyöhykkeellä sijaitseville kunnostusalueille määriteltiin sen länsiosia korkeammat pitoisuudet johtuen luontaisesti korkeammista maaperän taustapitoisuuksista. Tavoitepitoisuudet on määritelty sakassa korkeimpina pitoisuuksina esiintyville raskasmetalleille nikkeli (Ni) ja sinkki (Zn). Lisäksi tavoitepitoisuudet on erikseen määritelty STUK:n erityisseurannassa olevalle uraanille (U) ja lisäksi pintaveden osalta sulfaatille (SO_4). Kunnostuksen yleissuunnitelmassa sulfaatille on määritetty vain pintaveden tavoitepitoisuus, ei kaivutöihin liittyvää maaperän kunnostustavoitetta.

Kunnostuksen lähtökohtana on, että sakkoja käsitellään jo kunnostusalueilla kuljetuksen ja jatkokäsittelyn helpottamiseksi. Kunnostusalueilla vesipintaa lasketaan mahdollisimman paljon vedenalaisten sakka-alueiden paljastamiseksi ja työskentelyn helpottamiseksi. Sakan poistamiseen hyödynnetään kuivilla alueilla ensisijaisesti puskutraktoria ja vaihtoehtoisesti imuruoppausta niillä alueilla, missä altain kuivatus työskentelyn ajaksi ei ole mahdollista. Lampien pohjan sakka-alueiden kunnostus voidaan toteuttaa myös talvikaivuna jään päältä, mikäli vesipintaa ei saada laskettua riittävästi.

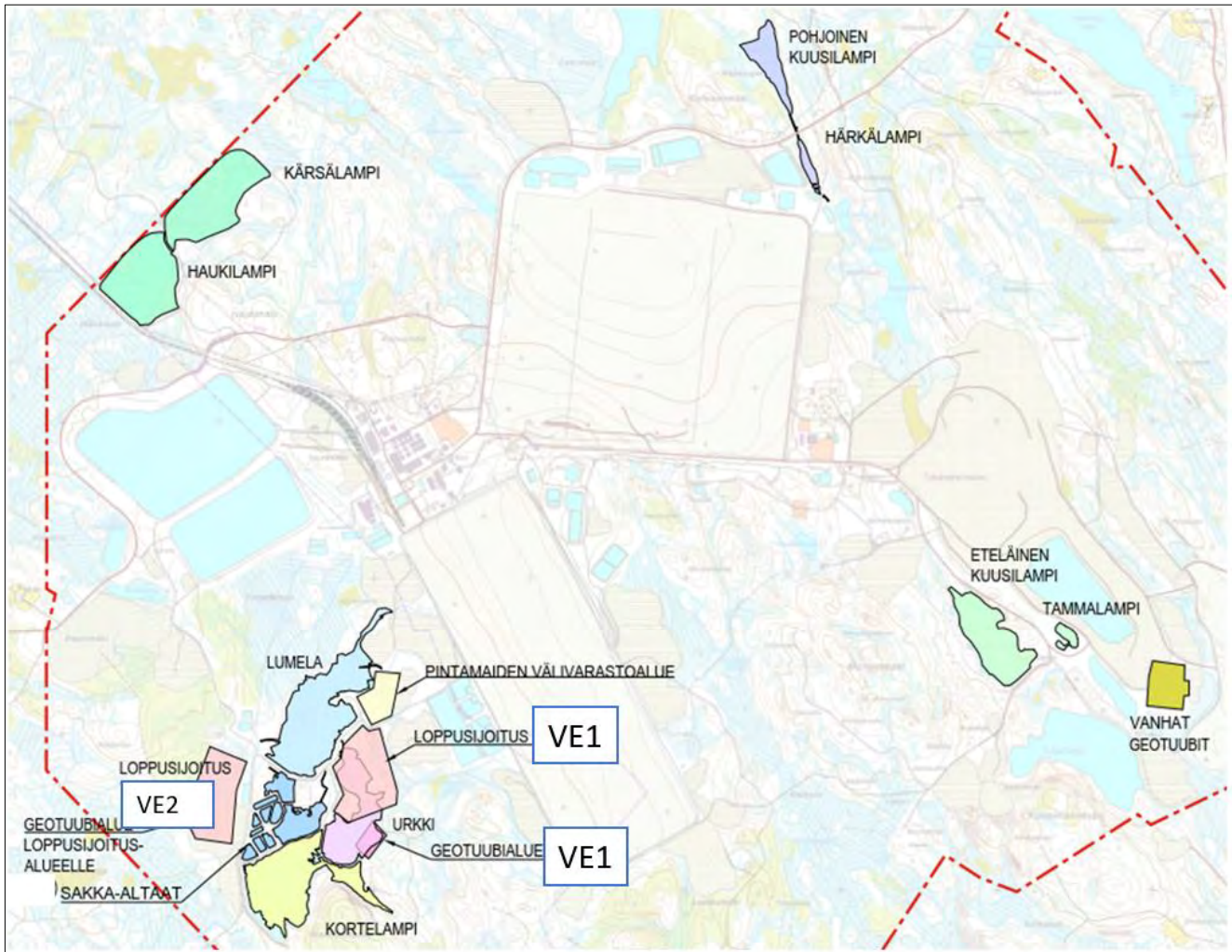
Kunnostuksen yhteydessä syntyy useita erillisiä jätelajeita kunnostusalueiden luonteesta johtuen. Merkittävimmät jakeet ovat:

- Sakka
- Sakansekainen turve
- Pilaantuneet maa-ainekset

Lisäksi alueilta syntyy muita jätelajeita seuraavasti:

- Alueilta poistetut puut ja muu kasvillisuus
- Kannot ja juurakot

Kosteita sakkoja aumataan tai sijoitetaan geotuubeihin kunnostuskartoissa osoitetuille alueille kuivumaan ennen niiden kuljetusta ja sijoitusta loppusijoitusalueille (Kuva 6).



Kuva 6. Kunnostussuunnitelman mukaiset toimenpidealueet (Pöyry Finland Oy 2021).

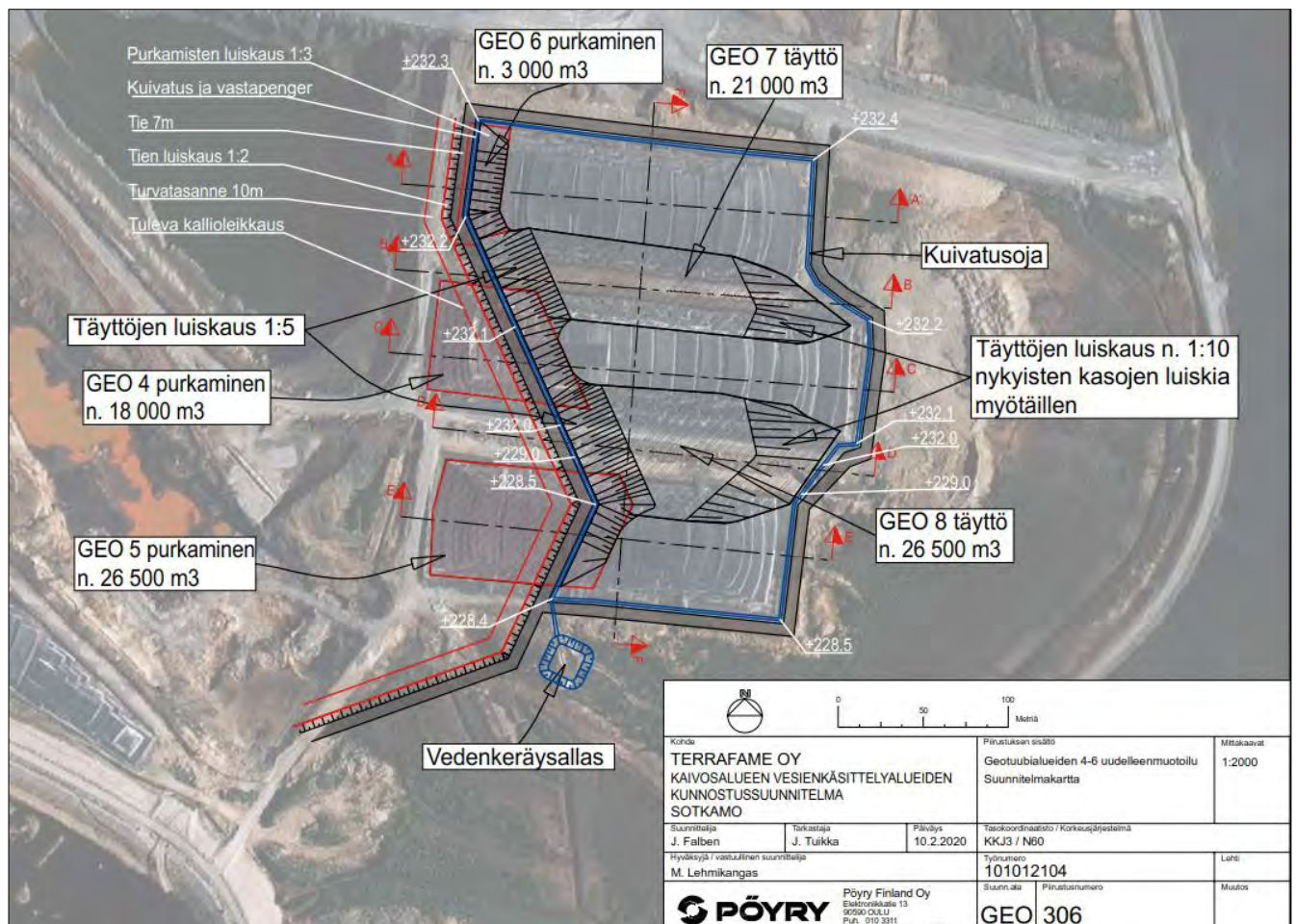
Pintamaan päällä oleva ohut kerros kuivunutta sakkaa kuoritaan puskutraktorilla tai kaivinkoneella niin varovasti pois kuin työteknisesti mahdollista ja läjitetään omalle kasalleen kuivumaan. Sakkamateriaalin poiston jälkeen pohjamaan pilaantuneisuus tarkistetaan ja pilaantuneet massat poistetaan tarvittaessa puskutraktorilla sekä tela-avusteisella kaivinkoneella. Pilaantuneet maa-ainekset läjitetään omiin kasoihinsa maalajin mukaisesti ja oteltuna, erilleen sakkamateriaaleista. Myös auma-alueilta kuivuneiden sakkojen poiston jälkeen poistettava pilaantunut pohjamaa läjitetään pilaantuneen maa-aineksen joukkoon. Pilaantuneet turvemaat sijoitetaan kuivatuksen jälkeen loppusijoitusalueelle. Pilaantuneet mineraalimaat hyödynnetään loppusijoitusalueilla esipeitto-kerroksessa.

Sakkamateriaalin ja pilaantuneiden maa-ainesten kuivatusalueilta muodostuvat suotovedet ohjataan suotovesiojia pitkin alueittain vesienhallintasuunnitelman mukaisesti keskusvedenpuhdistamolle, käsitellään ja käytetään joko prosessivetenä tai juoksetetaan purkuputkea pitkin Latosuon vesivarastoaltaalta Nuasjärveen nykyisten ympäristölupien päästökiintiöiden rajoissa.

Kunnostusalueilta poistettavat puut ohjataan polttoon Terrafamen kaivospiirin alueelle kiinteän polttoaineen lämpölaitokselle, jos niiden laatu sen sallii. Muu kasvillisuus käsitellään yhdessä pilaantuneen turpeen kanssa. Sakan likaamat kannot ja juurakot pestään sakasta lampialueella ja haketetaan joko suoraan lampialueella tai pintamaiden välivarastoalueella sekä poltetaan kiinteän polttoaineen lämpölaitoksella, mikäli syntyvän hakkeen laatu täyttää lämpölaitoksen raaka-aineelle ympäristöluvassa asetetut vaatimukset.

1.3 Kuusilammen avolouhoksen alueen geotuubikenttien purkaminen

Kuusilammen avolouhoksen ympärillä on tehty vuosien mittaan tarkentavia kairauksia, joiden perusteella on löydetty louhintakelpoisia malmeja, jotka sijaitsevat osittain geotuubikenttien alueella. Tällöin nykyisten geotuubikenttien 4-6 alueella sijaitsevien geotuubien sijoittaminen paikoilleen ja peittäminen peittorakenteella estäisi Kuusilammen avolouhoksen suunnitellulla laajennusalueella kaivosmineraalien tehokkaan hyödyntämisen, mikä on ristiriidassa kaivoslain 18 § 3 mom. kanssa. Näin ollen Kuusilammen avolouhoksen kaakkoispuolella sijaitsevista geotuubialueista 4-6 tullaan purkamaan osa ja uudelleen muotoilemaan geotuubialueiden väliin Pöyry Finland Oy:n (2021) laatiman kunnostussuunnitelman mukaisesti. Avolouhoksen vuoksi geotuubeista purettavan ja alueiden väliin sijoitettavan sakan määrä on noin 45 000 m³. Sakkamäärä on noin 12 % vanhojen geotuubien kokonaismäärästä. Kyseinen sakkamäärä saadaan kokonaisuudessaan sijoitettua paikalleen jäävien geotuubien muotoiluun geotuubien väleihin. Sakkoja ei tarvitse viedä pois alueelta kaivosmineraalien hyödyntämisen vuoksi.



Kuva 7. Suunnitelma Kuusilammen geotuubikenttien osittaisesta purkamisesta (Pöyry Finland Oy 2021).

1.4 Hankkeen edellyttämät luvat ja päätökset

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn jälkeen hanke etenee ympäristölupavaiheeseen. Hankkeesta vastaava päättää YVA-menettelyn tulosten ja muiden mahdollisten selvitysten pohjalta, mille vaihtoehdolle lupaa haetaan.

Kunnostushankkeeseen liittyy myös vesilain mukaisia toimenpiteitä, sillä osa hankkeen kohdealueista on luonnostaan pienvesiä (Eteläinen Kuusilampi, Kaivoslampi, Syvälampi, Härkäpuro, Härkälampi, Pohjoinen Kuusilampi). Kunnostuksen yhteydessä täytetään Eteläisen Kuusilammen alue, jonne tullaan toteuttamaan sivukivialue. Tammalampi tullaan yhdistämään louhokseen louhosturvallisuuden takaamiseksi. Muut lammet palaavat entiseen laajuuteensa lammiksi. Niiltä osin, kuin vesilain mukaista lupaa vesialueiden muuttamiseen ei ole, se

haetaan ympäristölupakäsittelyn yhteydessä. Ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaiset seikat pyritään käsittelemään yhteiskäsittelyssä.

1.5 Liittyminen muihin hankkeisiin

1.5.1 Keskusvedenpuhdistamo ja sakkojen käsittely

Alueiden kunnostamisen aikana ja myös sen jälkeen vesienkäsittely jatkuu osana yhtiön normaalia toimintaa. Vesienkäsittely on keskitetty keskuspuhdistamolle, jossa käsitellään prosessiperäiset tai malmin, sivukiven tai prosessijätteiden ja -kemikaalien kanssa kontaktissa olleet vedet, joiden laatu edellyttää käsittelyä. Keskuspuhdistamon vesienkäsittelyssä muodostuva vesienkäsittelysakka läjitetään kipsisakka-altaille.

Kaivoksen keskitetylle vedenpuhdistamolle haettiin ympäristölupaa, ja asiasta annettiin lupapäätös 4.1.2017 (päätös nro 3/2017/1, PSAVI/702/2016). Vaasan hallinto-oikeus antoi ratkaisunsa ympäristölupahakemuksesta tehtyyn valitukseen 9.11.2018 (päätös 18/0272/2, dnrot 00187/17/5105 ja 00188/18/5105). Myös korkein hallinto-oikeus on antanut asiassa ratkaisunsa (26.8.2019, dnro 5753/1/18), jota noudatetaan toistaiseksi asian ollessa uudelleen vireillä Pohjois-Suomen aluehallintovirastossa (PSAVI/2461/2017).

Keskusvedenpuhdistamo otettiin käyttöön alkuvuodesta 2017. Laitos korvasi entiset kaivosalueen vesienkäsittely-yksiköt ja keskitti sakkojen käsittelyn ja loppusijoittamisen kipsisakka-altaille. Keskuspuhdistamorakennus sijaitsee metallien talteenottolaitokselta ja kalkkitalolta kipsisakka-altaille menevän putkisillan vieressä. Keskuspuhdistamolla syntyvät vesienkäsittelysakat laskeutetaan kipsisakka-altaille, jolloin vesienkäsittelysakat jäävät kipsisakka-altaille. Keskuspuhdistamon käyttöönoton jälkeen kaivosalueen vesienkäsittely on keskitetty keskuspuhdistamolle, joten vanhat vesienkäsittely-yksiköt ovat olleet käytössä vain satunnaisesti ja vesienkäsittelysakkoja on sijoitettu pääasiassa keskuspuhdistamon ympäristöluvan mukaisesti kipsisakka-altaille.

Puhdistamon keskittäminen helpottaa vesienkäsittelyn logistiikkaa, mahdollistaa prosessin hallitumman ope- roinnin ja tuo kustannussäästöjä käyttöön liittyen. Lisäksi se on parantanut työturvallisuutta, sillä työskentely teollisuushallin sisätiloissa vähentää olosuhteisiin liittyviä riskejä verrattuna ulkona työskentelyyn, jossa esimerkiksi pimeys ja säätila voivat olla turvallisuusriskitekijöitä. Vesienkäsittelyn käyttövarmuus paranee näin merkittävästi.

Keskuspuhdistamon vesienkäsittelyprosessi perustuu kalkkineutralointitekniikkaan, joka on todettu tehokkaaksi menetelmäksi kaivosvesien puhdistamisessa. Terrafame pyrkii parantamaan alueelta ulosjuoksutettavan veden laatua käsittelemällä erityyppisiä vesijakeita keskuspuhdistamon eri linjoilla (ns. kahden linjan ajomalli). Muutoksen keskeisin tavoite on pyrkiä käsittelemään sulfaattipitoiset vedet ja alhaisen sulfaatin vedet erillisissä linjoissa. Nykyisen puhdistamon kahta reaktorilinjaa soveltaen on mahdollista useissa tilanteissa ajaa sulfaattipitoisia vesiä erillään ja pyrkiä kierrättämään niistä sulfaattipitoinen ylitevesi kipsisakka-altaalta metallitehtaan käänteis- moosin vedenvalmistukseen ja sen rejekti bioliuotuskiertoon. Kahden linjan ajomallin hyödyntäminen edellyttää kuitenkin kahta käytössä olevaa kipsisakka-allasta.

1.5.2 Kipsisakan läjitysmenetelmän kehittäminen

Kipsisakka läjitetään tällä hetkellä kipsisakka-altaille veden avulla johtaen vesilietteenä. Terrafame on käynnistänyt selvitystyön tuotannossa ja vesienkäsittelyssä muodostuvan kipsisakan läjitysstrategian päivittämiseksi. Selvitystyötä on tehty ulkopuolisen konsultin kanssa ja sen tavoitteena on ollut tarkastella eri läjitysvaihtoehtojen teknistaloudellista toteuttamismahdollisuutta. Nykyisen lietalajitystavan lisäksi työssä on tarkasteltu kipsisakan sakeuttamista ja suodattamista niin, että sakan kiintoainepitoisuus nousee ja altaiden vapaan veden määrä olisi nykyistä pienempi. Läjityksen tarkastelu eri vaihtoehtoilta on pyritty tekemään kaivoksen nykyisen louhintasuun- nitelman mukaisen elinkaaren loppuun asti. Mikäli tämä todetaan toimivaksi vaihtoehdoksi, sille haetaan ympäristölupaa ja se tulee vaikuttamaan muodostuvan kipsisakan määrään ja laatuun.

Tehdyn alustavan selvityksen perusteella kiintoainepitoisuuden nosto on teknistaloudellisesti järkevää toteuttaa siinä tapauksessa, että altaiden 1 - 2 täyttötilavuutta voidaan hyödyntää. Korkean kiintoainepitoisuuden omaavan sakan läjittäminen nykyisiin altaisiin 1 - 2 edesauttaisi myös altaiden sulkemista ja muotoilutäytön voidaan katsoa olevan osa sulkemisrakennetta. Kiintoainepitoisella sakalla on mahdollista muotoilla selvästi keskeltä ko-

holla oleva jätetäyttö, jonka vuoksi vesienhallintaan liittyvät riskit ovat pienempiä kuin jos altaat suljetaan nykyisen kaltaisena, eli lähes tasaisena jätealtaana. Terrafame on huomionnut tämän vireillä olevassa ympäristölupahakemuksessaan (PSAVI/2461/2017) ja esittänyt, että altaiden 1 ja 2 käyttöä voitaisiin jatkaa uudella ns. kuivattömenetelmällä.

1.5.3 Kolmisopen esiintymän hyödyntäminen ja kaivospiirin laajennus

Terrafame Oy on käynnistänyt vanhojen vesienkäsittelysakkojen loppusijoittamisen YVA-hankkeen aikana YVA-prosessin myös Kolmisopen alueen malmiesiintymän hyödyntämiseksi ja kaivospiirin laajentamiseksi. Hanke mahdollistaisi kaivoksen tuotannon jatkumisen mahdollisesti jopa 2080-luvulle asti. Hankkeessa käsitellään myös koko tuotannon elinkaaren aikana syntyvien vesienkäsittelysakkojen muodostumista, käsittelyä ja sijoittamista. Kolmisopen hankkeessa on myös esitetty toimintojen sijoittuminen kaivospiirin alueelle pitkällä aikavälillä, mikä osaltaan on vaikuttanut nyt tarkasteltavana olevan jätealueen sijoittumiseen tuotantoalueelle tässä YVA-hankkeessa.

Hanke edellyttäisi Kolmisopen järvioltaan osittaista kuivattamista sen alueella sijaitsevan malmiesiintymän tehokkaaksi hyödyntämiseksi. Tällä voi olla vaikutuksia tässä hankkeessa käsiteltävien vesienkäsittelysakkojen välivarastoaltaiden kunnostamisen aikatauluun sekä loppusijoittamisen aikaisiin vesistövaikutuksiin valittavasta loppusijoitusvaihtoehdosta riippuen. Kolmisopen YVA-hanke on tällä hetkellä YVA-selostusvaiheessa ja YVA-selostus on tarkoitus toimittaa yhteysviranomaiselle kesän 2021 aikana.

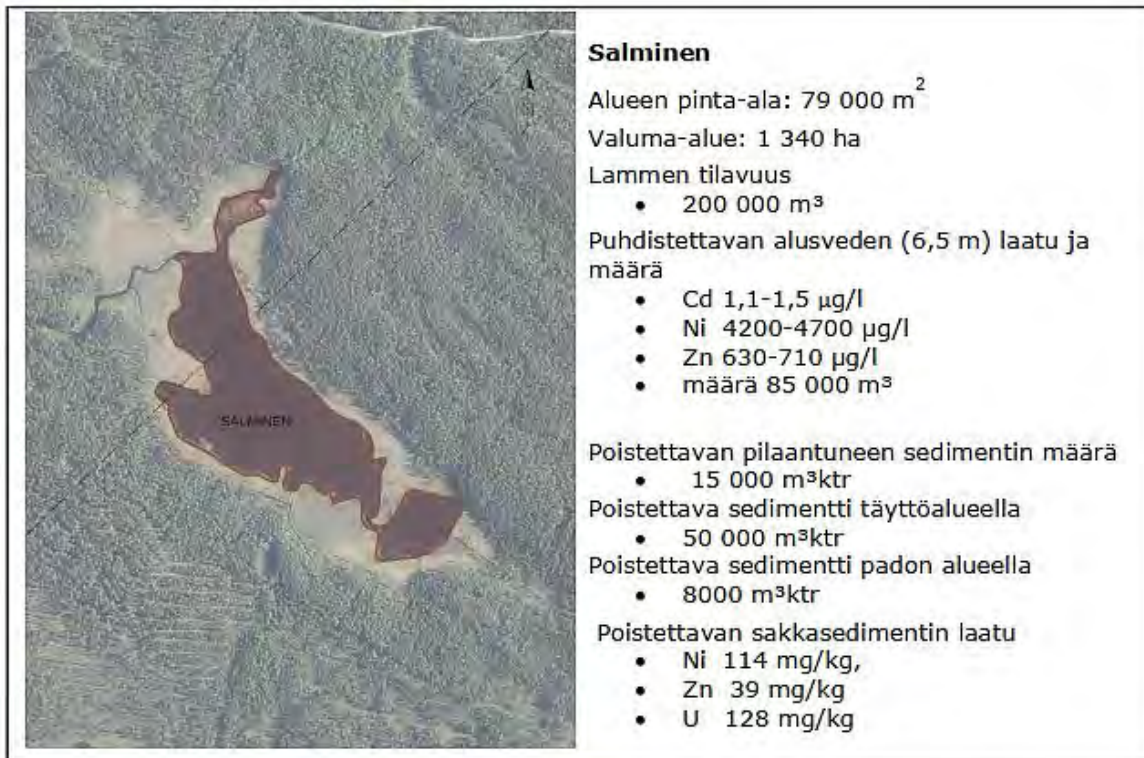
1.5.4 Kunnostusalueiden jatkokäyttö

Kunnostettaville sakka-alueille rakennetaan kontaminaationestoalueet, jotta ympäristöstä ei pääse kontaminoivia hulevesiä kunnostetuille alueille. Kontaminaationestoalueille muodostuvien hulevesien kulkeutuminen kunnostettuihin altaihin estetään johtamalla vedet käsiteltäväksi suoraan keskusvedenpuhdistamolle. Kunnostettuja altaita hyödynnetään jatkossa pääasiassa kaivoksen puhtaiden vesien varastoaltaina. Poikkeuksen tähän muodostaisivat kaivoksen alueelle suunnitellut sekundääriliuotuslohkot SH 5-8, jotka tulisivat sijoittumaan osittain Haukilammen ja Kärsälammen altaiden päälle sekä sivukivialue KL1, jolle Terrafame on hakenut ympäristölupaa ja joka sijoittuisi osittain Eteläisen Kuusilammen kunnostettavalle alueelle.

1.5.5 Salmisen järven kunnostaminen ja osittainen täyttö

Terrafame on hakenut tuotannon ympäristöluvan uudelleen hakemisen yhteydessä elokuussa 2017 (PSAVI/2461/2017) ympäristölupaa uudelle sekundääriliuotusalueelle (SEK 5-8). Rakennettava sekundääriliuotusalue tulee sijoittumaan osittain Salmisen järven alueelle. Salminen sijoittuu Terrafamen kaivospiirin pohjoisosaan; osin kaivosalueelle ja osin sen ulkopuolelle. Salmisen alusvesi ja pintasedimentti ovat pilaantuneet kaivostoiminnan alkuvuosina. Pilaantuneisuutta on aiheuttanut myös vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuoto, jonka vuotovedestä osa meni Salmisen kautta. Rakentamisen yhteydessä vesialueeksi jäävä Salmisen osa kunnostetaan. Terrafame on myös ilmoittanut olevansa valmis kunnostamaan kaivospiirin ulkopuolisen osan järvestä.

Järven kunnostukselle on laadittu oma kunnostussuunnitelma, joka on vireillä osana ympäristölupahakemusta uuden sekundääriliuotusalueen rakentamiseksi. Suunnitelma on esitetty liitteenä 1. Kunnostusprosessi on hyvin samankaltainen kuin tässä YVA-menettelyssä käsiteltyjen vesienkäsittelyalueiden kunnostamisprosessi. Järven pohjalta poistettava pilaantunut sedimentti on suunniteltu sijoitettavaksi tässä YVA:ssa käsiteltävänä olevalle jätealueelle. Poistettavan pilaantuneen sedimentin määrä 15 000 m³ on hyvin vähäinen vesienkäsittelysakkojen määrään verrattuna. Tietoja Salmisesta on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Tietoja kunnostettavasta Salmisen järvestä.

1.5.6 Kipsisakka-altaan 1 sulkemisen yleissuunnitelma

Pöyry Finland Oy on laatinut vuonna 2018 kipsisakka-altaan 1 sulkemisen yleissuunnitelman, jossa tunnistetaan ja käsitellään kipsisakka-altaan 1 lohkojen 1-3 sulkemiseen sekä lohkojen 2-3 patojen korottamiseen liittyviä keskeisiä geoteknisiä ja läjitysteknisiä näkökohtia.

Lohko 1 esitetään suljettavaksi VNa 331/2013 vaatimukset täyttävällä pintarakenteella, sillä alueen länsireunalla on ollut pohjatiivisteen rikkoutumisesta aiheutunut merkittävän suuruinen vuoto, eikä tiivistettä ole kyetty korjaamaan. Vuotokohtaan on myöhemmin rakennettu painopenger, joka on ainakin osittain tiivistänyt vuotokohdan silmämääräisten havaintojen perusteella. Lohko 1 toimii samalla täysimittaisena koerakenteena, jonka sulkemisprosessin aikana tehtäviä havaintoja ja toteutusmenetelmiä voidaan tulevaisuudessa hyödyntää muiden altaan 1 lohkojen sekä kipsisakka-altaiden sulkemisessa.

Kipsisakka-altaan lohkolle 1, joka ei ole ollut vuoden 2012 jälkeen tuotannollisessa käytössä, on myös purettu aiemmin geotuubikentillä kuivattua sakkaa. Kuivalla sakalla on mahdollista muotoilla tuotannollisessa käytössä vakaaksi jäänyttä jätettä reunalle viettäväksi altaan turvallista sulkemista varten. Terrafame on hakenut lupaa 1. lohkon sulkemiseen Pohjois-Suomen aluehallintovirastossa vireillä olevassa ympäristölupahakemuksessa (PSAVI/2461/2017).

Lohkoille 2-3 on haettu korotuslupaa, jonka mukaisesti kyseisten lohkojen käyttöä jatketaan korottamalla näiden patoja ja läjitystasoa nykyisestä tasosta siten, että reunapatojen maksikorkeus olisi tasolla +235 m. Lisäläjitetyssä käytetään vedenpuhdistamalla käsiteltyä kipsisakkaa, jonka haitta-ainepitoisuudet pysyvät pääosin tavanomaisen jätteen pitoisuusrajojen alapuolella tai ylittävät ne vain lievästi. Lohkojen 2-3 lisätäytön aikana pyritään erilaisin tutkimuksiin ja koerakentein määrittelemään paikallisiin olosuhteisiin parhaiten soveltuva, sakan ominaispiirteet huomioiva pintarakenneratkaisu, joka saavuttaa hyväksyttävän ympäristönsuojelullisen tason.

Osana sulkemissuunnittelua kipsisakka-altaan lohkolle 1 rakennettiin 6 erilaista peiterakennekoerakennelmaa syksyllä 2016. Koerakenteet ovat kooltaan 14*40 m ja 30*40 m. Rakennekerrokset edustavat monipuolisesti eri rakennevaihtoehtoja, joissa peiterakenteena on käytetty kerroksittain paikallisia turve- ja moreenimaalajeja, niiden seoksia sekä bentoniittimattoja ja geomembraaneja. Koerakenteista kerätään pintarakenteen läpäisevät suotovedet talteen lysimetreillä ja näiden määrä sekä laatu määritetään seurantamittausten avulla. Seurantatuloksia hyödynnetään pintarakenteiden valinnassa suljettavien kohteiden yhteydessä eri suunnitteluvaiheissa. Yhtiön

näkemyksen mukaan osa peiterakennekoerakennelmista voi myös jäädä osaksi kipsisakka-altaan 1 lohkon 1 pysyvää peiterakennetta.

Yhtiön koko toimintaa koskeva sulkemissuunnitelma on päivitettävänä ja valmistuu kesällä 2021.

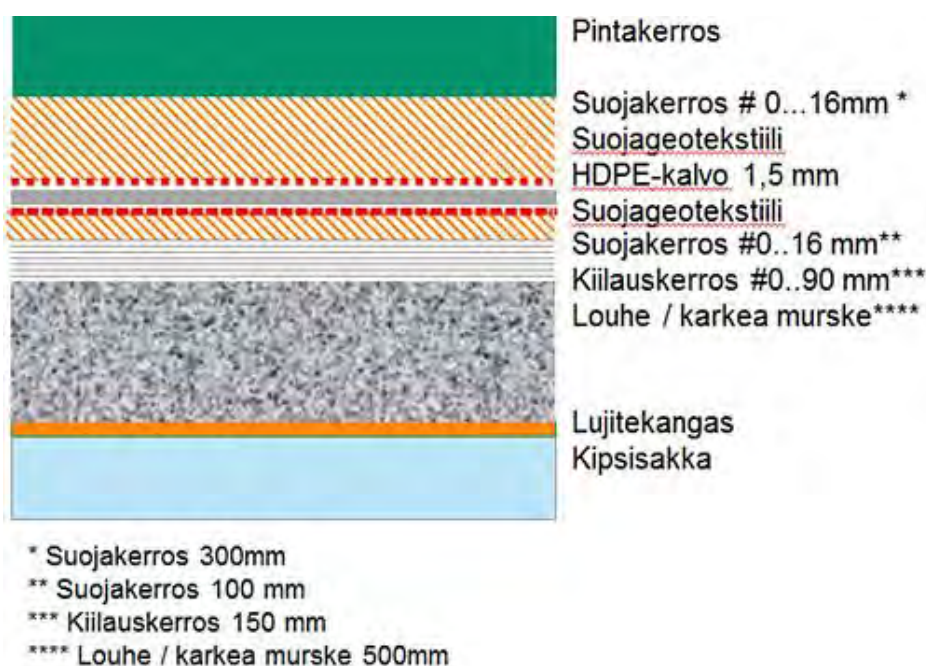
1.5.7 Kipsisakka-altaat 3 ja 4

Terrafame on hakenut tuotannon ympäristöluvan uudelleen hakemisen yhteydessä elokuussa 2017 ympäristölupaa kipsisakka-altaalle nro 3. Asia on ollut vireillä tämän YVA-prosessin aikana Pohjois-Suomen aluehallintovirastossa (PSAVI/2461/2017). Terrafame Oy on rakennuttanut kipsisakka-altaan riskiperusteisesti talven 2019-2020 aikana ja jättänyt Kainuun ELY-keskukselle ilmoituksen sen käyttöönotosta 3.11.2020. Kolmas allas on suunniteltu nykyisiä altaita pienemmäksi.

Riittävällä kipsisakka-allastilavuudella varmistetaan alueen vesienkäsittelyn jatkuvuus ja se, ettei sakkoja muodostu enää nyt käsiteltävänä oleville alueille. Koska vesienkäsittelysakkaa muodostuu myös jatkossa, on lähitulevaisuudessa rakennettava myös neljäs kipsisakka-allas, jotta muodostuvan loppuneutralointisakan ja vesienkäsittelysakkojen täyttötilavuustarve saadaan katettua. Neljäs kipsisakka-allas ei kuitenkaan ole lopullinen, koko tuotannon elinkaaren kattava ratkaisu sakkojen sijoittamistilan tarpeeseen. Neljäs kipsisakka-allas sekä vanhojen vesienkäsittelysakkojen kunnostaminen arvioidaan tässä YVA-selostuksessa, kun taas Kolmisopen alueen YVA-selostuksessa (kts. kappale 1.5.3) käsitellään koko kaivoksen elinkaaren aikana syntyvien vesienkäsittelysakkojen muodostumista, käsittelyä ja sijoittamista.

Kipsisakka-altaan pohjarakenteet toteutetaan tiiviiksi jätteen luokitukseen perustuen. Siten päästöjä maaperään tai pohjaveteen ei synny. Pohjarakenteen tiivistämisessä hyödynnetään HDPE-kalvon lisäksi bentoniittimattoa. Reunapadot tullaan rakentamaan louheesta ja pohjarakenteen tiivistämisessä käytetty HDPE-kalvo tullaan ulotettamaan myös reunapatojen alueelle. Altaan ympärille toteutetaan ympärysoja, jolla estetään puhtaiden valumavesien pääsy altaan rakenteisiin.

Kipsisakka-altaan sulkemisessa käytetään HDPE-kalvoon perustuvaa tiivisrakennetta, jossa kalvon molemmiin puolin toteutetaan useita suoja- ja kiilauskerroksia (**Error! Reference source not found.**). Vaihtoehtoisesti voidaan myös käyttää Terrafame Oy:n kipsisakka-aldien peiterakennekokeissa testattuja rakenteita, mikäli joku näistä todetaan tulosten perusteella nyt esitettyä pintarakenneratkaisua paremmaksi vaihtoehdoksi. Sulkemissuunnitelmaa päivitetään säännöllisesti jätteen laatu- ja koetoimintojen sekä koetoimintojen kerättävien tietojen perusteella. Seuraava päivitys valmistuu keväällä 2021.



Kuva 9. Terrafame Oy:n kaivosalueelle toteutettujen kipsisakka-aldien peitterakenne (Pöyry Finland Oy 2017c).

1.6 Hankkeen suhde suunnitelmiin ja ohjelmiin

1.6.1 Vesienhoitosuunnitelmat ja toimenpideohjelmat

Vesienhoitolainsäädännön yleisenä tavoitteena on suojella, parantaa ja ennallistaa vesiä niin, ettei niiden tila heikkene ja että vesistöjen tila on vähintään hyvä.

Oulujoen-lijoen vesienhoitosuunnitelmassa vuosille 2016–2021 kaivostoiminnalle ei esitetä erillisiä täydentäviä toimenpiteitä. Ehdotus uudeksi vesienhoitosuunnitelmaksi vuosille 2022–2027 on YVA-selostuksen julkaisun aikaan parhaillaan kuultavana 14.5.2021 asti. Vesienhoitosuunnitelman ehdotuksessa kaivosteollisuus on nostettu eniten sisävesiä kuormittavaksi teollisuuden sektoriksi. Terrafamen osalta esille on nostettu erityisesti nikkelin ja kadmiumin ympäristölaatunormin ylitykset Jormasjärven, Kolmisopessa sekä Tuhkajoki-Korentojoessa. Lisäksi esille on nostettu Kolmisopen malmiesiintymän hyödyntämiseen liittyvä mahdollinen Kolmisopen osittainen kivaaminen. Alustavasti vesienhoitosuunnitelman ehdotuksessa todetaan, että edellytykset vesienhoitolain (1299/2004) mukaiselle poikkeamismenettelylle hankkeen johdosta olisivat olemassa.

Vuoksen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelmassa 2016–2021 ehdotetaan kiinnittämään huomiota kaivosteollisuuden vesistövaikutusten estämiseksi jätevesien käsittelyratkaisujen suunnitteluun, toteutukseen, käyttöön ja toiminnan seurantaan. Myös teollisuuden aikaisemmasta toiminnasta peräisin olevien haitallisten aineiden likaamien sedimenttien esiintymisalueiden hoito edellyttää menetelmätutkimusta ja lisäselvityksiä. Ehdotus uudeksi vesienhoitosuunnitelmaksi vuosille 2022–2027 on YVA-selostuksen julkaisun aikaan parhaillaan kuultavana 14.5.2021 asti. Terrafamen toiminnasta vesienhoitosuunnitelman ehdotuksessa todetaan vain, että malmin louhinta ja metallien tuotanto pyritään saattamaan ympäristön kannalta kestäväksi ja taloudellisesti kannattavaksi.

Pohjois-Savon vesienhoidon toimenpideohjelmissa vuosille 2016–2021 ei esitetä teollisuuden täydentäviä toimenpiteitä. Edellisellä toimenpidekaudella on kiinnitetty erityistä huomiota teollisuuden häiriöpäästöihin ja niiden hallintaan. Toimenpiteitä häiriötilanteiden osalta on myös tulevilla kaudella syytä jatkaa. Ilmastonmuutoksen myötä sademäärät tulevat kasvamaan ja rankkasateet voimistuvat. Tämän vuoksi kaivosteollisuudessa on tärkeää, että toiminnanharjoittajat päivittävät vesitaselaskelmiaan riittävän allastilavuuden varmistamiseksi niin normaali- kuin poikkeustilanteessa.

1.6.2 Kainuu-ohjelma

Maakuntaohjelma 2018–2021 linjaa lähiajan kehittämisen strategiset valinnat. Kaivannaisteollisuuteen liittyen erityistavoitteeksi on asetettu kainuulaisten kaivannaistoimintaa harjoittavien yritysten sekä niitä palvelevien pk-yritysten kansallisten ja kansainvälisten toimintavalmiuksien edistäminen. Kainuu-ohjelmassa alan liikevaihdon kasvun tavoitteeksi on asetettu 20 % vuodessa. Tavoite perustui oletukseen, että Terrafamen omistuksessa olevan kaivoksen tuotanto toimisi normaalisti vuonna 2017. Olemassa olevien ja tulevien kaivosten osalta tuetaan käynnistymiseen ja ekotehokkaaseen tuotantoon tähtääviä toimenpiteitä, vaikutetaan lupaprosessien sujuvuuteen sekä sosiaalisen hyväksynnän parantamiseen. Toiminta on Kainuu-ohjelman tavoitteiden mukaista. Terrafamen tuotannon ylösajo on sujunut odotetusti ja toiminta on vakiintunutta. Yhtiö on myös päättänyt investoida akkukemikaalitehtaaseen, joka nostaa yhtiön liikevaihtoa noin 200 M € vuodessa. Tämä lisää edelleen kaivosalan merkitystä Kainuulle.

1.6.3 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT)

Valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista ja niiden oikeusvaikutuksista säädetään maankäyttö- ja rakennuslain (5.2.1999/132) 3. luvun 22, 23 ja 24 §:ssä. Valtioneuvosto päätti valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden uudistamisesta 14.12.2017 ja uudistetut tavoitteet astuivat voimaan 1.4.2018. Uudistetut tavoitteet jakautuvat viiteen luokkaan, joita ovat 1) toimivat yhdyskunnat ja kestävä liikkuminen 2) tehokas liikennejärjestelmä 3) terveellinen ja turvallinen elinympäristö 4) elinvoimainen luonto- ja kulttuuriympäristö sekä luonnonvarat ja 5) uusiutumiskykyinen energiahuolto. Alueidenkäyttötavoitteiden tarkoituksena on muun muassa tukea siirtymistä kohti vähähiilistä yhteiskuntaa, edistää luonnon monimuotoisuutta ja kulttuuriympäristön kestävästä käytöstä sekä luoda mahdollisuuksia elinkeinon uudistumiselle. Vanhojen vesienkäsittelysakkojen loppusijoitus- ja

välivarastoaltaiden kunnostushankkeen voidaan katsoa vaikuttavan tavoitteiden toteutumiseen erityisesti luokien 3 ja 4 osalta. Hankkeen vaikutuksia valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin ja niiden toteutumiseen on arvioitu luvussa 7.

1.7 Kaavoitus

Kaivosalueella on voimassa valtioneuvoston 29.4.2009 vahvistama Kainuun maakuntakaava 2020 ja Kainuun vaihemaakuntakaava 2030. Terrafamen kaivospiirialue (Kuva 10) on maakuntakaavassa osoitettu kaivostoiminnan piiriin kuuluvaksi alueeksi (EK) ja vesienkäsittelysakkujen kunnostus- sekä loppusijoitusalueet sijaitsevat kokonaisuudessaan tällä alueella. Kaivoksen tehdasalueella on voimassa oleva asemakaava (Kuva 14), mutta varsinaisilla kunnostusalueilla ei ole yleis- tai asemakaavoja.



Kuva 10. Ote Kainuun maakuntakaavasta 2020. Terrafame Oy:n kaivospiirialue osoitettu merkinnällä EK. Lähde: Kainuun liitto 2018.

1.7.1 Maakuntakaava 2020 ja Kainuun vaihemaakuntakaava 2030

Kaivosalueella on voimassa Kainuun maakuntakaava 2020 (hyväksytty 7.5.2007, vahvistettu 9.4.2009) (Kuva 11). Maakuntakaava on lainvoimainen (MRL 200 §, MRA 92§).

Terrafamen kaivospiiri on kaavassa osoitettu merkinnällä EK, millä tarkoitetaan kaivoslain piiriin kuuluvien kaivoskivennäisten hyödyntämiseen tarpeellisia alueita sekä kaivostoiminnassa olevia alueita apualueineen ja alueita, joilla kaivostoiminnan edellytykset on selvitetty (ympäristölupa, kaivospiiri). Elementis Mineralsin Uutelan kaivos Terrafamen kaivoksen itäpuolella on osoitettu merkinnällä ek ja saman yhtiön Lahnaslammen kaivosalue Terrafamen kaivoksen pohjoispuolella merkinnällä ekt. Lahnaslammen alueelle on myös osoitettu merkintä t/kem eli alue, jolle saa sijoittaa merkittäviä, vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan laitoksen. Terrafamen kaivoksen lähialue on maakuntakaavassa osoitettu pääosin maa- ja metsätaloustuotantoon tarkoitettuihin alueisiin (M). Muita huomionarvoisia kohteita maakuntakaavassa ovat kaivosalueen länsi- sekä luoteispuolella sijaitsevat luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeät alueet (luo), Tuhkakylän peruspalvelujen painopistesijainnin alue (at), maakunnallisesti arvokkaaksi kulttuurihistorialliseksi kohteeksi osoitetut Kainuun puromylyt sekä kaivosalueen eteläpuolella sijaitsevat perinnemaisemakohteeksi osoitetut Puhakan laitumet. (Kainuun liitto 2018).

Kainuussa on voimassa myös Kainuun 1. vaiheen maakuntakaava (hyväksytty 19.3.2012, vahvistettu 19.7.2013), Kainuun kaupan vaihemaakuntakaava (hyväksytty 1.12.2014, vahvistettu 7.3.2016) sekä Kainuun tuulivoimamaakuntakaava (hyväksytty 30.11.2015, vahvistettu 31.1.2017, lainvoimainen 21.5.2019). Kainuun kokonaismaakuntakaavan 2020 tarkistaminen on vireillä (käynnistetty 1.6.2015) (Kainuun liitto 2018).

Maakuntavaltuusto on kokouksessaan 16.12.2019 hyväksynyt Kainuun vaihemaakuntakaavan 2030, joka on saanut lainvoiman 19.2.2020 maakuntavaltuuston päätöksellä. Maakuntahallitus on päättänyt panna täytäntöön maakuntavaltuuston päätöksen 24.2.2020. Kainuun vaihemaakuntakaavassa 2030 on osoitettu Terrafamen kaivospiirin laajennus kaivosmineraalialueena (ek-m), jolla voidaan tulevaisuudessa harjoittaa kaivostoimintaa. Nykyiselle kaivosalueelle on osoitettu uusina merkintöinä energiahuollon alue (en) ja teollisuus- ja varastoalue, jolla on merkittävä, vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos (t/kem).

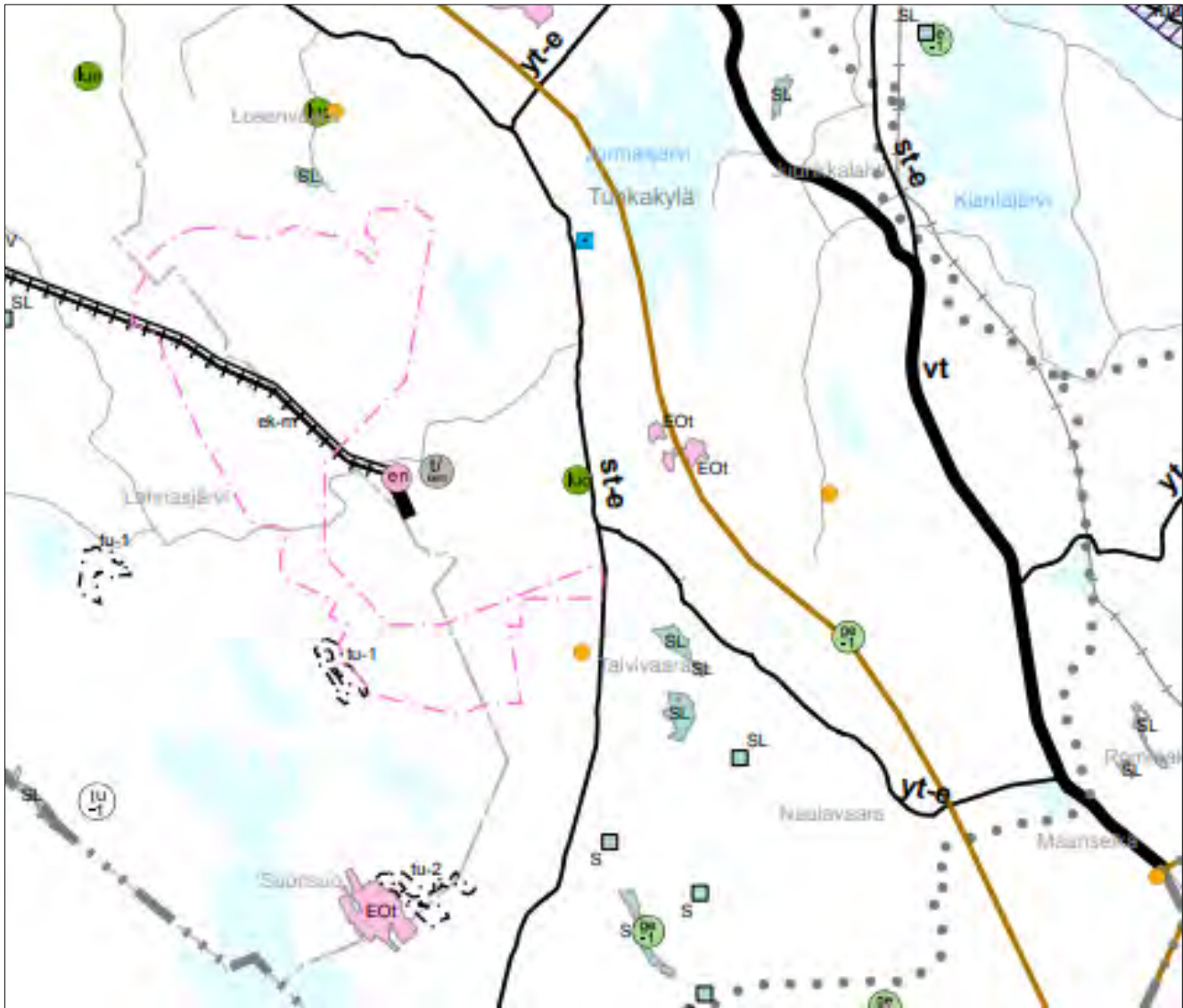
Uusi laajennettu kaivospiiri ulottuu lounaisosastaan turvetuotantoon soveltuvaan alueeseen (tu-1). Kaivosalueen itäpuolella sijaitseva Tuhkalantie (mt 870) on osoitettu elinkeinoelämän kannalta erityisen merkittäväksi seututieksi (st-e). Laajennetun kaivospiirin pohjoispuolelle on osoitettu uusina merkintöinä Losonvaaran suojelualue (sl) ja sen pohjoispuolelle luo-alue (Komula) ja maakunnallisesti arvokas perinnemaisemakohta (Aholan metsälaidun). Nykyisen kaivospiirin itäpuolella sijaitseva Kainuun (Huovilan) puromyly on arvotettu valtakunnallisesti arvokkaaksi kulttuurihistorialliseksi kohteeksi (sininen neliö).

Kainuun vaihemaakuntakaavan 2030 hyväksymisen yhteydessä on kumottu seuraavat merkinnät:

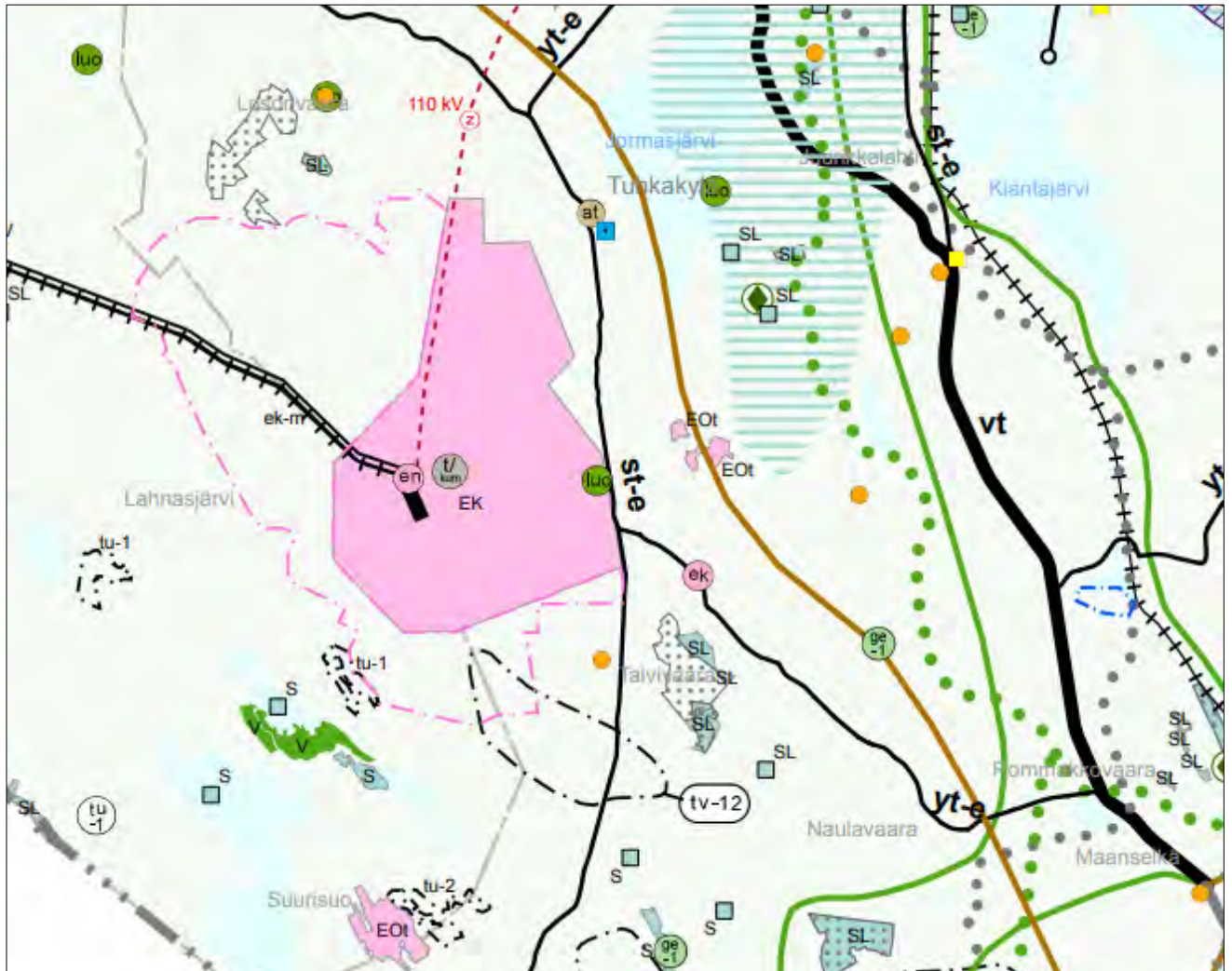
- kaivosalueen eteläpuolella sijaitseva virkistysreitti
- länsipuolella sijaitseva Sammakkolammen E-luo alue
- pohjoispuolella sijaitseva Losonvaaran E luo-alue
- ohjeellinen ratalinjaus
- ohjeellinen 110 kV:n pääsähköjohto.



Kuva 11. Ote Kainuun maakuntakaavasta 2020. TerraFame Oy:n kaivospiirialue osoitettu merkinnällä EK. Lähde: Kainuun liitto 2018.



Kuva 12. Ote maakuntakaavasta 2030. Kainuun vaihemaakuntakaavassa 2030 on osoitettu TerraFamen kaivosalueen laajennusalue kaivosmineraalialueena (ek-m), nykyiselle kaivosalueelle uutena merkintänä energihuollon alue (en) ja teollisuus- ja varastoalue, jolla on merkittävä, vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos (t/kem).



Kuva 13. Ote Kainuun voimassa olevien maakuntakaavojen epävirallisesta yhdistelmäkartasta (päivitetty 26.2.2020).

1.7.2 Osayleiskaavat

Hankealueella ei ole voimassa osayleiskaavaa. Hankkeen lähialueella ovat voimassa seuraavat osayleiskaavat:

- Vuokatin yleiskaava (Sotkamo)
- Jormasjärven rantaosayleiskaava (Sotkamo)
- Nuasjärven rantaosayleiskaava (Kajaani)
- Nuasjärven rantaosayleiskaavan muutos ja laajennus (Sotkamo)
- Kajaanin keskustaajaman osayleiskaava (Kajaani)
- Ammeniemä-Vihtaniemi osayleiskaava (Kajaani)
- Kirkkoaho-Pärsänsuo-Takkaranta osayleiskaava (Kajaani)
- Laakajärvi-Kivijärvi-Iso-Soppi osayleiskaava (Kajaani)
- Itä-Sonkajärven rantaosayleiskaava (Sonkajärvi)

Kajaanin keskustaajaman osayleiskaavaa lukuun ottamatta yleiskaavat ovat oikeusvaikutteisia yleiskaavoja.

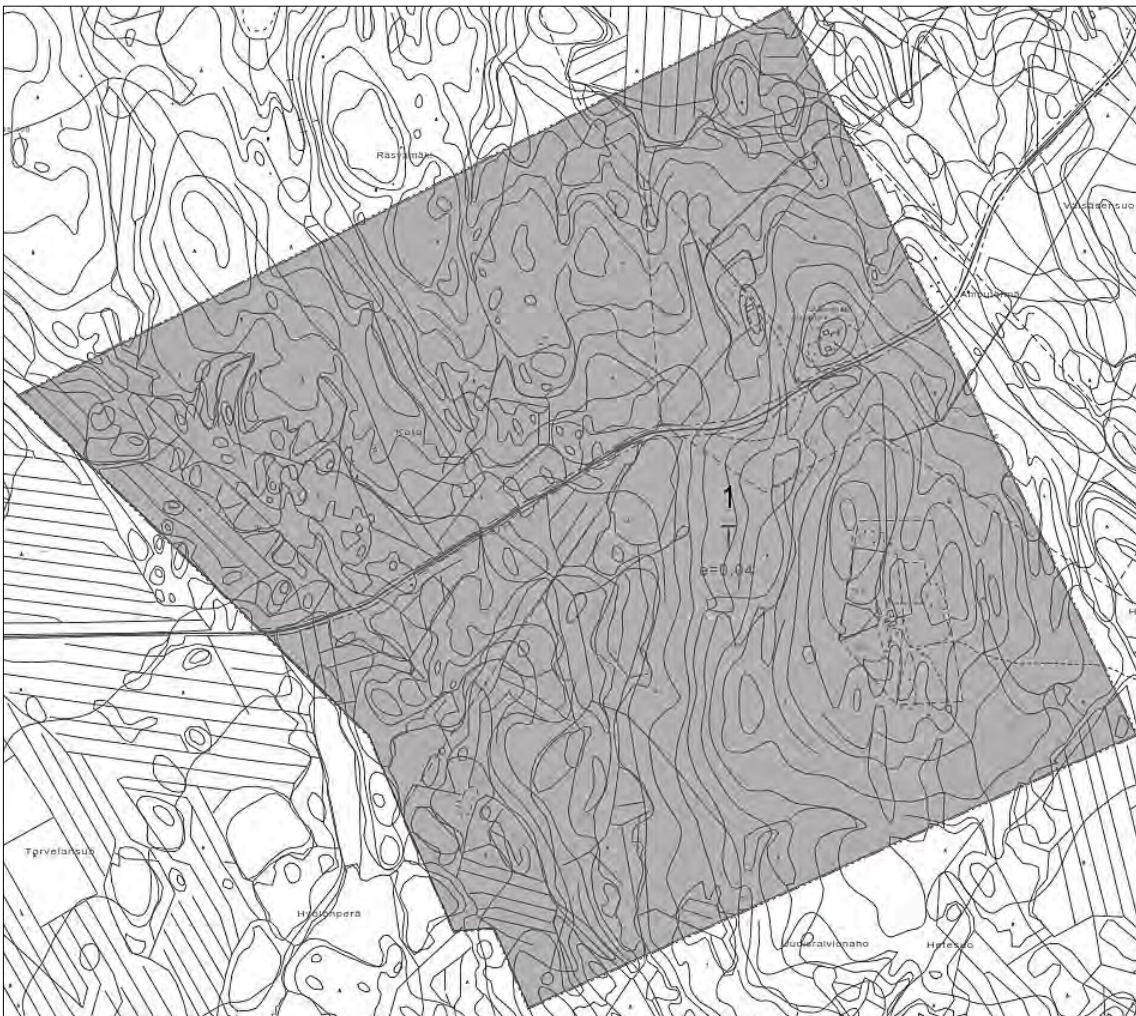
1.7.3 Asemakaavat

Kaivoksen ja hankkeen vaikutusalueen lähialueilla ovat voimassa seuraavat asemakaavat:

- Talvivaaran kaivoksen tehdasalueen asemakaava
- Neuvolanniemen ranta-asemakaava
- Salkonniemen-Kosinniemen rantakaava

- Mustinniemen ja Autioniemen ranta-asemakaavan muutos ja laajennus
- Kevätyslahden rantakaava
- Kivilahden ranta-asemakaavan muutos
- Paljakan rantakaava
- Paljakan rantakaavan osittainen kumoaminen
- Paljakan ranta-asemakaavan osittainen muutos
- Naapurivaaran lomakeskuksen ranta-asemakaava
- Saunaniemen rantakaava
- Saunaniemen ranta-asemakaavan muutos
- Karankajärven rantakaava
- Siikalahdenranta, Petäisenniska
- Petäisenranta, asemakaavan muutos, 2. vaihe
- Honkalahden rantakaava
- Laakajärvi-Suuri-Petäinen ranta-asemakaava
- Laakajärvi-Suuri-Petäinen ranta-asemakaavan laajennus
- Hernejärvi-Sälevan ranta-asemakaava
- Tuuliniemen ranta-asemakaava

Tehdasalueen asemakaava kattaa osan Terrafame Oy:n kaivospiirin pinta-alasta (Kuva 14). Osa YVA:n kohteena olevista vesienkäsittelysakoista sijaitsee tehdasalueen asemakaavan alueella. Nuasjärven rantaosayleiskaavan alueelle Venänniemeen ollaan laatimassa ranta-asemakaavaa.



Kuva 14. Ote tehdasalueen asemakaavasta. Teollisuus- ja varistorakennusten korttelialue on rajattu kaavassa harmaalla.
Lähde: Sotkamon kunta 2006.

2 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETTELY

2.1 Arviointimenettelyn sisältö ja tavoitteet

2.1.1 Yleistä

Ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (252/2017) tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja arvioinnin yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa sekä lisätä kaikkien tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia.

EU:n ympäristövaikutusten arvioinnista annetun direktiivin muutos (2014/52/EU) on pääosin Suomessa pantu täytäntöön lailla ympäristövaikutusten arvioinnista eli YVA-lailla (252/2017) ja YVA-asetuksella (277/2017). YVA-lain mukaan hankkeen ympäristövaikutukset on selvitettävä ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä suunnittelun mahdollisimman varhaisessa vaiheessa hankkeen muu valmistelu huomioon ottaen vaihtoehtojen ollessa vielä avoinna. Viranomaisen ei saa myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseen ennen kuin se on saanut käyttöönsä arviointiselostuksen ja yhteysviranomaisen siitä antaman perustellun päätelmän. YVA ei ole lupamenettely eikä sen pohjalta anneta päätöksiä. YVA tuottaa kansalaisille lisätietoa suunnitellusta hankkeesta, hankkeesta vastaavalle ympäristön kannalta sopivimman vaihtoehdon valitsemiseksi ja viranomaiselle sen arvioimiseksi, täyttääkö hanke luvan myöntämisen edellytykset ja millaisin ehdoin lupa voidaan myöntää.

2.1.2 Arviointiohjelma

Ympäristövaikutusten arviointimenettely on kaksivaiheinen prosessi, joka muodostuu arviointiohjelma- ja arviointiselostusvaiheesta. Molemmissa vaiheissa osalliset voivat esittää mielipiteitään hankkeesta ja yhteysviranomaisen pyytää lausuntoja tarpeelliseksi katsomiltaan tahoilta. **Arviointiohjelman** tulee sisältää tarvittavat tiedot hankkeesta ja sen kohtuullisista vaihtoehdoista, kuvaus ympäristön nykytilasta, ehdotus arvioitavista ympäristövaikutuksista ja niiden selvittämisestä sekä suunnitelma arviointimenettelyn järjestämisestä.

Yhteysviranomaisen asettaa arviointiohjelman julkisesti nähtäville. Arviointiohjelman vireilläolosta ilmoitetaan kuntien verkkosivuilla ja vaikutusalueella yleisesti leviävissä sanomalehdissä. Ohjelmaan voivat ottaa kantaa yksityiset kuntalaiset, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa sekä yhteisöt ja säätiöt, joiden toimialaa hankkeen vaikutukset saattavat koskea. Lisäksi hankkeen vaikutusalueen kunnille ja muille keskeisille viranomaisille varataan mahdollisuus antaa lausunto arviointiohjelmasta. Annettujen lausuntojen ja muistutusten perusteella yhteysviranomaisen antaa arviointiohjelmasta oman lausuntonsa. Arviointiohjelmassa esitetään muun muassa:

1. kuvaus hankkeesta, sen tarkoituksesta, suunnitteluvaiheesta, sijainnista, koosta, maankäyttötarpeesta ja hankkeen liittymisestä muihin hankkeisiin, tiedot hankkeesta vastaavasta sekä arvio hankkeen suunnittelu- ja toteuttamisaikataulusta
2. hankkeen kohtuulliset vaihtoehdot, jotka ovat hankkeen ja sen erityisominaisuuksien kannalta varteenotettavia, ja joista yhtenä vaihtoehtona on hankkeen toteuttamatta jättäminen, jollei tällainen vaihtoehto erityisestä syystä ole tarpeeton
3. tiedot hankkeen toteuttamisen edellyttämistä suunnitelmista ja luvista
4. kuvaus todennäköisen vaikutusalueen ympäristön nykytilasta ja kehityksestä
5. ehdotus tunnistetuista ja arvioitavista ympäristövaikutuksista, mukaan lukien valtioiden rajat ylittävät ympäristövaikutukset ja yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa, siinä laajuudessa kuin on tarpeen perustellun päätelmän tekemiselle, sekä perustelut arvioitavien ympäristövaikutusten rajaukselle
6. tiedot ympäristövaikutuksia koskevista laadituista ja suunnitelluista selvityksistä sekä aineiston hankinnassa ja arvioinnissa käytettävistä menetelmistä ja niihin liittyvistä oletuksista
7. tiedot arviointiohjelman laatijoiden pätevyydestä
8. suunnitelma arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen järjestämisestä sekä näiden liittymisestä hankkeen suunnitteluun ja arvio arviointiselostuksen valmistumisaikajankohdasta

2.1.3 Arviointiselostus

Arviointimenettelyn toisessa vaiheessa laaditaan ympäristövaikutusten **arviointiselostus**, jossa esitetään tiedot hankkeesta ja sen vaihtoehtoista sekä yhtenäinen arvio niiden todennäköisesti merkittävistä ympäristövaikutuksista. Arviointi tehdään YVA-ohjelman mukaisen suunnitelman ja siitä saadun yhteysviranomaisen lausunnon pohjalta. Arviointiselostuksen tulee sisältää tarvittavat tiedot hankkeesta, kuvaus ympäristön nykytilasta, kuvaus hankkeen ja sen kohtuullisten vaihtoehtojen todennäköisesti merkittävistä ympäristövaikutuksista, niiden lieventämisestä, seurannasta ja vaihtoehtojen vertailusta, tiedot ympäristövaikutusten arviointimenettelyn toteutamisesta ja yleistajuinen yhteenveto. YVA-selostuksen tulee sisältää:

1. kuvaus hankkeesta, sen tarkoituksesta, sijainnista, koosta, maankäyttötarpeesta, tärkeimmistä ominaisuuksista mukaan lukien energian hankinta ja kulutus, materiaalit ja luonnonvarat, todennäköiset päästöt ja jäämät kuten melu, värinä, valo, kuumuus ja säteily sekä sellaiset päästöt ja jäämät, jotka voivat aiheuttaa veden, ilman, maaperän ja pohjamaan pilaantumista, sekä syntyvän jätteen määrä ja laatu ottaen huomioon hankkeen rakentamis- ja käyttövaiheet, mahdollinen purkaminen ja poikkeustilanteet mukaan lukien
2. tiedot hankkeesta vastaavasta, hankkeen suunnittelu- ja toteuttamisaikataulusta, toteuttamisen edellyttämistä suunnitelmista, luvista ja niihin rinnastettavista päätöksistä sekä hankkeen liittymisestä muihin hankkeisiin
3. selvitys hankkeen ja sen vaihtoehtojen suhteesta maankäyttösuunnitelmiin sekä hankkeen kannalta olennaisiin luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin
4. kuvaus vaikutusalueen ympäristön nykytilasta ja sen todennäköisestä kehityksestä, jos hanketta ei toteuteta
5. arvio mahdollisista onnettomuuksista ja niiden seurauksista ottaen huomioon hankkeen alttius suuronnettomuus- ja luonnonkatastrofiriskeille, näihin liittyvät hätätilanteet sekä toimenpiteet näihin tilanteisiin varautumisesta mukaan lukien ehkäisy- ja lieventämistoimet
6. arvio ja kuvaus hankkeen ja sen kohtuullisten vaihtoehtojen todennäköisesti merkittävistä ympäristövaikutuksista
7. tapauksen mukaan arvio ja kuvaus valtioiden rajat ylittävistä ympäristövaikutuksista
8. vaihtoehtojen ympäristövaikutusten vertailu
9. tiedot valitun vaihtoehdon tai vaihtoehtojen valintaan johtaneista pääasiallisista syistä, mukaan lukien ympäristövaikutukset
10. ehdotus toimiksi, joilla vältetään, ehkäistään, rajoitetaan tai poistetaan tunnistettuja ja merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia
11. tapauksen mukaan ehdotus mahdollisista merkittäviin haitallisiin ympäristövaikutuksiin liittyvistä seurantajärjestelyistä
12. selvitys arviointimenettelyn vaiheista osallistumismenettelyineen ja liittymisestä hankkeen suunnitteluun
13. luettelo lähteistä, joita on käytetty selostukseen sisältyvien kuvausten ja arviointien laadinnassa, kuvaus menetelmistä, joita on käytetty merkittävien ympäristövaikutusten tunnistamisessa, ennustamisessa ja arvioinnissa sekä tiedot vaadittuja tietoja koottaessa todetuista puutteista ja tärkeimmistä epävarmuustekijöistä
14. tiedot arviointiselostuksen laatijoiden pätevydestä
15. selvitys siitä miten yhteysviranomaisen lausunto arviointiohjelmasta on otettu huomioon
16. yleistajuinen ja havainnollinen tiivistelmä 1-15 kohdassa esitetyistä tiedoista

2.2 Yhteysviranomaisen lausunnon huomioiminen arviointiselostuksessa

Toimenpiteet yhteysviranomaisen lausunnossaan esittämien näkökohtien huomioimiseksi on koottu seuraavaan taulukkoon.

Teema	Lausunto	Huomioiminen YVA-selostuksessa
Neljännän kipsisakka-altaan rakentaminen	Yhteysviranomaisen katsoo, että arviointiohjelmassa on epäselvästi esitetty neljännän kipsisakka-altaan rakentamisen yhteys hankkeeseen. Arviointiselostuksessa tulee esittää selkeästi, miten kipsisakka-allas 4 liittyy arvioitavana olevaan kokonaisuuteen. Arviointiselostukseen on sisällytettävä neljännän kipsisakka-altaan sijainti- ja tilavuustietojen lisäksi myös suunnitteilla olevan altaan rakennetarkastelu. Sakkojen sijoittamista ja käsittelyä tulee arvioida myös poikkeuksellisissa tilanteissa sekä kaivostoiminnan lopettamisen ja metallitehtaan alasajamisen jälkeen.	Rakennekuvaus (lähteenä Pöyry Finland 2017c YVA) ja kipsisakka-allas 4:n kytkeytyminen esitetty kohdissa 1.5.7 ja 3.19
Kaivosalueen muiden toimintojen huomioiminen	Arviointiohjelmassa ei ole esitetty, että hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnissa huomioitaisiin valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT). Tavoitteiden ensisijaisena tarkoituksena on varmistaa valtakunnallisesti merkittävien asioiden huomioon ottaminen maakuntien ja kuntien kaavoituksessa sekä valtion viranomaisten toiminnassa. Tältä osin yhteysviranomaisen edellyttää ympäristövaikutusten arviointia täydennettäväksi arviointiselostukseen.	Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet on käsitelty arviointiselostuksen kappaleessa 7.
VE0:n vaikutusten esille tuominen	Kuten Kainuun SOTE on lausunnossaan tuonut esille, ohjelmassa olisi voinut avata enemmän vaikutuksia, jotka syntyisivät, mikäli sakkoja säilytettäisiin edelleen maapohjaisissa altaissa. Yhteysviranomaisen pitää tarpeellisena, että nykytilan säilyttämisen vaikutuksia tuodaan selkeämmin esille arviointiselostuksessa, vertailupohjaksi toteuttamiskelpoisille hankevaihtoehdoille.	Nykytilan säilyttämisen vaikutuksia käsiteltiin vaihtoehtovertailuissa kunkin teeman käsittelyn yhteydessä.
Geotuubikentille varastoitujen sakkojen sijoitusvaihtoehtojen käsittely	Yhteysviranomaisen katsoo, että geotuubikentille varastoituja sakkoja ei ole välttämätöntä sisällyttää ympäristövaikutusten arviointiohjelman hankevaihtoehtoihin. Yhteysviranomaisen kuitenkin edellyttää, että myös kaikkien geotuubikentille varastoitujen sakkojen osalta arviointiselostuksessa tarkastellaan niiden vaihtoehtoisia käsittely- ja sijoitusvaihtoehtoja, vaikka kaikkia geotuubikentille varastoituja sakkoja ei eri hankevaihtoehtoihin sisällytettäisiäkään. Tarkastelu on tehtävä, jotta vanhoja vesienkäsittelysakkoja koskeva ympäristövaikutusten arviointia edellyttävä kokonaisuus tulee kattavasti arvioitua, vaikkakaan geotuubikentille sijoitettujen sakkojen uudelleen sijoittaminen toisaalle ei olisi hankkeesta vastaavan kannalta kohtuullinen tai varteenotettava vaihtoehto.	Geotuubikentät on sisällytetty hankevaihtoehtoihin, jotta kokonaisuus tulee kattavasti arvioitua. Vaihtoehtona on joko niiden peittäminen nykyisille paikoille tai purkaminen osittain. Geotuubikenttien kokonaan purkaminen ei ole tarkoituksenmukaista. Asiaa on käsitelty kappaleissa 3.18 ja 4.1.

Sijoituspaikkojen valinnan perusteet	Yhteysviranomaisen katsoo, että arviointiselostuksessa tulee esittää perusteet sijoituspaikkojen valinnalle sekä tarkastella tarvittaessa myös muita sijoituspaikkoja.	Sijoituspaikkojen perustelut sekä muiden potentiaalisten vaihtoehtojen rajaaminen tarkastelun ulkopuolelle on esitetty hankevaihtoehtojen kuvauksissa kappaleissa 4.1-4.5.
Vanhojen vesienkäsittelysakka-alueiden kunnostamisen tavoitteet	Yhteysviranomaisen katsoo, että maaperän ja pohjaveden kunnostamisen tavoitteisiin tulee kiinnittää huomioita jo YVA-menettelyn aikana. Arviointiselostuksessa on muun muassa esitettävä, miten vesienkäsittelysakka-alueiden pilaantuneet maa-alueet kunnostetaan, miten kunnostettavat alueet suunnitellaan rajattavaksi sekä arvioitava pilaantuneen maan ja pohjaveden kunnostustarvetta huomioiden alueiden jatkokäyttö toiminnan aikana ja kaivostoiminnan loppumisen jälkeen. Jätealueiden jatkokäytön osalta kaivosalueen jätealueita tulee tarkastella kokonaisuutena mukaan lukien Terrafamen kaivosalueen muut jätealueet.	Kunnostuksesta laadittiin dokumentti <i>Kaivosalueella olevien vanhojen vesienkäsittelysakka-alueiden kunnostuksen yleissuunnitelma</i> (Pöyry Finland Oy 19.2.2021).
Alueiden käyttö	Kainuun liitto on lausunnossaan muistuttanut, että EK-merkintää koskee seuraava suunnittelumääräys: "Alueen käyttöönottoa suunniteltaessa on otettava huomioon toiminnan aiheuttamat ympäristövaikutukset tuotannon aikana ja sen päätyttyä". Yhteysviranomaisen katsoo, että hankkeen ympäristövaikutusten arviointia on täydennettävä hankkeessa kunnostettujen alueiden ja vanhojen vesienkäsittelysakkujen kaatopaikkojen jätealueiden sulkemisen jälkeisillä ympäristövaikutuksilla. Koska YVA-menettelyssä on huomioitava hankkeeseen liittyvä toimintakokonaisuus, on tarkasteluun sisällytettävä Terrafamen kaivosalueen jätealueiden jälkikäyttö kokonaisuudessaan.	Vaikutustenarvioinnissa on huomioitu vaikutukset rakentamisen aikana, mutta myös pitkällä aikavälillä tuotannon aikana ja sen päättymisen jälkeen. Kaikkien jätealueiden osalta jälkikäyttöä tarkastellaan erillisessä sulkemissuunnitelmassa.
Maisemavaikutukset	Yhteysviranomaisen katsoo, että ohjelmassa esitetty arvio maisemavaikutusten rajautumisesta kaivospiirin sisäpuolelle on riittämättömästi perusteltu. Yhteysviranomaisen edellyttää, että hankkeen maisemavaikutuksia tulee arvioida ohjelmassa esitettyä tarkemmin muun muassa jätealueiden korkotasotarkasteluna. Maisemavaikutuksia arvioitaessa on huomioitava kaivosalueelle suunniteltujen toimintojen vaikutus maisemaan kokonaisuutena. Tarkastelussa on kiinnitettävä huomioita Vuokatin vaara-alueelta avautuviin näkyymiin.	Maisemavaikutusten arviointi on tehty korkotasotarkasteluna ja huomioitu vaikutus maisemaan kokonaisuutena.
Vaikutukset ihmisten terveyteen	Yhteysviranomaisen katsoo, että ohjelmassa esitettyä on terveysvaikutusten osalta täydennettävä vesistön käytön ja kunnostustoissa mahdollisesti syntyvien hajurikkiyhdisteiden terveysvaikutusten osalta, kuten Kainuun SOTE on lausunnossaan esittänyt. Yhteysviranomaisen edellyttää Kainuun SOTE:n ohella, että: "Selostuksessa on tuotava	Hajurikkiyhdisteet ja vesistön käyttö on käsitelty kappaleessa 17.

	selkeästi esille, mikäli voidaan todeta, että hankkeesta ei aiheudu terveysriskejä. Terveysvaikutuksia tulee arvioida myös riskien ja poikkeustilanteiden hallinnan kautta." Lisäksi yhteysviranomaisen pitää tärkeänä, että ympäristövaikutusten arvioinnissa etsitään keinoja ehkäistä kunnostustöiden aikaista pölyämistä sekä kiintoaineen kulkeutumista alapuoleiseen vesistöön.	
Vanhojen vesienkäsittelysakkojen mineralogiset selvitykset	GTK on lausunut muun muassa, että "suotovesien laatuun vaikuttavat jätemateriaalin mineraloginen koostumus ja sen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet. On tärkeää ymmärtää, että mineralogisen tiedon perusteella voidaan tulkita paremmin tutkitavista materiaaleista saatuja liukoisuustuloksia. Pelkästään osittaisuuttojen (ml. kuvattu ns. kokonaisuutta) ja liukoisuustuloksien perusteella ei voida arvioida, mistä mineraaleista tai yhdisteistä liukenevat aineet irtoavat ja mitkä seuraukset materiaalin muuttumisella voi olla pidemmällä ajanjaksolla." Lisäksi GTK on lausunut, että "YVA-ohjelmassa on kuvattu, että sakoista on tutkittu happaman suotoveden muodostumista. Kuvauksesta ei käy ilmi, muodostivatko sakan ja turpeen seoksesta tehdyt näytteet happamia vesiä. YVA-selostuksessa on tätä asiaa syytä tarkentaa sekä kuvata myös, mitkä prosessit materiaaleissa laukaisevat happaman valumaveden muodostumisen ja ovatko käytetyt testimenetelmät soveltuvia sen mittaamiseen." Yhteysviranomaisen katsoo, että GTK:n jätteen ominaisuuksien selvittämiseen esittämät lisäykset on huomioitava vanhojen vesienkäsittelysakkojen ympäristövaikutuksia arvioitaessa.	Sakasta toteutettiin mineraloginen selvitys Pananalyticalin toimesta. Tulokset on raportoitu kappaleessa 3.6. Happaman suotoveden muodostusta on kuvattu kappaleessa 3.8.
Vanhojen vesienkäsittelysakkojen uraanipitoisuudet	Yhteysviranomaisen edellyttää, että YVA-selostusta laadittaessa noudatetaan säteilyturvakeskuksen lausumaa: "YVA-selostuksessa tulee esittää kattava yhteenveto eri sakkajakeiden uraanipitoisuuksista sisältäen tämän YVAn yhteydessä tehdyt uudet määrittelyt sekä myös aiemmat tulokset. Jos uraanipitoisuuksia esitetään aktiivisuuspitoisuuksina, tulee aina selvästi merkitä, tarkoitetaanko U-238:n, U-234:n vai kokonaisuraanin aktiivisuuspitoisuutta. Uraanin osalta on tärkeää selvittää vaikutukset pinta- ja pohjavesiin sekä ympäristöriskitasoon. Uraanin liukenemiseen ja kulkeutumiseen liittyvien riskien mahdolliset eroavaisuudet eri toteutusvaihtoehtojen välillä tulee tuoda esille, erityisesti verrattaessa vaihtoehtoa VE3 vaihtoehtoihin VE1 ja VE2."	YVA-selostuksessa on esitetty aiemmin tehtyjen tutkimusten sekä vuonna 2019 tehtyjen tutkimusten yhteydessä määritetyt uraanin kokonaispitoisuudet sekä liukoiset pitoisuudet. Lisäksi on esitetty arviot uraanin kulkeutumisesta pohjaveteen sekä pintavesiin. Siltä osin, kun on hyödynnetty aktiivisuuspitoisuuksia, on tekstiin tarkennettu kyseinen isotooppi tai tieto kokonaispitoisuudesta.
Sulkemissuunnitelman päivittäminen	Yhteysviranomaisen edellyttää, että hankkeessa saatujen tietojen perusteella kaivoksen sulkemissuunnitelmaa päivitetään. Suunnitelma sulkemissuunnitelman päivittämisestä tulee esittää tarkemmin jo arviointiselostuksen yhteydessä.	Suunnitelma sulkemissuunnitelman päivittämisestä on esitetty kohdassa 3.20

Arviointiohjelman luettavuus ja havainnollisuus	Useassa eri lausunnossa arviointiohjelman kokonaisuus ja yhteys aikaisempiin YVA-menettelyihin sekä vireillä olevaan lupahakemukseen on koettu vaikeaselkoiseksi ja olemassa olevan aineiston esille tuomista on pidetty puutteellisena. Yhteysviranomaisen pitää lausunnoissa annettua kritiikkiä perusteltuna. Yhteysviranomaisen edellyttää, että hankkeesta vastaavaa huomioi arviointiselostuksessa eri lausunnoissa esitetyt luettavuutta ja kokonaisuuden hahmottamista helpottavat parannusehdotukset. Edellä kuvatun lisäksi yhteysviranomaisen pitää arviointiohjelman esitystavan heikoutena asioiden liikaa tiivistämistä. YVA-asetuksen mukaisessa yleistajuisessa ja havainnollisessa tiivistelmässä asioiden tiivistäminen on edellytys, mutta itse selostuksessa asioiden taustoja on kuvattava ja havainnollistettava laajemmin. Yksityiskohtaisemmat selvitykset tulee laittaa selostuksen liitteeksi ja niihin tulee varsinaisessa arviointiselostuksessa selkeästi viitata. Arviointiselostusta laadittaessa selostuksen selkeyteen ja helppolukuisuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota ja sen tulee olla luettavissa itsenäisenä kokonaisuutena.	Kommentit on huomioitu YVA-selostusta laadittaessa.
Hankkeen lupatarpeet	Kainuun ELY-keskus katsoo, että hanke edellyttää sekä ympäristö- että vesitalouslupan.	Molempien lupien tarve on huomioitu YVA-selostuksen teksteissä.
Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden huomioinnin ympäristövaikutusten arvioinnissa	Arviointiohjelmassa ei ole esitetty, että hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnissa huomioitaisiin valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT). Tavoitteiden ensisijaisena tarkoituksena on varmistaa valtakunnallisesti merkittävien asioiden huomioon ottaminen maakuntien ja kuntien kaavoituksessa sekä valtion viranomaisten toiminnassa. Tältä osin yhteysviranomaisen edellyttää ympäristövaikutusten arviointia täydennettäväksi arviointiselostukseen.	Tavoitteet (VAT) ja näiden lakisääteiset perusteet kirjattu selostukseen mukaan.
Kaavoituksen muutokset	Kaavoituksen osalta ohjelmassa mainittu Kainuun tuulivoimamaakuntakaava on saanut lainvoiman KHO:n päätöksellä 21.5.2019 ja ohjelmassa mainittu laadittavana oleva Tuuliniemen ranta-asema-kaava on edennyt tässä välissä ja hyväksytty Sotkamon kunnanvaltuustossa 21.5.2018.	Päivittyneet tiedot kaavoituksesta on päivitetty YVA-selostukseen.
Pohjavesialueiden tietojen korjaaminen	Pohjavesialueista YVA-ohjelmassa esitetään seuraavaa: "Terrafamen kaivosaluetta lähinnä sijaitseva pohjavesialue on Lappasärkän pohjavesialue (1176519), joka on vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue noin 13 kilometriä kaivospiirin rajasta itään. Kaivosta lähin vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, Hiukanharju-Pöllyvaara (1176501A), sijaitsee noin 14 kilometrin etäisyydellä kaivospiirin rajasta koilliseen" Kainuun ELY-keskus huomauttaa, että vedenhankinnan kannalta	Pohjavesialueiden tiedot on päivitetty YVA-selostukseen yhteysviranomaisen lausunnon mukaisesti.

	tärkeistä pohjavesialueista kaivosta lähimpänä on Vuokatin 1E-luokan pohjavesialue, ei Hiukanharju-Pölyvaara A. YVA-ohjelmaan liitetystä kartassa Vuokatin pohjavesialue onkin nimetty virheellisesti Hiukanharju-Pölyvaaraksi, joka on todellisuudessa Vuokatin itäpuolella sijaitseva, kahdesta 1-luokan pohjavesialueesta koostuva harju. Osa-alueen A (Hiukanharju) etäisyys kaivospiiriin on noin 20 km. Tämän lisäksi mainitulla kartalla esitetään vanhentunut rajausta Hiukanharju-Pölyvaara A:n ja Lappasärkän pohjavesialueiden osalta. Kummallakin näistä alueista on tehty muutoksia pohjavesialueen ulompaan rajaan, ja tiedot ovat päivittyneet myös julkisiin paikkatietoaineistoihin. Yllä mainitut pohjavesialueita koskevat virheelliset ja vanhentuneet tiedot on korjattava YVA-selostuksen tekstiin ja karttakuvaan.	
Luontotietojen päivittäminen	Arviointiohjelmassa kerrotaan, että lepakoiden ja liito-oravien inventointi on tehty seurantaohjelman mukaisesti vuonna 2018, jolloin tiedot näiden lajien osalta olisi voitu päivittää arviointiohjelmaan. Arviointiselostukseen on päivitettävä luontoarvojen tietoja alueella seurattavien direktiivilajien esiintymien tilasta tuoreella seuranta-aineistolla.	Tiedot lisätty.

2.3 Arviointimenettelyn osapuolet

Hankevastaavana toimii Terrafame Oy ja yhteysviranomaisena Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus). YVA-lain 33 §:n mukaisesti yhteysviranomainen arvioi arviointiohjelmää ja -selostusta tarkastaessaan arvioinnin laatijoiden asiantuntemuksen.

Ympäristövaikutusten arviointiohjelman ja arviointiselostuksen laatimisesta on vastannut Sitowise Oy. Sitowise Oy (aiemmin Sito Oy) on vuosien varrella vastannut useiden kymmenien YVA- ja SOVA- (suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arviointi) hankkeiden toteutuksesta. Asiantuntijamme ovat olleet myös aktiivisesti mukana kehittämässä arviointien menetelmällistä ja vuorovaikutusosaamista sekä ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointia. Toimimme aktiivisesti mukana YVA ry:ssä, joka toimii yhdyssiteenä ja keskustelufoorumina ympäristövaikutusten arvioinnin parissa toimivien kesken. Sitowise Oy on koostanut vesienkäsittelysakkojen loppusijoittamisen ympäristövaikutusten arviointimenettelyä varten työryhmän, joka koostuu pätevistä ja vastaavien hankkeiden parissa aiemminkin toimineista kokeneista asiantuntijoista. Sitowise Oy:n työryhmään kuuluvat:

- **Sanna Vaalgamaa**, projektipäällikkö, FT (maantiede, ympäristömuutos, geokemia, akvaattiset tieteet)
Vaalgamaalla on 20 vuoden kokemus ympäristöön liittyvistä tieteellisistä tutkimushankkeista liittyen ihmisen ja luonnon vuorovaikutukseen sekä vesiympäristöihin. Vaalgamaa on hoitanut kymmeniä eri toimialojen ympäristösuojelu- ja vesilain mukaisia lupaprosesseja sekä toiminut asiantuntijana ja projektipäällikkönä useissa YVA-hankkeissa mm. teollisuusjätteiden käsittelyyn liittyen. Tehtävät hankkeissa: projektinjohto, yhteydet tilaajaan ja sidosryhmiin, YVA- ja lupa-asiantuntija, vesistöekosysteemit, maankäyttö, ihmisen elinolot ja vaikutusten arviointi.
- **Minna Vesterinen**, FM (bio- ja ympäristötiede)
Vesterisellä on kymmenen vuoden kokemus haitta-ainepitoisen maaperän ja pohjaveden tutkimuksiin ja riskienhallintaan liittyvistä asiantuntijatehtävistä. Vesterinen on erikoistunut kvantitatiivisiin ja kvalitatiivisiin riskinarviointeihin ja laatinut kymmeniä haitta-aineiden kulkeutumista, terveysriskejä ja ekologiaa riskejä käsittelevää arviota. Lisäksi Vesterisellä on monipuolista kokemusta maaperä- ja pohjavesitutkimusten suunnittelusta ja toteuttamisesta. Tehtävät hankkeissa: ympäristö- ja terveysriskinarviointi, haitta-aineiden maaperässä ja pohjavedessä kulkeutumisen arviointi sekä laskennalliset tarkastelut.

- **Antti Kinnunen**, projektikoordinaattori, FM (maantiede)

Kinnunen on toiminut asiantuntijana useiden eri toimialojen vaikutusten arviointien, vesi- ja ympäristölupahankkeiden sekä ympäristön tilan seurantojen ja riskikartoitusten parissa. Kinnusella on neljän vuoden kokemus ympäristökonsultointialalla toimimisesta. Tehtävät hankkeessa: liikennevaikutusten arviointi, kuormituslaskelmat, luonnonvarojen käyttö, vesistövaikutusten arviointi, päästöt ilmaan, kartografia, raportointi.

- **Lauri Erävuori**, FM (biologia)

Lauri Erävuorella on yli 20 vuoden kokemus ympäristöasiantuntijana. Hän on vastannut muun muassa yli 20 ympäristövaikutusten arviointimenettelystä sekä useista kymmenistä maankäytön ja infrastruktuurin ympäristövaikutusarvioista. Hän hallitsee hyvin paikkatietoaineistojen käytön ja soveltamisen ympäristöselvityksissä. Tehtävät hankkeessa: luontovaikutusten arviointi.

- **Esa Kallio FM** (geologia)

Kalliolla on yli 20 vuoden kokemus pohjavesigeologisista selvityksistä. Selvityksiin on kuulunut lukuisia tutkimuksia, vaikutusarviointeja ja riskitarkasteluja lupa-asioihin, maankäytön suunnitteluun ja infrarakentamiseen liittyen. Kallio toimii Sitowisessä johtavana pohjavesiasiantuntijana. Tehtävät hankkeessa: pohjavesivaikutusten arviointi.

Hankkeeseen on muodostettu seurantaryhmä, joka koostuu keskeisistä viranomaisista ja sidosryhmistä. Seurantaryhmän tehtävänä on tukea ja ohjata arviointityötä. Ryhmä kokoontui YVA-ohjelman luonnosvaiheessa ja vastaavasti YVA-selostuksen luonnosvaiheessa. Seurantaryhmän jäsenillä on ollut mahdollisuus tutustua ohjelman ja selostuksen luonnosvaiheiden aineistoihin sekä esittää niistä kysymyksiä, kommentteja ja täydennysehdotuksia. Seurantaryhmään on kutsuttu seuraavat tahot:

- Kainuun ELY-keskus (ympäristö- ja patoviranomainen)
- Pohjois-Savon ELY-keskus
- Tuhkakylän kyläyhdistys
- Kainuun luonnonsuojelupiiri ry
- Sotkamon luonto ry
- Kajaanin seudun luonto ry
- Kajaanin kaupunki
- Sotkamon kunta
- Sonkajärven kunta
- Sotkamon Yrittäjät
- Kainuun Yrittäjät
- Kainuun sote ympäristöterveydensuojeluviranomaisena
- Maanrakennusalan yrittäjät
- Rakennetekninen asiantuntija

Ryhmän kokoonpanoa ei täydennetty YVA-selostusvaiheessa. Selostusvaiheen kokoontuminen järjestettiin COVID-19 tilanteen takia TEAMS-palaverina.

2.4 Tiedottaminen ja osallistumisen järjestäminen

Ympäristövaikutusten arviointimenettely on avoin prosessi, jossa tavoitteena on kansalaisten tiedonsaannin ja osallistumahdollisuuksien lisääminen. YVA:ssa osallistumisella tarkoitetaan vuorovaikutusta ainakin seuraavien tahojen välillä: hankkeesta vastaava, yhteysviranomainen, muut viranomaiset, henkilöt, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa, sekä yhteisöt ja säätiöt, joiden toimialaa vaikutukset saattavat koskea.

Sähköiset versiot asiakirjoista ovat nähtävillä ja ladattavissa osoitteessa www.ymparisto.fi/terrafamesakkaYVA.

2.4.1 Yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä

Nykyisessä YVA-lainsäädännössä yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä korvaa aikaisemman yhteysviranomaisen lausunnon arviointiselostuksesta. Perustellussa päätelmässä yhteysviranomainen tarkistaa ympäristövaikutusten arviointiselostuksen riittävyyden ja laadun sekä laatii tämän jälkeen perustellun päätelmänsä hankkeen merkittävistä ympäristövaikutuksista. Mikäli yhteysviranomainen ei voi tehdä perusteltua päätelmää arviointiselostuksen puutteellisuuden takia, ilmoittaa yhteysviranomainen miltä osin selostusta on täydennettävä. Täydennystarve syntyy, mikäli selostus on puutteellinen niin olennaisella tavalla, että selostuksen pohjalta ei ole mahdollista tehdä perusteltua päätelmää. Täydentämispyyntö tulee tehdä ensisijaisesti ennen selostuksen kuulluttamista. Jos puutteellisuus ilmenee vasta kuulemispalautteen yhteydessä, tulee täydennetystä selostuksesta järjestää kuuleminen uudelleen.

Ympäristövaikutusten arviointiselostus sekä yhteysviranomaisen siitä antama perusteltu päätelmä liitetään hankkeen edellyttämiin lupahakemuksiin ja suunnitelmiin. Lupaviranomaisen tulee varmistaa, että yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä on ajan tasalla lupa-asiaa ratkaistaessa. Tarvittaessa perusteltu päätelmä tulee ajantasaistaa.

Yhteysviranomainen toimittaa **perustellun päätelmänsä** YVA-selostuksesta viimeistään kahden kuukauden kulluttua nähtävilläolajan päättymisen jälkeen hankkeesta vastaavalle. Perustellulla päätelmällä tarkoitetaan yhteysviranomaisen hankkeen merkittävistä ympäristövaikutuksista tekemää perusteltua johtopäätöstä, joka on tehty arviointiselostuksen, siitä annettujen mielipiteiden ja lausuntojen, sekä yhteysviranomaisen oman tarkastelun pohjalta.

Ympäristövaikutusten arviointiselostus sekä yhteysviranomaisen siitä antama perusteltu päätelmä liitetään hankkeen edellyttämiin lupahakemuksiin ja suunnitelmiin. Lupaviranomaisen tulee esittää lupapäätöksessään, miten arviointiselostus ja siitä annettu yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä on otettu huomioon lupapäätöstä annettaessa. Näin ollen YVA-menettely siis jatkuu osana ympäristölupaharkintaa.

YVA-menettelyn aikataulu on esitetty taulukossa 1.

2.4.2 Arviointiohjelmasta ja -selostuksesta kuuluttaminen sekä lausuntojen ja mielipiteiden antaminen

Arviointiohjelman ollessa nähtävillä kansalaiset voivat esittää näkemyksensä hankkeen vaikutusten selvitystarpeesta ja siitä, ovatko YVA-ohjelmassa esitetyt suunnitelmat riittäviä. Myöhemmin arviointiselostuksen ollessa nähtävillä kansalaiset voivat esittää kantansa arviointiselostuksen sisällöstä, kuten tehtyjen selvitysten riittävyydestä. Yhteysviranomainen kuuluttaa virallisilla ilmoituksilla ohjelman ja selostuksen nähtävilläolajoista, jolloin mielipiteet tulee jättää yhteysviranomaiselle.

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

2.4.3 Yleisötilaisuudet

YVA-menettelyn aikana järjestetään yleisölle avoimet tiedotus- ja keskustelutilaisuudet. Tilaisuudet järjestetään YVA-ohjelma- ja YVA-selostusvaiheessa. YVA-selostusta koskeva yleisötilaisuus järjestetään elokuussa 2021 virtuaalisesti. Tilaisuuksista tiedotetaan ELY-keskuksen lehti-ilmoituksessa ja internet-sivuilla sekä Terrafamen internet-sivuilla.

Selostusvaiheen yleisötilaisuudessa esitellään hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnin tuloksia. Virtuaalisesti järjestettävässä esittelytilaisuudessa yleisöllä on mahdollisuus esittää kysymyksiä hankkeesta vastaavalle, YVA-konsultille ja yhteysviranomaiselle.

2.4.4 YVA-menettelyn aikataulu

YVA-menettely käynnistyy, kun ympäristövaikutusten arviointiohjelma jätetään yhteysviranomaiselle. Yhteysviranomainen asettaa YVA-ohjelman nähtäville kuukauden ajaksi ja antaa siitä lausuntonsa kuukauden kuluessa nähtävilläolon päättymisestä. Varsinainen arviointityö aloitetaan samanaikaisesti ja sitä jatketaan YVA-ohjelmasta saadun yhteysviranomaisen lausunnon pohjalta. Arviointityön tulokset sisältävä YVA-selostus jätetään yhteysviranomaiselle ja asetetaan nähtäville noin kuukaudeksi kesällä 2021. Yhteysviranomainen antaa perustellun

päätelmänsä vuoden 2021 aikana. Aikatauluun (Taulukko 1) vaikuttavat muun muassa ohjelma- ja selostusvaiheen nähtävilläolo- ja lausuntoajat, YVA-ohjelmasta saatavan lausunnon sisältö sekä YVA-prosessiin liittyvät hankkeet ja näiden aikataulu.

Taulukko 1. YVA-menettelyn toteutusaikataulu. YVA-menettelyn aikana tehtiin erillistä teknistä suunnittelua mm. sakkojen poistoon, kuivatukseen, alueen vesienhallintaan ja jätealueiden rakenteisiin liittyen.

	2018		2019				2020				2021			
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
YVA-ohjelmavaihe														
YVA-ohjelman laatiminen														
Nähtävillä olo														
Yhteysviranomaisen lausunto														
YVA-selostusvaihe														
YVA-selostuksen laatiminen														
Nähtävillä olo														
Yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä														
Ympäristölupa														
Ympäristölupahakemus														
Lupaviranomaisen ratkaisu														
Tiedotus ja vuorovaikutus														
Seurantaryhmä														
Yleisötilaisuus														

3 VESIENKÄSITTELYSAKKOJEN LOPPUSIJOITTAMINEN

3.1 Sakkamateriaalin muodostuminen metallien talteenottolaitoksella sekä keskusvedenpuhdistamolla

Terrafamen metallien talteenottolaitoksen toiminta perustuu metallien saostamiseen rikkivedyllä bioliuotuksen tuoteliuoksesta (PLS). Normaali tilanteessa kaikki tehtaan läpi johdettu liuos palautetaan takaisin bioliuotukseen arvometallien talteenoton jälkeen. Jos bioliuotuksen liuoskierrossa oleva liuostilavuus kasvaa tavanomaista suuremman sadannan johdosta, liuosta vähennetään metallien talteenottolaitokseen kuuluvan raudansaostus- ja loppuneutralointiprosessin ("RASA" ja "LONE") avulla, jolla puhdistetaan liuoksesta mm. rautaa, alumiinia, magnesiumia ja mangaania ennen veden johtamista jatkopuhdistetavaksi vesienkäsittelyyn. Tavanomaisen sadannan vuonna RASA ja LONE ovat tyypillisesti käytössä noin 4 kk vuodessa.

RASA- ja LONE-prosessin ollessa päällä, osa metallitehtaan paluuliuoksesta ohjataan arvometallien saostuksen jälkeen RASA- ja LONE-prosessiin sen sijaan, että liuos palaisi kokonaisuudessaan paluuliuoksena bioliuotuskasoille. Tällöin kasoille takaisin palaavan liuoksen määrä vähenee, mikä puolestaan vähentää bioliuotuskierrossa olevan veden määrää. RASA- ja LONE-prosessien ollessa käynnissä, RASA-alite jatkokäsitellään keskusvedenpuhdistamolla ja siitä syntyy vesienkäsittelysakkaa. RASA-ylite ohjataan LONE-prosessiin, jossa syntyvä LONE-alite ohjataan suoraan kipsisakka-altaalle. Vesienkäsittelysakka ja LONE-sakka muodostavat yhdessä kipsisakka-altaille läjitettävän kipsisakan. LONE-ylitevesi voidaan tällä hetkellä joko kierrättää takaisin käyttövedeksi, johtaa kipsisakka-altaalle tai ohjata Kortelammen tai Lumelan patoaltaalle.

RASA- ja LONE-prosessien ollessa käynnissä, prosessivesistä peräisin olevaa sulfaattia päätyy vesitaseeseen, koska kaikki sulfaatti ei poistu RASA- ja LONE-vaiheissa eikä myöskään keskuspuhdistamolla. Edellä mainitut puhdistusvaiheet poistavat tehokkaasti metalleja, joten RASA- ja LONE -prosessien ajo ei lisää merkittävästi puhdistettavien vesien metallipitoisuuksia.

Keskuspuhdistamon toiminta perustuu myös kalkkineutralointiin. Puhdistamolle johdetaan metallien talteenottolaitoksen RASA-alite sekä eri puolilta kaivosaluetta kerättävät vedet eli rikki-pitoisen sivukiven kanssa kosketuksiin joutuvat sade- ja valumavedet, avolouhoksen kuivanapitovedet, pintamaan poistoalueilta muodostuvat metallipitoiset kuivatusvedet, tehdasalueiden hulevedet sekä primääri- ja sekundääriliuotusalueiden ympäriltä ja niiden altailta kerättävät suojapumppausvedet sekä muut vastaavat likaantuneet vedet.

Kipsisakkaa (sisältäen sekä vesienkäsittelysakan että LONE-sakan) on arvioitu muodostuvan vuosittain enimmillään noin 1,5 Mm³, mikäli vuoden sadanta on selvästi keskimääräistä suurempi ja RASA- ja LONE-prosessit ovat päällä 12 kuukautta eli läpi vuoden. Normaalikäynnillä sakkaa muodostuu 500 000 – 700 000 m³. Muodostuvan sakan määrään vaikuttaa metallien talteenoton neutralointiprosessiajojen lisäksi käsiteltävien alueen hulevesien määrä sekä käsiteltävien jakeiden haitta-ainepitoisuudet.

Sekä loppuneutraloinnin alitesakka sekä keskusvedenpuhdistamon sakka johdetaan kipsisakka-altaille, jossa lietteen kiintoaine laskeutuu ja vapaa ylitevesi johdetaan käsitellyn veden varastoihin. Molempien jätejakeiden laatua seurataan osana Terrafamen ympäristötarkkailuohjelmaa.

3.2 Välivarastoitujen vesienkäsittelysakkojen ja maa-aineksen laatu

Välivarastoidut vesienkäsittelysakat ovat kalkkisaostuksella muodostettua kipsisakkaa. Koostumus vastaa pääpiirteissään kaivoksen metallien talteenotto-prosessin loppuneutraloinnissa syntyvien sakkojen koostumusta. Kunnostustöiden yhteydessä tehtävän sakkamateriaalin poiston myötä sekaan irtoaa väistämättä altaiden pohjalla esiintyvää turvetta, jolloin sakka sisältää myös orgaanista ainetta. YVA-prosessin yhteydessä varauduttiin siihen, että syntyviä jätejakeita on lopulta useampia: kipsipohjainen sakka, allasalueiden pilaantunut maa-aines sekä mahdollisesti jae, jossa on sekä sakkaa että maa-ainesta, joten eri jakeiden loppusijoitusta tarkasteltiin erikseen.

Kaivosalueella on myös vuonna 2013 Mourunpuron uoman ja ranta-alueiden kunnostuksessa syntyneitä ja väli-varastoituja maa-aineksia, joiden loppusijoittaminen käsitellään tässä YVA-prosessissa. Maa-aineksia on väli-varastoituna noin 29 000 m³. Tutkimustulosten perusteella Mourunpuron maa-aineksia ei määritellä vaaralliseksi jätteeksi.

Vesienkäsittelysakkoissa esiintyy jätelain tarkoittamia vaarallisen jätteen ominaisuuksia kohonneiden nikkeli- ja sinkkipitoisuuksien myötä. Metallien liukoisuudet sakoissa ovat kuitenkin hyvin pieniä ja niiden puolesta sakka soveltuisi sijoitettavaksi myös tavanomaisen jätteen kaatopaikaksi määritellylle alueelle. Ainoastaan sulfaatin liukoisuus ylittää tavanomaisen jätteen kaatopaikan raja-arvon kipsin vesiliukoisuudesta johtuen (Ramboll Finland Oy 2017, Sitowise Oy 2019). PSAVI on kuitenkin päätöksessään (Dnro PSAVI/931/2015) luokitellut vesienkäsittelysakat vaaralliseksi jätteeksi.

Vesienkäsittelysakkojen määrää, laatua ja geoteknisiä ominaisuuksia selvitettiin laajoilla tutkimuksilla YVA-hankkeen yhteydessä vuosien 2018, 2019 ja 2020 aikana. Tutkimustulosten mukaisesti maapohjaisissa altaissa väli-varastoituna olevien sakkojen määrän arvioitiin olevan huomattavasti aiemmin arvioitua suurempi, noin 590 000 m³. Lisäksi altaiden pohjalla arvioitiin esiintyvän pilaantuneen maa-aineksen ominaisuuksia sisältävää sakkapi-toista turvetta, jonka haitta-ainepitoisuudet ylittävät VNa:n 214/2007 mukaisen alemman ohjearvon, noin 180 000 m³. Edelleen sakkojen alapuolisessa maaperässä todettiin Vna:n 214/2007 mukaisten kynnys- ja ohjearvot ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia, jonka perusteella sakkojen alapuolisen maaperän pintakerros voi vaatia kunnostustoimenpiteitä.

Yhteenvetoraportit tutkimuksista on esitetty liitteessä 2.

3.3 Kokonaispitoisuudet ja -liukoisuudet

Vesienkäsittelysakkojen haitta-aineiden kokonaispitoisuuksia ja -liukoisuuksia oli määritetty edellisen kerran vuosina 2016 (9 näytettä) ja 2013 (8 kokonaispitoisuusnäytettä, 11 liukoisuusnäytettä). Näiden kahden tutkimus-kerran tulokset vastasivat pääpiirteittäin toisiaan. Vuonna 2016 tehtyjen määritysten tulosten mukaan vaarallisen jätteen raja-arvot (Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:2) ylittyivät nikkelin ja/tai sinkin kokonaispitoisuuksien osalta yhteensä kuudessa näytteessä. Liukoisuuksien osalta pysyvän kaatopaikkajätteen raja-arvot (VNa 331/2013 *Valtioneuvoston asetus kaatopaikasta*) ylittyivät fluoridin (6/9 näytettä), sulfaatin (9/9), nikkelin (1/9), seleenin (2/9) sekä fenoli-indeksin (9/9) kohdalla. Liukoisuuden raja-arvojen ylitykset olivat pääosin lieviä sulfaattia lukuun ottamatta, jonka keskimääräinen liukoisuus näytteissä oli 26 000 mg/kg ka. Sulfaatin liukoisuus ylitti neljän näytteen osalta tavanomaisen jätteen kaatopaikan raja-arvon 20 000 mg/kg ja yhden näytteen liukoisuus ylitti myös lievästi vaarallisen jätteen kaatopaikan raja-arvon 50 000 mg/kg (Ramboll Finland Oy 2017).

Sakkujen määrää ja laatua selvitettiin tarkemmin uusissa tutkimuksissa YVA-menettelyn yhteydessä (tutkimusraportti, liite 2). Syksyllä 2018 ja talvella 2019 toteutettujen näytteenottojen tulokset vastasivat pääpiirteissään aikaisempien näytteenottojen tuloksia sakkamateriaalin haitta-aineiden kokonaispitoisuuksien ja liukoisuuksien osalta. Vaarallisen jätteen raja-arvot ylittyivät Kortelammen alueella edelleen nikkelin sekä sinkin kokonaispitoisuuksien osalta. Lisäksi nikkelin ja sinkin vaarallisen jätteen raja-arvot ylittyivät myös kaivoksen Kuusilammella, Kuusilammella, Urkin altaassa sekä Härkälammella ja Härkäpurolla sekä nikkelin osalta Lumelantien patoaltaalla (Taulukko 2).

Taulukko 2. Metallien kokonaispitoisuudet (mg/kg) alueittain sekä vaarallisen jätteen raja-arvot (mg/kg). Raja-arvot ylittävät pitoisuudet on korostettu vihreällä.

Aine	Arseni (As), mg/kg	Kadmium (Cd), mg/kg	Kupari (Cu), mg/kg	Nikkeli (Ni), mg/kg	Sinkki (Zn), mg/kg
Vaarallisen jätteen raja-arvo	2500	2500	1 000	380	1 000
Urkki	3,8	2,7	57,9	786,4	1127
Kortelammen altaat	4,6	11,1	48,3	1561,0	2308
Kortelampi	4,8	9,5	81,8	1526,0	2852
Kortelampi (pohjoinen)	1,5	5	34,3	824,3	1244
Kuusilampi (pohjoinen)	1,7	11,2	95,7	725,4	2539
Härkälampi ja Härkäpuro	1,7	11,6	78,2	798,3	2514
Kaivoksen Kuusilampi	<0,7	3,4	14	679,5	1229
Lumelantien patoallas	<0,7	2,1	24,9	509,5	602,1
Haukilampi	<0,7	0,4	3,6	165,5	42,8
Kärsälampi	<0,7	0,4	3,1	200,6	31,2

1-vaiheisella ravistelutestillä määritetyn liukoisuuden (Taulukko 3, L/S-suhde 10) suhteen pysyvän kaatopaikka-jätteen raja-arvot ylittyivät alueilla paikoin fenoli-indeksiin, fluoridin, kromin ja kuparin osalta. Nikkelin liukoisuudet ylittivät pääsääntöisesti pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvon, mutta Haukilammelta otetussa näytteessä myös tavanomaisen jätteen kaatopaikan raja-arvon. Lisäksi sulfaatin liukoisuudet ylittivät pysyvän ja tavanomaisen jätteen kaatopaikan raja-arvot kaikilla muilla tutkituilla alueilla paitsi Lumelantien patoaltaalla, jossa sulfaattipitoisuus ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikan raja-arvon.

Taulukko 3. Liukoisuus 1-vaiheisen ravistelutestin perusteella.

Analyytti	Urkki	Kortelam- men altaat	Korte- lampi	Kortelampi (pohjoinen)	Kuusi- lampi, (pohjoinen)	Härkälampi ja Härkä- puro	Kaivok- sen kuu- silampi	Lumelan- tien pa- toallas	Hauki- lampi	Kärsä- lampi	Pysyvä jäte	Tavan- omainen jäte	Vaarallinen jäte
Liennut orgaaninen hiili, paino-% KA	<100	<100	140	<100	390	370	<100	<100	530	300	500	800	1 000
Kloridi, mg/kg KA	<160	<160	<160	<160	<160	<160	<160	<160	<160	<160	800	15 000	25 000
Fluoridi, mg/kg KA	3,6	14	<2,0	13	<10	2,7	27	<20	9,6	<20	10	150	500
Sulfaatti, mg/kg KA	23 000	29 000	13 000	24 000	20 000	4 100	19 000	52 000	16 000	38 000	1 000	20 000	50 000
Antimoni, mg/kg KA	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,7	5
Arseeni, mg/kg KA	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,5	2	25
Barium, mg/kg KA	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<0,4	<0,4	<0,4	20	100	300
Elohopea, mg/kg KA	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	0,2	2
Kadmium, mg/kg KA	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,04	1	5
Kromi, mg/kg KA	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,5	10	70
Kupari, mg/kg KA	<0,40	<0,40	3	<0,40	<0,40	1,4	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	2	50	100
Lyijy, mg/kg KA	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,5	10	50
Molybdeeni, mg/kg KA	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,5	10	30
Nikkeli, mg/kg KA	<0,10	<0,10	2,3	<0,10	0,23	5,7	<0,10	<0,10	11,0	4,5	0,4	10	40
Seleeni, mg/kg KA	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,1	0,5	7
Sinkki, mg/kg KA	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	4	50	200
Fenoli-indeksi	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	1,3	<0,5	<0,5	0,8	1,3	1	-	-

Ravistelutestin lisäksi sakassa esiintyvien aineiden ja yhdisteiden liukoisuutta tutkittiin myös läpivirtaustestillä, jossa Kortelammen näytteistä kootun kokoomanäytteen sakkamateriaalin läpi johdettiin vettä kolmen viikon ajan ja määritettiin veteen muodostuvia pitoisuuksia ajan funktiona (Sitowise Oy 2019). Testistä kerättiin seitsemän liuosfraktiota, joiden kumulatiiviset neste/kiintoaine-suhteet olivat 0,1, 0,2, 0,5, 1, 2, 5 ja 10 l/kg. Liuosfraktioista määritettiin pH, sähkönjohtavuus, orgaanisen hiilen määrä, kloridi, sulfaatti, fluoridi, fenoli-indeksi, vanadiini, arseeni, barium, kadmium, kromi, kupari, lyijy, molybdeeni, nikkeli, sinkki, antimoni, elohopea, seleeni ja uraani. Läpivirtaustestissä sakan lävitse johdettuun veteen muodostui korkeita kloridin, sulfaatin ja fluoridin pitoisuuksia, minkä vuoksi sähkönjohtavuus oli myös korkea. Raskasmetalleista vesifaasiin liukeni vanadiinia, arseenia, bariumia, kadmiumia, kuparia, nikkeliä ja uraania. Korkeimmat pitoisuudet todettiin arseenilla, kuparilla ja uraanilla ensimmäisissä liuoksissa. Pitoisuudet laskivat testin loppua kohden.

Läpivirtaustestissä otettujen vesinäytteiden tulokset on esitetty alla (Taulukko 4). Testi tehtiin vuonna 2019 yhdelle kokoomanäytteelle, joka koostettiin kymmenistä Kortelammen sakoista otetuista osanäytteistä.

Taulukko 4. Läpivirtaustestin vesinäytteiden tulokset. Liuokset 1-7 kuvaavat kolmen viikon aikana otettujen vesinäytteiden pitoisuuksia siten, että liuos 1 kuvaa testin alussa muodostuneita pitoisuuksia ja liuos 7 testin lopussa muodostuneita pitoisuuksia.

Analyytti	Yksikkö	Liuos 1	Liuos 2	Liuos 3	Liuos 4	Liuos 5	Liuos 6	Liuos 7
pH	-	8,6	8,6	8,6	8,6	8,1	7,5	7,4
Sähkönjohtavuus	µS/cm	26 000	21 000	18 000	12 000	7400	4000	2700
Orgaaninen hiili	µg/l	84 000	58 000	38 000	17 000	7600	1000	1000
Kloridi	µg/l	37 000	26 000	20 000	10 000	5000	710	1300
Sulfaatti	mg/l	29000	22000	19000	12000	6700	3100	1900
Fluoridi	µg/l	2700	2400	1100	1200	1500	1700	310
Fenoli-indeksi	µg/l	<100	<100	<10	<10	<10	<10	<10
Vanadiini	µg/l	8,7	8,7	<5	<5	<5	<5	<5
Arseni	µg/l	56	19	<10	<10	<10	<10	<10
Barium	µg/l	<100	<100	32	25	21	19	19
Kadmium	µg/l	9,8	7	1,1	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7
Kromi	µg/l	<50	<50	<5	<5	<5	<5	<5
Kupari	µg/l	200	75	56	24	10	<5	<5
Lyijy	µg/l	<100	<100	<10	<10	<10	<10	<10
Molybdeeni	µg/l	<50	<50	<5	<5	<5	<5	<5
Nikkeli	µg/l	<100	<100	22	11	<10	<10	<10
Sinkki	µg/l	<200	<200	<20	<20	<20	<20	<20
Antimoni	µg/l	<30	<30	<3	<3	<3	<3	<3
Elohopea	µg/l	<1,5	<1,5	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Seleeni	µg/l	<50	<50	<5	<5	<5	<5	<5
Uraani	µg/l	200	95	84	38	15	4	<1

Mourunpuron alueelta kaivettuja massoja on väliarastoituna Kortelammen pohjoispuolelle noin 29 000 m³. Massoista on otettu näytteitä ensimmäisen kerran vuonna 2013. Tuolloin näytteitä otettiin 18 kpl ja näytteissä todettiin nikkeliä ja sinkkiä. Nikkelin kokonaispitoisuudet ylittivät Vna:n 214/2007 ylemmän ohjearvon 150 mg/kg kolmessa näytteessä (160 mg/kg, 200 mg/kg ja 260 mg/kg) ja vaarallisen jätteen ohjeellisen raja-arvon 380 mg/kg yhdessä näytteessä (510 mg/kg). Sinkkiä todettiin kahdessa näytteessä, joista toisessa pitoisuus 300 mg/kg ylitti alemman ohjearvon 250 mg/kg ja toisessa pitoisuus 540 mg/kg ylitti ylemmän ohjearvon 400 mg/kg. Kaikkien 18 näytteen haitta-aineiden keskiarvopitoisuudet alittivat nikkeliä lukuun ottamatta kynnys- ja ohjearvot. Nikkelin keskiarvopitoisuus 120 mg/kg oli alemman ja ylemmän ohjearvon välillä. Liukoisuus oli vähäistä; raskasmetallien

liukoisuuden perusteella massat soveltuisivat tavanomaisen jätteen kaatopaikalle, mutta sulfaatin osalta neljässä näytteessä todettiin tavanomaisen jätteen kaatopaikan raja-arvon ylitys. Sulfaatin keskiarvopitoisuus oli 14 650 mg/kg, joten keskimäärin massa soveltuisi tavanomaisen jätteen kaatopaikalle, jonka raja-arvo sulfaatin osalta on 20 000 mg/kg.

Vuonna 2020 Mourunpuron massojen laatua tutkittiin ottamalla alueelta yhdeksän kokoomanäytettä, joista analysoitiin Vna:n 214/2007 mukaisten raskasmetallien sekä uraanin kokonaispitoisuudet sekä kaatopaikkakelpoisuudet (Taulukko 5, liite 3). Yhdeksästä näytteestä yhdessä todettiin Vna:n 214/2007 alemman ohjearvon 100 mg/kg ylittävä nikkelpitoisuus 137,4 mg/kg. Lisäksi toisessa näytteessä todettiin yksi Vna:n 214/2007 kynnysarvon 50 mg/kg ylittävä nikkelpitoisuus 67 mg/kg. Keskimäärin alueella olevien massojen haitta-ainepitoisuudet alittivat kynnys- ja ohjearvot. Muita Vna:n 214/2007 kynnys- tai ohjearvot ylittäviä pitoisuuksia ei todettu.

Taulukko 5. Mourunpuron massoista otettujen kokoomanäytteiden metallien ja puolimetallien kokonaispitoisuudet (mg/kg).

Pistetunnus	Viitearvot	Sb	As	Hg	Cd	Co	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	V	U
	kynnysarvo	2	5	0,5	1	20	100	100	60	50	200	100	
	alempi ohjearvo	10	50	2	10	100	200	150	200	100	250	150	-
	ylempi ohjearvo	50	100	5	20	250	300	200	750	150	400	250	-
	vaarallisen jätteen raja-arvo (YM 2019/2)	25 000	2 500	2 500	2 500	380	1 000	1 000	2 500	380	1 000	5 600	
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
kokooma 1		<1,0	0,8	<0,2	<0,3	6,2	15,6	13	2,9	44	83,4	25	2,8
kokooma 2		<1,0	0,8	<0,2	<0,3	5	13,3	11,8	2,7	38,1	66,4	20,4	4,8
kokooma 3		<1,0	<0,7	<0,2	<0,3	6,2	22,3	13,8	3,1	26,9	33,1	30,6	2,9
kokooma 4		<1,0	<0,7	<0,2	<0,3	8,8	20,4	10,4	3,5	27,3	35,7	29,2	3,4
kokooma 5		<1,0	<0,7	<0,2	<0,3	6,6	11,2	7	2,5	24	35,9	19,8	4,6
kokooma 6		<1,0	0,9	<0,2	<0,3	6,2	15,2	11,1	3,9	27,2	35,2	24,2	3,3
kokooma 7		<1,0	0,7	<0,2	<0,3	6,2	19,2	11,1	3,8	14,7	23,6	29,8	1,8
kokooma 8		<1,0	1	<0,2	<0,3	9	18	13,6	3,9	67	76,6	35,4	24
kokooma 9		<1,0	0,7	<0,2	<0,3	6,8	15,6	9,4	6,1	137,4	132,5	25	41
	keskiarvo	<1,0	0,8	<0,2	<0,3	6,8	16,8	11,2	3,6	45,2	58,0	26,6	9,8
	mediaani	<1,0	0,8	<0,2	<0,3	6,2	15,6	11,1	3,5	27,3	35,9	25,0	3,4

Aineiden liukoisuus oli vähäistä ja massat soveltuisivat tutkimustulosten perusteella tavanomaisen jätteen kaatopaikalle. Tulosten perusteella vaikuttaa siltä, että raskasmetallien kokonaispitoisuudet ovat pysyneet suunnilleen samalla tasolla tai laskeneet hieman vuodesta 2013 vuoteen 2020, mutta raskasmetallien ja erityisesti sulfaatin liukoisuus on vähentynyt massojen ollessa välivarastoituna häiriintymättömässä tilassa.

3.4 Vesienkäsittelysakkojen uraanipitoisuudet

Vesienkäsittelysakkojen uraanipitoisuuden määrittämiseksi kerättiin vuonna 2016 näytteitä, joiden kokonaisuraanin pitoisuudet (mg U/kg) määritettiin laboratorioanalyysien. Kokonaispitoisuudet sakoissa vaihtelivat välillä 1-140 mg/kg ka, mutta pitoisuuksissa esiintyi merkittävää näytteen sisäistä hajontaa. Mikäli uraanin oletetaan esiintyvän sakoissa luonnonuraanina, vaihtelee sakkojen aktiivisuus kokonaispitoisuusanalyysitulosten perusteella välillä 25-3 650 Bq/kg ka. Säteilyturvakeskuksen ohjeellinen toimenpideraja on 1 000 Bq/kg ka, mikä tarkoittaa, että ainakin osa sakoista on STUK:n toimivallan alaisia. STUK on lisäksi lausunnossaan todennut, että kaikki hankkeen vesienkäsittelysakat kuuluvat sen toimivallan alaisiksi riippumatta niiden uraanipitoisuudesta.

Luonnonuraanin säteily koostuu pääosiltaan heikosti materiaaleja läpäisevästä alfasäteilystä, jolloin metrin paksuinen moreenipeitto on todennäköisesti riittävä ratkaisu sijoitusalueiden säteilysuojan osalta. Suotovesien mukana alueen ulkopuolelle kulkeutuvan uraanin kokonaismäärä on ulkopuolisen riippumattoman arvion mukaan merkityksetön (Ramboll Finland Oy 2017), mutta STUK on lausunnossaan edellyttänyt, että sakat tulee loppusijoittaa täysin tiiviisiin altaisiin, jotka on suojattu sekä pintavalunnalta että suotovesiltä.

Syksyllä 2018 kerätyistä näytteistä (Sitowise 2019) toteutettujen analyysien perusteella uraanin pitoisuudet sakkamateriaalissa vaihtelivat välillä 3,5 – 94 mg/kg. Korkeimmillaan pitoisuudet olivat Lumelantien patoaltaassa (94 mg/kg), Haukilammessa (28 mg/kg), Kärsälammessa (20 mg/kg) sekä Kortelammen pohjoisosissa (24 mg/kg). Lisäksi Urkin, Kortelammen alaiden ja Kortelammen rannan maa-alueilta koostettujen kolmen kokoomanäytteen pitoisuudet alittivat testin määrittäysrajan (< 0,05 mg/kg). Uraanin liukoiset pitoisuudet jäivät 1-vaiheisen ravistelutestin tulosten mukaisesti kaikissa näytteissä alle määrittäysrajan (< 0,03 mg/kg KA.). Kortelammen altaan kokoomanäytteelle tehdyn läpivirtaustestin (L/S 10) mukaan uraanin liukoinen pitoisuus oli 0,12 mg/kg KA. Tutkimustulosten perusteella uraani on vain heikosti veteen liukenevaa ja siksi se arvioidaan myös veden mukana kulkeutumattomaksi. Yhteenvetoraportti tutkimuksen tuloksista on esitetty liitteessä 2.

Uraania todettiin vuonna 2019 tehdyn läpivirtaustestin ensimmäisessä liuoksessa 200 µg/l (Taulukko 4). Pitoisuus pieneni ajan myötä ja oli viidennessä liuoksessa 15 µg/l ja kuudennessa liuoksessa 4 µg/l. Seitsemännessä liuoksessa pitoisuus alitti laboratorioanalyysin määrittäysrajan 1 µg/l. Terrafame Oy:n ympäristöluvassa luontoon johdettavien vesien sisältämän uraanin raja-arvo on 10 µg/l. Talousveden laatuvaatimus (1352/2015) uraanille on ympäristöluvan raja-arvoa korkeampi, 30 µg/l. Tavanomainen porakaivoveden pitoisuuden keskiarvo on Suomessa 13,7 µg/l ja vesien pitoisuustaso alueilla, joilla maaperän uraanitaso on luontaisesti korkea, on 100...700 µg/l (THL). Testin alkuvaiheen liukoisuudet ylittävät ympäristöluvan raja-arvon ja muut viitearvot, kun taas loppuvaiheen pitoisuudet alittavat ne. Kun läpivirtaustestin pitoisuuksia verrataan sellaisten alueiden vesien pitoisuustasoihin, joilla maaperän uraanipitoisuudet ovat korkeita, läpivirtaustestin alkuvaiheenkaan pitoisuudet eivät ole erityisen korkeita.

Uraanin kemiallisen ekotoksisuuden on arvioitu olevan merkittävämpää kuin sen säteilyvaikutuksen. Kuten muillakin raskasmetalleilla, uraanin ekotoksisuus riippuu useista ympäristötekijöistä. Uraanille on määritetty seuraavat PNEC-arvot (Predicted No-Effect Concentrations, S.C. Sheppard 2005): terrestriiset kasvit 250 mg/kg, maaperäeliöstö 100 mg/kg, makean veden kasvit 0,005 mg/kg, makean veden selkärangattomat 0,005 mg/kg, makean veden pohjaeliöstö 100 mg/kg, makean veden kalat 0,4-23 mg/l (riippuen veden kovuudesta, pienin arvo hyvin pehmeälle vedelle). Em. pitoisuuksia vastaavat säteilyannokset mitattiin ja todettiin, että kemiallinen toksisuus oli suurempaa kuin säteilyvaikutus. PNEC-arvoihin verrattuna uraanin tutkimuksissa todetut pitoisuudet olivat matalia.

Kaivosalueella on uraanin talteenottolaitos. Laitokselle on olemassa ympäristö lupa sekä kemikaalilupa. Laitoksen käyttönotolle on saatu myös Valtioneuvoston lupa, mutta luvasta on valitettu korkeimpaan hallinto-oikeuteen, jossa asia on ratkaistavana. Mikäli talteenotolle saadaan lupa, uraanin talteenotto vähentää tulevaisuudessa kipsisakka-altaisiin päätyvän uraanin määrää, joten uraanin ympäristövaikutuksien arvioidaan pienenevän entisestään tulevaisuudessa.

3.5 Mourunpuron massojen uraanipitoisuudet

Mourunpuron massoissa todettiin uraania vuonna 2013 pitoisuuksina 1,2...68 mg/kg. Uraanipitoisuuksien keskiarvo oli 16 mg/kg. Vuonna 2020 uraanin kokonaispitoisuudet vaihtelivat välillä 1,8...41 mg/kg. Uraanin keskiarvopitoisuus oli 9,8 mg/kg. Uraanin liukoisuus oli vähäistä, korkeintaan 0,22 mg/kg molempina näytteenottovuosina. Massoista vuonna 2013 mitatut U-238 aktiivisuuspitoisuudet vaihtelivat välillä 28...400 Bq/kg kuivapainoa kohti (± mittausepätvarmuus 0,27...13 Bq/kg). U-235 aktiivisuuspitoisuudet olivat alle 20 Bq/kg.

3.6 Minerologiset ominaisuudet

Terrafame Oy:n tekemien ja teettämien määritysten mukaan suurin osa tutkituista näytteistä on bassaniittia (2CaSO₄·H₂O). Bassaniitti on mineraali, josta muodostuu veden kanssa kipsiä, mikä selittää sen runsasta esiintymistä kipsisakassa. Lisäksi todettiin magnesiumin, mangaanin, raudan ja kalsiumin hydroksideja. Rautaa ja mangaania on todennäköisesti myös sitoutuneena orgaaniseen materiaaliin ja amorfisiin mineraaleihin. Näitä ei kuitenkaan voitu määrittää käytössä olleella XRD-menetelmällä.

Analyysien perusteella sijoitettavassa materiaalissa ei esiinny hapanta kaivosvalumaa tyypillisesti aiheuttavia sulfidimineraaleja. Hydroksidit sitovat maaperässä esiintyessään raskasmetalleja ja voivat muodostaa komplekseja, mikä voi lisätä raskasmetallien kulkeutuvuutta.

Bassaniitin rapautumisen seurauksena voi vapautua sulfaattia, jolla on vesistöihin päästessään vaikutusta vesistöjen rehevöitymiseen ja kerrostumiseen. Bassaniitin kemiallinen reaktiivisuus on kuitenkin vähäistä, joten sen sisältämän sulfaatin ei arvioida lisäävän sulfaattikuormitusta.

3.7 Geotekniset ominaisuudet

YVA-prosessin yhteydessä kerättiin kesällä 2019 7 sakkanäytettä, joista määritettiin sakkamateriaalin vesipitoisuus, juoksuraja sekä rakeisuus. Juoksuraja on se vesipitoisuus, jossa maalaji muuttuu plastisesta, muovailtavissa olevasta materiaalista juoksevaksi. Edellä mainitut ominaisuudet vaikuttavat erityisesti materiaalin käsiteltävyyteen kaivettaessa sekä läjitettävyyteen altaassa etenkin, jos vesipitoisuus on juoksurajaa suurempi.

Tulosten mukaisesti sedimenttipisteistä otetut näytteet (SP) olivat rakeisuudeltaan hienorakeisia ja vastasivat rakeisuudeltaan keskimäärin savista silttiä. Eri näytteiden rakeisuuksien välillä oli selvää vaihtelua. Näytteiden vesipitoisuudet vaihtelivat välillä 321...2480 massa-% ja hienousluvut välillä 244-1463 %. Näytteiden vesipitoisuudet olivat siis suurempia kuin hienousluvun perusteella arvioitu juoksuraja, mikä vaikeuttaa materiaalin käsiteltävyyttä kaivettaessa ja läjitettäessä. Näytteiden häirityt leikkauslujuudet vaihtelivat kartiokokeiden perusteella välillä 0,21-0,76 kPa, eli lujuudet olivat erittäin pieniä. Kartioleikkauslujuuksissa on huomioitava, että näytteitä jouduttiin kuivaamaan laboratorioissa ennen kartiokokeiden suorittamista.

Maalta otettujen näytepisteiden (NP) vastasivat rakeisuudeltaan keskimäärin hienoa hiekkaa. Eri näytteiden rakeisuuksien välillä oli selvää vaihtelua. Näytteiden vesipitoisuudet vaihtelivat välillä 103-510 massa-% ja hienousluvut välillä 93-362 %. Näytteiden vesipitoisuudet olivat pääsääntöisesti suurempia kuin hienousluvun perusteella arvioitu juoksuraja, mikä vaikeuttaa materiaalin käsiteltävyyttä kaivettaessa ja läjitettäessä. Näytteiden häirityt leikkauslujuudet vaihtelivat kartiokokeiden perusteella välillä 0,62-2,65 kPa, eli ne olivat erittäin pieniä.

Tutkimusraportin mukaan sakkojen geoteknisiä ominaisuuksia, kuten lujuutta, kokoonpuristuvuutta ja vedenläpäisevyyttä tulee tarpeen mukaan tutkia lisää kunnostussuunnitteluvaiheessa riippuen valitusta kunnostus- ja loppusijoitusratkaisusta. Yhteenvetoraportti tutkimuksen tuloksista on esitetty liitteessä 2.

Edellä esitetyt sakkojen ja lietteiden ominaisuudet on määritetty maastosta ja lampien pohjalta otetuista näytteistä. Niiden perusteella ei voida suoraan arvioida massojen geoteknistä hyötykäyttökelpoisuutta, sillä käyttökelpoisuus muuttuu massojen kuivumisen seurauksena. Kohteelle laaditussa kunnostussuunnitelmassa (Pöyry Finland Oy 2021) on esitetty kunnostusta edeltäväksi toimenpiteeksi koeaumojen rakentamista. Massojen geoteknistä hyötykäyttökelpoisuutta voidaan tutkia aumoilla kuivuneesta sakasta.

3.8 Happaman suotoveden muodostuminen

Minerologisissa selvityksissä ei todettu sulfidimineraaleja, joiden hapettuminen on yleinen happaman kaivosvai-
kutteisen happaman veden lähde.

Kunnostustöiden yhteydessä kipsisakka-altaista poistettavan sakkamateriaalin sekaan tulee väistämättä sekoitumaan altaiden pohjan turvetta kaivutöiden yhteydessä. Tämän johdosta happaman suotoveden muodostumista sekä haitta-aineiden liukoisuutta sakan ja turpeen seoksesta selvitettiin vuonna 2016 kahden näytteen osalta sekoittamalla sakkaa ja turvetta keskenään suhteessa 1:1. Näin syntynyttä seosta ravisteltiin ravistelijassa 30 vrk:n ajan, jonka jälkeen siitä määritettiin haitta-aineiden liukoisuudet ravistelutestin L/S-suhteessa 10. Lisäksi yhdelle näytteelle tehtiin läpivirtaustesti, jossa sakkaa ja turvetta suhteessa 1:1 sisältävän näytteen suotovesien haitta-ainepitoisuuden kehittymistä testin kuluessa selvitettiin mittaamalla suodoksen haitta-aineiden pitoisuuksia. Tulosten perusteella turpeen sekoittaminen sakkaan lisäsi hieman haitta-aineiden liukoisuutta verrattuna pelkästä sakasta tehtyihin määrityksiin. Vaikutus näkyi selvimmin liuenneen orgaanisen hiilen, sulfaatin, magnesiumin, mangaanin ja nikkelin osalta, joskin liukoisuuden kasvut olivat pieniä. L/S-suhteen 10 mukaan määritettynä vain sulfaatin liukoisuus 19 000 mg/kg ka ylitti pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvon. Suodoksen pH laski niin ikään vain vähäisesti testin kuluessa (Ramboll Finland Oy 2017). Kaatopaikkakelpoisuusmääritykseen valituista näytteistä (Urkun, Kortelammen altaiden ja Kortelammen alueen näytteet) ainoastaan sulfaatin liukoisuus ylitti tavanomaisen jätteen kaatopaikan raja-arvot Urkun sekä Kortelammen altaiden alueella.

On huomioitava, että edellisten kokeiden yhteydessä vesienkäsittelysakkamateriaalia sekä turvetta sekoitettiin suhteessa 1:1, mikä poikkeaa huomattavasti suurimmasta sallitusta orgaanisen aineksen pitoisuudesta materiaalin joukossa (5 %). Näin ollen haitta-aineiden liukoisuudet sakka-turveseoksesta olisivat todellisuudessa todennäköisesti vähäisempiä kuin koeasetelmassa todetut liukoisuudet. Toisaalta on mahdollista, ettei kunnostuksessa ole mahdollista teknis-taloudellisesti erottaa orgaanista ainesta sakkamateriaalista riittävän tehokkaasti, jolloin sakan ja turpeen sekaiseen jätejakeeseen voi jäädä orgaanista ainesta yli 5 % raja-arvon. Lisäksi happaman suotoveden ja tästä seuraavan haitta-aineiden liukoisuuden kasvua voidaan ehkäistä erilaisin neutralointimenetelmin. Näiden suhteen toteutettavia selvityksiä on kuvattu tarkemmin luvussa 9 sekä kunnostuksen yleissuunnitelmassa (Pöyry Finland Oy 2021, liite 1).

3.9 Kaasuntuotto

Välivarastoidun vesienkäsittelysakan sekä turpeen seoksen kaasuntuottopotentiaalia selvitettiin vuoden 2016 näytteenoton yhteydessä rikkivedyn muodostumisen osalta kaasuntuottopotentiaalin mittaamenetelmää GP21 soveltaen. Sakan ja turpeen seokseen lisättiin jätevedenpuhdistamon mädättämölietettä reaktion käynnistämiseksi ja seokset sijoitettiin inertteihin kammioihin, joiden kaasuntuottoa seurattiin. Kaasuntuottokokeen tulosten perusteella sakka-turveseoksen kaasuntuottopotentiaali on heikko ja rikkivetypitoisuudet muodostuneessa kaasussa olivat niin ikään vähäisiä. Sakkamateriaali on hyvin emäksistä, jolla on kaasuntuottoa heikentävä vaikutus rikkivedyn osalta, sillä emäksisissä oloissa rikkivetyä ei voi muodostua. Näin ollen sakan reagoivuutta voidaan tutkimustulosten valossa pitää alhaisena, kunhan sen pH on riittävän korkea ja turpeen sekoittuminen sakan kanssa pidetään mahdollisimman vähäisenä. Kaasuntuottopotentiaalin tarkemmaksi selvittämiseksi suositellaan kuitenkin jatkotutkimuksia (Ramboll Finland Oy 2017).

3.10 Luokitus, sijoituskelpoisuus ja vaaraominaisuudet

Vesienkäsittelysakanäytteistä tehtyjen kokonaispitoisuusmäärityksien ja VNa 331/2013 sekä VNa 179/2012 perusteella sakoissa esiintyy jätelainsäädännön tarkoittamia vaaraominaisuuksia, mikäli oletetaan, että sakan sisältämä nikkeli ja sinkki esiintyvät sulfaatti- ja/tai hydroksidimuodossa. Haitta-aineiden liukoisuudet ovat sakoissa kuitenkin pääsääntöisesti pieniä, eivätkä ne pääsääntöisesti ylitä tavanomaisen jätteen kaatopaikalle asetettuja raja-arvoja muiden kuin sulfaatin osalta. Ramboll Finland Oy:n mukaan sulfaatti esiintyy sakassa pääasiassa kidevesipitoisessa CaSO_4 -muodossa (kipsi), jolla ei ole asetuksen mukaisia vaaraominaisuuksia (Ramboll Finland Oy 2017). PSAVI on kuitenkin 26.9.2017 antamassaan päätöksessä (Dnro PSAVI/931/2015) luokitellut vesienkäsittelysakat vaaralliseksi jätteeksi, joiden varastointi ja loppusijoitus edellyttävät sijoitusta VNa 331/2013 mukaiselle erityiselle vaarallisen jätteen kaatopaikalle.

STUK on lausunnossaan todennut, että kaikki hankkeen vesienkäsittelysakat kuuluvat sen toimivallan alaisiksi riippumatta niiden uraanipitoisuudesta. Lisäksi STUK on lausunnossaan edellyttänyt, että sakat tulee loppusijoittaa täysin tiiviisiin altaisiin, jotka on suojattu sekä pintavalunnalta että suotovesiltä.

3.11 Sijoitusalueiden luokittelu

Vesienkäsittelysakkojen kohonneiden nikkeli- ja sinkkipitoisuuksien vuoksi niissä esiintyy jätelainsäädännön mukaisia vaaraominaisuuksia. Ramboll Finland Oy:n vuonna 2017 laatiman päivitetyn vesienkäsittelyn sakkojen ja lietteiden kunnostuksen ympäristölupahakemuksen yhteydessä toteutetun jätealueiden riskinarvion mukaan sakkojen ja lietteiden sijoittamisesta ei aiheudu merkittävää ympäristö- tai terveysriskiä mahdollisessa rakenteellisen vakauden heikkenemistilanteessa tai virheellisen toiminnan yhteydessä. Tuolloin arviointi perustui suunnitelmaan, jossa sakat sijoitettaisiin paikalleen ns. Urkin altaaseen luontaisen moreenikerroksen toimiessa tiivisrakenteena. Suunnitelma sisälsi tiiviin peiterakenteen ja suotovesien keruujärjestelmän Urkin padon alapuolelta. Tässä YVA:ssa tarkastellaan rakennetta, jossa sijoitusalueella olisi tiiviin pintarakenteen lisäksi myös valtioneuvoston asetuksen 331/2013 mukaiset määräykset täyttävä tai vastaavan suojaominaisuuden tarjoava pohjarakenne.

Vaikka vuoden 2017 suunnitelma oli erilainen, sen perusteella laadittua riskienarviointia voidaan käyttää lähtökohtana myös tässä YVA:ssa arvioitaessa jätetäytön sisäisen veden laatua. Vuonna 2017 laaditun arvion perusteella sijoitusalueilta muodostuisi suotovesiä, jotka edellyttäisivät keräämistä ja käsittelyä osana kaivoksen vesienkäsittelyprosessia, mikäli niiden sulfaattipitoisuus ylittäisi 200 mg/l. Ottaen huomioon sakkamateriaalin korkeat sulfaattipitoisuudet sekä keskimääräisen sulfaatin liukoisuuden 26 000 mg/kg (2016), voidaan tämän raja-arvon ylitystä pitää varsin todennäköisenä. Ramboll Finland Oy:n (2017) laatiman jätealueiden riskinarvion mukaan mahdollisten jätealueelta muodostuvien suotovesien sulfaattipitoisuus on sijoittamisen alkuvaiheessa korkea (n. 4 000 - 7 000 mg/l) ja sen laskeminen kestää useita kymmeniä vuosia, jos täytön sisään oletetaan pääsevän vettä kuten alkuperäisen suunnitelman osalta arvioitiin.

Tässä ympäristövaikutusten arviointiohjelmassa tarkastelluissa vaihtoehtoissa sakat sijoitetaan tiiviin pinta- sekä pohjarakenteen omaaville erillisille jätealueille, joilta ei sulkemisen jälkeen muodostuisi lainkaan suotovesiä. Mahdollisen rakenteellisen vakauden heikkenemistilanteen tai virheellisen toiminnan varalta sijoitusalueet on kuitenkin varustettava pohjarakenteiden yhteyteen sijoitettavalla suotovesien keruujärjestelmällä, jonka avulla poikkeustilanteessa muodostuvat suotovedet johdetaan jätevedenpuhdistamolle.

3.12 Sakkojen poistaminen, siirto ja sijoittaminen

Vesienkäsittelysakkojen poistaminen voidaan aloittaa välivarastoaltaiden kuivattamisen jälkeen, kun pohja on tarpeeksi kantava tarpeellisten työkonien liikkumiselle. Sakka-alueiden kuivattaminen toteutetaan kaivamalla alueille kuivatusojia ja pumppausaltaita, joista kuivatusvesi pumpataan edelleen käsiteltäväksi kaivoksen keskusvedenpuhdistamolle. Tarvittaessa kaivetaan myös ojia varsinaisten välivarastoalueiden ympärille ulkopuolisten valumavesien alueelle kulkeutumisen estämiseksi. Kunnostustoimenpiteet on kuvattu tarkemmin Pöyry Finland Oy:n 2021 laatimassa kunnostuksen yleissuunnitelmassa.

Varsinainen sakkojen poisto välivarastoalueilta sekä uudelleensijoitus loppusijoitusalueille toteutetaan maansiirtokoneita apuna käyttäen. Sijoittamisessa ja siirtelyssä voidaan myös tarvittaessa hyödyntää imuruoppauskalustoa ja pumppausta, mikäli nämä ovat kuivana siirtämistä tehokkaampia menetelmiä.

Vesienkäsittelysakka-altaiden syviltä alueilta sakan poisto on käytännön syistä toteutettava todennäköisesti talvella sakan jäädyttyä, sillä työkonien liikkuminen erittäin pehmeällä turvepohjalla on haastavaa. Periaatteessa työtä on myös mahdollista toteuttaa rannalta keskelle päin suuntautuvien louhepengerteiden avulla, mutta toteutus edellyttää sakan tehokasta kuivatusta. Reuna-alueilta sakan poistoa voidaan toteuttaa myös sulan maan aikaan. Sakkamateriaalin poiston yhteydessä sakkoihin sekoittuu väistämättä myös välivarastoaltaiden pohjan ainesta, sillä sakkakerrokset ovat paikoin hyvin ohuita, jolloin pelkän sakan poistaminen on työteknisesti mahdollista. Osassa altaita pohjan materiaali koostuu pääasiassa turpeesta. Orgaanisen aineksen määrä pyritään pitämään sakan poiston yhteydessä mahdollisimman pienenä huolellisen työskentelyn avulla. Sakkojen poiston jälkeen kaivannot hyödynnetään puhtaiden vesien varastoaltaina, lukuun ottamatta suunniteltujen rakenteiden SH 5-8 ja KL1 alle jääviä altaita. Kunnostustyön toteutus tullaan suunnittelemaan yksityiskohtaisemmin ennen hankkeen etenemistä ympäristölupahakemusvaiheeseen.

Sakkamateriaalin poistamisesta, siirrosta ja sijoittamisesta syntyvät vaikutukset Kortelammen alueen käyttöön riippuvat valittavasta loppusijoitusvaihtoehdosta. Mikäli vesienkäsittelysakkojen jätealue sijoitetaan VE1:n mukaisesti Kortelammen padon valuma-alueen sisäpuolelle kasvaa alueella olevan sakkamateriaalin määrä ja sen varastoimiseen vaadittu pinta-ala muilta alueilta tapahtuvan poiston ja siirtämisen myötä. Tällöin alueen muuhun toimintaan käytettävissä olevan vapaan pinta-alan määrä luonnollisesti vähenee nykyisestä. Vastaavasti sijoitettaessa jätealue VE 2:n mukaisesti Kortelammen padon valuma-alueen ulkopuolelle alueella varastoitavan sakkamateriaalin määrät vähenevät ja muihin toimintoihin käytettävissä oleva pinta-ala on suurempi. Valittavalla sijoitusvaihtoehdolla on vaikutuksensa paitsi Kortelammen alueen käyttöön myös paikalliseen ympäristöriskitsoon; sakkamateriaalin ollessa sijoitettuna Kortelammen padon sisäpuolelle kohdistuvat mahdolliset ympäristövaikutukset ensisijaisesti Kortelammen alueelle.

Mikäli vesienkäsittelysakkojen loppusijoitusmenetelmäksi valitaan VE3:n mukainen hyödyntäminen osana kipsisakka-altaiden täyttömuotoilua, ovat vaikutukset Kortelammen alueen käyttöön riippuvaisia paitsi täyttömuotoiluun käytetyn sakkamateriaalin kokonaismäärästä, myös mahdollisesta toisesta valitusta sijoitusvaihtoeh-

dosta, sikäli kun sakkoja ei kyetä kokonaan hyödyntämään täyttömuotoilussa (edellä mainitut VE1 ja VE2). Kokonaisuutena tarkasteltuna sakkamateriaalin hyödyntäminen osana kipsisakka-altaiden täyttömuotoilua (VE3) vaatisi todennäköisesti vähiten kaivosalueen nykyistä vapaata pinta-alaa. Mikäli sakkamateriaalit kyettäisiin hyödyntämään kokonaan osana kipsisakka-altaiden täyttömuotoilua, välttyttäisiin täysin uuden jätealueen yhteyteen muodostuvan täyttömäen paikallisilta maisemavaikutuksilta.

3.13 Sakkojen kierrätys- ja hyötykäyttömahdollisuudet

Koska sakat luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi, niiden hyötykäyttömahdollisuudet ovat rajattuja ja rajoittuvat lähinnä kaatopaikkarakenteisiin. Toistaiseksi ei ole tunnistettu kustannustehokasta menetelmää, jolla sakkojen sisältämiä metalleja saataisiin puhdistettua hyötykäyttöä varten.

Geoteknisten ominaisuuksien riittäessä pilaantunutta maa-ainesta voidaan hyödyntää loppusijoitusalueen pystyeristeen tukikerroksessa.

3.14 Sijoituspaikkojen rakenteiden periaatteet

Vesienkäsittelysakat tullaan sijoittamaan pääosin allasrakenteisiin. Altain reunapadot varmistavat altain pitävyyden. Vaarallisen jätteen kaatopaikan pohja- ja pintarakenteiden tulee lähtökohtaisesti täyttää VNa 331/2013 liitteen 1 mukaiset vaatimukset (Taulukko 6).

Taulukko 6. Vaarallisen jätteen kaatopaikan pohja- ja pintarakenteet (VNa 331/2013, liite 1).

Pohjarakenteiden tiiveysvaatimukset, vaarallisen jätteen kaatopaikka	
Vaarallisen jätteen kaatopaikan maaperän (kivennäismaa tai kallio) on täytettävä seuraavat veden kyllästämän maan vedenläpäisevyys- (K) ja paksuusvaatimukset: $K \leq 1,0 \times 10^{-9}$ m/s ja paksuus ≥ 5 m.	
Pintarakenteiden kerrokset, vaarallisen jätteen kaatopaikka	
Pintakerros ≥ 1 m	Vaaditaan
Kuivatuskerros $\geq 0,5$ m	Vaaditaan
Tiivistyskerros $\geq 0,5$ m	Vaaditaan
Keinotekoinen eriste	Vaaditaan
Kaasunkeräyskerros	Tarpeen mukaan

Kuitenkin näistä vaatimuksista voidaan VNa:n 9 §:n mukaisesti poiketa, mikäli kaatopaikan terveys- ja ympäristövaikutusten kokonaisarviointin perusteella voidaan luotettavasti osoittaa, ettei siltä pitkänkään ajan kuluessa aiheudu jätelain tai ympäristölain mukaista vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. Tällöin on voimassa jätelain 13 §:n 3 momentin mukainen periaate, jolloin jätealueella hyödynnetään parasta käyttökelpoista tekniikkaa ja noudatetaan ympäristön kannalta parasta käytäntöä. Vesienkäsittelysakan vaaraominaisuudet ja sijoituspaikkojen vaikutus ympäristöriskitasoon on tätä taustaa vasten arvioitu YVA-menettelyn kuluessa tarkoin.

3.15 Kaatopaikkarakenteet

AFRY Finland Oy 2020 laatiman suunnitelman mukaan alueella tulee sijaitsemaan sekä tavanomaisen että vaarallisen jätteen kaatopaikka, joille rakennetaan omat erilliset pohjarakenteet (Kuva 15). Kaatopaikkojen väli toteutetaan pystyeristerakenteena, mikä mahdollistaa yhtenäisen kaatopaikkojen pintarakenteen muotoilun.

Sakat ja lietteet on luokiteltu vaaralliseksi jätteeksi, joten ne sijoitetaan vaarallisen jätteen kaatopaikalle, kun taas tavanomaisen jätteen kaatopaikalle voidaan sijoittaa kunnostuksen seurauksena muodostuvia maa-aineksa, joiden haitta-ainepitoisuudet edellyttävät sijoittamista tavanomaisen jätteen kaatopaikalle. Tällaisia maa-

The diagram is a technical site plan of a waste treatment facility, overlaid on a topographic map. It shows two main waste storage areas, each with specific dimensions and capacity calculations.

Tavanomainen jäte (Ordinary waste):

- Area: $A = 36\,600 \text{ m}^2$
- Volume: $V = 200\,000 \text{ m}^3$
- Dimensions: $1:4$ (width) and $1:20$ (length).
- Spot elevation: $+222.0$ (N60).

Vaarallinen jäte (Hazardous waste):

- Area: $A = 83\,500 \text{ m}^2$
- Volume: $V = 510\,000 \text{ m}^3$
- Spot elevation: $+220.0$ (N60).

Infrastructure and Labels:

- Pumpaus vedenpuhdistamolle:** Pumping station for water treatment.
- Salaoja purku tasausalaiseen:** Drainage ditch leading to a leveling area.
- Pystyeriste:** Vertical barrier or wall.
- Sijoväylä:** Discharge pipe or channel.
- Pintavesiloja:** Surface water ditch.
- Pintavesien tasausallas:** Surface water leveling tank.
- Jätetönnön yläpuolisten vesien ohittaminen vesistöön:** Diverting water from above the waste pile to the water body.
- Salaoja Purku tasausalaiseen:** Drainage ditch leading to a leveling area (repeated for the hazardous waste area).
- Pumpaus vedenpuhdistamolle:** Pumping station for water treatment (repeated for the hazardous waste area).

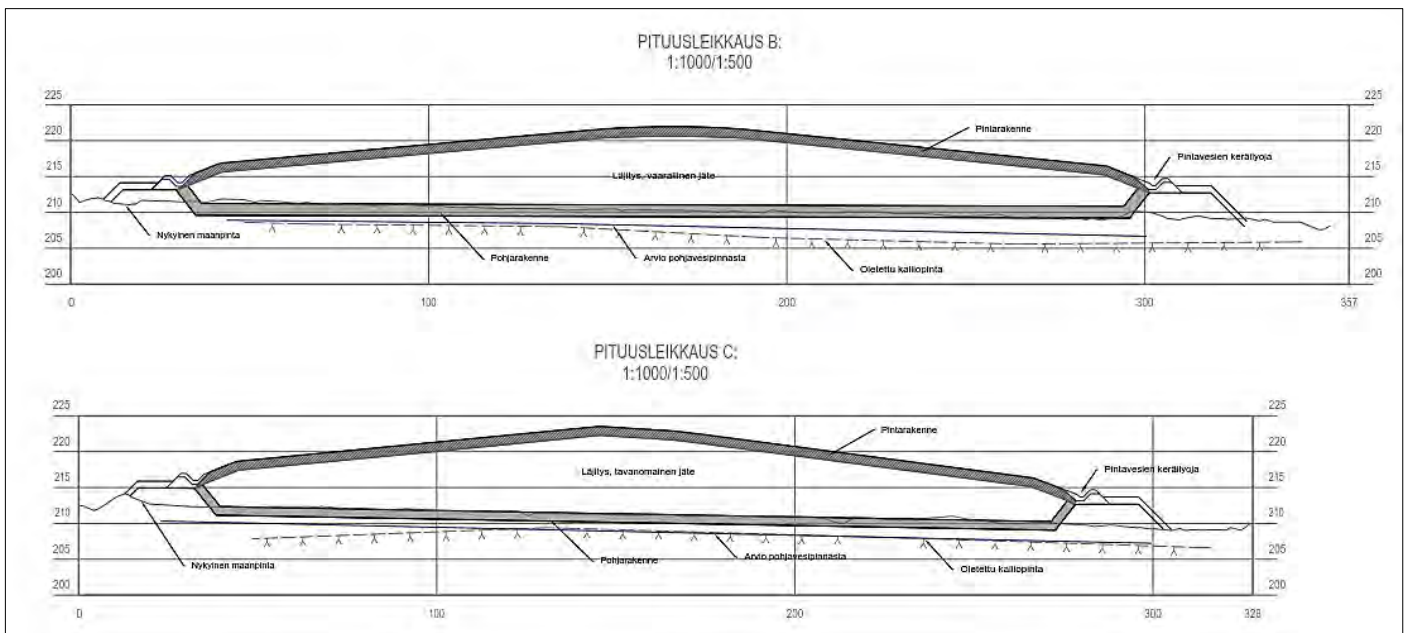
Kaatopaikan reunoille rakennetaan reunapato, jonka päälle tehdään ajotie. Reunapadon tehtävänä on tukea jä-tetäyttöä ja mahdollistaa jätteen läjittäminen. Padon tukirunko rakennetaan louhepenkereenä. Kaatopaikan luis-kan puoli tehdään 1:3 kallistuksella, luiskaan rakennetaan kiilauskerros sekä suodatinkerros ja luiskaan tuodaan kaatopaikan tiivisrakenne.

- Tiivistyskerros
 - o Tavanomaisen jätteen puoli: moreeni 0,5 m ja bentoniittimatto
 - o Vaarallisen jätteen puoli: moreeni 1 m ja 2 bentoniittimattoa
- Keinotekoinen eriste (esim. HDPE kalvo 2 mm)
- Suojahiekkakerros 200 mm/suojageotekstiili
- Kuivatuskerros 500 mm
- Suodatinkangas

Sakan ja peittorakenteiden pinta muotoillaan reunoja kohti viettäväksi. Pintarakenteen kallistus on reunapadon läheisyydessä 1:5 ja siitä eteenpäin aina lakialueelle 1:20 (Kuva 16). Pintarakenne koostuu alhaaltapäin lueteltuna seuraavista kerroksista.

- kaasunkeräyskerros
- mineraalinen tiivistyskerros 500 mm tai bentoniittimatto
- keinotekoinen eriste esim. LLDP-kalvo (vaarallisen jätteen kaatopaikan alueelle)
- kuivatuskerros (mineraalinen tai salaojamatto)
- suodatinkangas tarvittaessa
- pintakerros / kasvukerron 1000 mm

Kaatopaikka suljetaan vaiheittain sitä mukaa kuin täyttö edistyy.



Kuva 16. Pituusleikkaukset vaarallisen ja tavanomaisen jätteen sijoitusalueista (AFRY Finland Oy 2020).

3.16 Vesien ja kaasun hallinta

Vesienkäsittelysakoista kuivatettaessa erottuvat vedet sekä loppusijoitusalueilta muodostuvat pinta- ja suotovedet kerätään talteen ja käsitellään kaivoksen keskusvedenpuhdistamolla yhdessä muiden käsiteltävien vesijakeiden kanssa. Vesienkäsittelyssä muodostuvat sakkamateriaalit johdetaan keskusvedenpuhdistamolta kipsisakka-aitaille selkeytettäväksi. Kipsisakka-aitaalla selkeytynyt ylitevesi johdetaan käsitellyn veden varastoaltaalle, josta se johdetaan purkuvesistöön ympäristöluvan mukaisesti.

Geotuubikentiltä muodostuvat suotovedet virtaavat louhokseen, josta vedet pumpataan käsiteltäviksi louhoksen kuivatusvesien kanssa.

Jätetäytöstä muodostuvat vedet kerätään loppusijoitusalueen pohjan kuivatuskerroksen kautta kallistuksilla ja ohjataan tasausaltaan kautta käsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolle. Jätetäyttöä pidetään auki vain rajattu alue kerrallaan, jotta käsiteltävän veden määrä pystytään minimoimaan. Suljetun rakenteen puhtaat pintavalumavedet keräillään reunapadon viereiseen ojaan, josta ne johdetaan omaan tasausaltaaseensa ja edelleen ympäristöön.

Jätetäytössä muodostuvat kaasut keräillään kaasunkeräysputkistolla/kerroksella kaatopaikan lakialueelle alueittain. Kaasut käsitellään kasvukerroksen kaasunkäsittelykerroksessa.

Lisätietoja loppusijoitusalueen vesien ja kaasun hallinnasta löytyy YVA-selostuksen liitteenä 4 esitetystä Vaarallisen jätteen kaatopaikan yleissuunnitelmasta (AFRY Finland Oy 2020).

3.17 Sakkojen loppusijoitus osaksi kipsisakka-altaiden täyttömuotoilua

Mikäli sakkamateriaalia loppusijoitetaan osaksi kipsisakka-altaiden täyttömuotoilua, noudatetaan näiden rakenteiden osalta kipsisakka-allas 1 sulkemisen yleissuunnitelmassa (Pöyry Finland Oy 2018) esitettyä ratkaisua, jossa sijoituspaikkojen pintarakenteet toteutetaan VNa:n asetukset täyttävällä tavalla joko altaan lohkon 1 suunniteltujen rakenteiden mukaisesti tai lohkoilla 2-3 toteutettavien pintarakennekokeiden tulosten mukaisesti.

3.18 Geotuubikentät

Geotuubi on esimerkiksi polypropeeni- tai polyesterilangasta valmistettu tuubi, jota on käytetty kenttäveden puhdistamoilla vesienkäsittelyssä muodostuneen lietteen vedenpoistoon. Vesi poistuu tuubista painovoiman avulla ja samalla lietteen tilavuus pienenee merkittävästi alkuperäisestä. Geotuubeja on käytetty Tammalammen vedenkäsittely-yksiköllä sekä SEM2-altaalla vesienkäsittelysakkojen tiivistämisessä.

Osa vanhan geotuubikentän geotuubeista sijoittuu Kuusilammen avolouhoksen alueelle, joten ne joudutaan purkamaan kaivosmineraalin tehokkaan hyödyntämisen vuoksi. Siltä osin kuin olemassa olevia geotuubikenttiä ei ole tarpeen purkaa, geotuubien sisältämät sakat on suunniteltu sijoitettaviksi paikalleen.

Geotuubit on sijoitettu tiiviin pohjarakenteen päälle, joten niiden siirtämistä toisaalle vastaavalla rakenteella varustetulle alueelle ei pidetä tarkoituksenmukaisena. Siirtäminen on haastavaa myös massojen vaatiman tilan vuoksi: Mikäli geotuubien massoille rakennetaan vaarallisen jätteen kaatopaikka toisaalle, se veisi kaatopaikan korkeuden ollessa 10 m vähintään noin 38 000 m² alan. Mikäli geotuubien sakat (380 000 m³) sijoitettaisiin maapohjaisten altain sakoille suunnitellulle vaarallisen jätteen kaatopaikalle, kaatopaikan korkeus nousisi noin viisi metriä. Jos kaikki geotuubeissa oleva sakka kuljetettaisiin nykyiseltä alueelta pois, dumpperi- tai kasettirekka-autokuormia syntyisi noin 15 200 kpl. Siirtäminen aiheuttaisi mahdollisen uuden alueen rakentamiseen ja siirroissa käytettävän kuljetuskaluston päästöihin liittyviä ympäristövaikutuksia sekä taloudellisia vaikutuksia.

Vaikutuksilta voidaan perustellusti välttyä sijoittamalla geotuubit alueelle, jossa ne jo ovat. Sakkojen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi sekä niiden suuri määrä rajaavat muut käsittelymenetelmät tarkastelusta. Esimerkiksi sakkojen toimittaminen kaivospiirin ulkopuolelle jätteenkäsittelylaitoksiin katsotaan ympäristövaikutuksiltaan haitalliseksi sekä taloudelliselta kannalta kannattamattomaksi vaihtoehdoksi. Sakkojen siirto kaivospiirin ulkopuolelle edellyttäisi yli 15 000 edestakaista kasettirekka-autokuormaa, mikä lisäisi merkittävästi liikennettä sekä liikenteestä aiheutuvia päästöjä ja melua kaivospiirin ulkopuolelle noin 2-3 vuoden ajaksi. Raskaan liikenteen lisääntymisellä voisi olla vaikutusta myös liikenneturvallisuuteen. On myös mahdollista, että päivittäinen, pitkäkestoisesti lisääntynyt liikenne aiheuttaisi viihtyvyshaittoja niillä reiteillä, joilla kasettirekka-autot ajaisivat. Tätä ei arvioida kestäväksi toimintatavaksi etenäkään, kun geotuubien paikalleen sijoittamisesta ei arvioida aiheutuvan merkittävää haitta-aineiden kulkeutumisen riskiä (GTK 2020) tai vaikutuksia kaivospiirin ulkopuolelle. Ei myöskään ole varmaa, että Suomessa olisi jätteenkäsittelylaitoksia, joihin otettaisiin vastaan merkittävä määrä geotuubeista purettavaa vesienkäsittelysakkaa. Edellä mainituista syistä toteuttamiskelpoisia vaihtoehtoja loppusijoittamiselle ei katsota olevan, eikä tässä YVA:ssa esitetä myöskään geotuubien massoille vaihtoehtoisia sijoituspaikkoja. Kaivoslakiin perustuen alueiden alla oleva malmi pyritään kuitenkin hyödyntämään, joten alueita joudutaan muotoilemaan uudelleen. Tällöin massoja poistetaan, mutta poistettavat massat käytetään samalla alueella geotuubien muotoiluun kuljetusten välttämiseksi.

3.19 Kipsisakka-allas nro 4

Vesienkäsittelysakkaa muodostuu kaivoksen vesienkäsittelyssä jatkuvasti. Terrafame on hakenut korotuslupaa nykyisille kipsisakka-altaille 1 ja 2 ja lisäksi ympäristölupaa kipsisakka-altaalle nro 3. Asia on vireillä Pohjois-Suomen aluehallintovirastossa (PSAVI/2461/2017). Terrafame Oy on rakennuttanut kipsisakka-altaan riskiperusteisesti talven 2019-2020 aikana ja jättänyt Kainuun ELY-keskukselle ympäristönsuojelulain 123 §:n mukaisen ilmoituksen sen käyttöönotosta 3.11.2020. Kolmas allas on suunniteltu nykyisiä altaita pienemmäksi.

Koska vesienkäsittelysakkaa sekä kaivostoiminnasta peräisin olevia vesiä muodostuu myös jatkossa, on tulevaisuudessa rakennettava myös neljäs kipsisakka-allas, jotta muodostuvien loppuneutralointisakan ja vesienkäsittelysakkojen sekä vesien täyttötalavuustarve saadaan katettua, eikä maapohjaisiin altaisiin enää läjitetä sakkaa. Kipsisakka-altaan 4 rakentaminen vastaa välittömään kipsisakkojen sijoittamistarpeeseen, mutta se ei ole lopullinen ratkaisu sakkojen sijoittamistilan tarpeeseen. Koko kaivoksen elinkaaren aikana syntyvien vesienkäsittelysakkojen muodostumista, käsittelyä ja sijoittamista käsitellään Kolmisopen alueen YVA:ssa (kts. kappale 1.5.2).

Muodostuvan kipsisakan määrään vaikuttavat mm. metallien talteenottolaitoksen sekä vesienkäsittelyn prosessiajomallit sekä käsiteltävien vesien laatu ja määrä. Normaalitytuotannolla, jossa sakkaa muodostuu n. 500 000 – 700 000 m³ vuodessa, altaiden 3 ja 4 kapasiteetti suunniteltuun maksimikorkotasoon (+235 m mpy) korotettuina riittää ennusteen mukaan 15-20 vuoden ajaksi, jos altaita täytettäisiin sakalla tasaisesti ja tilavuus maksimikorkoon hyödyntäen. Muodostuvan sakan määrään vaikuttaa metallien talteenoton neutralointiprosessiajojen lisäksi käsiteltävien alueen hulevesien määrä sekä käsiteltävien jakeiden haitta-ainepitoisuudet. Tilanne voi muuttua, jos sade- tai tuotanto-olosuhteiden vuoksi metallientalteenoton neutralointiprosesseja joudutaan ajamaan perusskenaariota enemmän.

Nykyisissä olosuhteissa oletus on, että yhtiön toiminnan elinkaaren aikana tullaan tarvitsemaan myös 4. kipsisakka-altaan rakentamisen jälkeen lisää kipsisakka-allastilavuutta alueen vesienkäsittelyssä muodostuvan sakan loppusijoittamiseen. Terrafamella on vireillä tämän YVA-menettelyn lisäksi myös toinen YVA-menettely koskien kaivospiirin laajentamista sekä Kolmisopen malmion hyödyntämistä sekä sen tuotannon aikaisia jäte-, tuotanto- ja tukitoimintoja koskien. Tuossa YVA-menettelyssä on esitetty yhtiön tuotannon elinkaari molemmat malmiot huomioiden ja myös tulevien kipsisakka-altaiden tarve ja sijoittaminen kaivospiirille.

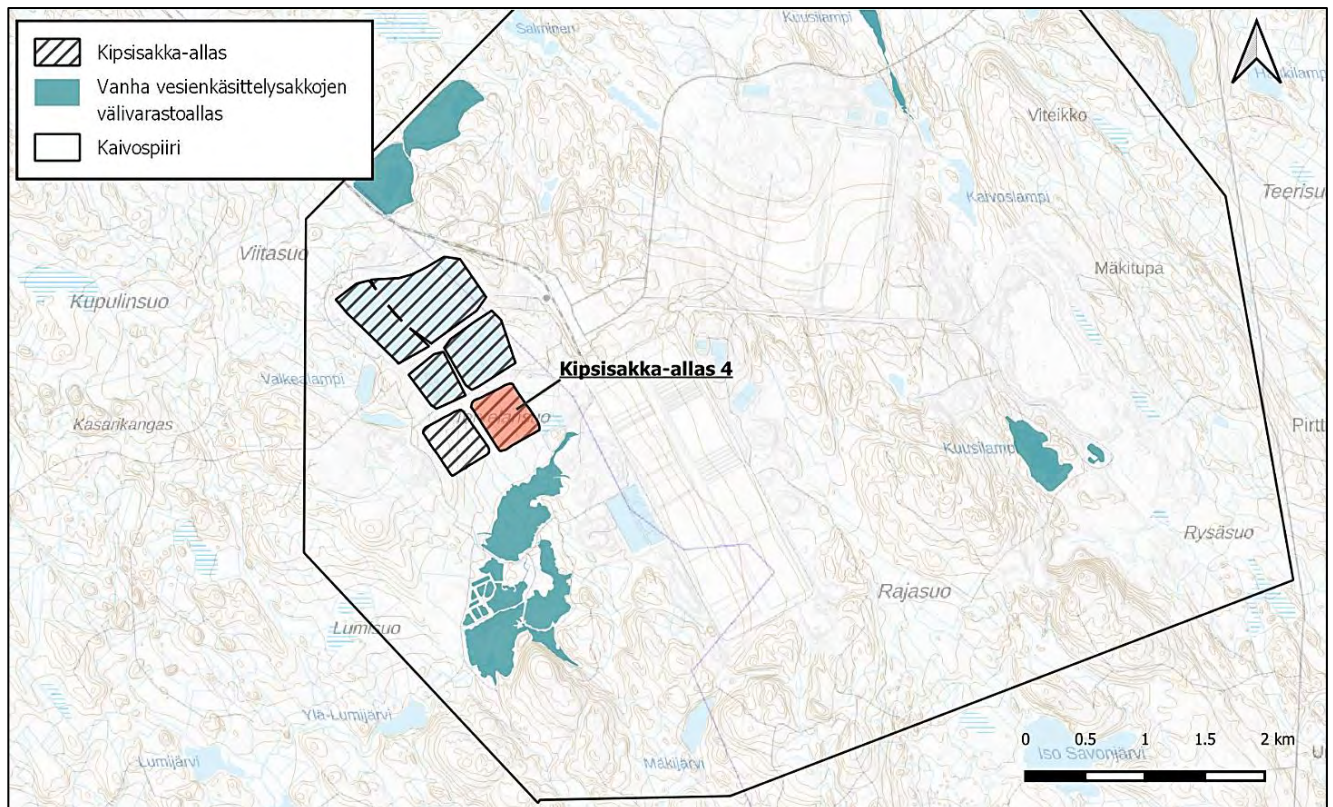
Terrafame pyrkii parantamaan alueelta ulosjuoksutettavan veden laatua käsittelemällä erityyppisiä vesijakeita keskuspuhdistamon eri linjoilla (ns. kahden linjan ajomalli). Muutoksen keskeisin tavoite on pyrkiä käsittelemään sulfaattipitoiset vedet ja alhaisen sulfaatin vedet erillisissä linjoissa. Nykyisen puhdistamon kahta reaktorilinjaa soveltaen on mahdollista useissa tilanteissa ajaa sulfaattipitoisia vesiä erillään ja pyrkiä kierrättämään niistä sulfaattipitoinen ylitevesi kipsisakka-altaalta metallitehtaan käänteisosmoosin vedenvalmistukseen ja sen rejekti bioliuotuskiertoon. Kahden linjan ajomallin hyödyntäminen edellyttää kuitenkin kahta käytössä olevaa kipsisakka-allasta, eli riittävä allaskapasiteetti tulee varmistaa myös vesienkäsittelyn tehokkuuden näkökulmasta.

Esitetty ennuste kipsisakka-allaskapasiteetin riittävydestä on laskettu nyt käytössä olevan läjitysmenetelmän eli lieteläjityksen mukaan. Terrafame on käynnistänyt selvitystyön tuotannossa ja vesienkäsittelyssä muodostuvan kipsisakan läjitysstrategian päivittämiseksi. Selvitystyötä on tehty ulkopuolisen konsultin kanssa ja sen tavoitteena on ollut tarkastella eri läjitysvaihtoehtojen teknistaloudellista toteuttamismahdollisuutta. Nykyisen lieteläjitystavan lisäksi työssä on tarkasteltu kipsisakan sakeuttamista ja suodattamista niin, että sakan kiintoainepitoisuus nousee ja altaiden vapaan veden määrä olisi nykyistä pienempi. Läjityksen tarkastelu eri vaihtoehtoilta on pyritty tekemään kaivoksen nykyisen louhintasuunnitelman mukaisen elinkaaren loppuun asti. Mikäli tämä todetaan toimivaksi vaihtoehdoksi, sille haetaan ympäristölupaa ja se tulee vaikuttamaan muodostuvan kipsisakan määrään ja laatuun.

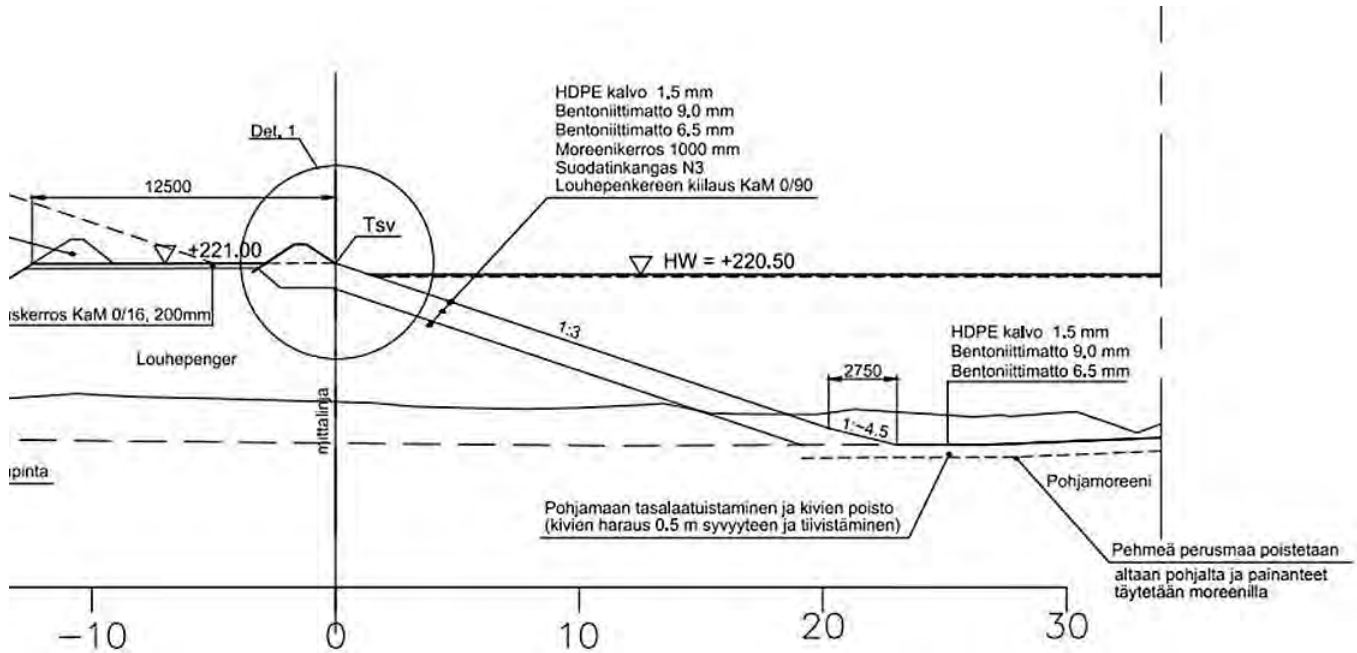
Tässä ympäristövaikutusten arvioinnissa kipsisakka-altaan 4 rakentamisesta ei arvioitu aiheutuvan merkittäviä negatiivisia ympäristövaikutuksia. Kipsisakka-altaan 4 rakentaminen sen sijaan pienentää ympäristöriskitasoa, sillä se vastaa kasvavaan kipsisakan loppusijoituksen tilantarpeeseen ja varmistaa vesienkäsittelyn häiriöttömän jatkuvuuden. Uuden altaan rakentaminen olisi myös perusteltua, sillä tällöin erillisiä altaita voidaan käyttää erityyppisten vesien käsittelyssä muodostuvan kiintoaineen laskeuttamiseen, mikä mahdollistaa myös purkuvesiin aiheutuvan sulfaattikuormituksen minimoimisen (keskuspuhdistamon ns. kahden linjan ajomalli). Terrafamella on meneillään kipsisakan kiintoainepitoisuuden nostamiseen liittyvä hanke. Toteutuessaan sakan kiintoainepitoisuuden nostaminen vaikuttaa tulevaisuudessa sakka-altaiden tarvetta vähentävästi. Tämä ei kuitenkaan vaikuta tarpeeseen rakentaa neljäs kipsisakka-allas. Neljännen kipsisakka-altaan rakentamisen aloittaminen ajoittuu tämän hetken arvion mukaan loppuvuodelle 2022. Kipsisakka-allas on käytössä sen koko elinkaaren ajan yhdellä tai kahdella korotuksella.

Suunniteltu kipsisakka-altaan pinta-ala on 20,5 ha ja tilavuus 3,3 Mm³. Neljännen kipsisakka-altaan rakenne riippuu suunnitteluajankohtana voimassa olevasta kipsisakan jäteluokituksesta: Mikäli kipsisakka edelleen määritellään vaaralliseksi jätteeksi, tehdään kipsisakka-altaalle vaarallisen jätteen kaatopaikan rakenteet. Jos jäteluokitus

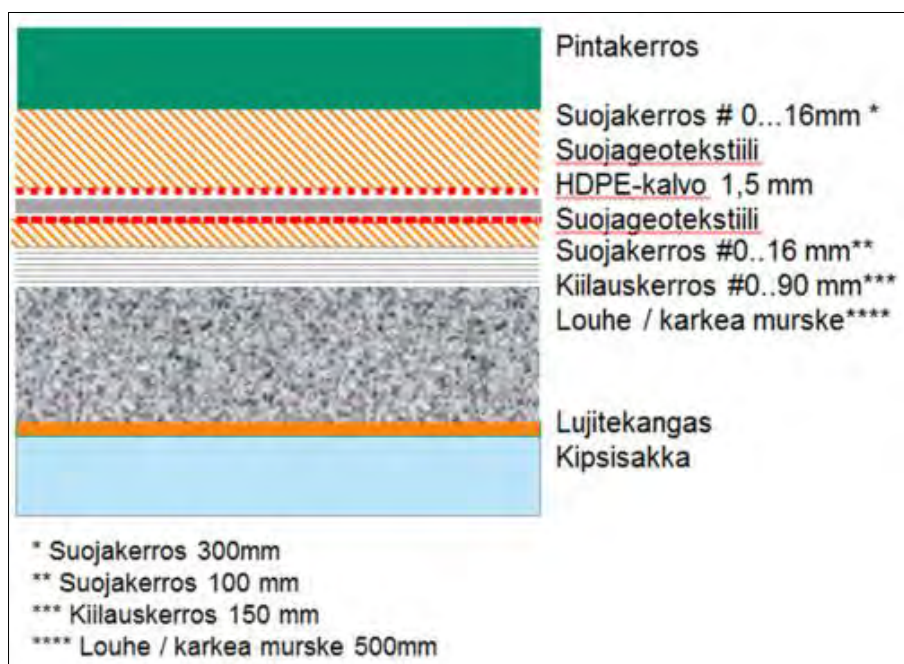
Tilavaraus neljännelle kipsisakka-altaalle on esitetty alla (Kuva 17). Kipsisakka-altaalle ei tässä YVA:ssa ole esitetty vaihtoehtoisia sijoitusalueita, sillä sen sijoittaminen muille kuin valitulle alueelle on sekä kipsisakka-altaan käytön että koko kaivospiirin maankäytön kannalta haasteellista. Kipsisakka-altaan 4 alueelle tehdään geoteknisiä pohjatutkimuksia maaperä- ja pohjavesisuhteiden selvittämiseksi alkuvuonna 2021.



Kuva 17. Kipsisakka-altaan 4 suunniteltu sijainti.



Kuva 18. Kipsisakka-altaan pohjarakenne (Destia).



Kuva 19. Kipsisakka-altaiden peittorakenne (Pöyry Finland Oy 2017c).

Kipsisakka-altaaseen rakennetaan louhesydän, mikä tekee rakenteesta erittäin kestävä. Kipsisakka-altaan sortumariski on siten erittäin vähäinen.

3.20 Aikataulu

Loppusijoitushankkeen urakointi aloitetaan valmistelevilla töillä 2021-2022. Urakointivaihe kestää arviolta noin 10 vuotta. Vanhojen vesienkäsittelysakkojen välivarastoaltaiden kunnostushankkeen alustava aikataulu on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 7). Alustavan aikataulun mukaisessa vaiheistuksessa on huomioitu alueiden kunnostuksen työtekniset seikat sekä kuivatusvesien johtamisen asettamat rajoitukset Pöyry Finland Oy:n laatiman sakka-alueiden kunnostussuunnitelman (2021) mukaisesti. Vaiheistus ja aikataulu voivat muuttua valitavan loppusijoitusvaihtoehdon sekä kaivoksen muun suunnitellun maankäytön toteutumisen mukaisesti.

Taulukko 7. Kunnostushankkeen ja neljännen kipsisakka-altaan alustava toteutusaikataulu. Lumelan ja Urkin altaiden vedet johdetaan kuivatusvaiheessa Kortelampeen. Tämä vaihe on esitetty taulukossa vaaleamman sinisellä.

Alue/vaihe	2021				2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
Eteläinen Kuusilampi, Tammalampi, Kortelamman altaat																														
Valmistelevat työt																														
Kuivatus																														
Sakan poisto ja siirto loppusijoitukseen																														
Haukilampi-Kärsälampi																														
Valmistelevat työt																														
Kuivatus																														
Sakan poisto ja siirto loppusijoitukseen																														
Härkälampi, Pohjoinen Kuusilampi																														
Valmistelevat työt																														
Kuivatus																														
Sakan poisto ja siirto loppusijoitukseen																														
Kortelampi, Urkki, Lumela																														
Valmistelevat työt																														
Kuivatus																														
Sakan poisto ja siirto loppusijoitukseen																														
Salminen																														
Sedimentin siirto loppusijoitukseen																														
Kipsisakka-allas 4																														
Suunnittelu, selvitykset ja lupa-asiat																														
Rakennus																														

Kunnostushanke sisältää lisäksi vanhan geotuubialueen lohkojen 1-2 ja 4-6 tyhjentämisen, uudelleensijoittamisen ja sulkemisen, tarvittavien kontaminaationestoalueiden rakentamisen, loppusijoitusalueen rakentamisen valmistelun, varsinaisen rakentamisen, täyttämisen sekä lopulta sulkemisen. Näistä töistä kontaminaationestoalueiden rakentaminen ja geotuubien purkaminen pyritään toteuttamaan kunnostushankkeen alkupäässä vuosien 2021-2022 aikana. Loppusijoitusalueen rakentamisen valmistelevat työt on tarkoitus käynnistää vuoden 2021 kesällä ja varsinainen alueen rakentaminen vuoden 2021 loppupuolella. Loppusijoitusalueen rakenteiden arvioidaan valmistuvan vuoden 2024 alkupuolella ja alueen sulkeminen aloitetaan alustavasti puolestaan vuoden 2026 loppupuolella. Alustavan aikataulun mukaisesti loppusijoitusalue olisi suljettu ja kunnostushanke saatettu päätökseen vuoden 2029 loppuun mennessä.

Kipsisakka-altaan 4 suunnittelu on käynnistetty. Alueelle tehtiin geoteknisiä pohjatutkimuksia maaperä- ja pohjavesiolosuhteiden selvittämiseksi alkuvuonna 2021. Kipsisakka-altaalle haetaan ympäristölupaa vuonna 2021 ja sen rakentaminen alkaa alustavan suunnitelman mukaan loppuvuonna 2022.

3.21 Suunnitelma kaivoksen sulkemissuunnitelman päivittämiseksi

Sulkemissuunnitelmaa päivitetään Kolmisopen esiintymän hyödyntämisen ja kaivospiirin laajentamiseen liittyvässä YVA-menettelyssä. Sulkemissuunnitelman arvioidaan valmistuvan vuoden 2021 alkupuolella. Sulkemissuunnitelmassa huomioidaan myös tässä YVA:ssa tarkasteltavien vanhojen vesienkäsittelysakkojen, että keskuspuhdistamon käyttöönoton jälkeen syntyneiden uusien vesienkäsittelysakkojen loppusijoittamisen ja jätealueiden sulkeminen. Sulkemissuunnitelmaa päivitetään säännöllisesti, kun uutta tietoa mm. loppusijoitettavien jätteiden laadusta ja peittomateriaalien toimivuudesta saadaan.

4 YVA-MENETTELYSSÄ ARVIOITAVAT TOTEUTUSVAIHTOEHDOT

Tässä YVA-hankkeessa arvioidaan sakkojen liikuttamisesta ja sijoittamisesta syntyviä ympäristövaikutuksia sekä loppusijoituksen aiheuttamia pitkäaikaisia ympäristövaikutuksia. Arvioitavat vaihtoehdot ovat nykytilanne, VE1, VE2 ja VE3.

4.1 YVA-menettelyn rajaukset

Vesienkäsittelysakkojen loppusijoittamisen YVA-menettely keskittyy ensisijaisesti kaivospiirin maastossa välivarastoaltaisiin sijoitettujen vesienkäsittelysakkojen loppusijoittamiseen ja tästä syystä YVA-menettelyä varten on tehty seuraavat rajaukset:

- 1) Tässä YVA:ssa tarkastellaan eri puolilla kaivosaluetta sijaitsevien sakkojen loppusijoittamista tai hyötykäyttöä kaivosalueella. Arviointi ei sisällä vaihtoehtoa, jossa sakkoja kuljetettaisiin muualle loppusijoitettavaksi tai hyötykäytettäväksi. Perusteluna rajaukselle on, että sakkamäärä on suuri, joten sen kuljettaminen kaivosalueen ulkopuolelle ei ole teknistaloudellisesti järkevää. Kaivospiirin alueella sijaitsevien loppusijoitusalueiden osalta pyrittiin löytämään sellaiset aluevaihtoehdot, joilla kunnostettavat alueet olisivat mahdollisimman lähellä loppusijoitusaluetta. Aluevaihtoehtojen valintaan vaikuttivat merkittävästi kaivospiirin nykyinen maankäyttö, pitkän tähtäimen maankäyttösuunnitelmat sekä kaivospiirin alueella esiintyvien potentiaalisten malmioiden sijainti sekä maaperäolosuhteet. Edellä esitetyt tekijät asettivat reunaehdot loppusijoitusalueen sijainnille. Kaikkien tekijöiden yhteisvaikutuksesta YVA-selostuksessa päädyttiin perustellusti tarkastelemaan Kortelammen alueella sijaitsevia vaihtoehtoja niiden tarjoamien ympäristönäkökulmien, kaivospiirin alueen maankäytön kehittämisen sekä logistisesti edullisen sijainnin kannalta. Alustavasti tarkasteltiin myös sakkojen sijoittamista esimerkiksi Pyylehdon tarvekivilouhoksen kipsisakka-altaiden eteläpuolelle, mutta tästä luovuttiin varhaisessa vaiheessa pohjaveteen kohdistuneen riskin vuoksi.
- 2) Geotuubikentille varastoitujen vesienkäsittelysakkamateriaalien osalta tarkastellaan loppusijoitusta niiden nykyisille sijainneille Pohjois-Suomen aluehallintoviraston lupapäätöksen PSAVI/931/2015 (ei lainvoimainen) mukaisesti. Vaasan hallinto-oikeus antoi 16.12.2019 päätöksen nro 19/0252/2, joka kumosi Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätöksen tältä osin riittämättömien selvitysten vuoksi ja palautti asian aluehallintovirastolle uudelleen käsiteltäväksi. Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätöksen mukaan ratkaisu täyttää ympäristönsuojelulain ja jätelain sekä niiden nojalla annettujen asetusten vaatimukset, joten ratkaisun ei katsota aiheuttavan maaperän tai pohjaveden pilaantumista, vedenhankinnan vaarantumista tai kohtuutonta räsitystä naapuritiloilla.

Geotuubien sisältämät sakat on suunniteltu sijoitettaviksi nykyisille sijainneilleen. Osa geotuubeista tullaan purkamaan Kuusilammen avolouhoksen toiminnan vuoksi. Purettavien geotuubien sisältämät massat, noin 12 % geotuubien kokonaismassamäärästä, on tarkoitus käyttää alueelle jäävien geotuubien muotoiluun, joten nämäkin massat on suunniteltu sijoitettaviksi vanhalle geotuubialueelle. Geotuubit on

sijoitettu tiiviin pohjarakenteen päälle, joten niiden siirtämistä toisaalle vastaavalla rakenteella varustetulle alueelle ei pidetä tarkoituksenmukaisena. Siirtäminen olisi haastavaa myös massojen vaatiman tilan vuoksi: Mikäli geotuubien massoille rakennetaan vaarallisen jätteen kaatopaikka toisaalle, se veisi kaatopaikan korkeuden ollessa 10 m vähintään noin 38 000 m² alan.

Mikäli geotuubien massat (380 000 m³) sijoitettaisiin maapohjaisten altain sakoille suunnitellulle vaarallisen jätteen kaatopaikalle (pinta-ala 83 500 m²), kaatopaikan korkeus nousisi noin viisi metriä. Jos kaikki geotubeissa oleva sakka kuljetettaisiin nykyiseltä alueelta pois, dumpperi- tai kasettirekka-autokuormia syntyisi noin 15 200 kpl. Siirtäminen aiheuttaisi uuden alueen rakentamiseen ja siirroissa käytettävän kuljetuskaluston päästöihin liittyviä ympäristövaikutuksia sekä taloudellisia vaikutuksia. Vaikutuksilta voidaan perustellusti välttyä sijoittamalla geotubit alueelle, jossa ne jo ovat.

Sakkojen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi sekä niiden suuri määrä rajaavat muut käsittelymenetelmät tarkastelusta. Esimerkiksi sakkojen toimittaminen kaivospiirin ulkopuolelle jätteenkäsittelylaitoksiin katsotaan ympäristövaikutuksiltaan haitalliseksi sekä taloudelliselta kannalta kannattamattomaksi vaihtoehdoksi. Sakkojen siirto kaivospiirin ulkopuolelle edellyttäisi yli 15 000 edestakaista kasettirekka-autokuormaa, mikä lisäisi merkittävästi liikennettä sekä liikenteestä aiheutuvia päästöjä ja melua kaivospiirin ulkopuolelle noin 2-3 vuoden ajaksi. Raskaan liikenteen lisääntymisellä voisi olla vaikutusta myös liikenneturvallisuuteen. On myös mahdollista, että pitkäaikaisesti lisääntynyt liikenne aiheuttaisi melun vuoksi viihtyvyyshaittoja niillä reiteillä, joilla kasettirekka-autot ajaisivat. Tätä ei arvioida kestäväksi toimintatavaksi etenkin, kun geotuubien paikalleen sijoittamisesta ei arvioida aiheutuvan merkittävää haitta-aineiden kulkeutumisen riskiä (GTK 2020) tai muita vaikutuksia kaivospiirin ulkopuolelle. Ei myöskään ole varmaa, että Suomessa olisi jätteenkäsittelylaitoksia, joihin otettaisiin vastaan merkittävä määrä geotubeista purettavaa vesienkäsittelysakkaa. Edellä mainituista syistä toteuttamiskelpoisia vaihtoehtoja ei katsota olevan, eikä tässä YVA:ssa esitetä geotuubien massoille vaihtoehtoisia sijoituspaikkoja. Kaivoslain mukaisesti alueiden alapuolella olevan malmin hyödyntämiseksi alueita muotoillaan uudestaan niin, että se tukee myös alueen yhtenäistä sulkemista.

- 3) Vesienkäsittelysakkamateriaalin sekä muiden jätejakeiden kierrätys- ja hyötykäyttömahdollisuuksia tarkastellaan siltä osin, mitä nykytiedon valossa on mahdollista toteuttaa. Vesienkäsittelysakkojen jäteluonteesta ja nykyisestä sijainnista kaivospiirin alueen maapohjaisissa väliavarastoaltaissa johtuen ei ole tarkoituksenmukaista lykätä vesienkäsittelysakkojen poistoa ja loppusijoittamista pitkälle tulevaisuuteen mahdollisten uusien kierrätys- ja hyötykäyttömahdollisuuksien kehittämisen vuoksi.
- 4) YVA-menettelyssä varaudutaan tarkastelemaan puhtaan kipsipohjaisen sakan lisäksi allasalueiden pilaantuneita maa-aineksia sekä tarvittaessa näiden kontaktipintoja, joiden sisältämässä jätejakeessa esiintyy sekä vesienkäsittelysakkamateriaalin että pilaantuneiden maa-ainesten jäteominaisuuksia.

4.2 Nykytilanne (VE0)

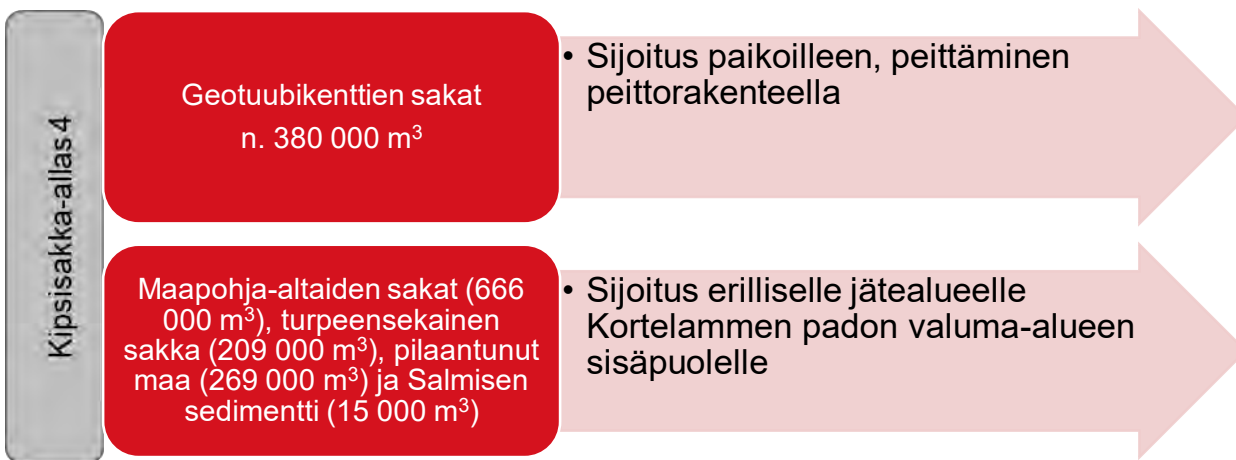
Sakat ovat peittämättöminä kalvopinnoitetuilla geotuubikentillä geotubeissa sekä maapohjaisissa altaissa. Tilanne ei nykyisellään vastaa tämänkaltaiselta jätemateriaalilta edellytettäviä loppusijoitusvaatimuksia, ja sakat onkin loppusijoitettava turvallisesti tulevien ympäristölupavaatimusten mukaisille alueille.

4.3 VE1, jätealue Kortelammen padon sisäpuolella

Maapohjaisissa altaissa olevat sakat ja Salmisen järven pilaantuneet sedimentit (1 159 000 m³) poistetaan. Massoille rakennetaan Kortelammen padon valuma-alueen sisäpuolelle Valtioneuvoston asetuksen 331/2013 mukaiset määräykset täyttävä tai vastaavan suojatason tarjoava loppusijoitusalue, geotuubikenttä sekä tavanomaisen jätteen loppusijoitusalue.

Vanhojen geotuubikenttien sakat (380 000 m³) ja Mourunpuron kunnostuksessa syntyneet massat (29 000 m³) sijoitetaan paikoilleen. Vesienkäsittely on keskitetty keskusvedenpuhdistamolle, jossa muodostuva vesienkäsittelysakka sekä metallien talteenoton loppuneutralointisakka läjitetään kipsisakka-altaille. Kipsisakka-altainen kapasiteetin riittävyyden turvaamiseksi suunnitellaan uusi kipsisakka-allas 4.

Perustelu: Alue on potentiaalinen sijoituspaikaksi, koska siihen liittyy pienimmät riskit vesienhallinnan näkökulmasta. Jätealueen sijoittaminen patoaltaan sisäpuolelle minimoi mahdollisen pintavesivaikutuksen leviämisen.



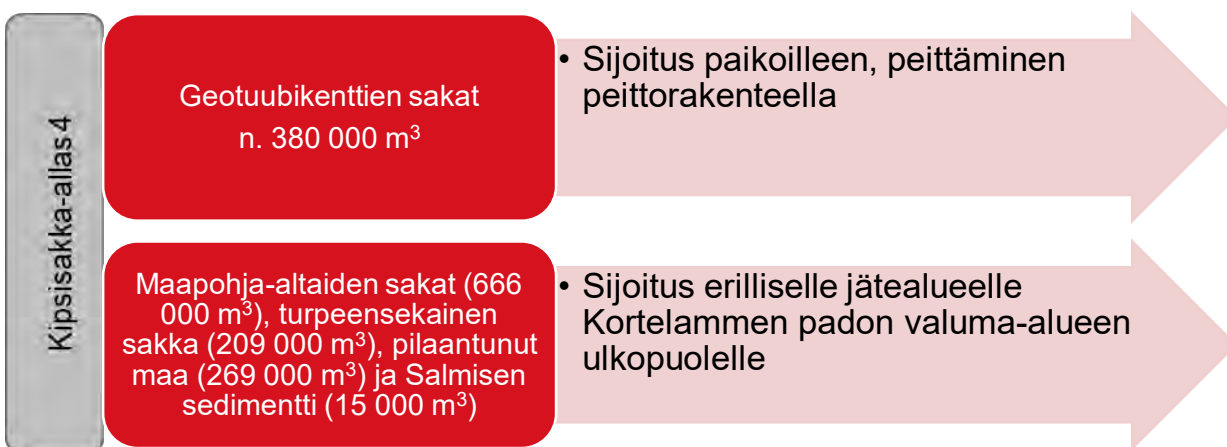
Kuva 20. VE1 mukaiset sakkojen loppusijoitusmenetelmät. Määrät perustuvat tähänhetkiseen tietoon. Sakkojen lisäksi on tarkoitus loppusijoittaa myös Mourunpuron kunnostuksessa syntyneet maamassat paikalleen.

4.4 VE2, jätealue Kortelammen padon ulkopuolella

Maapohjaisissa altaissa olevat sakat ja Salmisen järven pilaantuneet sedimentit (1 159 000 m³) poistetaan. Massoille rakennetaan Kortelammen padon valuma-alueen ulkopuolelle Valtioneuvoston asetuksen 331/2013 mukaiset määräykset täyttävä tai vastaavan suojatason tarjoava loppusijoitusalue sekä tavanomaisen jätteen loppusijoitusalue.

Vanhojen geotuubikenttien sakat (380 000 m³) ja Mourunpuron kunnostuksessa syntyneet massat (29 000 m³) sijoitetaan paikoilleen. Vesienkäsittely on keskitetty keskusvedenpuhdistamolle, jossa muodostuva vesienkäsittelysakka sekä metallien talteenoton loppuneutralointisakka läjitetään kipsisakka-altaille. Kipsisakka-altaiden kapasiteetin riittävyyden turvaamiseksi suunnitellaan uusi kipsisakka-allas 4.

Perustelu: Alue on potentiaalinen sijoituspaikaksi, koska alueella esiintyy luontaisesti moreenia. Lisäksi vaihtoehto mahdollistaa Kortelammen altaan käytön puhtaan veden varastona.



Kuva 21. VE2 mukaiset sakkojen loppusijoitusmenetelmät. Sakkojen lisäksi on tarkoitus loppusijoittaa myös Mourunpuron kunnostuksessa syntyneet maamassat paikalleen.

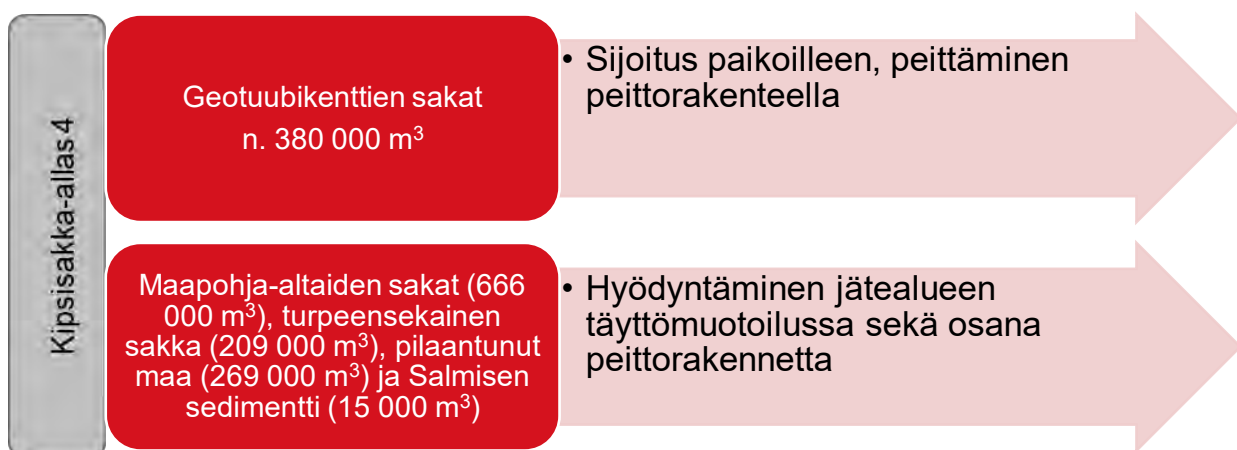
4.5 VE3, sakkojen hyötykäyttö

Maapohjaisissa altaissa olevat sakat ja Salmisen järven pilaantuneet sedimentit (1 159 000 m³) poistetaan ja hyödynnetään kipsisakka-altaiden 1 sekä 2 ja mahdollisesti muiden jätealueiden täyttömuotoilussa sekä osana peitterakennetta. Vaihtoehdossa huomioidaan kipsisakka-altaan 1 sulkemisen yleissuunnitelma ja siinä esitetyt vaatimukset pintarakenteille. On myös mahdollista toteuttaa VE3 osittain siten, että osa sakoista hyödynnetään kipsisakka-altaiden 1 ja 2 täyttömuotoilussa sekä osana peitterakennetta ja loput sijoitetaan erilliselle jätealueelle VE1:n tai VE2:n mukaisesti.

Geotuubikenttien sakat (380 000 m³) sijoitetaan paikoilleen. Geotuubikentät peitetään peitterakenteilla. Mourunpuron massat sijoitetaan myös paikalleen.

Vesienkäsittely on keskitetty keskusvedenpuhdistamolle. Keskusvedenpuhdistamolla muodostuva vesienkäsittelysakka sekä metallien talteenoton loppuneutralointisakka läjitetään kipsisakka-aitaille. Kipsisakka-altaiden kapasiteetin riittävyyden turvaamiseksi suunnitellaan uusi kipsisakka-allas 4.

Perustelu: Hyötykäyttö pinta-alaltaan laajojen kipsisakka-altaiden täyttömuotoilussa. Rakenne jää muita vaihtoehtoja matalammaksi sulautuen ympäröivään maisemakuvaan ja säästää tilaa.



Kuva 22. VE3 mukaiset sakkojen loppusijoitusmenetelmät. Sakkojen lisäksi on tarkoitus loppusijoittaa myös Mourunpuron kunnostuksessa syntyneet maamassat paikalleen.

5 YMPÄRISTÖN NYKYTILA

5.1 Hankealueen sijainti

Vuonna 2019 tehdyn tutkimuksen perusteella alueella esiintyy sakkaa arviolta yhteensä noin 666 000 m³. Lisäksi alueella sijaitsee sakan sekaista turvetta noin 209 000 m³ sekä turvetta, jonka haitta-ainepitoisuudet ylittävät alemman ohjearvotason, noin 269 000 m³. Sakkakerroksen keskimääräinen paksuus on arviolta 10-50 cm Kortelammen alueella. Muilla välivarastoalueilla sakkakerroksen paksuus on tätä suurempi. Kaikki sakkojen ja lietteiden varastointialueet sijaitsevat Terrafamen kaivospiirin alueella (Kuva 5). Rakennettavalle jätealueelle tullaan sijoittamaan myös Salmisen järven kunnostamisen yhteydessä muodostuva pilaantunut sedimentti.

5.2 Maa- ja kallioperä

Terrafame Oy:n kaivosalueen maa- ja kallioperän ominaisuuksia on tutkittu useita kertoja eri menetelmin aina 1930-luvulta lähtien (Pöyry Finland Oy 2016). Kaivostoiminta on jo osin pysyvästi muuttanut nykyisen kaivospiirin alueen maa- ja kallioperää erityisesti kaivostoimintojen ydinalueella. Louhosalueelta sekä rakennetuilta alueilta on poistettu pintamaat. Pintamaiden varastointia varten kaivospiirin alueelle on tehty pintamaiden läjitysalueita.

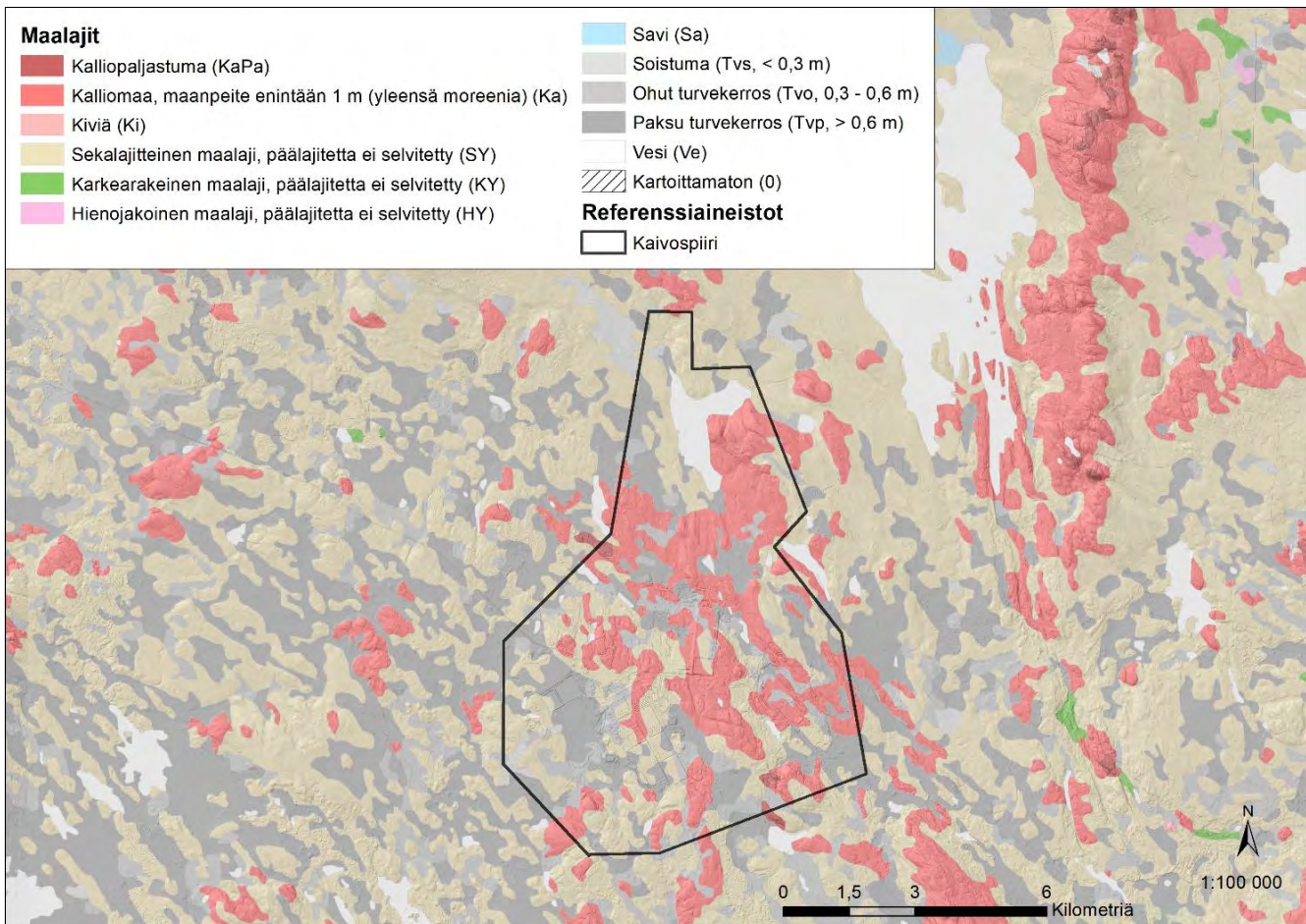
Lisäksi kaivostoiminnan myötä tehty malmin ja muun kiviaineksen louhinta, liuotusalueet ja alueen rakentaminen ovat aiheuttaneet maankamaran muutoksia rakennetuilla alueilla (Pöyry Finland Oy 2018).

Kaivospiirin alueella esiintyy laajoja ympäristöstään kohoavia kallioma-alueita, joita reunustavat moreenimaat. Alavilla suoalueilla maanpeite on turvetta (Kuva 23). Moreenikerros mukailee kallioperän muotoja. Kallion päällä on pääsääntöisesti vain ohut maa-ainekkerros. Alueella ei ole harjuja, eikä alueella esiinny laajittuneita maa-aineksia kuin paikallisesti pienialaisina rantakerrostumina tai sora- ja hiekkavaltaisina kumpumoreeneina. Turpeen paksuus vaihtelee alle metristä viiteen metriin alavilla alueilla. Turpeen alla on tyypillisesti moreenia ja kallio. Maaperän vedenläpäisevyys on vallitsevien maalajien takia tyypillisesti pieni.

Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) selvityksen perusteella kipsisakka-altaan etelä- ja kaakkoispuolella maapeitteen paksuus on noin 10 metriä, paksuimmillaan 22 metriä. Kortelamman padon kaakkoispuolella maapeite on noin 15 metriä paksu, ja alueen eteläpuolella maapeitepaksuus on noin 10 metriä. Alueella esiintyy myös ohuita, alle kahden metrin maakerrostumia ja kalliopaljastumia. Paksut maapeitteet osuvat pääsääntöisesti ruhjevöhykkeiden kohdille. Paksut maapeitteet vähentävät pohjaveden haitta-ainekuormitusta, sillä mahdolliset haitta-aineet sitoutuvat maaperän partikkeleihin kulkeutuessaan vajoveden mukana maaperässä alaspäin.

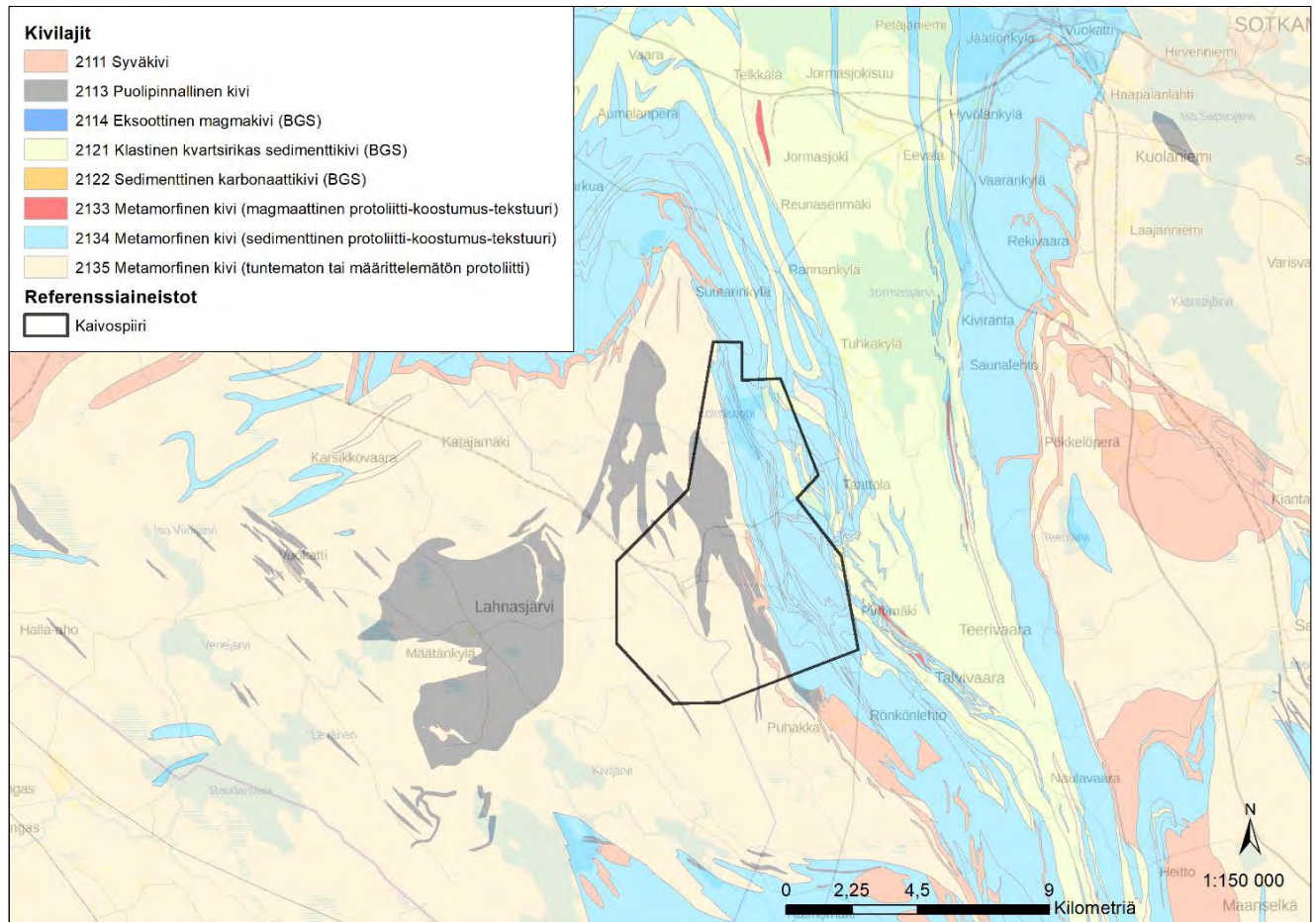
Kipsisakka-altaan maaperä on hiekkamoreenia, jossa on yli 25 % silttiä ja savea. Hiekkamoreenin vedenjohtavuus on heikkoa, luokkaa 10^{-6} ... 10^{-7} m/s. Oikovirtausreittien vedenjohtavuudet maaperän pintaosissa voivat olla 10^{-4} ... 10^{-5} m/s. Kipsisakka-altaan alueella voi olla myös pieniä hiekkamuodostumia, mutta maaperän pohjaveden kulkeutumisen kannalta ne ovat merkityksettömiä (GTK 2014).

Kaivospiirin kaakkoisnurkassa sijaitsevan nk. Maaumalan sakka-allas on kalliopohjainen. Geotuubikentät ja SEM2-neutralointiallas ovat kemiallisesti kestäväällä HDPE-kalvolla tiivistettyjä altaita. Muut sakka- ja lietealtaat ovat maapohjaisia, joista osa on ollut luonnonlampia tai turvevaltaisia alueita aiemmin.



Kuva 23. Kaivospiirin ja lähialueen pinta- ja pohjamaalajit. Taustalla Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistosta johdettu vinovalomalli maanpinnan muotoja kuvaamassa.

Geologisilta ominaispiirteiltään kaivospiiri sijoittuu Kainuun liuskejaksona tunnetun vyöhykkeen eteläosaan. Valitsevia kivilajeja ovat kvartsiitit, mustaliuskeet ja kiilleliuskeet. Kallioperäkartta (Kuva 24) kuvaa kaivospiirin alueella erilaisia metamorfisia sekä puolipinnallisia kivilajeja. Kaivospiirin alueelta tai sen läheisyydestä ei tunneta arvokkaita kallioalueita tai moreeni-, tuuli- tai rantakerrostumia.



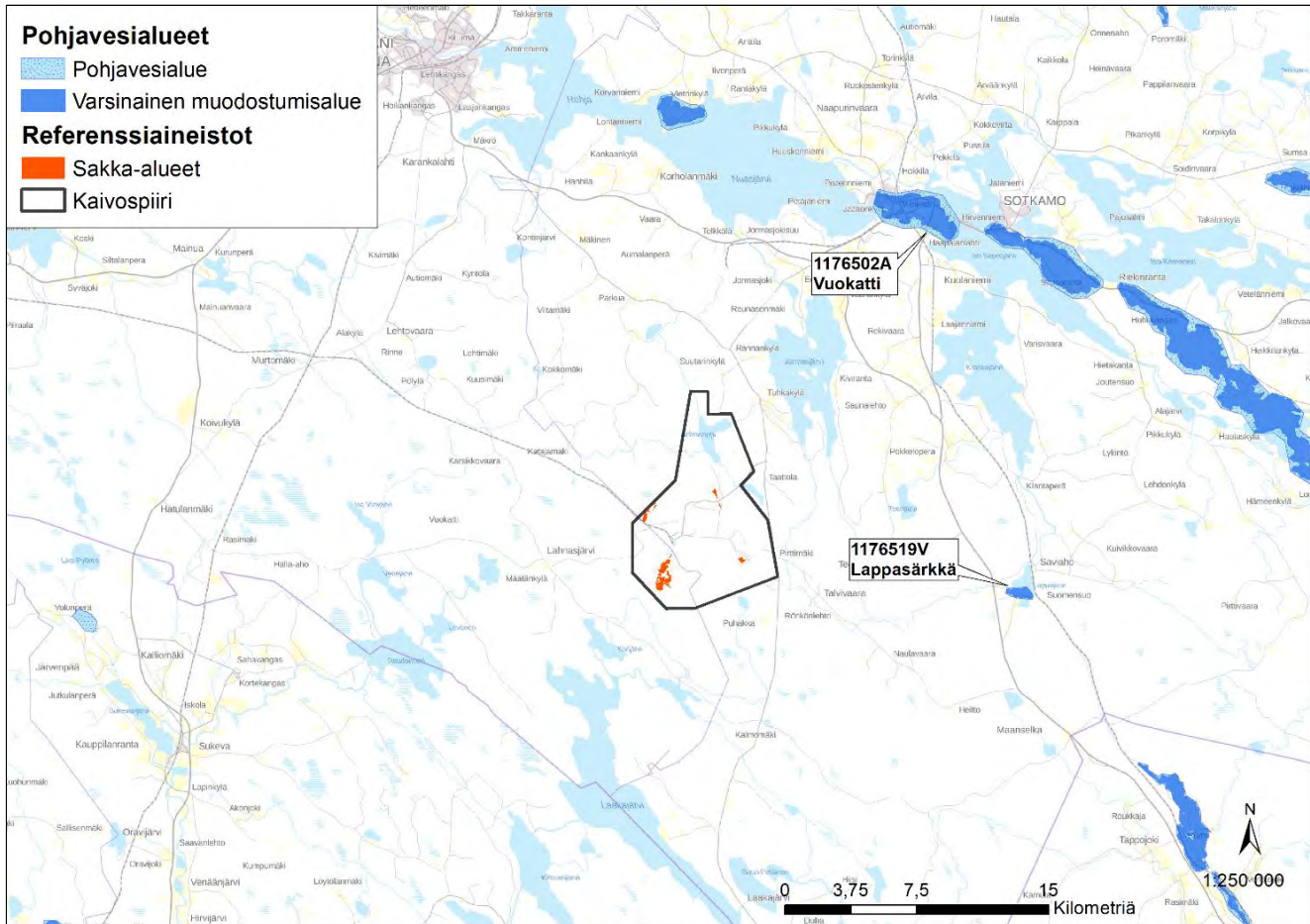
Kuva 24. Kaivospiirin ja lähialueen kallioperä sekä kivilajit.

5.3 Pohjavesi

5.3.1 Pohjavesialueet

Maaperässä esiintyvä vesi voidaan jakaa kahteen päätyyppiin esiintymistapansa mukaan, vajovesi ja pohjavesi. Vajovesikerroksessa maarakeiden välissä on sekä vettä että ilmaa, eli maa ei ole täysin vedellä kyllästynyttä. Vajovesikerroksessa vesi liikkuu painovoiman vaikutuksesta. Pohjavesikerroksessa maarakeiden välissä on vain vettä, eli maakerros on vedellä kyllästynyt. Pohjavettä syntyy, kun sade- tai pintavesi imeytyy maakerrosten läpi tai virtaa kallioperän rakoisiin. Runsaimmin pohjavettä muodostuu alueilla, joissa maaperä koostuu hyvin vettä johtavista sora- ja hiekkamuodostumista. Maaperän huokosten määrä ja koko vaikuttavat suuresti myös veden virtaukseen.

Maa-alueet, joissa pohjavettä muodostuu ja esiintyy runsaasti sekä niitä voidaan hyödyntää vedenhankinnassa, on rajattu Suomessa pohjavesialueiksi. Pohjavesialueiden määrittämisestä ja luokituksista on säädetty vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetussa laissa (1299/2004) ja asetuksessa (1040/2006). ELY-keskus määrittää rajat pohjavesialueille ja pohjaveden muodostumisalueille ja luokittelee pohjavesialueen vedenhankintakäyttöön soveltuvuuden ja suojelutarpeen perusteella. Nykyisen kaivospiirin alueella tai lähialueilla ei ole luokiteltuja pohjavesialueita. Lähimmät luokitellut pohjavesialueet ovat Lappasärkkä (1176519, luokka 2) noin 13 km itään ja Vuokatti (1176502A, luokka 1E) noin 14 km koilliseen kaivospiirin rajalta (Kuva 25).



Kuva 25. Terraframe Oy:n kaivospiiriä lähimmät vedenhankintaa varten kartoitetut ja luokitellut pohjavesialueet.

5.3.2 Pohjavesiolosuhteiden yleispiirteet

Nykyisen kaivospiirin maaperä koostuu pääosin huonosti vettä läpäisevistä ohuista moreenikerroksista. Moreenin lisäksi alueen maaperää leimaavat alavilla soistuneilla alueilla olevat turvekerrokset, sekä kalliomaat, joilla maanpinnan paksuus on alle metrin. Paremminkin vettä johtavia hiekka- tai sorakerroksia esiintyy vain pinta-alaltaan pienillä alueilla. Pääosa alueelle satavasta vedestä kulkeutuu maaperän pinnalla ojiin ja puroihin. Maaperään imeytyvän ja pohjavettä muodostavan veden määrä on vähäinen ja alueen pohjaveden virtausmatkat ovat tyypillisesti lyhyitä. Moreenipeitteisten mäkien alueilla maaperässä oleva pohjavesi purkautuu pääosin mäkiä ympäröiville suoalueille. Osa sadevedestä kulkeutuu myös kallioperään, joka on alueella ruhjeinen.

Pohjaveden pinta kaivosalueella myötäilee alueen maanpinnan muotoja. Nykyisen kaivosalueen pohjoisella puolella pohjavedenpinta viettää pohjoiseen eli kohti Kolmisoppea. Eteläosissa pohjaveden virtaussuunta on yleisesti etelään tai itään myötäillen maaston muotoja. (Ramboll Finland Oy 2019a)

Avolouhokset vaikuttavat lähiympäristön pohjaveden virtausolosuhteisiin. Vaikutusalueen laajuuteen vaikuttavat lähinnä kallioperän laatu, louhoksen pinta-ala ja syvyys. Myös Kuusilammen avolouhos kerää lähiympäristöstään pohjavettä, lähinnä kalliopohjavettä. Malmiesiintymien ja alueen muiden köyhempien mineralisaatioiden tiedetään vaikuttaneen alueen moreenin ja pohjaveden laatuun. Malmiesiintymien ulkopuolella pohjavedessä ei juuri esiinny metalleja. Kalliopohjavesi on mineralisaatioalueiden kohdalla luontaisesti metallipitoista ja siksi talousvedeksi käyttökelpoton. Mustaliuske sisältää sulfideja ja rapautuu sen vuoksi helposti. Rapautumisessa ympäristöön liukenee metalleja ja sulfidin hapettuessa vapautuu vetyioneja (H⁺), jotka aiheuttavat pohjaveden happamoitumista. (Ramboll Finland Oy 2012 & 2019a)

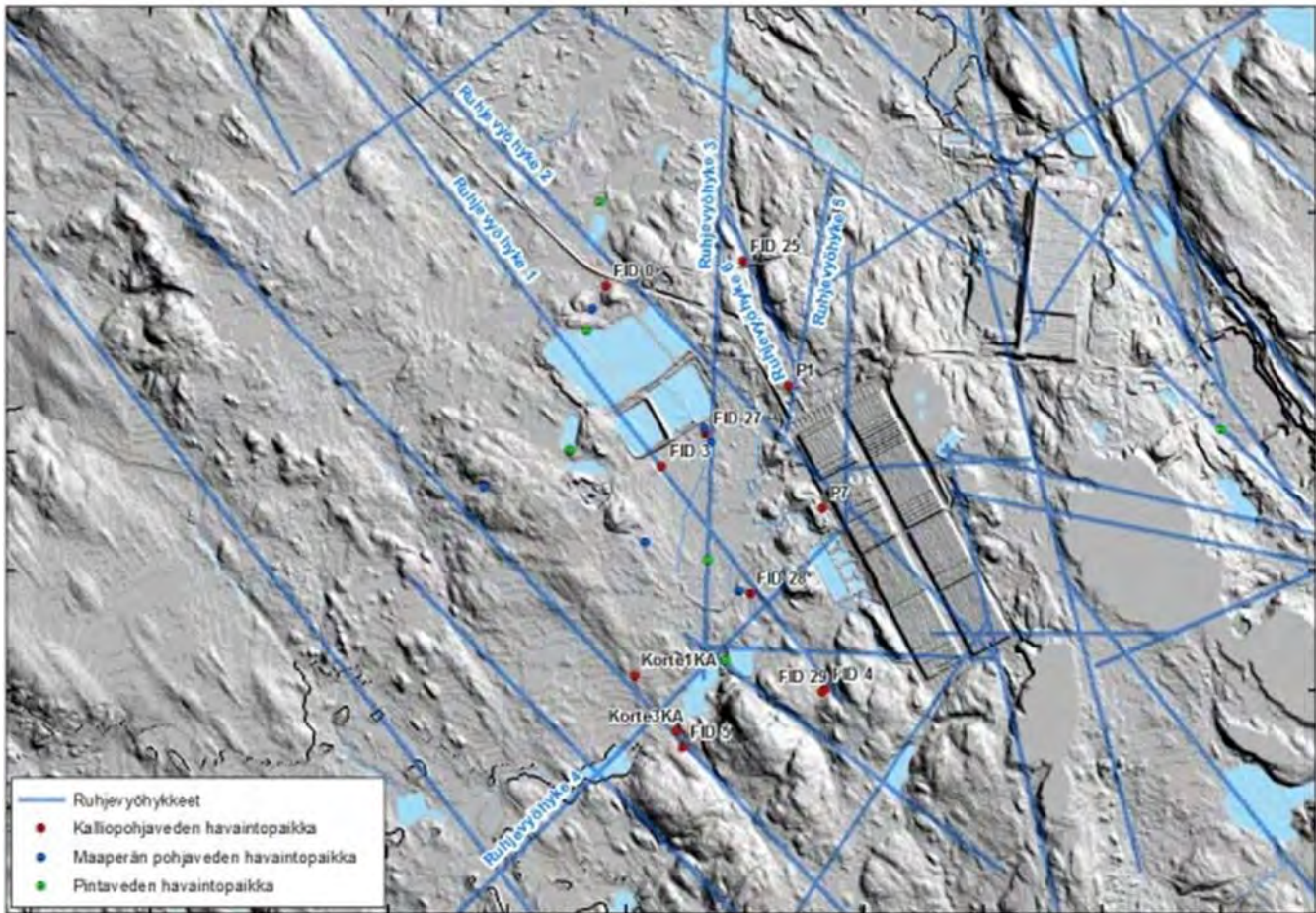
5.3.3 Pohjaveden virtausolosuhteet

Nykyisen kaivospiirin alueen pohjavesien virtaussuuntia on arvioitu Pöyry Finland Oy:n toimesta vuonna 2017 (Pöyry Finland Oy 2017c). Lisäksi vuonna 2020 teetettiin hydrogeologinen selvitys, jossa tarkasteltiin kulkeutumismallintamisen avulla sivukivialueen KL2 sekä geotuubikenttien mahdollisesta vuodosta johtuvan haitta-ainepäästön kulkeutumisesta kohti tulkittuja ruhjevyöhykkeitä sekä mahdollista kulkeutumisesta ruhjevyöhykkeissä (GTK 2020, liite 5).

Yleisellä tasolla kallioperän pintaosa on selvästi rikkonaisempaa kuin syvemmällä oleva kallio. Moreenipeitteisille alueille on tyypillistä, että rakoilleen pintakallion vedenjohtavuus on suurempi kuin heikosti vettä johtavan moreenin, kuitenkin niin, että virtaukset tapahtuvat rakoilun mukaisesti ja avokallioiden sekä kalliokumpareiden osalta vedenjohtavuudet voidaan olettaa pieniksi. Nykyisen kaivospiirin alueella on sekä suhteellisen ohuita maakerroksia, joilla kallioperää voidaan pitää ensisijaisina virtausreitteinä, mutta myös paksumpien maakerrosten alueita, joilla pohjavesi virtaa myös maaperässä.

Kalliopohjaveden virtaus tapahtuu rakoilua ja ruhjevyöhykkeitä pitkin, joten virtausreitit ovat maaperän virtauksiin nähden monimutkaisemmat. Vettä johtavaa rakoilua esiintyy usein kivilajien kontakteissa. Rakoilun luonne on määräävämpi tekijä kallion vedenjohtavuudelle kuin rakoilun määrä (Lamminen 1995). Kaivosalueen vuoden 2013 geofysikaalisten selvitysten (Forss et al. 2013) perusteella alueella on runsaasti ruhjeita, mutta niiden asentoa ei mittauksilla ole pystytty selvittämään. Isot ruhjevyöhykkeet kallioperässä ovat pääasiallisesti malmivyöhykkeen suuntaiset, eivätkä ne johda kalliopohjavettä laajemmalla alueella idästä tai lännestä (Ramboll Finland Oy 2019a). Vuonna 2020 tehdyn mallinnuksen ja sen tulkin (GTK 2020) perusteella geotuubikenttien osalta todettiin mahdollisten haitta-aineiden pääsyn ruhjevyöhykkeisiin olevan merkityksetöntä ja siten myös kulkeutuminen ruhjevyöhykkeissä arvioitiin merkityksettömäksi.

GTK on selvittänyt vuonna 2014 kallioperän ruhjevyöhykkeitä (Kuva 26). Nykyisten kipsisakka-altaiden 1-3 alitse kulkee kolme kallioperän ruhjevyöhykettä (1-3). Lisäksi altaan eteläpuolella kulkee näitä leikkaava ruhjevyöhyke 4, joka yhdessä ruhjevyöhykkeiden 1-3 kanssa aiheuttaa GTK:n arvion mukaan suurimman kallioperän pohjaveden kulkeutumisriskin kaivosalueen ulkopuolelle. Ruhjetta 4 pitkin kalliopohjaveden virtauksen on tulkittu olevan kohti lounasta. Kulkeutuminen on erittäin hidasta, luokkaa 10^{-5} ... 10^{-7} m/s. Pohjaveden kulkeutuminen alueen maaperässä on kuitenkin vielä hitaampaa verrattuna kallioperän ruhjevyöhykkeille laskettuihin virtausnopeuksiin. Haitta-aineiden kulkeutuminen kallioperän pohjaveden mukana onkin tulkittu olevan suurempi riski kuin kulkeutuminen maaperän pohjaveden seassa. Ruhjevyöhykkeiden ulkopuolisessa kallioperässä pohjaveden kulkeutuminen on arvioitu olevan hyvin vähäistä.



Kuva 26. GTK:n tutkimusraportissa (2014) tunnistetut kallioperän ruhjevyöhykkeet kaivosalueella sekä pohjaveden tarkkailun havaintopaikat. (GTK 2014. Tausta-aineisto: Maanmittauslaitos).

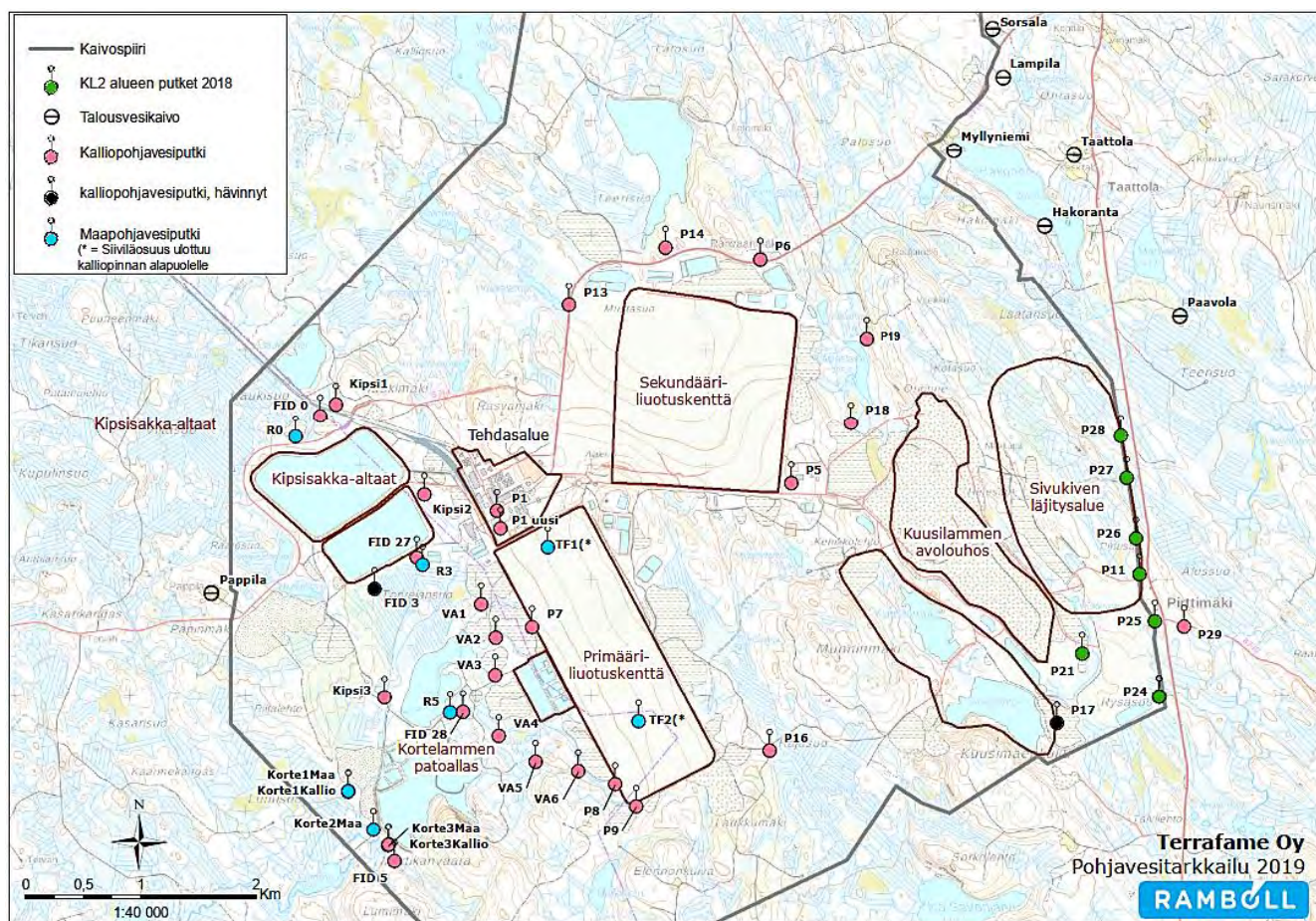
Kuusilammen ja Kolmisopen avolouhosten on arvioitu kuivattavan aluetta noin 900–1 300 metriä louhosten ympäriltä. Kuusilammen louhoksen vaikutusalue ulottuu vain 100–200 metriä louhoksen itä-/länsipuolelle valuma-alue rajojen vuoksi (Ramboll Finland Oy 2019a). Kuusilammen avolouhoksen osalta pohjaveden pinnankorkeus vaikuttaa louhoksen valuma-alueeseen ja näin ollen purkautuvan pohjaveden määrään. Sama pätee myös alueen altaisiin. Mikäli louhokseen varastoitujen vesien vedenpinta on korkealla suhteessa ympäröivään alueeseen, louhosvesi voi teoriassa virrata louhoksesta pois päin kallioruhjeita pitkin. Louhoksen vedenpinnan ollessa ympäröivän alueen vedenpintaa alempana (nykyisen kaltainen tilanne), vallitseva virtaussuunta on kuitenkin kohti louhosta (Pöyry Finland Oy 2017a).

Vuoden 2019 pohjavesitarkkailutulosten mukaan pohjaveden virtaussuunta on Kortelammen patoaltaan lounaispuolella keskimäärin kohti etelää. Tällä alueella pohjavesi purkautuu kaivospiirin alueelta Ylä-Lumijärveen. Kuusilammen avolouhoksen ympäristössä pohjaveden virtaussuunta on todennäköisesti kääntynyt paikallisesti kohti avolouhosta, mikä vähentää varastoitavien vesien sekoittumista ympäristöön, mutta veden kulkeutuminen kalliorakoon suunnassa on mahdollista. Vuoden 2018 alusta lähtien avolouhos on ollut vedestä tyhjä ja se on kokonaan malmintuotannossa. Pohjaveden päävirtaussuunta on sekundääriliuotuskentän alueella kohti pohjoista. Pohjavesi purkautuu kaivospiirin keskiosasta luontaisesti kohti pohjoista ja Kalliojärven ja Kolmisopen pintavesialtaisiin. (Ramboll Finland Oy 2019a)

5.3.4 Pohjaveden laatu

Vuonna 2019 pohjavesien tarkkailua on toteutettu Kainuun ELY-keskuksen ja Pohjois-Savon ELY-keskuksen hyväksymän tarkkailuohjelman (Pöyry Finland Oy 2017b) mukaisesti. Vuonna 2015 kaivoksen tarkkailuun liitettiin Nuasjärven purkupuutken ympäristövaikutusten tarkkailu. Tarkkailuohjelmaan sisältyy myös Rimpilänniemen

Terrafamen velvoitetarkkailuohjelman mukaisesti talousvesikaivoista tutkitaan vedenlaatu kahdesti vuodessa ja Rimpilänniemessä sekä Lamposaassa kerran vuodessa. Kaivosalueen maa- ja kalliopohjavesiputkista mitataan vedenpinnan korkeus neljä kertaa vuodessa ja tutkitaan pohjaveden laatu 1–4 kertaa vuodessa. Velvoitetarkkailun lisäksi Terrafamen omassa käyttötarkkailussa seurataan tällä hetkellä primääriiluotusalueella olevien joidenkin pohjavesiputkien vedenlaatua. Tarkkailupisteiden sijainnit on esitetty alla (Kuva 27, Ramboll Finland Oy 2019a)



Kaivoksen pohjavesitarkkailuun kuuluvat yksityiset talousvesikaivot sijaitsivat kaivospiirin läheisyydessä. Kaivoksen vedenlaatua on tarkkailtu vuodesta 2008 alkaen. Vuonna 2019 talousvesikaivoissa ei todettu edellisvuosiin verrattuna poikkeavia laatumuutoksia lukuun ottamatta yhtä kaivoa. Aiemmasta pitoisuustasosta poiketen kaivospiirin itäpuolella sijaitsevassa kaivossa todettiin marraskuussa talousveden laatuvaatimuksen ylittävä pitoisuus nikkeliä. Lisäksi alumiini-, rauta- ja mangaanipitoisuudet ylittivät selkeästi laatusuosituksen. Myös uraani-, sinkki-, kadmium- ja kobolttipitoisuudet olivat aiempaa korkeampia. Myllyniemen ja Paavolan kaivoissa nikkeli- pitoisuus ylitti talousveden terveysperusteisen laatuvaatimuksen, kuten edellisinäkin vuosina. Muilta tutkituilta osin kaivojen vedenlaatu täytti talousvedelle asetetut laatuvaatimukset. Kaivovesinäytteissä todettujen koho- neiden metallipitoisuuksien arvioidaan johtuvan paikallisista geologisista olosuhteista.

Kaivostoiminnan vaikutukset pohjaveden laatuun ovat selkeimmin havaittavissa primääriliuotuskentällä sekä primääriliuotuskentän länsipuolella korkeina metalli- ja sulfaattipitoisuuksina. Primääriliuotuskentän läheisyydessä

olevissa pohjaveden seuranta- ja suojapumppauspisteissä todettiin vuonna 2018 korkeita metallipitoisuuksia. Primäärilentä lohkolle 2 havaittiin tiivisrakenteen vaurioita, joiden vuoksi primäärilentä ympäristössä tehtäviä suojapumppauksia on tehostettu entisestään pohjavedelle haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi ja käynnistetty uuden tiivisrakenteen rakentaminen. Suojapumppausten analyysitulosten perusteella nikkelipitoisuudet ovat laskeneet merkittävästi niillä pisteillä, joiden valuma-alueen tiivisrakennetta on kunnostettu. Pohjaveden virtaussuunta primääriliuotuskentältä on lounaaseen.

Kortelamman patoaltaan ympäristön pohjavesien vedenlaatuun on vaikuttanut Kortelamman patoaltaassa varastoidun happaman ja metallipitoisen veden suotautuminen pohjaveteen. Kortelamman painauman alueella pohjaveden pitoisuudet viittaavat vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon jälkivaikutuksiin. Vaikutus pohjaveden laatuun on nähtävissä kohonneina sulfaatti-, nikkeli- ja kobolttipitoisuutena. Metallipitoisuuksissa voidaan nähdä laskeva trendi vuodesta 2015 vuoteen 2019.

Kipsisakka-allasalueen pohjavedessä happipitoisuus oli pääasiassa hyvin alhainen. Tarkkailupisteissä, joissa hapetta on niukasti, liukoisen raudan ja mangaanin pitoisuudet ovat korkeat. Muiden tutkittujen metallien (Al, As, Cd, Co, Cu, Ni, Zn) liukoiset pitoisuudet kipsisakka-altaiden tarkkailupisteissä ovat vuonna 2019 olleet alhaisia. Kipsisakka-allasalueen pohjaveden laadussa ei ollut vuonna 2019 havaittavissa merkittäviä muutoksia aiempien tarkkailuvuosien tuloksiin nähden. Pohjaveden pH on ollut alueella tyypillisellä tasolla, eikä kipsisakka-altaiden toiminnan vaikutus näytä juuri heijastuvan alueen pohjaveden laatuun.

Sekundääriliuotuskentän tarkkailupisteissä pohjaveden metallipitoisuudet olivat pääosin aikaisempien vuosien tarkkailutulosten tasolla, lukuun ottamatta putkia P6 ja P14, joissa metallipitoisuudet olivat elokuussa 2019 koholla. Pohjaveden virtaus suuntautuu liuotuskentältä pohjoiseen, kohti Kolmisopen ja Kalliojärven pintavesialtaita.

Sivukivialueen KL2 pohjavesitarkkailu aloitettiin vuonna 2018. KL2-alueen pohjavesiputkissa pH on pysynyt tasaisena, lukuun ottamatta putkea P11 (uusi), jossa pH oli laskenut alhaiselle tasolle. Putken lähialueella on varastoitu mustaliuskealueen pintamaita. Myös sulfaattipitoisuus oli vuosina 2018–2019 korkealla tasolla. Putki P11 (uusi) ja putket P24–P25 sijoittuvat mustaliuskevyöhykkeelle, kun taas pohjoisemmat KL2-alueen putket sijoittuvat kvartsiareniitti- tai grauvalake-peliittivyöhykkeelle. Pohjaveden metallipitoisuudet voivat erityisesti KL2-alueella olla myös luontaisesti kohonneita paikallisen geologian vaikutuksesta. Pohjavesitarkkailutulosten vertailuarvona käytettyjen riskiperusteisten haitta-ainepitoisuuksien ylityksiä havaittiin primääriliuotuskentällä ja sen länsireunalla, primääriliuotuskentän ja Kortelamman välissä, Kortelamman patoaltaan lounaispuolella, sekundääriliuotuskentän pohjoispuolella, kipsisakka-altaiden pohjoispuolella ja sivukiven läjitysalueen lähistössä.

Vuonna 2016 laaditun selvityksen (Pöyry Finland Oy 2017c) mukaan alueen nykyisessä hydrologisessa tilassa haitta-ainepitoisen maaperän pohjaveden virtaus alueen ulkopuolelle on rajoittunutta sekä luontaisista tekijöistä (maaston muodot ja maaperän laatu) että pumppausten takia. Selvityksen mukaan tutkitun alueen pohjaveden tilasta ei aiheudu välitöntä haittaa lähimmille kiinteistöille ja pohjaveden käyttäjille.

5.4 Vesistöt

Terrafamen kaivosalue sijaitsee Oulunjoen ja Vuoksen vedenjakajalla (Kuva 29). Kaivosalue sijaitsee pääosin Tuhkajoen valuma-alueella (59.885) ja Kivijoen valuma-alueella (4.645). Kaivosalueen vesistä pääosa johdetaan käsiteltynä purkuputkea pitkin Latosuolta Nuasjärveen. Lisäksi vesiä voidaan johtaa Oulujoen ja Vuoksen vesistöihin ns. vanhoja purkureittejä pitkin kaivoksen ympäristölupamääräysten mukaisesti.

Sakka- ja lietealtaista Haukilampi, Härkälampi ja Torrakkopuro ovat aiemmin olleet pienvesistöjä. Eteläisen jälkikäsittely-yksikön altaat (Lumela, Urkki ja Kortelampi) sijoittuvat Vuoksen vesistöalueelle ja muut altaat Oulujoen vesistöalueelle. Kohteet eivät ole luonnontilaisia. Sakka- ja lietealtaista ei johdeta vesiä suoraan vesistöön. Altaiden alueella muodostuvat vedet käsitellään ja johdetaan käsiteltynä vesistöön tai varastoidaan kaivosalueen vesialtajiin.

Kaivosalueen lähivedet ovat puroja ja lampia. Näiden vesi on tyypillisesti humuspitoista, hapanta ja tummaa. Mustaliuskealueella sijaitsevien pienten lampien ja purojen pH ja puskurikyky ovat alhaisia, joten alueen vesis-

töissä on paikoittain luontaisesti kohonneita metallipitoisuuksia. Lähistön vesistöt ovat tyypillisesti fosforirajoitteisia, eli niiden tuotannon tasoa eniten rajoittava tekijä on vesipatsaassa vapaana olevan liuenneen fosforin määrä.

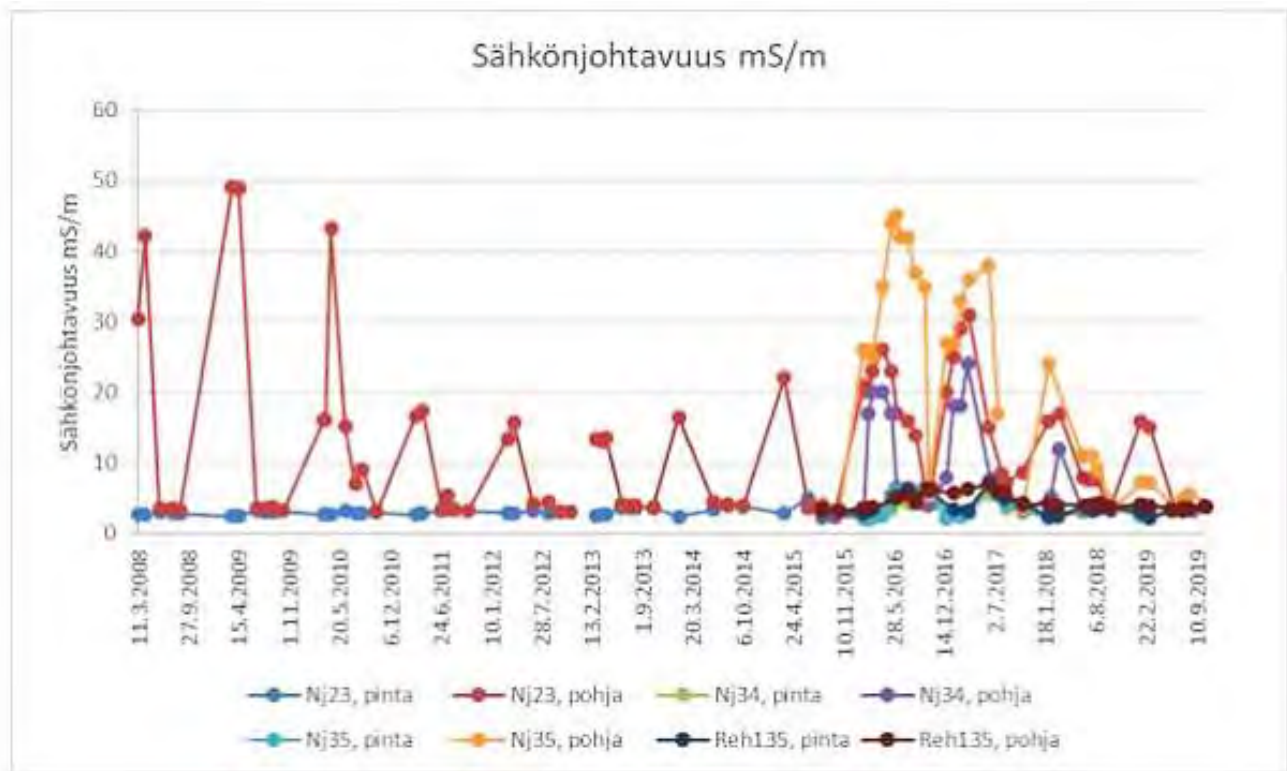
Tilanne purkuvesistöissä

Terrafame Oy:n toteuttaman vedenlaadun tarkkailun vuosi- ja neljännesvuosiraporttien mukaisesti Nuasjärven fysikaalis-kemiallinen vedenlaatu on ollut pääsääntöisesti hyvällä tasolla, eivätkä valtakunnallisen taustapitoisuuden huomioivat ympäristölaatu normit ole ylittyneet metallien osalta. Vuoden 2019 tarkkailussa (Ramboll 2020) veden pH vaihteli lievästi happamasta lievästi emäksiseen (pH 6.1-7.7). Järven orgaanista tuotantoa kuvastavat klorofyllipitoisuudet (2-17 µg/l) kuvastivat näytteenottopaikasta ja näytteenottokerrasta riippuen oloja karusta rehevään. Ravinnepitoisuudet vaihtelivat näytteenottopaikasta ja näytteenottokerrasta riippuen karusta lievästi rehevään (kok. N 210-490 µg/l, kok. P 10-21 µg/l).

Nuasjärven purkuputken läheisellä näytteenottopisteellä (Nj23) pintaveden keskimääräinen hapen kyllästysprosentti on pysynyt vuosina 2016-2019 (84-91 %) samalla tasolla kuin ennen purkuputkea (v. 2013-2015 82-92 %). Samoin alusvedessä (2016-2019 34-92 %, 2013-2015 38-91 %). Vuonna 2019 pienimmät hapen kyllästysasteet mitattiin purkuputken luoteispuoleisten näytteenottopisteiden Nj35 ja Nj46 elokuun alusvesinäytteistä (22-25 %), mutta hapettomuutta ei havaittu. Kaikki välttävää tai huonoa happitilannetta kuvastavat hapen kyllästysasteet Nuasjärven näytteenottopisteiltä mitattiin talven ja kesän kerrostuneisuuskaudella alusvesinäytteistä. Alusveden happipitoisuuden pieneneminen kerrostuneisuuskauden aikana on ominaista etenkin suurien ja syvien järven luontaiselle vuodenkierrolle. Kerrostuneisuuskausien ulkopuolella sekä päällysvedessä happitilanne vaihteli tyydyttävästä hyvään (71-110 % O₂).

Sähkönjohtavuudessa havaittiin vuonna 2016 purkuputken käyttöönoton jälkeen etenkin alusvedessä selvä kasvu aiempiin tarkkailuvuosiin verrattuna (Kuva 28. Sähkönjohtavuus Rehja-Nuasjärven tarkkailupisteiden päällys- ja alusvedessä tarkkailujaksolla 2008-2019 (Ramboll 2020). Vuoden 2016 jälkeen sähkönjohtavuus on pienentynyt ja vuonna 2019 se oli samalla tasolla kuin ennen purkuputken rakentamista. Suurimmat yksittäiset sähkönjohtavuuden arvot on mitattu ennen kaivostoimintaa vuonna 2008 sekä kaivostoiminnan ensimmäisinä vuosina. Vuonna 2019 suurimmat sähkönjohtavuuden arvot mitattiin purkuputken luoteispuolelta. Sähkönjohtavuuden pieneneminen vuodesta 2016 vuoteen 2019 johtuu suurelta osin sulfaattipitoisuuden pienenemisestä. Vuonna 2019 syvänealueella päällysveden sulfaattipitoisuus oli 6 mg/l ja alusveden 33 mg/l. Vuonna 2016 vastaavat arvot olivat 12 mg/l ja 63 mg/l.

Metallipitoisuudet (nikkeli, kadmium ja uraani) ovat olleet Nuasjärven havaintopisteillä kautta linjan matalia. Liukoisen nikkelin pitoisuudet olivat vuonna 2019 päällysvedessä välillä 0,6–2 µg/l ja alusvedessä välillä 0,6–6,9 µg/l. Kuten edellisenä vuotena, myös vuonna 2019 alusveden suurimmat liukoisen nikkelin pitoisuudet mitattiin purkuputken läheisiltä pisteiltä (Nj23 ja Nj46). Pisteeltä Nj23 suurimmat liukoisen nikkelin pitoisuudet on kuitenkin mitattu ennen kaivostoimintaa sekä toiminnan alkuvuosina (2008-2010). Liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat pieniä (0,03-0,07 µg/l). Liukoisen uraanin pitoisuudet ovat olleet Nuasjärvellä alle laboratorion määrittämissä raja-arvoissa. Mangaanin osalta päällysveden ja alusveden pitoisuuksien välillä on ollut suurta vaihtelua. Suurimmat pitoisuudet mitattiin heinä-elokuussa, kun happitilanne oli huonoimmillaan. Tällöin myös rautapitoisuudet olivat koholla. Natriumin osalta suurimmat pitoisuudet (6,9 mg/l) mitattiin Nuasjärven alusvesinäytteistä.

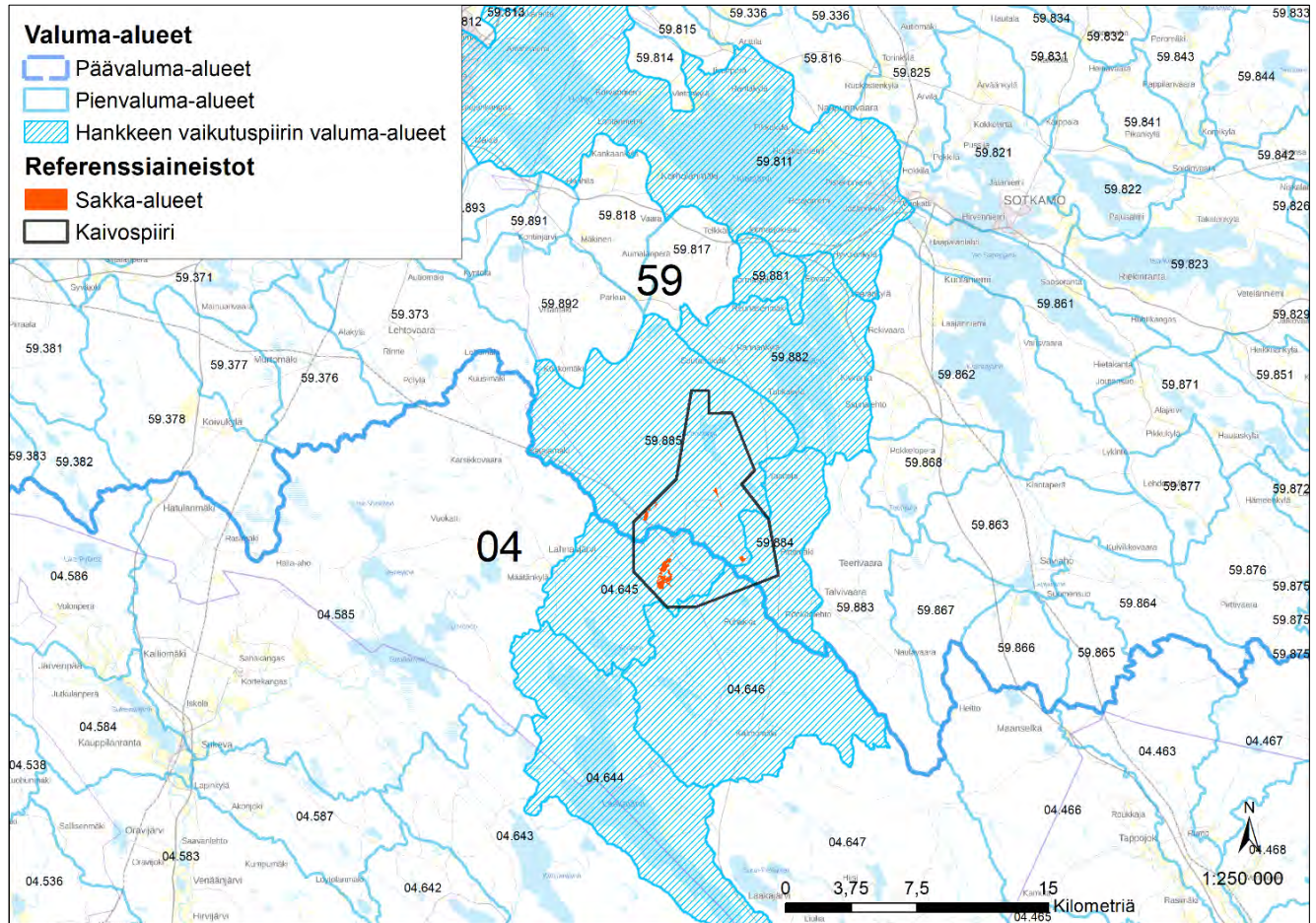


Kuva 28. Sähkönjohtavuus Rehja-Nuasjärven tarkkailupisteiden päänlys- ja alusvedessä tarkkailujaksolla 2008-2019 (Ramboll 2020).

Kalastuskirjanpidon mukaan tärkeimmät saalisajit Nuasjärvellä ovat kuha ja hauki (Pöyry Finland Oy 2016a). Kuha-kanta on vahvistunut istutusten myötä, ja sen verkkoyksikkösaalit ovat olleet 2010-luvulla kohtalaisia. Kuha lisääntyy Oulujärvellä nykyisin luontaisesti, ja todennäköisesti se tekee samoin myös Nuasjärvellä. Haukikanta on ollut Nuasjärvellä vuosittain varsin tasainen; sen yksikkösaalit ovat olleet pieniä. Siikakannat ovat heikentyneet Oulujärvellä ja sen reiteillä 1990-luvulta lähtien, ja ne ovat nykyisin heikkoja. Nuasjärvellä siikakanta ja taimenkanta on pääosin istutusten varassa, mutta istutustulokset ovat olleet heikkoja molempien osalta. Nuasjärven muikkukanta on ollut heikko jo useita vuosia.

Nuasjärvellä on tehty verkkokoekalastuksia v. 2011, 2015 ja 2016 (Määttänen 2015, Ramboll Finland Oy 2016 ja 2017). Kalasto koostui pääasiassa ahvenesta ja särjestä, joiden yhteisosuus oli noin 50–90 %. Siikaa ja muikkua saatiin vain satunnaisesti. Verkkokoekalastusten perusteella kalasto on runsas ja särkikalavaltainen (yli 60 % särkikalaja).

Kaivoksen alueelta vanhoja purkureittejä pitkin juoksutetut vesimäärät ovat olleet Nuasjärven purkuputken käyttöönoton jälkeen hyvin vähäisiä. Purkuputken käyttöönottovuonna 2016 vanhoja purkureittejä pitkin johdettujen vesien määrä laski selkeästi vuosien 2014 ja 2015 tasosta ja vuosien 2017-2019 aikana vesiä juoksutettiin ympäristöön näitä reittejä pitkin lähinnä Latosuon laskeutusaltaan kautta hyvin pieniä määriä. Vuoksen suuntaan vesiä ei vuosien 2017-2019 aikana johdettu lainkaan. Vuosi 2020 oli hyvin runsassateinen ja tällöin Terrafame Oy johti purkuvesiä myös Vuoksen vesistön suuntaan kaivoksen ympäristöluvan mukaisten kuormituskiintiöiden puitteissa kyetäkseen vastaamaan lisääntyneeseen kaivosalueelta muodostuneiden kuivatusvesien käsittelytarpeeseen.



Kuva 29. Valuma-aluejako ja pintavedet Terrafamen kaivospiirin alueella ja sen ulkopuolella. Oulujoen valuma-alue osoitettu numerolla 59 ja Vuoksen valuma-alue numerolla 04.

5.5 Kasvillisuuden ja luontotyyppien yleispiirteet

Kaivospiiri sijaitsee kasvimaantieteellisesti keskiboreaalisisä vyöhykkeessä, Kainuun vaaraksoon kuuluvan letto- ja lehtokeskuksen alueella. Kaivospiirin alueesta noin kolmannes on kaivostoiminnan käytössä. Alueen metsät ovat seudulle tyypillisesti pääosin metsätaloustaloudessa ja kaivospiirin alueella esiintyykin runsaasti eri ikäisiä taimikoita sekä hakkuualoja. Metsäkasvillisuus vaihtelee kallioiden lakialueiden kuivista mäntykankaista rinteiden ja painanteiden tuorekankaiden kuusikoihin. Vaarojen rinteillä esiintyy myös paikoin lehtomaisen kangastyyppien reheviä metsiä sekä lehtolaikkuja. Maaston painanteissa esiintyvät korpi- ja rämemaat ovat pääosin ojitettuja (Ramboll Finland Oy 2018).

Suomen suoaluejaossa kaivospiiri lukeutuu Pohjanmaan-Kainuun aapasuoalueelle ja edelleen Suomenselän sekä Pohjois-Karjalan aapasoiden alueelle (Ramboll Finland Oy 2018).

5.6 Eliöstö

Liito-oravan esiintymistä on seurattu lajin aiemmin havaituilla asutuilla ydinalueilla ja lajin kannalta potentiaalisilla elinalueilla vuosittain 2008-2010 sekä vuosina 2013 ja 2018. Liito-orava on EU:n luontodirektiivin liitteen IV(a) laji. Luonnonsuojelulain mukaan tällaiseen eläinlajiin kuuluvien yksilöiden lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on kielletty. Seurannassa on havaittu, ettei kaivostoiminnalla ole ollut vaikutuksia liito-oravan ydinalueisiin. Tarkkailtavien alueiden määrä on vähentynyt kaivostoiminnan käynnistymisen jälkeen 22 alueesta yhdeksään, sillä pohjoisella kaivospiirin osalla ei ole tehty toimenpiteitä. Kaivospiirin sisäpuolella sijaitsevia potentiaalisia liito-oravan ydin- ja elinalueita kartoitetaan nykyisen seurantaohjelman ulkopuolisilta alueilta kesällä 2021.

Kaivosalueen ulkopuolisilla havaintopaikoilla liito-oravien elinalueisiin ovat vaikuttaneet lähinnä yksityisten metsien hakkuut. Vuoden 2018 seurannan tulosten mukaisesti kaikki vuonna 2013 potentiaalisiksi tai asutuiksi elinympäristöiksi luokitellut alueet olivat säilyneet ennallaan ja näistä kolme todettiin papanahavaintojen perusteella liito-oravan nykyiseksi elinympäristöksi.

Vuonna 2018 toteutettiin myös erillinen suunnitellun sekundääriliuotusalueen laajennusalueen liito-oravaselvitys. Selvityksessä ei havaittu merkkejä liito-oravan esiintymisestä alueella, mutta alueella esiintyy varttunutta kuusimetsää, joka on arvioitu potentiaalisesti liito-oravan ydinalueeksi. Alue käytiin läpi uudelleen keväällä 2021, eikä siellä havaittu liito-oravia.

Myös lepakot kuuluvat EU:n luontodirektiivin liitteessä IV (a) lueteltuihin tiukkaa suojelua vaativiin lajeihin, joten luonnonsuojelulain 49 §:n kiellot koskevat niitä. Lepakkotarkkailua on tehty vuosina 2008, 2010, 2013 ja 2018 kaivospiirin alueen potentiaalisilla esiintymis- ja lisääntymisalueilla. Vuonna 2013 tarkkailussa tehtiin näkö- ja äänihavaintoja viiksisiipin (*Myotis mystacinus/brandti*) esiintymisestä. Yksilö saalisti vanhan rakennuksen läheisyydessä. Vuosien 2008 ja 2009 tarkkailuissa tehtiin näkö- ja äänihavaintoja pohjanlepakon (*Eptesicus nilsoni*) esiintymisestä. Vuoden 2018 tarkkailussa tehtiin havaintoja pohjanlepakosta Kolmisopin, Hakosen sekä Rasvämäen alueella. Seuraavan kerran lepakkotarkkailu tehdään vuonna 2024. Täydentävää lepakkotarkkailua tehdään vuonna 2021 kaivospiirin pohjoisosassa sekä yhdessä autiotalossa tulevan KL1-sivukivialueen vaikutusalueella.

Vuonna 2018 toteutettiin lisäksi suunnitellun sekundääriliuotusalueen laajennusalueen lepakkoselvitys, jossa arvioitiin mahdollisten lepakoiden elinympäristöjen sijoittumista alueelle kartta- ja ilmakuvatarkastelun avulla. Potentiaalisiksi saalistusmaastoiksi arvioitiin selvityksessä alueen vesistöjen ranta-alueet (kunnostettavista alueista Haukilampi ja Kärsälampi) sekä metsien reunat ja tiet. Selvitysalueen metsässä ei liito-oravaselvityksen yhteydessä havaittu potentiaalisia lepakoiden lisääntymis- ja levähdyspaikoiksi soveltuvia kolopuita tai muita kohteita.

Kaivospiirin alue sijoittuu Laakajärven susireviirille, jossa susihavaintoja on tehty ainakin vuosina 2019 ja 2020. Reviiri on kooltaan 1520 km² ja se on rajattu kahden reviiriä asuttavan GPS-pantasuden liikkeiden perusteella.

Liito-oravan, lepakoiden ja suden lisäksi nykyisen kaivospiirin alueella potentiaalisesti esiintyviksi luontodirektiivin IV(a) liitteen lajeiksi on arvioitu saukko, viitasammakko sekä Kainuun vaara-alueelle tyypilliset suurpedot karhu, ahma ja ilves (Pöyry Finland Oy 2014).

Saukko on luokiteltu Suomessa silmälläpidettäväksi (NT) lajiksi. Saukko viihtyy kaikenlaisissa vesistöissä ja sen elinpiirit voivat olla laajoja, jopa useita kymmeniä kilometrejä vesireittejä. Saukko on ympäri vuoden riippuvainen sulista virtapaikoista, joten purkuputkilinjalla sijaitsevista virtavesistä Jormasjoki on arvioitu saukolle soveltuvaksi elinympäristöksi. Yleispiirteisessä tarkastelussa ei ole havaittu, että alue olisi saukon aktiivisessa käytössä. Muut purkuputkilinjan virtavedet ovat liian pieniä, vähävetisiä ja virtaamaltaan heikkoja saukon elinympäristöksi (Ramboll Finland Oy 2014).

Kaivospiirin laajennusalueelta ja sen lähiympäristöstä kartoitettiin viitasammakoiden mahdollista esiintymistä keväällä 2011 yhteensä 15 eri lammelta, jotka olivat elinympäristön perusteella viitasammakon esiintymisen kannalta mahdollisiksi kohteiksi arvioituja (Eurofins Ahma 2018). Selvityksen yhteydessä ei havaittu yhtään viitasammakkoita, mutta sen sijaan tavallisia ruskosammakkoita ja rupikonnia havaittiin paikoin runsaasti. Vuonna 2020 viitasammakkokartoitus toistettiin kaivospiirin laajennusalueella, mutta edelleenkaan alueelta ei tavattu viitasammakkoita, ainoastaan tavallisia ruskosammakkoita ja rupikonnia. Kortelampi puolestaan on voimakkaasti tuotannollisesti säännöstelty lampi, jossa on aiemmin ollut varastoituneena käsittelyä vaativaa vettä. Viitasammakoiden esiintyminen Kortelammella on epätodennäköistä. Loppusijoitusalue VE2 eteläpuolella sijaitsee lampareita, jotka voivat potentiaalisesti olla viitasammakolle soveltuvia lisääntymisalueita.

Vesienkäsittelysakkujen kunnostus- tai loppusijoitusalueiden ei arvioida olevan myöskään linnustolle sopivia pesimäalueita.

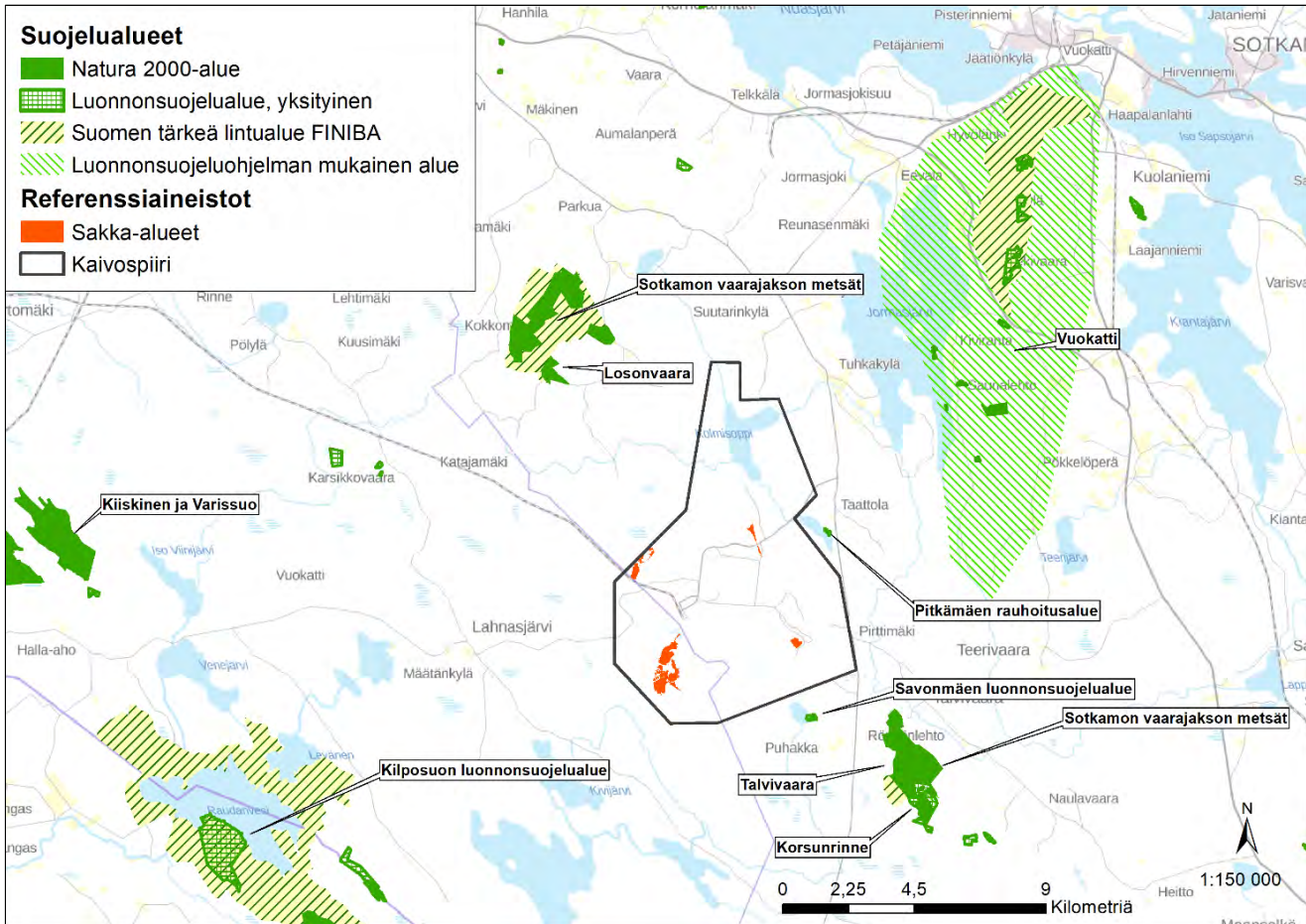
Kortelammen osalta on kartoitettu kasvillisuus ja luontotyytit vuonna 2004 (LVT 2004). Alue koostui puron ympäristön saraluhdasta ja isovarpurämeestä. Kartoituksessa havaittiin vesikasveja raatetta, pullosaraa ja jouhisaraa. Rannalla havaittiin kurjenjalkaa, terttualpia, suoputkea, luhtavillaa, siniheinää, luhtakastikkaa, tupasvillaa,

vaalearahkasammalta sekä jokasuonrahkasammalta. Kartoituksessa ei löydetty luonnonsuojeluasetuksessa mainittuja lajeja. Kortelampea on sittemmin voimakkaasti muutettu, mikä on todennäköisesti vähentänyt ainakin vesikasvilajistoa.

Kaivospiirin alueella esiintyy erittäin uhanlaiseksi (EN) luokiteltua rotkokehräjäkälää (*Lecanora epanora*) sivukivialueen KL2 keskiosilla. Suomesta tunnetaan vain 12 lajin esiintymispaikkaa. Laji on luonnonsuojeluasetuksella erityisesti suojeltava laji, jonka esiintymispaikan hävittäminen tai heikentäminen on luonnonsuojelulain nojalla kielletty ja vaatii poikkeuslupan. Terrafame on hakenut lupaa rotkokehräjäkälän siirtoistutukselle ELY-keskuksesta.

5.7 Natura 2000 -alueet ja suojelualueet

Hankkeen lähialueella ei sijaitse Natura 2000 -verkostoon kuuluvia alueita. Lähin Natura-alue on noin 1,9 kilometrin etäisyydellä kaivospiirin rajasta kaakkoon sijaitseva Talvivaara (FI1201010). Lisäksi luoteessa sijaitsee Losonvaaran Natura-alue, joka on arvokkaiden metsien suojelualue. Kaivospiirin läheisyydessä sijaitsee kaksi yksityistä luonnonsuojelualuetta. Lähempänä kaivospiiriä sijaitsee määrääikainen rauhoitusalue Pitkämäen rauhoitusalue (MRA230812) noin 580 metrin etäisyydellä kaivospiirin itäpuolella. Savonmäen luonnonsuojelualue (YSA207793) sijaitsee kaivospiirin kaakkoispuolella noin 860 metrin etäisyydellä. Suomen tärkeisiin lintualueisiin (FINIBA) kuuluva Sotkamon vaarajakson metsät (820191) sijaitsee kaivospiiristä noin 1,9 kilometrin etäisyydellä kaakossa. Kaivospiirin alueelta kaakkoon sijaitsevalla Korsurinteen suojelualueella on Natura-alueen (FI1200621), yksityisen luonnonsuojelualueen (YSA2052656), luonnonsuojeluohjelman (AMO110541, vanhojen metsien suojeluohjelma) sekä FINIBA-alueen (Sotkamon vaarajakson metsät) -statukset. Lisäksi kaivospiirin rajalta noin 3,7 kilometriä koilliseen sijaitsee luonnonsuojeluohjelman mukainen Vuokatin suojelualue (AMO110139, vanhojen metsien suojeluohjelma/MAO110131 Maisemakokonaisuudet) (Kuva 30). Mainitut Natura-alueet on suojeltu erityisten suojelutoimien alueina (SAC-alueet). Niillä toteutetaan luontotyyppien ja lajien kannalta tärkeitä suojelutoimenpiteitä.



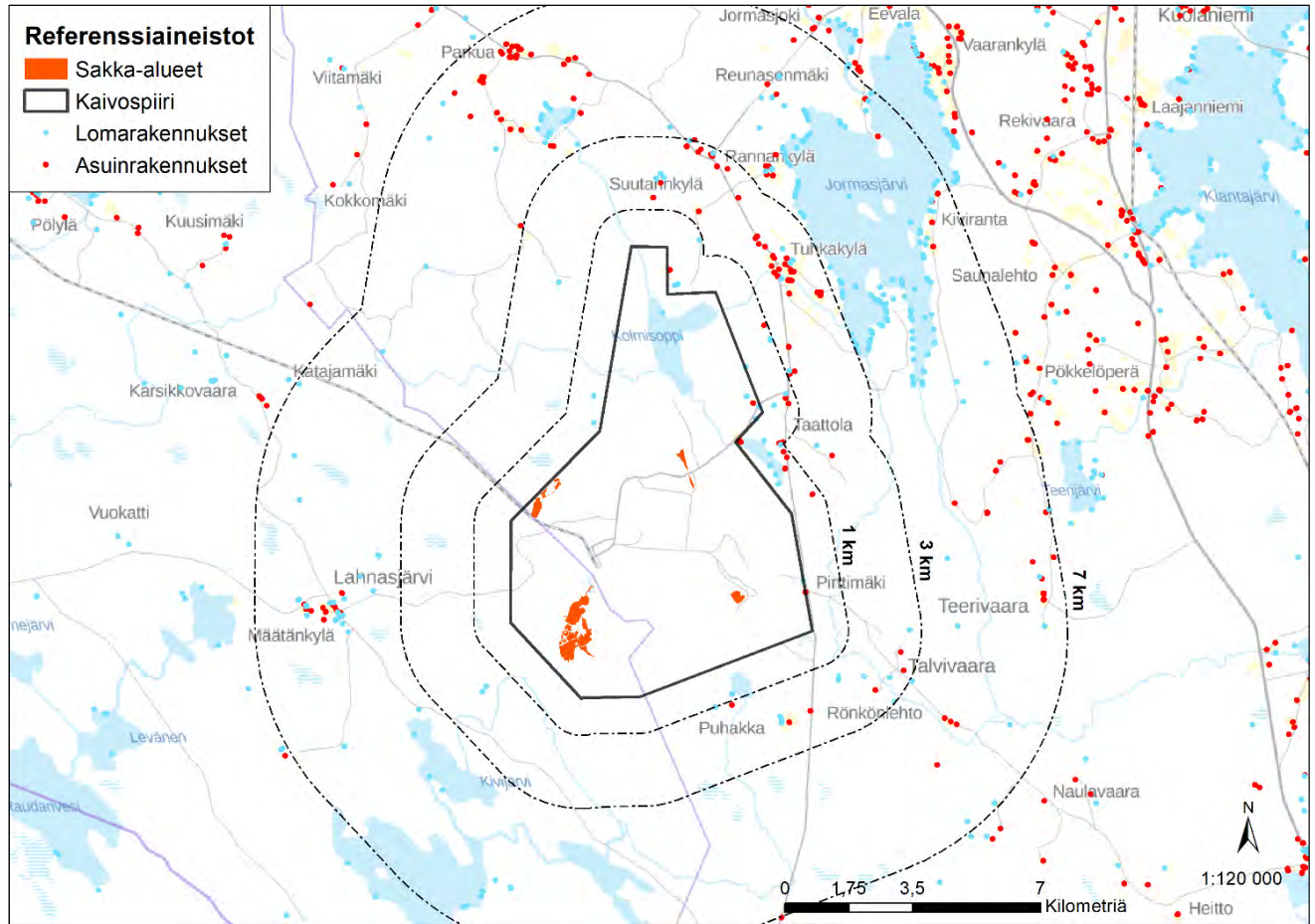
Kuva 30. Terrafame Oy:n kaivoksen lähialueen Natura 2000-verkostoon kuuluvat ja muut suojelualueet.

5.8 Asutus, väestö ja virkistys

Terrafamen kaivosalue sijoittuu noin 25-30 kilometriä Kajaanin keskustasta kaakkoon ja 20-25 kilometriä Sotkamon keskustasta lounaaseen (Kuva 1). Kaivosalueen kokonaispinta-ala on noin 62 km². Kaivosalueen lähellä ei ole asuinalueita eikä teollisuuskeskittymiä. Kaivosalueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole tuotantokäytössä olevia peltoalueita. Lähimmät asuintalot sijaitsevat noin kahden kilometrin päässä. Lähin asutuskeskus, Tuhkakylä, sijaitsee noin seitsemän kilometrin etäisyydellä kaivoksesta.

Terrafamen kaivospiiriä ympäröi maaseutualue, jossa asutusta on harvakseltaan. Loma-asutusta on järvien rannoilla, erityisesti Jormasjärven rannoilla. Varsinaisia asutuskeskittymiä ei kaivoksen lähialueilla ole. Asuin- ja lomarakennukset on esitetty etäisyysvyöhykkeittäin kuvassa 15. Lähimmät kylät ovat Tuhkakylä (koillisessa noin 1,8 kilometrin etäisyydellä kaivospiirin rajasta), Vaarankylä (kaakossa noin 8,8 kilometriä kaivospiiristä rajasta) ja Lahnasjärven kylä (lännessä noin 5 kilometrin etäisyydellä kaivospiirin rajasta). Kilometrin etäisyydellä kaivospiirin rajasta sijaitsee paikkatietotarkastelun perusteella 14 vakituksessa käytössä olevaa asuinrakennusta ja 24 lomarakennusta. Näistä Terrafame Oy omistaa yhden asuinrakennuksen ja 7 lomarakennusta.

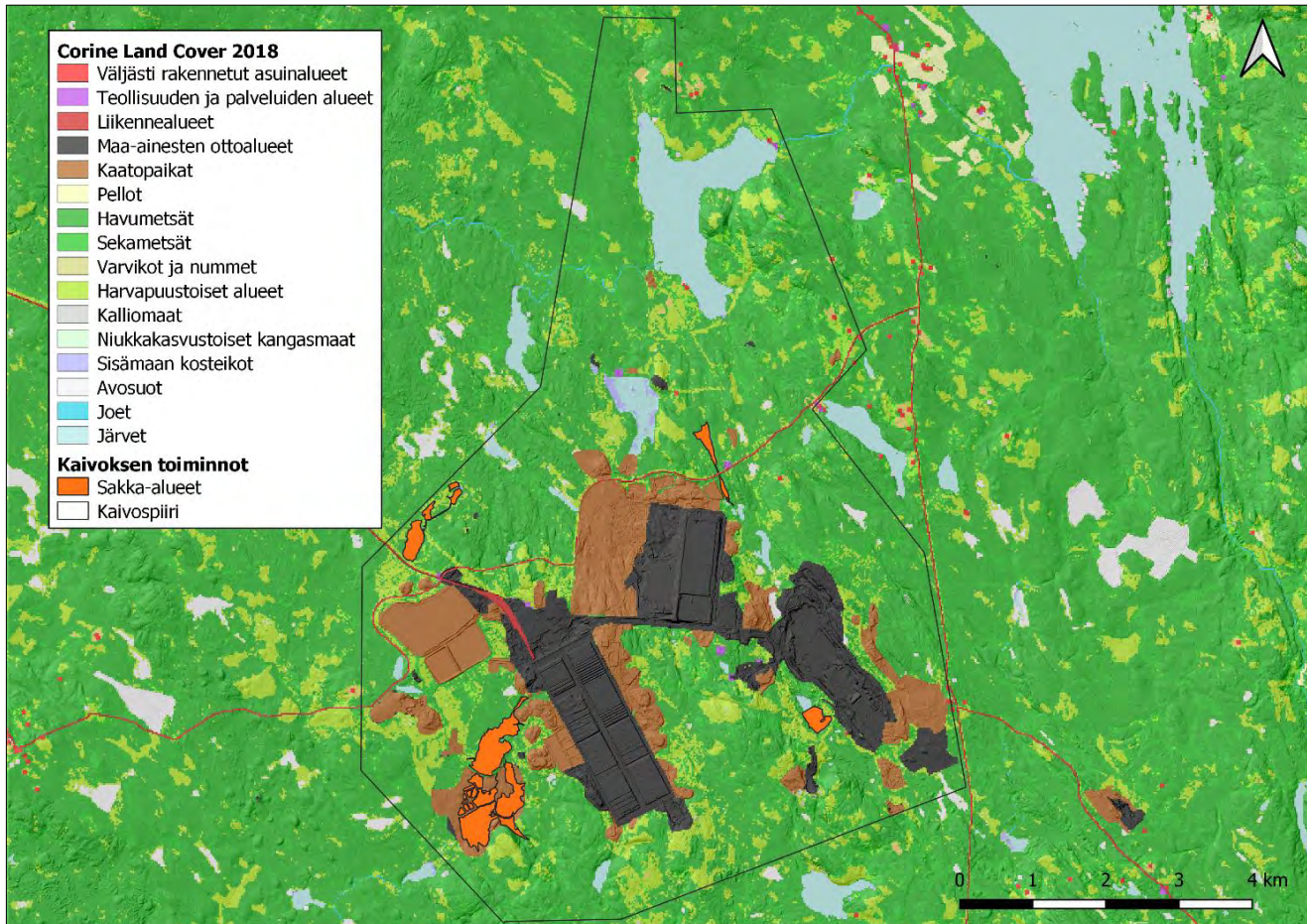
Terrafamen kaivosalueen lähialueella sijaitsevien järvien rannoilla on niin vakituista kuin vapaa-ajan asutustakin (Kuva 31). Lähin asutus sijaitsee kaivospiirin välittömässä läheisyydessä Hakosen rannalla noin 75 metrin etäisyydellä kaivospiirin rajasta, Sorsalan kiinteistön alueella kaivospiirin sisäpuolella sekä Metsäpirtin kiinteistön alueella Kolmisopen pohjoispuolella noin 250 metrin etäisyydellä kaivospiirin rajasta. Terrafamen käytössä on rekisteri ranta-alueiden kiinteistönomistajista. Rekisterin mukaan vaikutuspiirin rantakiinteistöjen omistajia on 927. Kiinteistönomistajat käyttävät vesistöjen vesiä esimerkiksi pesuvetenä, löylyvetenä, uimisessa, veneilyssä ja kalastuksessa. Maisema-arvo ja virkistysarvo liittyvät kiinteistöjen omistukseen ja käyttöön. Jormasjärven, Nuasjärven sekä Iso-Sapsojärven ranta-alueilla on myös matkailutoimintaa ja mökkivuokrausta sekä leiritoimintaa.



Kuva 31. Asuin- ja lomarakennukset kilometrin, kolmen kilometrin ja seitsemän kilometrin vyöhykkeittäin kaivospiirin lähialueilla. Lähde: Maanmittauslaitos, maastotietokanta 2017.

5.9 Maankäyttö

Kaivospiirin lähialueet ovat pääasiassa havumetsiä sekä harvapuustoisia alueita (Kuva 32). Alueella on vesistöjä sekä joitakin pienipiirteisiä peltoalueita. Tyypillisiä ovat myös avosualueet. Kaivoksen lähialueilla on myös turvetuotantoa, kaivostoimintaa sekä Terrafamen kaivoksen toiminnasta erillisiä kaatopaikkoja.



Kuva 32. Kaivospiirin ja lähialueen maankäyttö Corine Land Cover 2018 -aineiston kolmannen tason mukaan luokiteltuna. Taustalla Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistosta johdettu vinovalomalli kuvaamassa maanpinnan muotoja.

5.10 Muu luonnonvarojen hyödyntäminen

Metsä- ja suoalueiden luonnonvaroja hyödynnetään monipuolisesti perinteisen metsätalouden ohella. Alueella on jonkin verran soita. Näiden hyödyntäminen liittyy paitsi turvetuotantoon myös niihin liittyviin virkistysarvoihin ja muihin ekosysteemipalveluihin. Kaivospiirin läheisyydessä sijaitsevat Raiskiosuon, Naurissuon ja Veneheiton-suon turvetuotantoalueet. Kaivospiirin rajalta noin 10 kilometriä pohjoiseen sijaitsevat Elementis Mineralsin Lahnaslammen talkkikaivokset.

5.11 Maisema

Kaivosalueen merkittävimmät maisemavaikutukset ovat aiheutuneet maaläjityskasoista, bioliuotusaumoista ja avolouhoksesta. Lukuisat mäet ja vaarat ympäröivät kaivosaluetta, mikä lieventää toiminnan maisemavaikutuksia kauemmas. Tie Lahnasjärvelle kulkee kaivospiirin läpi, ja tiellä kaivostoiminnan vaikutus näkyy selkeästi.

Vuokatin maisema-alue (MAO110131) sijaitsee lähimmillään noin 4 kilometrin päässä kaivospiiristä itään. Kyseinen maisema-alue on valtakunnallisesti arvokas ja edustaa Kainuun vaaraseudun jylhää vaara- ja vesistömaisemaa. Vaarojen rinteillä olevat pienet pellot, kylät ja yksittäiset asumukset elävöittävät metsäistä maisemakuvaa. Rinteiden laajat avohakkuut ovat pahimpia alueen maisemavaurioita. Vaara-alueella on huomattavia korkeuseroja ja vaihtelevia pinnanmuotoja.

Valtakunnallisesti arvokas Naapurinvaaran maisema-alue (MAO110124) sijaitsee Nuasjärven pohjoispuolella.

5.12 Kulttuuriympäristö

Kulttuuriympäristöllä tarkoitetaan ympäristöä, joka on syntynyt ihmisen toiminnasta tai ihmisen ja luonnon vuorovaikutuksesta. Kulttuuriympäristöön kuuluvat rakennusperintö, kulttuurimaisema sekä muinaisjäännökset, ja se voi käsittää niin aluekokonaisuuksia kuin yksittäisiä kohteitakin. Osa maamme kulttuuriympäristöistä on määritelty arvokkaiksi ja osa suojeltu.

Tässä työssä on huomioitu kaivoksen välittömään läheisyyteen tai mahdolliseen näköyhteyteen sijoittuvat valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet ja rakennetut kulttuuriympäristöt, valtakunnalliset tai maakunnalliset rakennusperintökohteet sekä kiinteät muinaisjäännökset. Maisema-alueiden ja rakennettujen kulttuuriympäristöjen osalta arvioidaan kaikki kaivoksesta noin kahdenkymmenen kilometrin etäisyydelle sijoittuvat kohteet.

Tuhkajoen rannalla kaivospiirin itäpuolella sijaitsee Kainuun (Huovilan) Puromyllyn alue, joka on valtakunnallisesti arvokas kulttuurihistoriallinen kohde. Valtakunnallisesti arvokas perinnemaisema Puhakan laitumet sijaitsee noin 1,5 km kaivosalueesta etelään.

Nuasjärven koillis- ja pohjoisrannalla sijaitsee valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt (RKY 2009) Naapurinvaaran kylä ja Korvanniemen kylä yli 10 km päässä koillisessa. Eteläisen vesienjohtamisreitillä varrella Kiltuanjärven ja Haapajärven välillä sijaitsee valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö (RKY 2009) Savon järvimalmiruukit noin 18 km kaivospiirin rajasta lounaaseen.

Kaivoksen itä-koillis- ja pohjoispuolella sijaitsee useita kulttuuriympäristöohjelman rakennuskulttuurikohteita ja perinnemaisemia noin 10 km säteellä. Kaivosalue sijaitsee kulttuuriympäristöohjelman kylän 14 Talvivaara-Tuhkakylän alueella. Alueella on vahva vanhan Talvivaara-kaivoksen historia. (Kainuun ympäristökeskus 2008)

Nykyisen kaivospiirin alueelta löytyi kesällä 2020 toteutetuissa selvityksissä 5 muinaisjäännöskohdetta ja yksi kulttuuriperintökohde. Näistä kaikki sijaitsivat Kaivospiirin pohjoisosissa, lähellä Kolmisopen järviällä. Lisäksi nykyisen kaivospiirin ulkopuolelta suunnitellulta laajennusalueelta löydettiin useita ennestään tuntemattomia muinaisjäännös- tai kulttuuriperintökohteita (tervahautoja ja vanhan talon perustukset). Kaivospiirin länsirajan lähellä sijaitsee myös Linnakallion kiinteä muinaisjäännös. Nuasjärven rannoilla ja saarissa sijaitsee useita muinaisjäännöksiä. Yksittäisiä muinaisjäännöksiä on myös Jormasjärven rannalla ja Kivijoessa.

5.13 Ilmanlaatu ja ilmasto

Sotkamon kaivosalue kuuluu keskiboreaaliseen ilmastovyöhykkeeseen, ja sen ilmastossa näkyy mantereisuus. Kainuu on Suomen lumisimpia alueita lukuun ottamatta Oulujärven ympäristöä. Lumipeite on maassa pitkän ajan keskiarvon mukaan lokakuun lopusta huhtikuun loppuun (Ilmatieteen laitos 2012).

Kajaanin keskilämpötila vuosina 2010–2019 on ollut Petäisenniskan havaintoasemalla 3,2 °C. Vuoden keskilämpötila on ollut 2,0 °C vuosina 1981–2010. Lämpötilojen erot johtuvat normaalia leudommista talvista 2010-luvulla.

Kajaanin Petäisenniskan Ilmatieteenlaitoksen säähavaintoaseman keskimääräinen sademäärä vuosina 2014–2019 on ollut noin 425 mm vuodessa. Vuosikeskiarvoa painavat alaspäin eritoten vuosien 2018 ja 2019 kuivat kesät, jolloin vuotuiset sademäärät olivat 239 mm ja 370 mm. Kaivoksen oman säähavaintoaseman mittaustulokset ovat olleet huomattavasti suurempia: v. 2018 595 mm ja v. 2019 708 mm.

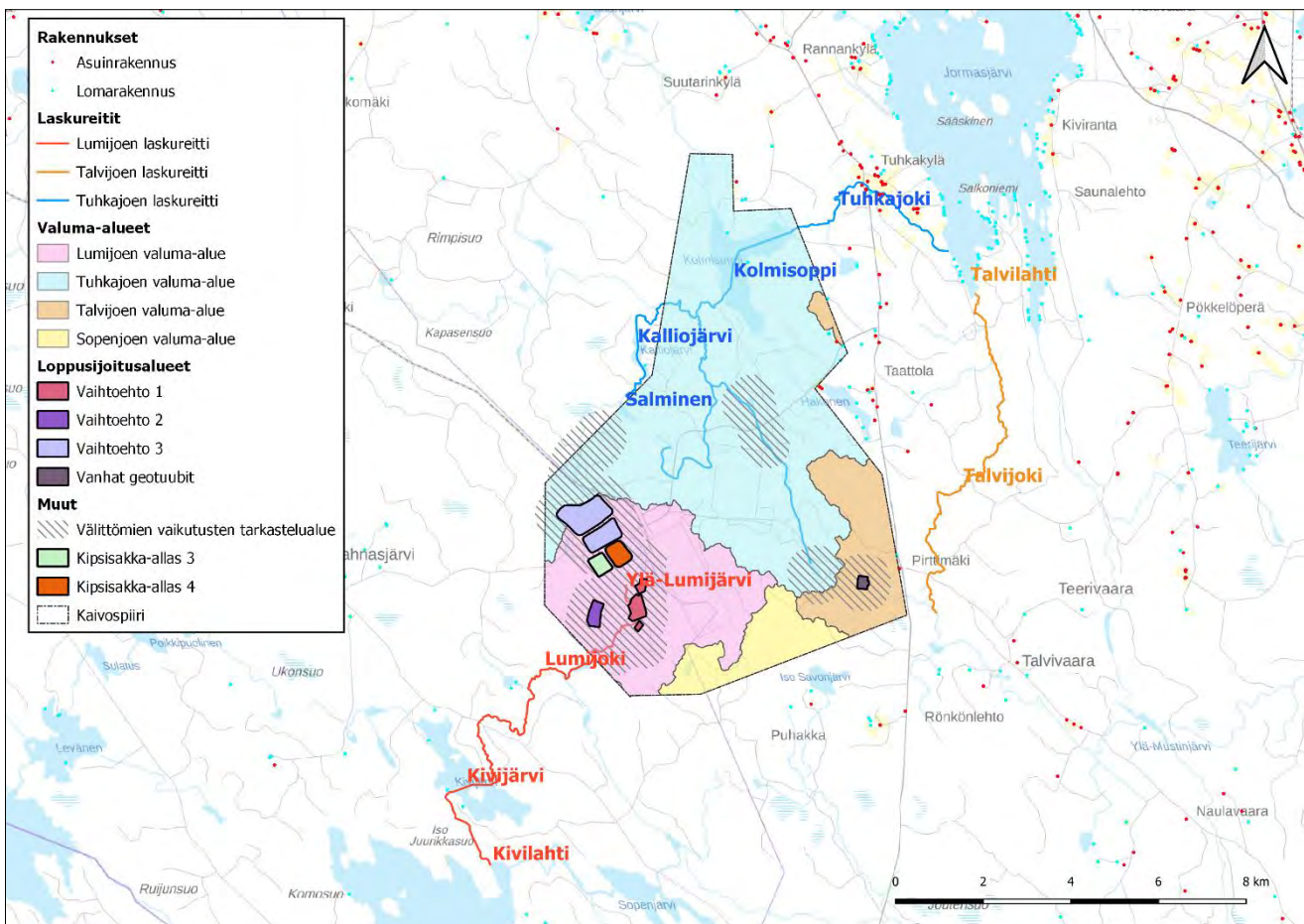
Kaivoksella on aiemmin ollut oma sääasema, joka mittasi tuulen nopeutta ja suuntaa. Viime vuosina asemalla on mitattu sadantaa ja ympäristötarkkailujen raportoinnissa on hyödynnetty myös Sotkamon Kuolaniemen säähavaintoaseman tietoja. Havaintoasema sijaitsee noin 20 kilometriä kaivoksesta koilliseen. Aseman säätietojen mukaan alueella vallitsevat tuulensuunnat ovat etelä, eteläkaakko, luode ja länsiluode.

6 VAIKUTUSALUE JA ARVIOINTIMENETELMÄT

6.1 Vaikutusalueen raja

Ympäristövaikutuksia arvioitiin vaikutusalueella, joka rajautui vesistövaikutusten osalta nykyisten ja suunniteltujen sijoituspaikkojen pinta- ja pohjavesien valuma-alueiden perusteella ja edelleen muiden välittömien vaikutusten (esim. pölyäminen, melu) osalta maksimissaan 500 metrin etäisyydelle operointipaikasta. Välittömien vaikutusten arviointialueet sijaitsevat osittain nykyisen kaivospiirin ulkopuolella, mutta kokonaisuudessaan Kolmisopen YVA-menettelyn yhteydessä esitetyllä kaivospiirin laajennusalueella. Yhteiskunnallisten vaikutusten osalta arvioinnissa sovellettu vaikutusalue oli tätä laajempi. Hankkeen vaikutusalueen raja pinta- ja pohjavesivaikutusten sekä välittömien vaikutusten osalta on esitetty alla (Kuva 33).

Useimmat arvioinnissa tarkasteltavat vaikutukset ovat suoria ja rajoittuneet hankealueen välittömään läheisyyteen, eikä näiden yhteydessä ollut tarpeen ulottaa tarkastelua kovin kauas varsinaisesta hankealueesta. Näiden vaikutusten yhteydessä tarkasteltavan alueen rajauksen laajuutena sovellettiin kaivospiirin käyttöön Kainuun maakuntakaavassa 2020 rajattua aluetta vahvistettuna 500 metrin varovyöhykkeellä. Vesienkäsittelysakkujen välivarastoaltaiden kunnostuksesta, sakkamateriaalin siirrosta ja loppusijoituksesta aiheutuvien välittömien paikallisten vaikutusten ei arvioida ulottuvan tämän alueen ulkopuolelle siinä määrin, että niiden vaikutus olisi erotettavissa kaivoksen normaalitoiminnan vaikutuksista. Tarkemmat vaikutusalueet määritettiin arvioinnin edessä tapauskohtaisesti, sillä erityyppiset vaikutukset rajautuvat eri tavoin.



Kuva 33. Hankkeesta aiheutuvien suorien paikallisten vaikutusten (500 m vyöhykkeet hankealueilta ulospäin) sekä vesistövaikutusten tarkastelualueet. Kartalla esitetty myös lähimmät asuin- ja lomarakennukset.

Erikseen arvioinnin yhteydessä määriteltäviä tarkastelualueita olivat hankkeen pinta- ja pohjavesivaikutusten alueiden laajuudet. Pinta- ja pohjavesien virtaussuunnat ja purkupisteet vaihtelevat hankealueella mm. pinnanmuotojen mukaisesti ja näin ollen tarkasteltavan alueen raja oli tehtävä niiden yhteydessä tapauskohtaisesti.

Vesistövaikutuksen tarkastelurajauksena käytettiin kaakkoon laskevien vesien osalta Kivilahtea Laakajärvestä (laskureitti Ylä-Lumijärvi – Lumijoki – Kivijärvi – Kivijoki – Kivilahti). Kivilahdesta järven muuhun vesimassaan sekoittuessaan purkuveden pitoisuudet laimenevat viimeistään. Koilliseen laskevien purkuvesien osalta tarkastelurajauksena käytettiin Talvilahtea Jormasjärvestä (laskureitti Salminen – Kalliojärvi -Korentojoki – Kolmisoppi – Tuhkajoki – Talvilahti sekä Talvijoen laskureitti). Sopenjoen valuma-alueella ei sijaitse vesienkäsittelysakkojen kunnostus- tai loppusijoitusalueita eikä sille myöskään suuntaudu näiltä pohjavesivaluntaa, joten siihen ei kohdistu vesistövaikutuksia.

6.2 Selvitettävät ympäristövaikutukset

Ympäristövaikutuksilla tarkoitetaan tässä hankkeessa vesienkäsittelysakkojen loppusijoittamisen aiheuttamia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia ympäristöön (Kuva 34). Vaikutusten arviointi käsittää vesienkäsittelysakka-alueiden kunnostuksen sekä varsinaisen loppusijoituksen aikaiset vaikutukset sekä loppusijoituksen pitkäaikaisvaikutukset perustuen riskinarviointiin.

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä tarkasteltiin hankkeen vaikutuksia kokonaisvaltaisesti ihmisiin, ympäristön laatuun ja tilaan, maankäyttöön ja luonnonvaroihin sekä näiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin YVA-lain ja -asetuksen edellyttämässä laajuudessa.

Kullakin YVA-hankkeella on omat, hankkeen luonteesta, laajuudesta ja sijainnista johtuvat tyypilliset myönteiset tai kielteiset vaikutuksensa, joihin YVA-prosessin yhteydessä kiinnitetään erityistä huomiota. Edellä esitetyt päätason arvioitavat vaikutukset tarkennetaan hankekohtaisesti. Ympäristövaikutusten arvioinnin pääpaino kohdennetaan todennäköisesti merkittäviin vaikutuksiin. Ympäristövaikutus tarkoittaa hankealueella tai sen lähiympäristössä sijaitsevan kohteen muuttumista hankkeen rakennusvaiheessa, käytön aikana tai käytöstä poiston eli purkamisen aikana.

Ympäristövaikutusten arviointi toteutetaan tavalla, jossa kuvataan ympäristövaikutuksen ilmeneminen ja arvioidaan muutoksen suuruutta verrattuna nykytilaan. Vaikutusten arviointi perustuu käytettävissä olevaan tietoon ympäristön nykytilasta, tehtyihin ja tehtäviin selvityksiin sekä mallinnuksiin.

Tässä hankkeessa ympäristövaikutusten arviointi kohdistettiin seuraaviin todennäköisesti merkittäviksi ennakoituihin vaikutuksiin:

- Vaikutukset maaperään ja pohjavesiin
- Vaikutukset pintavesiin
- Vaikutukset ilman laatuun



Kuva 34. YVA-lain mukaan arvioitavat ympäristövaikutukset.

6.3 Aihealuekohtaiset arviointimenetelmät ja arvioinnin epävarmuudet

Käytössä oleviin ympäristötietoihin ja vaikutusten arviointiin liittyy aina oletuksia ja yleistyksiä. Samoin käytettävissä olevat tekniset tiedot ovat vielä esisuunnitteluvaiheessa ja saatavilla olevien tai muodostettavien lähtötietojen tarkkuus vaihtelee. Myös hankkeen toteuttamiseen ja suunnitelmien etenemiseen liittyy epävarmuuksia.

6.3.1 Maankäyttö, elinkeinotoiminta ja valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Vaikutukset maankäyttöön, elinkeinotoimintaan ja valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin arvioitiin asiantuntijatyönä pohjautuen hanketietoihin, aiempiin selvityksiin ja kaava-aineistoihin. Arvioitaessa vaikutuksia maankäyttöön, vertailtiin toimintojen sijoittumista ja ilmenemismuotoja nykytilanteessa ja tulevaisuudessa vaihtoehtokohtaisesti. Maankäytön osalta arvioinnin ajallinen ulottuvuus ulotettiin pitkälle tulevaisuuteen kaivosalueen jälkikäyttövaiheeseen asti. Nyt käynnissä olevan Kolmisopen hyödyntämisen YVA-selvityksen mukaisesti kaivostoiminta voisi jatkua vuoteen 2080 asti, jonka jälkeen siirrytään jälkikäyttövaiheeseen. Elinkeinotoiminnan osalta arvioinnissa huomioitiin kunnostushankkeen vaikutukset rakentamisaikana ja potentiaalisten jälkikäyttövaihtoehtojen suhteen pitkällä aikavälillä.

Arvioinnin epävarmuudet ja oletukset

Vaikutukset maankäyttöön ja elinkeinotoimintaan ulottuvat pitkälle tulevaisuuteen, koska hankkeessa syntyy pysyviä jätealueita. Vaikutusten arvioitiin tuo epävarmuutta se, että tulevaisuuteen liittyviä päätöksiä alueen käytöstä ei olla vielä tehty, joskin mitä suurimmalla todennäköisyydellä alue tulee olemaan jatkossakin teollisuuden, energiantuotannon ja/tai logistiikan toimintojen käytössä.

6.3.2 Maisema ja kulttuuriympäristö

Maisema- ja kulttuuriympäristövaikutukset arvioitiin asiantuntijatyönä hyödyntäen paikkatietoanalyysijä sisältäen korkotasotarkastelun. Erityistä huomiota kiinnitettiin Vuokatin vaara-alueelta kaivospiirin suuntaan aukeaviin näkymiin. Loppusijoitusvaiheessa aiheutuvia maisemavaikutuksia tarkasteltiin paikkatietopohjaisen korkotasoihin perustuvan näkyvyysanalyysin avulla. Tarkastelun pohjana käytettiin Maanmittauslaitoksen tuottamaa 2 m resoluutioista digitaalista korkeusmallia vuodelta 2019 sekä Luonnonvarakeskuksen tuottamaa puuston korkeusaineistoa vuodelta 2017. Analyysi toteutettiin laskemalla AFRY Finland Oy:n (2020) vaarallisen jätteen kaatopaikan yleissuunnitelmassa määritetyn laskennallisen korkeuden avulla vastaavat korkeudet kaikille loppusijoitusvaihtoehdoille ja määrittelemälle näille näkyvyysalueet ympäröivässä maisemassa QGIS-paikkatieto-ohjelman versioon 3.12 sisältyvää *r.viewshed*-työkalua sekä R-ohjelman version 3.6.3 *raster*-pakettia ja sisäänrakennettuja laskennallisia algoritmeja hyödyntäen. Työssä määriteltiin ensin pelkkään korkeusmalliin pohjautuvat loppusijoitusalueiden näkyvyysalueet paikkatieto-ohjelmistoa hyödyntäen ja tämän jälkeen puuston peittovaikutus huomioitiin puuston korkeusaineistosta johdettua metsämaskia käyttäen maskeeraamalla näkyvyysalueet keskimäärin yli 2 m korkean puuston sisältävällä peitetasolla.

Arvioinnin epävarmuudet ja oletukset

Nopeat muutokset, kuten hankkeesta riippumaton maankäytön suunnittelu tai metsähakkuut saattavat vaikuttaa maiseman luonteeseen sekä hankkeeseen liittyvien rakenteiden näkyvyyteen. Vaikutusten merkittävyyden arvioimiseen liittyy subjektiivisuutta, koska hankkeesta aiheutuvien visuaalisten muutosten kokeminen on henkilöriippuvaista.

6.3.3 Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet

Vaikutuksia arvioitiin asiantuntijatyönä, joka pohjautui alueella tehtyihin selvityksiin, erityisesti Geologian tutkimuskeskuksen selvitykseen Talvivaaran kipsisakka-altaan vuodon pohjavesivaikutuksista, leviämisestä ja haitan arvioinnista (GTK 2014), hydrogeologiseen tutkimukseen (GTK 2020), sekä pohjaveden tarkkailutuloksiin. Lisäksi

sakkojen ja lietteiden haitta-aineiden kulkeutumista loppusijoitusrakenteiden tiiviyn mahdollisen heikkenemisen seurauksena tarkasteltiin laskennallisesti RISC 5 -laskentaohjelmalla. Laskentaohjelman laskentakaavat perustuvat ASTM:n (American Society For Testing and Materials) RBCA-standardiin (Risk Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites) sekä Yhdysvaltain ympäristöviraston US EPA:n standardeihin ja ohjeisiin. Laskennan lähtöoletuksia muokattiin vastaamaan kohdekohtaisia olosuhteita ja haitta-aineiden laboratoriossa määritettyjä ominaisuuksia.

Arvioinnin epävarmuudet ja oletukset

Tässä suunnitteluvaiheessa käytössä olleet sijoitusalueiden ja kipsisakka-altaan 4 suunnitellun sijoitusalueen maaperä- ja pohjavesitiedot ovat yleisluonteisia, mikä vaikuttaa myös arvion tarkkuuteen. Lisäksi laskennallinen tarkastelu on aina yksinkertaistus todellisuudessa vallitsevasta tilanteesta, johon liittyy laskentaparametrien oletusarvoihin liittyvää epävarmuutta.

6.3.4 Pintavedet ja vesiluonto

Vaikutukset pintavesiin ja vesiluontoon arvioitiin asiantuntijatyönä hyödyntäen päästölaskelmia, Terrafame Oy:n aikaisempia päästötarkkailuja sekä ajantasaista tutkimustietoa.

Arvioinnin epävarmuudet ja oletukset

Arvioinnissa oletettiin, että välivarastoaltaat tyhjennetään 50 % tilavuudestaan kunnostuksen kuivatusvaiheen yhteydessä. Edelleen oletettiin, että altailta pois johdettavan veden laatu ei täytä ympäristöön purkamisen laatu- ja ympäristönormeja, vaan se pumpataan kokonaisuudessaan käsiteltäväksi kaivoksen keskusvedenpuhdistamolle, ellei Pöyry Finland Oy:n laatimassa kunnostussuunnitelmassa (2021) ollut muuta mainittu. Lisäksi oletettiin, että keskusvedenpuhdistamon puhdistusteho vastaa hankkeen aikana vuosien 2017-2019 aikaista keskimääräistä puhdistustehoa. Vuonna 2016 keskusvedenpuhdistamo oli juuri otettu käyttöön eikä sen puhdistusteho tällöin vertautunut vuosien 2017-2019 mukaisiin lukemiin käyttöönottoon liittyvistä tekijöistä johtuen. Vuoden 2016 tarkkailutulokset jätettiin näin ollen pois hankkeen aiheuttamasta lisäkuormitusta laskettaessa. Esitetyt kuormitusmäärät perustuvat edellä esitettyihin laskennan ehtoihin ja oletuksiin ja ovat näin ollen suuntaa antavia. Todelliset kuormitusmäärät voivat poiketa arviossa esitetystä.

Vaikutustenarvioinnissa on oletettu, että vanhojen vesienkäsittelysakka-alueiden sakkojen poiston yhteydessä muodostuvat kuivatusvedet johdetaan sakka-alueiden kunnostussuunnitelmassa (Pöyry Finland Oy 2021) esitetyn mukaisesti käsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolle ja edelleen purkupuutteen pitkin Nuasjärveen. Tätä asetelmaa on käytetty lähtökohtana pintavesivaikutusten arvioinnissa. Terrafame Oy:llä on kuitenkin voimassa olevan ympäristölupansa mukaisesti oikeus juoksuttaa vesiä myös kaivoksen vanhoja purkureittejä pitkin Oulujoen ja Vuoksen vesistöjen suuntaan. Mikäli kuivatusvaiheessa laskeutusaltailta johdettavan veden laatu täyttää ympäristöön johtamisen mukaiset lupaehdot, voidaan näiden osalta hyödyntää myös edellä mainittuja vanhoja reittejä kaivoksen ympäristölupien mukaisten kuormituskiintiöiden puitteissa. Tällöin potentiaalisia vaikutuksia voisi aiheutua myös näiden laskureittien varrella sijaitseviin vesistöihin, mutta ne jäisivät todennäköisesti hyvin vähäisiksi, eikä niitä ole erikseen sisällytetty arviointeihin.

Kunnostettavista vesienkäsittelysakkojen välivarastoaltaista ei ollut saatavilla tilavuustietoja Pohjoisen Kuusilammen ja Härkälammen osalta, eikä näiden aiheuttamasta laskennallista kuormitusta kyetty näin ollen määrittämään. Kyseiset altaat ovat kuitenkin kooltaan selkeästi pienempiä kaikista kunnostushankkeen sisältämistä altaista ja vaikutusten arvioidaan näin ollen yltävän korkeintaan laskennassa käsitellyn Eteläisen Kuusilammen ja Tammalammen allaskokonaisuuden aiheuttamien vaikutusten tasolle.

6.3.5 Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet

Hankkeen vaikutukset kasvillisuuteen, eläimistöön ja suojelukohteisiin arvioitiin asiantuntijatyönä olemassa oleviin selvityksiin sekä paikkatietoanalyysiin perustuen. Arviointi toteutettiin kokonaisuudessaan työpöytäanalyysinä eli ympäristöasiantuntija ei vierailut arvioitavilla alueilla ja kohteissa.

Arvioinnin epävarmuudet ja oletukset

Arvioidut vaikutukset perustuvat olemassa oleviin selvityksiin ja näissä esitettyyn tietoon eivätkä näin ollen välttämättä vastaa täydellisesti hankealueen luonnon todellista tilaa. Kunnostus- ja loppusijoitushanke on myös kesoltaan varsin pitkä ja esimerkiksi lepakoiden ja liito-oravan esiintymistiedot saattavat muuttua sen kuluessa.

6.3.6 Liikenne

Vanhojen vesienkäsittelysakkojen välivarastoaltaiden kunnostus- ja sakkojen loppusijoitushankkeesta aiheutuvat liikennevaikutukset arvioitiin kuljetusten määränlaskelmaan ja asiantuntija-arvioon perustuen. Lähtötietoina hyödynnettiin Pöyry Finland Oy:n (2021) teettämässä kunnostussuunnitelmassa esitettyjä arvioita kunnostettavilta alueilta pois kuljetettavien jätejakeiden (sakka, turpeen sekainen sakka ja pilaantuneen maan ominaisuuksia sisältävä turve) määristä ja Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän (LIPASTO) mukaisia tietoja kuljetuksiin käytettävien maansiirtoajoneuvojen oletetusta tilavuus- ja kuormakapasiteetista. Todennäköiset kaivospiirin sisäiset kuljetusreitit määritettiin karttatarkastelun avulla. Näin tuotettuja tietoja kyettiin hyödyntämään myös luvussa 13. Oletuksena laskennassa oli, että kuljetukset toteutetaan hyödyntäen kaivosalueella käytössä olevia dumppereita, joiden hyötykuorma on 40 t.

Arvioinnin epävarmuudet ja oletukset

Hankkeesta aiheutuva liikenne on pitkälti riippuvainen loppusijoitettavan sakkamateriaalin ja rakenteisiin tarvittavien materiaalien määrästä ja sitä koskevat näin ollen sakkojen määräarvioon sekä luvussa 6.3.11 esitetyt rakennusmateriaalien laskennalliseen määrään liittyvät epävarmuustekijät.

6.3.7 Ilmanlaatu ja ilmasto

Hankkeen aiheuttamia ilmapäästöjen vaikutuksia ilmanlaatuun on arvioitu VNa38/2011 raja-arvojen ja VNp 480/1996 mukaisten ohjearvojen perusteella (taulukot Taulukko 18 Taulukko 19). Tämän mittaluokan kunnostushankkeella on vaikutusalueen ilmanlaadun kannalta merkittäviä vaikutuksia ainoastaan hengitettävien pienhiukkasten osalta, joten muita päästöjä (NO_x) ei ole arvioitu ilmanlaadun näkökulmasta.

Vaikutukset ilmastoon arvioitiin laskennallisesti mallinnetun liikennesuoritteen perusteella perustuen keskimääriin kuljetusmatkoihin. Päästölaskenta perustuu Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän (LIPASTO) kertoimiin (taajama, katuajo/Euro 6). Laskennassa on oletettu, että kuljetukset tehdään dumppereilla, joiden kuljetuskapasiteetti on 40 t.

Hiilidioksidiekvivalentit laskettiin myös kunnostus-, läjitys- ja loppusijoitustoiminnalle polttoaineen laskennallisen kulutuksen perusteella. Vaikutusten merkittävyys arvioitiin asiantuntija-arviona suhteessa kaivoksen kokonaispäästöihin ja päästövähennystavoitteisiin.

Epävarmuudet ja oletukset

Päästölaskelmat perustuvat olemassa olevaan tietoon ja oletuksiin massamääristä, kuljetusetäisyyksistä ja työvaiheiden työtunneista. Absoluuttisissa arvoissa voi täten esiintyä huomattavaakin vaihtelua nyt esitetystä arviosta. Hankevaihtoehtojen välinen keskinäinen vertailu sekä suhde kaivoksen kokonaispäästöihin ovat kuitenkin oikeassa suuruusluokassa.

6.3.8 Melu, värinä ja valo

Vanhojen vesienkäsittelysakkojen välivarastoaltaiden kunnostus- ja sakkojen loppusijoitushankkeesta aiheutuvat melu-, värinä- ja valovaikutukset arvioitiin asiantuntija-arviona kunnostus- ja loppusijoitusalueiden sijaintiin ja ympäristön herkkyydestä perustuen.

Arvioinnin epävarmuudet ja oletukset

Oletuksena oli, etteivät työssä käytettävät koneet ja menetelmät olennaisesti eroaisi kaivoksen normaalitoiminnasta. Arvioon ei liity tunnistettuja merkittävän suuruisia epävarmuustekijöitä.

6.3.9 Ihmisen terveys, elinolot ja viihtyvyys

Terveysvaikutukset ja vaikutukset elinoloihin sekä viihtyvyyteen arvioitiin asiantuntijatyönä huomioiden muiden vaikutusarvioiden johtopäätökset.

Arvioinnin epävarmuudet ja oletukset

Ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen liittyvät kokemukset ovat subjektiivisia, eikä käytössä ole yksiselitteisiä viite- tai raja-arvoja. Tämä lisää vaikutusten tunnistamiseen ja arviointiin epävarmuutta. Ihmisten terveyteen ja elin- oloihin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa hyödynnetään muiden osioiden laadullisia ja laskennallisia arvioita. Näin ollen muiden vaikutusten arviointiosioiden epävarmuudet tuovat epävarmuutta myös ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointiin.

6.3.10 Vesienhallinta, jätehuolto ja kiertotalous

Vaikutukset jätehuoltoon, luonnonvarojen käyttöön ja kiertotalouteen arvioitiin asiantuntijatyönä perustuen las- kelmiin, arviointeihin ja hankesuunnitelmaan sekä suppeaan kirjallisuuskatsaukseen.

Arvioinnin epävarmuudet ja oletukset

Arvioinnissa oletettiin, että kaivoksen vesienkäsittelytarve pysyy nykytilanteeseen verrattuna jotakuinkin samalla tasolla hankkeen aikana pl. itse hankkeen aiheuttama lisäys.

6.3.11 Luonnonvarojen käyttö

Vaikutukset luonnonvarojen käyttöön arvioitiin asiantuntijatyönä perustuen materiaalien ja energiankulutuk- seen liittyviin laskennallisiin arvioihin.

Arvioinnin epävarmuudet ja oletukset

Luonnonvarojen käytön arvioinnissa oletettiin, että rakenteissa hyödynnettävistä luonnonmateriaaleista noin 2/3 saataisiin tuotettua kaivospiirin sisäpuolelta hyödyntäen muun muassa olemassa olevia kerrostumia ja lou- hinnasta syntyvien sivukivien kasoja. Edelleen oletettiin, että kaivoksen ulkopuoliset kuljetusmatkat olisivat pi- tuudeltaan keskimäärin noin 25 kilometriä. Materiaalilaskelmat perustuvat loppusijoitusalueiden alustaviin las- kennallisiin dimensioihin sekä arvioihin pohjamateriaalin laadusta ja paksuudesta ja voivat poiketa todellisesta tarpeesta.

6.3.12 Ympäristöriskitaso

Vaikutukset ympäristöriskitasoon arvioitiin osin asiantuntijatyönä kirjallisuuteen perustuen ja haitta-aineiden kulkeutumisen osalta myös laskennallisesti.

Arvioinnin epävarmuudet ja oletukset

Ympäristöriskitason arvioinnissa hyödynnetään muiden osioiden laadullisia ja laskennallisia arvioita, joten mui- den vaikutusten arviointiosioiden epävarmuudet tuovat epävarmuutta myös ympäristöriskitason määrittämi- seen.

6.4 Vaikutusten merkittävyyden arviointi

Vaikutuksia arvioitiin vaikutusluokittain sekä rakentamisvaiheen että loppusijoitusvaiheen osalta.

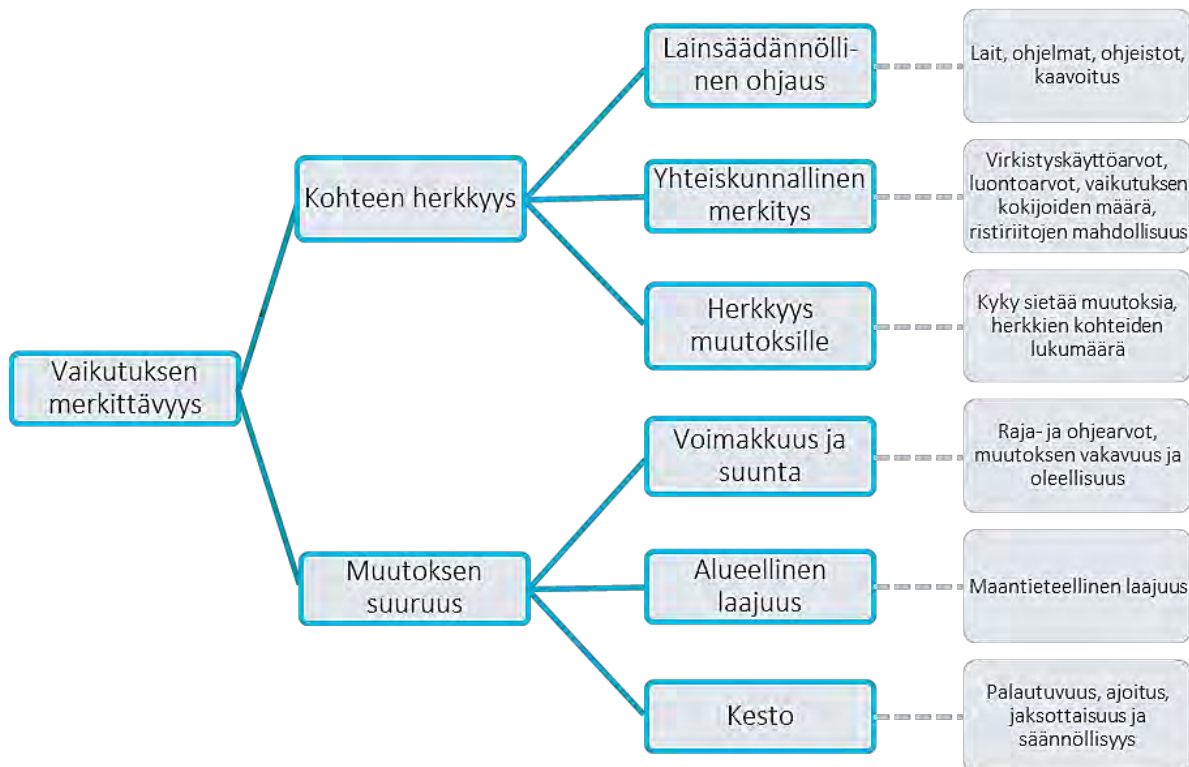
Tässä hankkeessa sovellettiin IMPERIA-hankkeen mukaista arviointimenetelmää, joka on vaikutuksen laajuuden määrittämiseen ja arviointikohteen arvottamiseen pohjautuva ympäristövaikutuksen merkittävyyden arviointimenetelmä. IMPERIA-hanke on ympäristövaikutusten arvioinnin laadun, läpinäkyvyyden ja ymmärryksen lisäämiseksi perustettu hanke Suomen ympäristökeskuksen sekä eri konsulttitoimistojen toimesta. Tarkat arviointikriteerit muodostetaan jokaisen vaikutustyyppin osalta erikseen YVA-selostusvaiheessa. IMPERIA-arviointimenetelmän vahvuutena ovat arvioinnin johdonmukaisuus, perusteltavuus ja havainnollisuus.

Ympäristövaikutuksen merkittävyys määritellään tässä YVA-menettelyssä viisiportaisella asteikolla myönteisiä vaikutuksia - ei vaikutuksia – vähäisiä haitallisia vaikutuksia – kohtalaisia haitallisia vaikutuksia – merkittäviä haitallisia vaikutuksia.

Myönteisiä Vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	Kohtalaisia haitallisia vaikutuksia	Merkittäviä haitallisia vaikutuksia
---------------------------	----------------	-------------------------------------	--	--

Merkittävyyttä arvioitaessa otettiin asiantuntija-arviossa huomioon vaikutuksen suuruus ja vaikutuskohteen arvo sekä herkkyys (Kuva 35).

IMPERIA-arviointimenetelmä toimii arvioinnin työkaluna. IMPERIA-menetelmän lisäksi hyödynnettiin monipuolisesti muuta saatavilla olevaa aineistoa ja materiaalia (esim. kirjallisuus, karttamateriaali, tutkimukset).



Kuva 35. Vaikutusten arvioinnin kehikko (lähteenä IMPERIA-hanke).

7 VAIKUTUKSET MAANKÄYTTÖÖN, ELINKEINOTOIMINTAAN JA VALTAKUNNALLISIIN ALUEIDENKÄYTTÖTAVOITTEISIIN

7.1 Lähtökohdat ja rajaukset

Maankäyttövaikutuksen arvioinnin lähtökohtana on se, miten hankkeen toteuttaminen muuttaa alueiden potentiaalia ja käytettävissä olevaa pinta-alaa muille toiminnoille eri aikaväleillä. Hankealueen kaavoitustilanne on käsitelty kappaleessa 1.6.

7.2 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ja kaavoitus

Alueidenkäyttötavoitteiden tarkoituksena on muun muassa tukea siirtymistä kohti vähähiilistä yhteiskuntaa, edistää luonnon monimuotoisuutta ja kulttuuriympäristön kestäväää käyttöä sekä luoda mahdollisuuksia elinkeinojen uudistumiselle. Vuonna 2018 voimaan astuneet uudistetut tavoitteet jakautuvat viiteen luokkaan, joita ovat 1) toimivat yhdyskunnat ja kestävä liikkuminen 2) tehokas liikennejärjestelmä 3) terveellinen ja turvallinen elinympäristö 4) elinvoimainen luonto- ja kulttuuriympäristö sekä luonnonvarat ja 5) uusiutumiskykyinen energiahuolto.

Koska kyseessä on kunnostushanke, voidaan hankkeen katsoa edistävän erityisesti tavoitetta 3) turvallinen ja terveellinen elinympäristö. Jälkikäyttövaiheen maankäyttömuoto tullaan ratkaisemaan myöhemmin. Alueelle on mahdollista toteuttaa tavoitteiden mukaista ”elinvoimaista luonnonympäristöä” tai ”uusiutuvan energian ratkaisuja”.

Hanke ei ole ristiriidassa voimassa olevien kaavojen kanssa. Kaavoitus on kuvattu tarkemmin kappaleessa 1.

7.3 Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi

7.3.1 Kunnostusvaiheen aikaiset vaikutukset

Kunnostusvaiheen vaikutukset maankäyttöön rajoittuvat kaivospiirin sisälle. Maakuntakaavatasolla koko alue on osoitettu merkinnällä EK, mikä pitää sisällään kaivoslain piiriin kuuluvat toiminnot. Alueella on voimassa myös tehdasalueen kattava asemakaava, jonka alueella osa vesienkäsittelysakoista sijaitsee. Hanke ei muuta maankäyttöä kaavatasolla tarkasteltuna kunnostusvaiheen aikana.

Kaivosalueen sisällä olevat toiminnot on merkitty kaivoskarttaan, ja toiminnanharjoittajalla on kaivoslain mukainen velvollisuus pitää kartta ajantasaisena. Maankäytön muutoksia voidaan kuitenkin alueella nähdä kaivoskartan tasolla tarkasteltuna. Kunnostettavat alueet ovat tällä hetkellä vaihtelevan paksuisen sakan peittämiä ja siten käyttökelvottomia ja rinnastettavia jätealueeseen. Kunnostustoimenpiteiden suorittaminen vaatii sakka-alueiden ympäriltä lisää tilavaroja, jonne rakennetaan väliaikaista tiestöä ja esikuivatusalueet kuivatusaumoineen. Kunnostusvaiheen alussa myös varataan ja rakennetaan loppusijoitusalue. Loppusijoitusalueista VE1 sijoittuu suurelta osin sakan vaikutuspiirissä olevan Kortelammen päälle sekä sen reuna-alueille, jotka ovat nykyisellään sakan peitossa. VE2 sijoittuu moreeniselänteelle, jonka moreenivarantoja on jo puolittain hyödynnetty kaivoksen maarakentamisessa. VE3 pitää sisällään yhden tai useamman nykyisistä kipsisakka-altaista, joka on käytännössä myös rinnastettavissa jätealueeseen. Kunnostusvaiheessa suurin maankäytöllinen muutos liittyy vaihtoehtoon VE2, jossa loppusijoitusalue rakennetaan alueelle, joka on ollut ollut toistaiseksi rakentamatonta, vaikkakin alueen moreenivaroista onkin jo osa hyödynnetty. Geotuubikenttien osalta rakentamisvaiheessa ei tapahdu aluevaruksiin liittyviä muutoksia.

Rakentamisvaiheella on positiivinen vaikutus elinkeinotoimintaan alueella. Alueiden kunnostus itsessään osaltaan edesauttaa koko kaivosalueen toiminnan jatkumista alueella. Terrafamen toiminnalla on huomattava taloudellinen merkitys Kainuun alueella. Tuotannon työpaikkojen lisäksi toiminnalla on huomattavat kerrannaisvaikutukset alueella tuotantoketjujen kautta. Toiminnot luovat kysyntää kemianteollisuuteen, kuljetusalalle ja korjaus- ja huoltoalalle. Kunnostusvaihe tulee työllistämään paikallisia urakoitsijoita noin kahdeksan vuoden ajan. Kunnostustyön vaiheesta riippuen, kunnostaminen luo 10-20 henkilötyövuoden edestä uusia suoria työpaikkoja alueelle.

7.3.2 Loppusijoitusvaiheen vaikutukset

Kunnostusvaiheen päätyttyä sakkujen peittämä, käyttökelvoton alue on merkittävästi pienentynyt kaikissa vaihtoehdoissa. Vaihtoehdon VE1 toteutuessa osa Kortelammen potentiaalisesta vesivarastoaltaasta on muuttunut kipsisakka-allasta muistuttavaksi jätealueeksi. VE2:n toteutuessa Kortelammen alueella on puhtaan veden varastona toimiva Kortelampi, jonka länsipuolelle on toteutettu kipsisakka-allasta muistuttava jätealue. VE3 toteuttamisen vaikutukset maankäyttöön ovat vähäisimmät, sillä maapinta-alaa säästyy vaihtoehdossa muille käyttömuodoille eniten. Geotuubikentät peitetään paikalleen kaikissa vaihtoehdoissa.

Kaivostoiminta tulee päättymään alueella jollain aikavälillä riippuen esiintymän riittävyydestä tai mineraalien maailmanmarkkinahintojen kehityksestä. Pidemmän aikavälin suunnitelmia selvitetään käynnissä olevassa Kolmisopen YVA-hankkeessa, jossa käsitellään laajimpana vaihtoehtona mineraalien hyödyntämistä 2080-luvulle asti. Valtioneuvoston asetuksessa kaivannaisjätteistä (190/2013) edellytetään, että toiminnanharjoittaja vastaa jätealueen käytöstä poistamisen jälkeen tehtävistä toiminnoista niin kauan kuin se on tarpeen sen varmistamiseksi, että alueesta ei aiheudu ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa, alue on vakaa ja pysyvästi maisemoitu, alueesta ei aiheudu onnettomuuden vaaraa ja siitä aiheutuvaa ympäristökuormitusta tai vaikutusalueen pinta- tai pohjavesien tilaa ei ole enää tarpeen tarkkailla. Rakennettava loppusijoitusalue ja muut jätealueet tullaan peittämään, sulkemaan ja palauttamaan maisemaan sopivaksi elinympäristöksi. Kalvorakenteen takia jätealueita ei tämän hetken tiedon mukaan voida hyödyntää metsätalousalueina, mutta ne voidaan maisemoida kenttä- ja pensas-kerroksen kasvillisuudella. Täyttöalueiden osalta jälkikäyttömuoto määräytyy koko alueen jälkikäytön mukaisesti. Koko kaivoksen sulkemisen jälkeen virkistyskäyttöä potentiaalisempaa jälkikäyttöä alueelle on muu teollisuus, sillä alueelle tulee jo rautatie, maantie ja sähkölinja, eli alueen keskeinen infra on valmiina.

Lyhyellä aikavälillä loppusijoitusvaiheella ei ole merkittäviä vaikutuksia alueen elinkeinotoimintaan. Loppusijoitusvaihe vaatii jonkin verran ylläpitoa ja ylläpitotarkastuksia, jotka voidaan tehdä osana kaivoksen muuta ylläpitotoimintaa.

Kunnostusvaiheen päätyttyä sakat ovat loppusijoitettuna hallitusti loppusijoitusalueelle ja geotuubikentille. Mourunpuron maa-aines on myös loppusijoitettu kaivospiirin sisäpuolella sijaitsevalle alueelle. Lisäksi hankkeen toteutuessa kaivospiirille on rakennettu kipsisakka-allas 4, joka sijoittuu muiden kipsisakka-altaiden läheisyyteen. Hankkeella ei ole merkittäviä vaikutuksia kaivospiirin ulkopuoliseen maankäyttöön, vaan sen vaatimat ratkaisut toteutetaan kaivospiirin sisäpuolella. Vesienkäsittelysakkujen loppusijoituksen ratkaiseminen on kaivoksen toiminnan kannalta välttämätöntä, joten hankkeen etenemisellä on tätä kautta vaikutusta kaivoksen toimintaan ja alueen elinkeinotoimintaan. Vesienkäsittelysakkamateriaalin poisto, siirto sekä loppusijoitus ja välivarastoaltaiden kunnostus työllistävät alueella toimivia urakoitsijoita.

7.4 Vaihtoehdojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

Taulukko 8. Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehdojen vertailu kunnostusvaiheen ja loppusijoitusvaiheen aikana maankäytön ja elinkeinotoiminnan näkökulmasta

Maankäyttö ja elinkeinotoiminta Kunnostusvaihe	VE0 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE1 Myönteisiä vaikutuksia	VE2 Myönteisiä vaikutuksia	VE3 Myönteisiä vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Sakat sijaitsevat peittämättömänä laajalla alueella, maapohjaisissa altaissa tai geotuubeissa. Alueet ovat käyttökeltottomia muuhun toimintaan. Osa geotuubikentistä sijaitsee	Kunnostettavien alueiden laatu paranee, ja niille on mahdollista suunnitella muuta toimintaa.	Kunnostettavien alueiden laatu parane, ja niille on mahdollista suunnitella muuta toimintaa.	Kunnostettavien alueiden laatu parane, ja niille on mahdollista suunnitella muuta toimintaa. Vaatii pienimmän maankäyttöllisen muutoksen rakentamisajasta al-

	hyödyntämiskelpoisen malmiesiintymän päällä.	Rakentamisajalla on myönteinen vaikutus elinkeinotoimintaan.	Rakentamisajalla on positiivinen vaikutus elinkeinotoimintaan.	kaen, koska hyödynnetään olemassa olevia jätealueita. Rakentamisajalla on positiivinen vaikutus elinkeinotoimintaan
Maankäyttö ja elinkeinotoiminta Loppusijoitusvaihe	VE0 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia VE0	VE1 Myönteisiä vaikutuksia	VE2 Myönteisiä vaikutuksia	VE3 Myönteisiä vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Sakat sijaitsevat peittämättömänä laajalla alueella, maapohjaisissa altaissa tai geotubeissa. Alueet ovat käyttökelvottomia muuhun toimintaan. Osa geotubikentistä sijaitsee hyödyntämiskelpoisen malmiesiintymän päällä.	Loppusijoitusalue on jätesakan vaikutusalueella sijaitseva Kortelampi. Alueen käyttöönotto poistaa alueelta potentiaalisen vesivaraston. Ei kaavatasolla näkyviä maankäytöllisiä vaikutuksia. Loppusijoituksen jälkikäyttövaihtoehto määrittelee lopulliset vaikutukset elinkeinotoimintaan. Hanke ei estä kaivosalueen jälkikäyttöä, mutta jätealueen jälkikäyttöä rajaa valittu pintarakenne, jonka takia esimerkiksi metsitys ei ole mahdollista.	Loppusijoitusalue rakennetaan alueelle, joka on ollut ollut toistaiseksi rakentamaton moreeniselänne. Näin olleen vaihtoehdon toteutumisella on vaihtoehdoista suurimmat vaikutukset maankäyttöön. Vaikutukset eivät kuitenkaan näy kaavatasolla. Loppusijoituksen jälkikäyttövaihtoehto määrittelee lopulliset vaikutukset elinkeinotoimintaan. Hanke ei estä kaivosalueen jälkikäyttöä, mutta jätealueen jälkikäyttöä rajaa valittu pintarakenne, jonka takia esimerkiksi metsitys ei ole mahdollista.	Kunnostusvaiheessa sakat sijoitetaan nykyisten kipsisakka-altaiden täyttömuotoiluun. Altaat ovat nykyisellään rinnastettavissa jätealueeseen, joten vaikutus alueen maankäyttöön on vähäinen. Ei kaavatasolla näkyviä maankäytöllisiä vaikutuksia. Loppusijoituksen jälkikäyttövaihtoehto määrittelee lopulliset vaikutukset elinkeinotoimintaan. Hanke ei estä kaivosalueen jälkikäyttöä, mutta jätealueen jälkikäyttöä rajaa valittu pintarakenne, jonka takia esimerkiksi metsitys ei ole mahdollista.

Neljännän kipsisakka-altaan rakentamisella tai Mourunpuron massojen loppusijoittamisella paikallensa ei ole merkittäviä vaikutuksia kaivospiirin ulkopuoliseen maankäyttöön.

7.5 Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Hankkeella ei ole haitallisia vaikutuksia elinkeinotoimintaan ja maankäyttöön, sillä molemmat kohenevat nykytilanteeseen verrattuna.

8 VAIKUTUKSET MAISEMAAN JA KULTTUURIYMPÄRISTÖÖN

8.1 Arvioinnin lähtökohdat ja rajaukset

Maisemalliset vaikutukset kaivospiirin sisällä rajoittuvat lähinnä mahdollisiin perustettaviin uusiin jätealueisiin ja näiden mukanaan tuomiin täyttöihin sekä kipsisakka-altaiden täyttöön. Maisemavaikutusalue ulottuu teoriassa noin kymmenen kilometrin etäisyydelle. Välimatkan kasvaessa ihmisen kyky erottaa toimintoja taustasta vähenee, vaikka teoreettinen näköyhteys muodostuisikin. Kohteiden näkyvyys on myös riippuvainen metsä- ja lumipeitteestä sekä sääolosuhteista. Loppusijoitusalueen maisemavaikutukset konkretisoituvat vasta pitkällä kaivoksen tulevaisuudessa olevassa sulkemis- ja jälkihoitovaiheessa alueen avautuessa muulle toiminnalle.

Kipsisakka-allas 4 ja geotuubikentät rinnastuvat muihin jo valmiiksi kaivosalueella sijaitseviin sakka-altaisiin ja sen maisema- ja kulttuuriympäristövaikutukset vastannevat hyvin pitkälti olemassa olevien sakka-altaiden 1-3 vähäistä vaikutusta. Kipsisakka-altaan 4 ja geotuubikenttien maisemavaikutuksia ei siten tässä yhteydessä tarkastella ja mallinneta vastaavalla tavalla kuin uusien loppusijoitusrakenteiden maisemavaikutuksia mallinnetaan. Mourunpuron massamäärä on vähäinen ja tullaan loppusijoittamaan paikalleen, joten sillekään ei ole maisemavaikutuksia tai vaikutuksia kulttuuriympäristöön.

8.2 Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi

8.2.1 Kunnostusvaiheen aikaiset vaikutukset

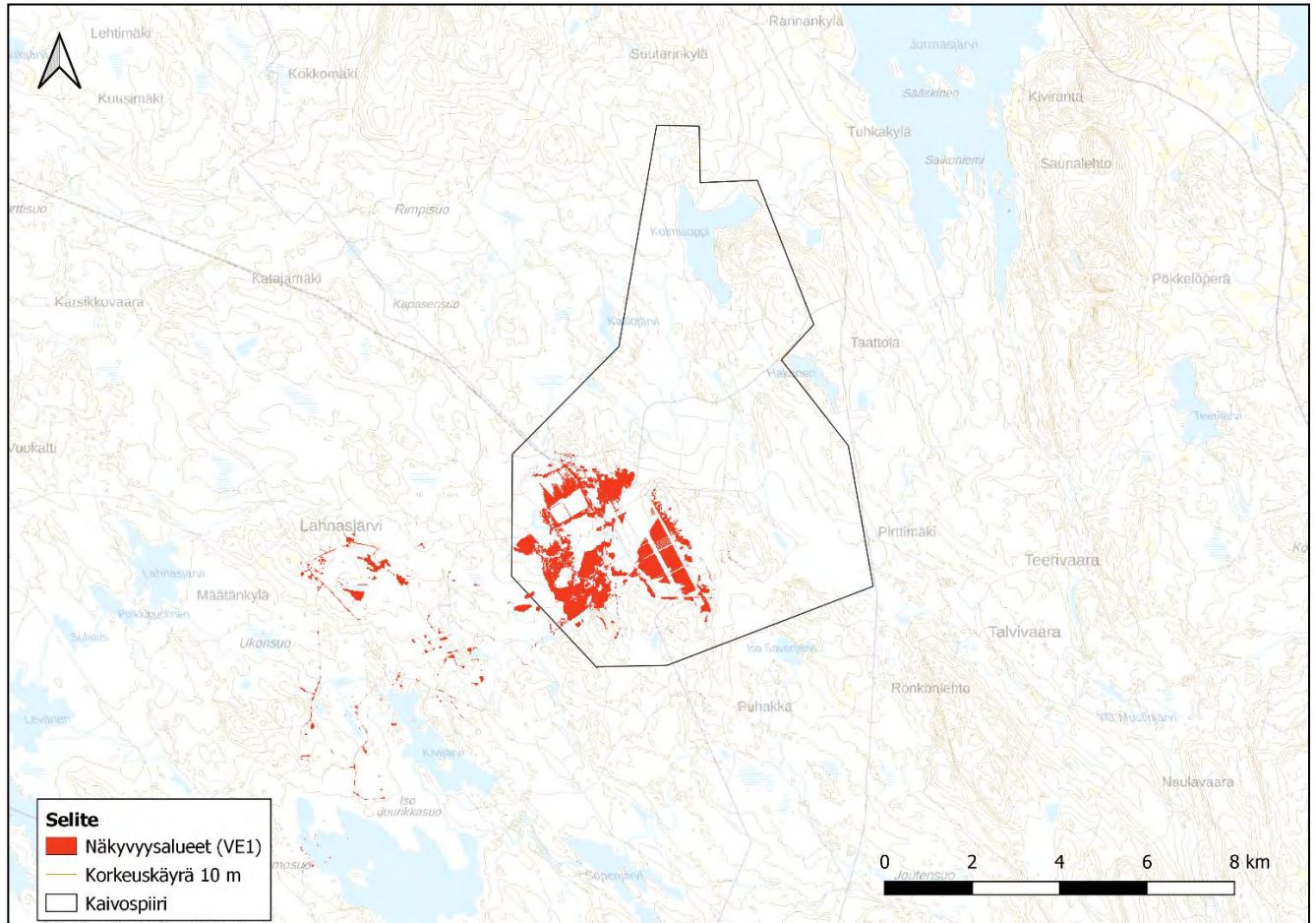
Kunnostusvaiheessa maisema- tai kulttuuriympäristövaikutuksia ei aiheudu kaivospiirin ulkopuoliselle alueelle. Maiseman muutos rajautuu hankealueelle ja kaivospiirin sisälle, joka on jo itsessään voimakkaasti muutettua ympäristöä.

Lähimmät kulttuuriympäristön arvokohteet sijaitsevat kaukana kunnostettavilta alueilta eikä hankkeeseen sisälly sellaisia toimintoja, joista aiheutuisi konkreettisia vaikutuksia kulttuuriympäristöön. Kaukomaisemaan asti ulottuvia vaikutuksia kunnostusvaiheessa ei aiheudu.

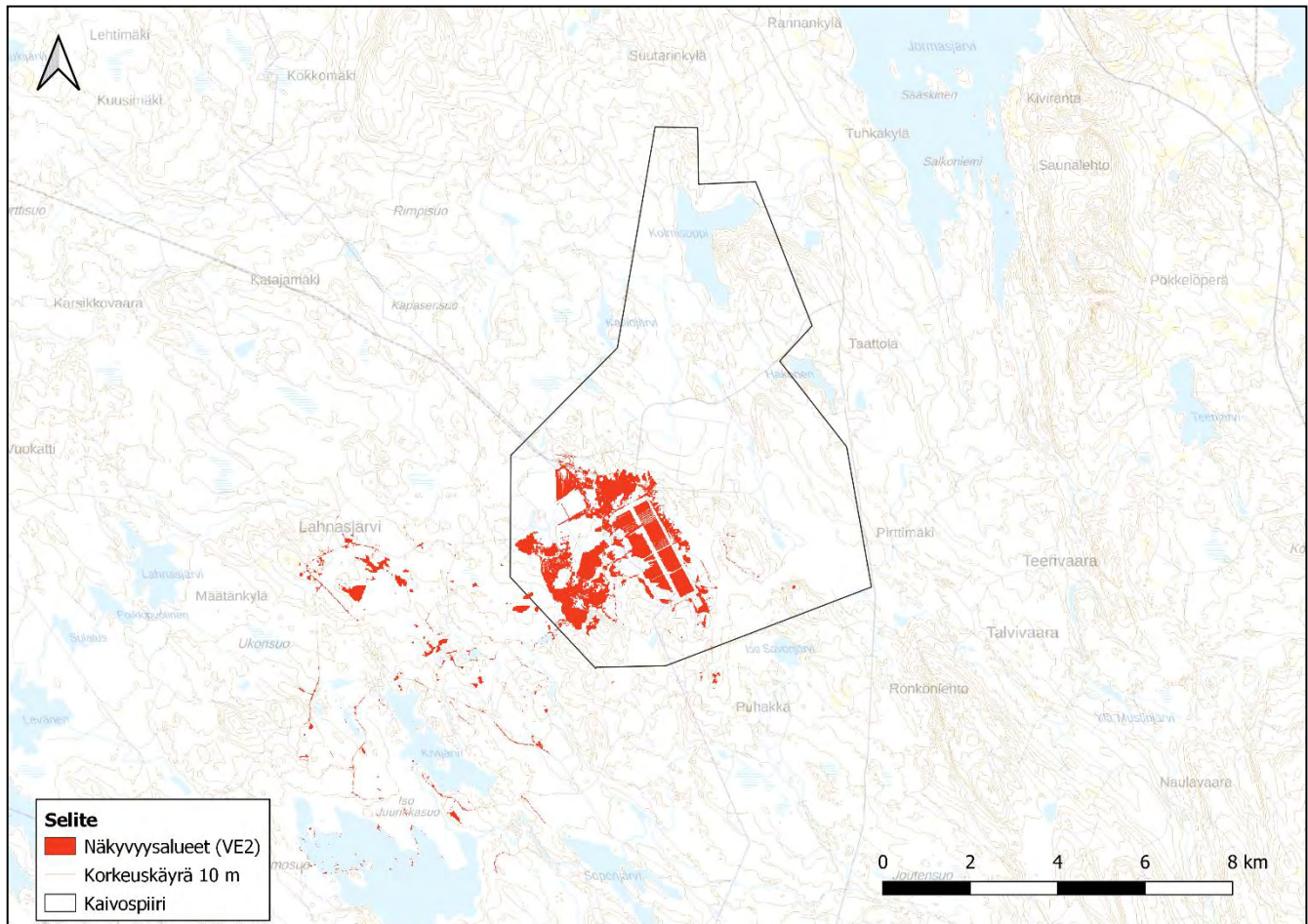
8.2.2 Loppusijoitusvaiheen vaikutukset

Maisema

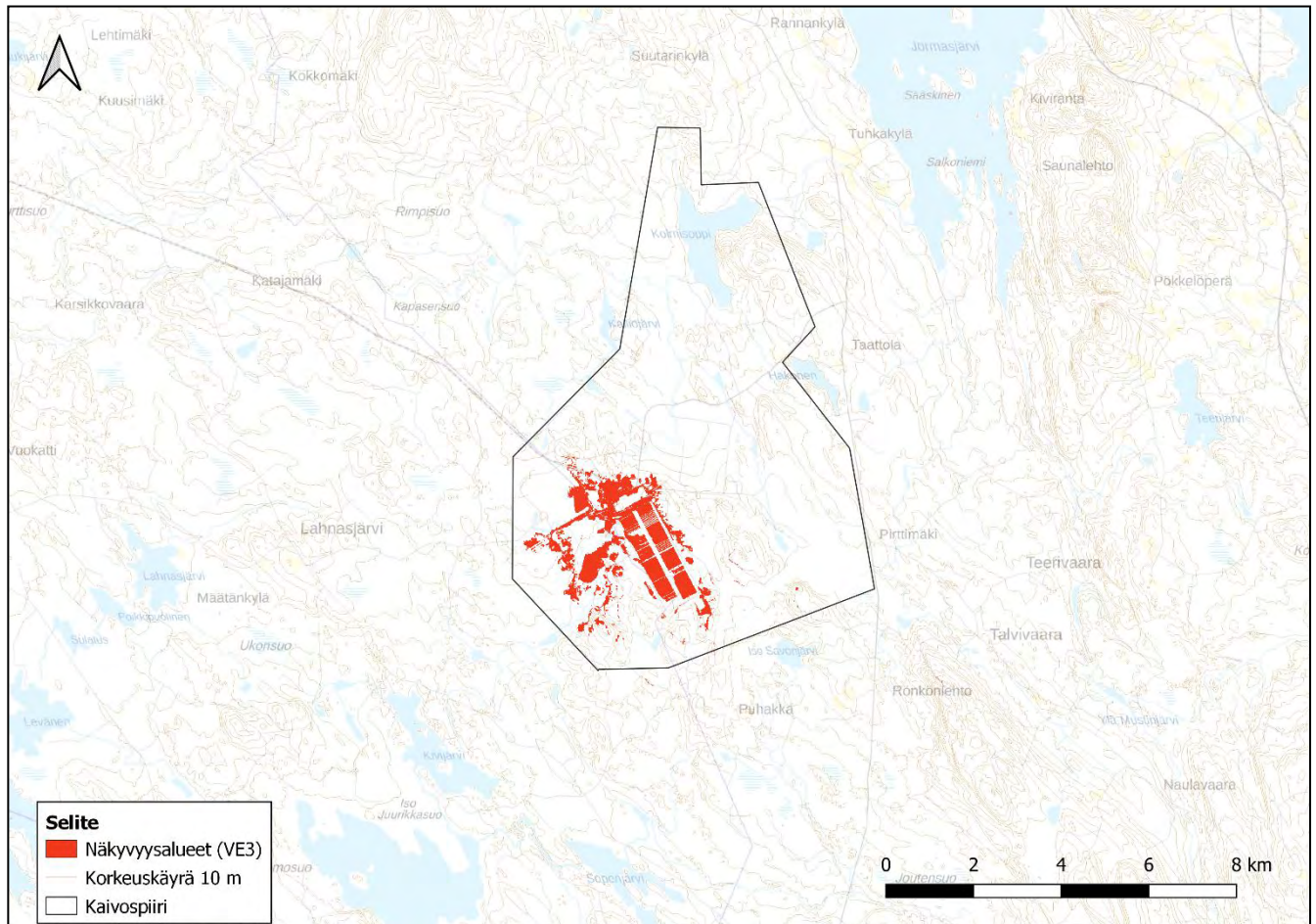
Korkotasoa-analyysin tulokset on esitetty kuvissa Kuva 36, Kuva 37 ja Kuva 38. Loppusijoitettavan massan määrän perustella arvioidut loppusijoitusalueiden korkotasot ovat vaihtoehtoisissa VE1, VE2 ja VE3 ovat noin 215-225, 222 ja 228 metriä merenpinnan yläpuolella. Loppusijoitusrakenteiden relatiiviset korkeudet ympäröivästä maastosta ovat puolestaan 5,3 metriä (VE1 loppusijoitusalue), 16,3 metriä (VE1 geotuubialue), 11 metriä (VE2) ja 7 metriä (VE3). VE1:n sisältyvän erillisen uuden geotuubialueen absoluuttinen korkeus on noin 225 metriä merenpinnan yläpuolella. Kaivospiirin alueella on jo nykyisellään näitä korkeampia maisemallisia elementtejä (mm. primääri- ja sekundääriliuotusalueet, sivukivialue KL2, 240-250 m mpy). Näin ollen sijoitusalueiden korkeudet vastaavat alueen nykyisiä maastonmuotoja, jolloin ympäröivän maiseman mittasuhteet eivät muutu etenkin lähi- aluetta kauempaa tarkasteltuna.



Kuva 36. Loppusijoitusvaihtoehdon 1 mukaisen loppusijoitusalueen ja geotuubialueen laskennalliset näkyvyysvyöhykkeet.



Kuva 37. Loppusijoitusvaihtoehdon 2 mukaisen loppusijoitusalueen laskennalliset näkyvyysvyöhykkeet.



Kuva 38. Loppusijoitusvaihtoehdon 3 mukaisen loppusijoitusalueen laskennalliset näkyvyysvyöhykkeet.

Karttakuvista voidaan havaita, että valtaosa loppusijoitusvaiheen maisemavaikutuksista rajoittuu Terrafame Oy:n kaivospiirin sisäpuolelle. Kaivospiirin ulkopuolisista vaikutuksista pääosa suuntautuu kaivoksen lounais- ja länsipuoliselle vyöhykkeelle. Näiltä alueilta puuttuvat loppusijoitusalueiden läheiset suojaavat maastonmuodot ja loppusijoitusrakenteet erottuisivatkin pisimmillään laskennallisesti noin 5 kilometrin etäisyydelle kaivospiirin rajasta. Todennäköisesti ympäröivän maaston kasvillisuuden todellinen peittovaikutus muodostuu kuitenkin analyysissä käytettyä vaikutusta suuremmaksi ja kaivospiirin ulkopuolelle ulottuvia todellisia maisemavaikutuksia pidetään myös länsi- ja lounaispuolen sektorilla epätodennäköisinä kaikissa hankevaihtoehdoissa.

Kaivospiirin kaakkois- ja itäpuolella kaukomaisemavaikutukset jäävät huomattavasti vähäisemmiksi kaikissa loppusijoitusvaihtoehdoissa kaivospiirin itäosien suojaavista maastonmuodoista sekä kaivosalueen nykyisten toimintojen suojavaikutuksesta johtuen. Analyysin tulosten mukaisesti kaivospiirin itäpuoliselle sektorille ei aiheudu ollenkaan maisemallisia vaikutuksia. Maisemallisesti arvokkaalle Vuokatin vaarajaksolle ei aiheudu hankkeesta johtuvia haitallisia kaukomaisemavaikutuksia.

Loppusijoitusalueiden maisemavaikutukset ovat hieman suuremmat vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 verrattuna vaihtoehtoon VE3, jossa vaikutukset rajautuvat laskennan tulosten mukaisesti kokonaisuudessaan kaivospiirin sisäpuolelle. Käytännössä kaikkien loppusijoitusvaihtoehtojen merkittävät maisemalliset vaikutukset rajautuvat kuitenkin kaivospiirin sisäpuolelle. Ympäröivä maankäyttö ja kaivosalueen muista toiminnoista nykyisessä laajuudessaan sekä tulevaisuuden sulkemis- ja jälkihoitovaiheessa aiheutuvat yhteisvaikutukset huomioiden hankkeen maisemavaikutukset arvioidaan kokonaisuudessaan vähäisiksi haitallisiksi kaikkien loppusijoitusvaihtoehtojen osalta.

Kulttuuriympäristö

Kunnostettavat vanhojen vesienkäsittelysakkujen välivarastoaltaat tai niille varatut kunnostustöiden aikaiset työskentelyalueet, geotuubikentät sekä kipsisakka-allas 4 sijaitsevat kaikki yli kilometrin etäisyydellä lähimmistä kesän 2020 arkeologisissa selvityksissä tunnistetuilta muinaisjäänös- tai kulttuuriperintökohteilta. Myöskään vaihtoehtojen loppusijoitusalueiden läheisyydessä ei sijaitse tunnistettuja kohteita. Näin ollen vaikutuksia kiinteille muinaisjäänöksille tai kulttuuriperintökohteille ei katsota aiheutuvan.

Millään hankkeen loppusijoitusvaihtoehdolla, geotuubikentillä tai neljännellä kipsisakka-altaalla ei ole vaikutuksia Kainuun (Huovilan) Puromyllyn alueeseen tai Nuasjärven koillis- ja pohjoisrannoilla sijaitseviin rakennetun kulttuuriympäristön kohteisiin (Naapurinvaaran kylä ja Korvanniemen kylä. Valtakunnallisesti arvokas perinne- maisema Puhakan laitumet sijaitsee noin 1,5 km kaivosalueesta etelään, mutta näkyvyysvyöhykeanalyysin tulosten perusteella maisemahaittaa ei loppusijoitusalueista myöskään tähän suuntaan aiheudu.

8.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

Taulukko 9. Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu kunnostusvaiheen ja loppusijoitusvaiheen aikana maisema- ja kulttuuriympäristövaikutusten näkökulmasta.

Maisema ja kulttuuriympäristö Kunnostusvaihe	VE0 Ei vaikutuksia	VE1 Ei vaikutuksia	VE Ei vaikutuksia	VE3 Ei vaikutuksia
Maisema ja kulttuuriympäristö	Kunnostettavat alueet ja loppusijoitusalueet ovat kaivospiirin sisäpuolella. Alueet ovat jo kaivosteollisuuden käytössä ja vastaavat maisemakuvallisesti teollista kaivosympäristöä. Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.	Kunnostusvaiheen maisemakuvan muutos rajautuu hankealueelle ja kaivospiirin sisälle, joka on jo itsessään voimakkaasti muutettua ympäristöä. Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.	Kunnostusvaiheen maisemakuvan muutos rajautuu hankealueelle ja kaivospiirin sisälle, joka on jo itsessään voimakkaasti muutettua ympäristöä. Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.	Kunnostusvaiheen maisemakuvan muutos rajautuu hankealueelle ja kaivospiirin sisälle, joka on jo itsessään voimakkaasti muutettua ympäristöä. Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.
Maisema ja kulttuuriympäristö Loppusijoitusvaihe	VE0 Ei vaikutuksia	VE1 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE2 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE3 Ei vaikutuksia
Maisema ja kulttuuriympäristö	Kunnostettavat alueet ja loppusijoitusalueet ovat kaivospiirin sisäpuolella. Alueet ovat jo kaivosteollisuuden käytössä ja vastaavat maisemakuvallisesti teollista kaivosympäristöä.	Loppusijoitusrakenteet voivat teoriassa erottua kaivospiiriä ympäröivässä maisemassa pisimillään noin 5 km etäisyydelle lounaan ja lännen suuntaan. Todelliset merkittävät vaikutukset rajautune-	Loppusijoitusrakenteet voivat teoriassa erottua kaivospiiriä ympäröivässä maisemassa pisimillään noin 5 km etäisyydelle lounaan ja lännen suuntaan. Todelliset merkittävät vaikutukset rajautune-	Hyötykäyttö pinta-alaltaan laajojen kipsisakka-aitaiden täyttömuotoilussa. Rakenne on relativiselta korkeudeltaan matalampi kuin VE2 sulautuen siten ympäristön maisemakuvaan. Maisemavaikutuk-

	Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.	vat kaivospiirin sisäpuolelle puuston vaikutuksesta johtuen. Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.	vat kaivospiirin sisäpuolelle puuston vaikutuksesta johtuen. Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.	set rajautuvat kokonaisuudessaan kaivospiirin sisäpuolelle. Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.
--	--	--	--	---

Neljännellä kipsisakka-altaalla, geotuubikentillä tai Mourunpuron massojen loppusijoittamisella ei arvioida olevan vaikutuksia maisemaan tai kulttuuriympäristöön.

8.4 Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Haitallisia vaikutuksia voidaan ehkäistä huomioimalla loppusijoitusalueen kaivoksen sulkemis- ja jälkihoitosuunnitteluun kuuluvassa maisemoinnissa ja pyrkimällä häivyttämään nämä ympäröivään maastoon esimerkiksi suojaavien maastonmuotojen avulla.

9 VAIKUTUKSET MAA- JA KALLIOPERÄÄN SEKÄ POHJAVESIIN

9.1 Lähtökohdat ja rajaukset

Maapohjaisissa altaissa sekä geotuubeissa olevat sakat ja lietteet on suunniteltu loppusijoitettaviksi tiiviisiin kaatopaikkarakenteisiin, joista ei pääse suotovesiä ympäristöön. Merkittävimmät maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin kohdistuvat vaikutukset liittyvätkin siten mahdollisiin poikkeustilanteissa muodostuviin suotovesiin ja suotovesissä esiintyvien haitta-aineiden kulkeutumisen riskiin. Todennäköisin poikkeustilanne on loppusijoitusrakenteen heikentyminen tai rikkoutuminen ajan myötä, sillä Suomen olosuhteissa rakenteisiin äkillisesti vaikuttavat luonnonkatastrofit, esimerkiksi maanjäristykset, ovat harvinaisia. Loppusijoitusrakenteen rakennekerrokset (moreeni, louhe, bentoniittimatto ja keinotekoinen kalvo) ovat hyvin kestäviä ja pitkäikäisiä, säilyttäen rakenteen vesitiiviyyden ainakin 50...100 vuotta. Mahdollisen rakenteellisen vakauden heikkenemisen varalta pohjarakenteiden yhteyteen tehdään suotovesien keruujärjestelmä, jonka avulla poikkeustilanteessa mahdollisesti muodostuvat suotovedet voidaan kerätä ja johtaa jätevedenpuhdistamolle.

Olemassa olevilla geotuubikentillä pohjarakenne muodostuu geotuubien alapuolella olevasta HDPE-kalvosta, kalvon alapuolella olevasta kivituhkasta ja kivituhkan alapuolella olevasta moreenikerroksesta. Geotuubeista muodostuvat kuivatusvedet sekä sade- ja sulamisvesistä muodostuvat hulevedet kerätään kenttien pinnankallistuksella keruu-uomiin, joita pitkin vedet johdetaan kohti louhosta puhdistusprosessiin. Geotuubikentille on suunniteltu Vna:n 331/2013 mukaiset pintarakenteet.

Kaivosalueen vesienkäsittely on keskitetty keskusvedenpuhdistamolle. Keskusvedenpuhdistamolla muodostuva vesienkäsittelysakka sekä metallien talteenoton loppuneutralointisakka läjitetään kipsisakka-altaille. Vaihtoehdossa 3 maapohjaisissa altaissa olevat sakat ja lietteet käytetään hyödyksi kipsisakka-aitaiden täyttömuotoilussa ja osana peiterakennetta. Myös kipsisakka-aitaiden peiterakenteet sekä pohjarakenteet ovat lähtökohtaisesti tiiviitä. Sakat ja lietteet sijoitettaisiin peiterakenteiden alapuolelle, jolloin myös vaihtoehdon 3 mukaisessa ratkaisussa sakat ja lietteet ovat tiiviissä loppusijoitusrakenteessa. Kipsisakka-altaissa on vesienkeruujärjestelmä, jolla suotovedet saadaan kerättyä ja ohjattua vesienkäsittelyyn. Vaihtoehdossa VE3 sakat on suunniteltu sijoitettaviksi olemassa olevalle kipsisakka-altaalle, jonka toimintahistoriassa on poikkeamatilanteita. Poikkeamatilanteita voidaan pitää vaihtoehdon epävarmuutta lisäävänä tekijänä.

Kipsisakkaa syntyy keskusvedenpuhdistamon toiminnassa koko ajan lisää, joten kaivosalueella on oltava riittävästi kapasiteettia sakan sijoittamiseksi. Alueelle on suunniteltu neljättä kipsisakka-allasta vastaamaan kasvavaan tilantarpeeseen. Kipsisakka-allas 4 osaltaan myös turvaa riittävää laskeutustilavuutta ja veden viipymää ja siten vesienkäsittelyn jatkuvuutta. Toisaalta kipsisakka-allas 4:n käyttö ja vesienkäsittely keskuspuhdistamolla

vähentävät tarvetta vanhojen vesienkäsittelyalueiden käyttöön ja siten sakan muodostumista nyt kunnostettaville alueille. Uudelle kipsisakka-altaalle sijoitettaisiin kipsisakkaa vesienkäsittelyprosesseista ja loppuneutraloinnin alitetta. Neljännen kipsisakka-altaan rakenne tulee olemaan jäteluokituksen mukainen; mikäli sijoitettava materiaali luokitellaan vireillä olevasta ympäristölupahakemuksesta annettavassa päätöksessä edelleen vaaralliseksi jätteeksi, rakenteesta tehdään tiivis HDPE-kalvolla ja bentoniittikerroksilla. Kipsisakka-allas 4 sijoitettaisiin nykyisten kipsisakka-altaiden kaakkois-eteläpuolelle.

Mourunpuron kunnostuksesta syntyneiden massojen haitta-ainepitoisuudet ovat tehtyjen tutkimusten perusteella matalia. Massoista vuonna 2020 otettujen näytteiden keskiarvopitoisuudet alittavat Vna:n 214/2007 kynnysarvot kaikkien aineiden osalta. Vuonna 2013 otettujen näytteiden keskiarvopitoisuudet alittavat nikkeliä lukuun ottamatta kynnysarvot. Nikkelin keskiarvopitoisuus sijoittuu alemman ja ylemmän ohjearvon välille. Nikkelin pitoisuudet ovat kaivosalueen epäherkkä maankäyttö huomioiden matalia. Liukoisuustestien perusteella aineiden ja yhdisteiden liukoisuus on vähäistä. Tutkimustulosten perusteella massoja ei määritellä vaaralliseksi jätteeksi. Koska Mourunpuron kunnostamisesta syntyneiden massojen haitta-aineiden kokonaispitoisuudet ovat matalia ja liukoisuus vähäistä, ne on suunniteltu loppusijoitettavan paikoilleen sakka-altaiden koillispuolella olevalle välivarastokentälle. Kentällä on maapohja ja loppusijoitettavat massat peitetään metrin paksuisella moreenikerroksella.

Kunnostettaville maapohjaisille alueille on määritetty kohdekohtaiset kunnostustavoitteet (Pöyry Finland Oy 2021), joiden täyttyessä haitta-ainepitoisuuksista ei aiheudu kulkeutumista tai muitakaan riskejä. Näin ollen kunnostustavoitteiden mukaisten, alueille jäävien haitta-ainepitoisuuksien vaikutuksia ei enää tässä yhteydessä arvioida uudelleen.

9.2 Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi

9.2.1 Kunnostusvaiheen aikaiset vaikutukset

Sakkujen, lietteiden ja haitta-ainepitoisten maa-ainesten kunnostaminen vaikuttaa maaperään positiivisesti, sillä se ennallistaa maaperää vastaamaan enemmän vahinkoa edeltänyttä tilaa.

Kunnostus toteutetaan poistamalla sakat ja lietteet kaivinkoneilla, puskutraktoreilla ja imuruoppaamalla siten, että massat siirretään ensin kuivumaan aumoille. Aumat kasataan hallitusti suotopenkereillä rajatuille alueille. Aumaaminen pyritään tekemään kunnostettavien sakka-alueiden sisällä ja sakoilla pilaantumattomille alueille menoa vältetään. Aumalla pysymättömät sakat ja lietteet kuivataan geotuubeissa. Kunnostettavilla alueilla kuivatetut massat siirretään niille rakennettaville välivarastoalueille. Lampien vesipintaa lasketaan pumppaamalla, jotta työskentely niiden alueella on mahdollista. Vesien kertymistä kunnostettaville alueille pyritään vähentämään pienentämällä valuma-alueita ojituksilla. (Pöyry Finland Oy 2021)

Kunnostuksen toteutus vaatii runsasta liikennöintiä alueella verrattuna siihen, että kunnostusta ei vaihtoehdon 0 mukaisesti toteuteta lainkaan. Liikennöinnin lisääntyminen voi vaikuttaa maaperää tiivistävästi ja kuluttavasti. Lisäksi alueelle tehdään väliaikaisia teitä, ojastoja, suotopenkereitä, laskeutusaltaita ja välivarastoalueita, joiden vuoksi maaperää tullaan muokkaamaan. Vaikutuksen arvioidaan kuitenkin olevan vähäinen, sillä kaivosalueen maaperä on jo lähtökohtaisesti voimakkaasti muokattu toiminnan mahdollistamiseksi.

Sakkujen ja lietteiden käsittely, käytännössä kuivaus altaissa ja geotuubeissa, on tarkoitus toteuttaa kunnostettavien lampien ja altaiden vierellä (Pöyry Finland Oy 2021) kuivatusaltaissa, joita alueella ei nykytilassa ole. Kuivatusalueiden maaperä kunnostetaan kuivatuksen päätyttyä, joten massojen kuivatuksesta aiheutuvat muutokset nykytilaan ja myös maaperävaikutukset arvioidaan vähäisiksi. Kunnostuksessa syntyvät pilaantuneet maa-ainekset läjitetään kasoille joko lampien alueelle tai välivarastoalueelle, joista niitä kuljetetaan työn edetessä loppusijoitusalueille (Pöyry Finland Oy 2021). Pilaantuneiden maa-ainesten vaikutukset maaperään ja pohjaveen arvioidaan vähäisiksi, sillä niiden käsittely on vähäistä ja niitä välivarastoidaan suunnitelmallisesti vain kunnostettavilla alueilla tai pintamaiden välivarastoalueella.

Haitta-ainepitoisen sakan ja lietteiden kaivu ja imuruoppaus voivat vaikuttaa sakoissa ja lietteissä esiintyvien haitta-aineiden liukoisuutta hetkellisesti lisäävästi verrattuna tilanteeseen, jossa sakat ja lietteet ovat häiriintymättömässä tilassa nykyisissä maapohjaisissa altaissa. Kaivun ja imuruoppauksen vaikutusta voidaan karkeasti

kuvata sakkanäytteille tehtyjen ravistelutestien tuloksilla; aineet liukenivat ravistelutestissä veteen, mutta liukoisuus oli sulfaatin liukoisuutta lukuun ottamatta vähäistä. Haitta-ainepitoiset kuivatusvedet ohjataan ojastoihin ja käsitellään keskusvedenpuhdistamolla. Maaperään imeytyvän veden määrä arvioidaan vähäiseksi, sillä vesi ohjautuu ensisijaisesti ojastoihin, ei niinkään heikosti vettä johtavaan kaivosalueen maaperään. Haitta-aineiden kulkeutuminen kunnostettavilta alueilta maaperään ja vaikutukset maaperään sekä pohjaveteen arvioidaan massojen poiston ja käsittelyn osalta vähäisiksi.

Vaihtoehdossa 0 kunnostusta ei tehdä ja massoja ei poisteta lainkaan, joten tämän vaihtoehdon osalta massojen poistamisesta ja käsittelystä ei myöskään aiheudu vaikutuksia. Tämän vuoksi vaihtoehtoon 0 verrattuna kaikki vaihtoehdot 1-3 aiheuttavat jossain määrin vaikutuksia maaperään kunnostustoimenpiteiden aikana. Vaihtoehdot 1, 2 ja 3 massojen poiston ja käsittelyn vaikutuksissa ei esiinny eroavaisuuksia, vaan kaikki vaihtoehdot vaativat massojen poiston samoilta alueilta sekä kuivauksen kunnostusalueiden lähellä ennen loppusijoitusta. Kaikkien vaihtoehtojen työnaikaisia maaperä- ja pohjavesivaikutuksia voidaan lieventää alueelle laaditussa kunnostussuunnitelmassa (Pöyry Finland Oy 2021) esitetysti kunnostamalla kuivatusaltaiden pohjat kuivatusvaiheen jälkeen sekä tekemällä alueelle ojitukset, joilla kuivatusvedet ohjataan hallitusti vesienkäsittelyyn.

Mourunpuron massat on suunniteltu loppusijoitettavan alueelle, jossa ne ovat olleet vuoden 2013 kunnostuksesta lähtien. Massat tasoitetaan ja niiden päälle tehdään peittokerros moreenista. Työssä käytetään tavanomaisia työkoneita, joista voi kohdistua työn aikana maaperään kulutusta. Maaperän kulumisen arvioidaan kaivosalueella merkityksettömäksi vaikutukseksi. Työvaiheella ei arvioida olevan vaikutusta pohjaveteen.

Sakkojen, lietteiden ja pilaantuneiden maa-ainesten poistamisesta ja käsittelystä ei aiheudu vaikutuksia kallioperään. Suunnitellun kipsisakka-altaan 4 alueella ei lähtökohtaisesti arvioida olevan tarvetta louhinnoille, mutta alueella tehdään vielä geoteknisiä pohjatutkimuksia. Louhinnan tarve täsmentyy ympäristölupa- ja rakennussuunnitteluvaiheessa. Mikäli louhinta on tarpeen, sen vaikutukset arvioidaan muutenkin voimakkaasti muokattulla kaivosalueella vähäisiksi.

9.2.2 Loppusijoitusvaiheen vaikutukset

1. Sakkojen ja lietteiden loppusijoittamisen vaikutukset normaalitilanteessa (rakenteiden ollessa kunnossa)

Kortelammen alueen pohjaveden tarkkailussa kipsisakka-altaan vuodon vaikutus pohjaveden laatuun on nykytilassa havaittu kohonneina sulfaatti-, nikkeli- ja kobolttipitoisuuksina, joskin pitoisuuksissa on ollut laskeva trendi vuodesta 2015 vuoteen 2019. Sakkojen ja lietteiden loppusijoittaminen tiiviisiin loppusijoitusrakenteisiin edelleen vähentää maaperä- ja pohjavesivaikutuksia nykytilaan verrattuna.

Sakkojen, lietteiden ja pilaantuneiden maiden loppusijoittaminen geotuubeihin ja loppusijoitusrakenteisiin sekä kipsisakka-altaisiin on haitta-aineisiin liittyviltä maaperä- ja pohjavesivaikutuksiltaan vähäistä, sillä massat on suunniteltu sijoitettaviksi jätealueelle, jossa on tiiviit pohja- ja pintarakenteet. Rakenteet on kuvattu liitteenä olevassa vaarallisen jätteen kaatopaikan yleissuunnitelmassa (AFRY Finland Oy 2020, Liite 4). Loppusijoitusvaiheessa, kun jätealueet on peitetty, geotuubeista, loppusijoitusrakenteista tai kipsisakka-altaista ei pääse leviämään ympäristöön niihin sijoitettuja materiaaleja tai suotovesiä, jotka olisivat olleet kosketuksissa loppusijoitettuihin materiaaleihin. Näin ollen sakkojen ja lietteiden sisältämät haitta-aineet eivät pääse kulkeutumaan maaperään tai pohjaveteen normaalitilanteessa, jossa geotuubit, loppusijoitusrakenteet ja kipsisakka-altaat ovat ehjiä. Loppusijoitusvaiheen vaikutukset maaperään ja pohjaveteen ovat huomattavasti vähäisempiä kuin nykytilan vaikutukset ja riskit, sillä nykytilassa sakat ja lietteet ovat maapohjaisissa, peittämättömissä altaissa.

Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista (Vna 331/2013) on ollut voimassa vuodesta 2013 lähtien. Vna:n 331/2013 tarkoituksena on haitallisten ympäristövaikutusten torjuminen ja muun muassa kaatopaikkojen suunnittelun ja rakentamisen ohjaaminen siten, ettei niistä pitkänkään ajan kuluessa aiheudu vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle (Vna 331/2013 1 §). Koska sakat ja lietteet on suunniteltu sijoitettaviksi Vna:n 331/2013 mukaisesti, voidaan lähtökohtaisesti olettaa, että rakenteiden pitkäaikaiskestävyys vastaa nykyvaatimuksia.

Vesienkäsittely on keskitetty keskusvedenpuhdistamolle. Keskusvedenpuhdistamolla muodostuva vesienkäsittelysakka sekä metallien talteenoton loppuneutralointisakka läjitetään kipsisakka-altaille. Vaihtoehdossa 3 maapohjaisissa altaissa olevia sakkoja ja lietteitä käytettäisiin hyödyksi kipsisakka-alden täyttömuotoilussa ja osana peiterakennetta. Hyötykäytettävien sakkojen ja lietteiden koostumukset vastaavat pääpiirteissään kaivok-

sen metallien talteenotto-prosessin loppuneutraloinnissa syntyvien sakkojen koostumusta, joten massojen sijoittaminen samaan rakenteeseen arvioidaan hyväksyttäväksi. Alueelle on suunniteltu neljättä kipsisakka-allasta, johon tultaisiin sijoittamaan myös keskusvedenpuhdistamon vesienkäsittelysakkaa sekä metallien talteenoton loppuneutralointisakkaa. Altaaseen tulee tiiviit rakenteet, joten sen vaikutukset rakenteiden ollessa ehjiä arvioidaan vähäisiksi.

Vaihtoehtoissa VE1-3 maaperä- ja pohjavesivaikutukset ovat merkittävästi paremmin hallinnassa kuin vaihtoehdon 0 mukaisessa nykytilassa. Kaikissa vaihtoehtoissa VE1, VE2 ja VE3 loppusijoitusrakenteet ovat tiiviitä, joten haitta-aineiden kulkeutumiseen liittyviä eroja maaperä- ja pohjavesivaikutuksissa ei esiinny silloin, kun loppusijoitusrakenteet ovat ehjiä. Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukaiset loppusijoitusrakenteet tulevat peittämään maaperää noin 15...17 ha alueelta. Koska rakenteet ovat vettä läpäisemättömiä, tällä alueella sade- ja sulamisvesien imeytyminen maaperään ja pohjaveden muodostuminen estyvät nykytilaan verrattuna. Vaikutus arvioidaan vähäiseksi, sillä pohjavesien muodostuminen alueella on maaperäolosuhteiden vuoksi muutenkin vähäistä. Vaihtoehdossa 3, jossa massat on suunniteltu hyötykäytettäväksi jo olemassa olevien kipsisakka-altaiden 1 ja 2 muotoilussa, vastaavaa muutosta olosuhteissa ja pohjavesivaikutusta ei ole. Vaihtoehdon VE3 toteutumiseen sisältyy kuitenkin vaihtoehtoja VE1 ja VE2 isompi riski, koska siinä sakat sijoitetaan olemassa olevalle altaalle, jonka toimintahistoriassa on poikkeamatilanteita. Uuden kipsisakka-altaan 4 rakentaminen vähentää myös tiiviin rakenteensa vuoksi pohjaveden muodostumista.

Vaihtoehdossa 0 ei rakenneta loppusijoitusalueita, joten niistä ei myöskään aiheudu vaikutuksia. Sakkojen jättäminen maapohjaisiin altaisiin on kuitenkin todettu toteuttamiskelvottomaksi vaihtoehdoksi, sillä sakkojen ja lietteiden riskipotentiaali on suuri.

Sakkojen, lietteiden tai pilaantuneiden maa-ainesten loppusijoittamisesta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia kallioperään.

2. Sakkojen ja lietteiden loppusijoittamisen vaikutukset poikkeustilanteessa, jossa suotovesiä pääsee syntymään ja rakenteen kestävyys

Vesipitoiset sakat ja lietteet kuivatetaan aumoilla ja geotuubeissa ennen niiden loppusijoittamista. Massat sijoitetaan loppusijoitusrakenteisiin kuivatuksen jälkeen, joten loppusijoitettavat massat ovat helpommin käsiteltäviä ja hallittavia verrattuna kuivatusta edeltävään nykytilaan. Poikkeustilannetta, jossa massoja pääsisi valumaan tai vyörymään loppusijoitusrakenteesta laajalti ympäristöön, ei siten arvioida todennäköiseksi.

Vaarallisen jätteen kaatopaikkarakenteet ovat kestäviä ja niiden arvioidaan pysyvän tiiviinä vähintäänkin vuosikymmeniä. Mahdollinen rakenteen tiiviiden heikkeneminen voi tapahtua siten, että vesitiiviisiin rakennekerrokseen muodostuu hyvin pitkällä aikavälillä kapeita halkeamia tai rakoja. Mikäli peittorakenteen vesitiiviiseen kalvoon sekä bentoniittimattoon molempiin muodostuu halkeamia tai rakoja, on mahdollista, että rakenteen sisäpuolelle pääsee sade- ja sulamisvesiä ja muodostuu suotovettä. Näissä suotovesissä voi esiintyä haitta-aineita, erityisesti sulfaattia. Jätealue suunnitellaan siten, että täytön sisälle mahdollisesti päätyvä vesi kerätään ja johdetaan vesienkäsittelyyn. Jos pohjarakenteeseenkin muodostuu halkeamia tai rakoja, suotovedet kulkeutuvat pohjarakenteissa oleviin suotovesien keräysjärjestelmiin, joista ne johdetaan kaivoksen keskusvedenpuhdistamolle. Rakenteiden rikkoutuminen siten, että maaperään tai pohjaveteen pääsee merkittäviä määriä haitta-ainepitoisia suotovesiä, arvioidaan tiiviiden pinta- ja pohjarakenteiden sekä keräysjärjestelmien vuoksi hyvin epätodennäköiseksi. Lisäksi peittorakenteiden pinta muotoillaan reunoja kohti viettäväksi, jotta rakenteelle satava vesi ja sulamisvedet valuvat rakenteen päältä pois. Näin vedet eivät pääse imeytymään suuressa määrin mahdollisesti rikkoutuneeseen peittorakenteeseen.

Olemassa olevilta geotuubikentiltä vajo- ja pohjaveden virtaus suuntautuu kohti louhosta tilanteessa, jossa HPDE-kalvon tiiviys heikkenisi (Ramboll 2015, GTK 2020), joten vaikutukset jäisivät poikkeusolosuhteissakin vähäisiksi. GTK laati vuonna 2020 hydrogeologisen selvityksen, jossa tarkasteltiin mahdollisesta geotuubikentän vuodosta aiheutuvaa haitta-aineiden kulkeutumista pohjavedessä ja ruhjevyöhykkeissä. Selvityksen mukaan geotuubikentän vuodon seurauksena mahdollisten haitta-aineiden pääsy ruhjevyöhykkeisiin on merkityksetöntä (GTK 2020, liite 5). Siten myös haitta-aineiden ruhjevyöhykkeissä kulkeutumisen riski voidaan arvioida merkityksettömäksi.

Mikäli loppusijoitusrakenteisiin muodostuu ajan myötä halkeamia tai rakoja, ja suotovesiä pääsisi syntymään sekä kulkeutumaan vesienkäsittelyjärjestelmän ohitse maaperään ja pohjaveteen, loppusijoitusalueiden sijainnit sekä maaperä-, kallioperä- ja pohjavesiolosuhteet vaikuttavat mahdollisesti muodostuviin vaikutuksiin. Vaihtoehdon 1 mukainen loppusijoitusalue sijaitsee alueella, josta ei arvioida olevan maaperän pohjaveden kulkeutumisriskiä kaivosalueen ulkopuolelle maasto-olosuhteiden vuoksi: Alueen ja kaivospiirin rajan väliin sijoittuu maaperän pohjaveden virtausta vähentävä Kortelampi. Pohjavesitarkkailun tulosten perusteella Kortelammen padon lävitse tapahtuu hieman suotautumista, mikä näkyy nykytilanteessa padon takana olevassa maapohjaveden havaintoputkessa lievästi kohonneina haitta-ainepitoisuuksina. Mikäli vaihtoehdon 1 mukaiselta loppusijoitusalueelta pääsisi suotovesiä Kortelammen padolle, ne sekoittuisivat Kortelammen veteen ja voisivat päätyä Kortelammen veteen sekoittuneena myös padon toiselle puolelle. Selvitysten mukaan Kortelammen alueen maapohjavedet purkautuvat Ylä-Lumijärveen. Mahdollisten vuotojen vaikutusten ei kuitenkaan arvioida ulottuvan näin etäälle loppusijoitusalueelta, sillä mahdollisen suotoveden määrä on vähäinen. Erityisesti raskasmetalleille on myös tyypillistä, että ne eivät ole erityisen kulkeutuvia maapohjavedessä, jossa ne sitoutuvat herkästi maaperän partikkeleihin. Raskasmetallien sitoutumisen vuoksi myös loppusijoitusalueen etäisyys kaivospiirin rajasta, noin 1300 m, osaltaan suojaisi kaivosalueen ulkopuolisia pohjavesiä.

Vaihtoehdon 2 mukaiselta alueelta mahdollisten haitta-ainepitoisten suotovesien kulkeutuminen tapahtuisi maapohjaveden mukana etelä-lounaaseen Ylä-Lumijärven suuntaan, johon alueen maapohjavedet purkautuvat. Tällä suunnalla on vain vähän loma-asutusta, ja vakituista asutusta ei esiinny lainkaan. Lähimmät rakennukset pohjaveden virtaussuunnassa ovat noin 2 km etäisyydellä, mutta kyseiset kiinteistöt ovat nykyään Terrafame Oy:n omistuksessa. Lisäksi 2 km on yleisesti haitta-aineiden kulkeutumisen kannalta pitkä etäisyys. Pohjaveden tarkkailutulosten mukaan sakkojen välivarastoinnin vaikutus näkyy pohjavedessä vain lähellä Kortelammen patoa, kauempana vaikutuksia ei ole havaittu. Tutkimustulokset viittaavat siihen, että sakkojen haitta-aineiden kulkeutuminen on heikkoa nykytilassa, jossa Kortelammen alueella olevat sakat ovat maapohjaisissa altaissa peittämättöminä. Näin ollen arvioidaan, että mahdollisista loppusijoitusrakenteiden vuodoista aiheutuvat suotovedet eivät aiheuttaisi merkittäviä pohjavesivaikutuksia, sillä haitta-ainepitoisen suotoveden määrä olisi nykytilaa huomattavasti vähäisempi tiiviiden loppusijoitusrakenteiden ansiosta.

Kipsisakka-altaan eteläpuolella maaperän pohjaveden virtaus suuntautuu kohti kaakkoa (GTK 2014), joten mahdolliset suotovedet kulkeutuisivat vaihtoehdon 3 osalta kohti Kortelampea. GTK:n arvion (GTK 2014) mukaan maaperän pohjaveden virtaus alueella on hidasta ja kulkeutumisajat pitkiä. Hitaan pohjaveden virtauksen ja pitkän kulkeutumisajan aikana maaperän pohjavesikerroksessa ehtii tapahtua haitta-aineiden adsorptiota maapartikkeleihin. Siten mahdollisten suotovesien haitta-aineiden kulkeutuminen maaperän pohjavedessä kaivosalueen ulkopuolelle arvioidaan vaihtoehdon 3 osalta epätodennäköiseksi. Vaihtoehdossa 3 massoja hyötykäytettäisiin kipsisakka-altaalla, jonka alitse kulkee kaivosalueen ulkopuolelle ulottuvia kallioperän ruhjevyyhykkeitä. Samoin vaihtoehdossa 1 esitetty loppusijoituspaikka sijoittuu kallioperän ruhjevyyhykkeelle. Mikäli kipsisakka-altailla tai vaihtoehdon 1 mukaisella sijoitusalueella muodostuisi poikkeusolosuhteissa maaperään pääseviä ja siihen merkittävässä määrin imeytyviä sakkojen ja lietteiden suotovesiä, voisi vaihtoehtojen 1 ja 3 mukaisesta loppusijoituksesta tai hyötykäytöstä aiheutua vaihtoehtoa 2 suurempia kulkeutumisriskejä. Kulkeutuminen ruhjevyyhykkeissä on kuitenkin GTK:n selvityksen mukaan hidasta. Lisäksi luontainen moreenikerros ehkäisee veden suotautumista maaperään ja haitta-aineiden kulkeutumista ruhjeisiin saakka. Verrattuna nykytilanteeseen, jossa sakat ovat luonnontilaisissa altaissa, loppusijoituksesta aiheutuva riski on vähäisempi myös poikkeustilanteessa. Tämä johtuu kaivosalueen maaperän heikosta vedenjohtavuudesta ja siitä, että nykytilaan verrattuna loppusijoitusalueella on pohjavettä suojaavia maakerroksia, jotka myös vähentävät haitta-aineiden kulkeutumista kallioperän ruhjeisiin.

Vaihtoehdon 0 mukaisessa nykytilassa ei rakenneta loppusijoitusalueita, joten niistä ei myöskään aiheudu vaikutuksia. Vaihtoehto on kuitenkin toteuttamiskelvoton siitä mahdollisesti aiheutuvien kulkeutumisriskien vuoksi.

Kipsisakka-allas 4 sijoittuisi toteutuessaan nykyisten kipsisakka-altaiden kaakkois-eteläpuolelle. Tältä alueelta pohjaveden virtauksen on arvioitu suuntautuvan kohti Kortelampea. Kortelammesta pohjavedet purkautuvat Ylä-Lumijärveen. Etäisyys suunnitellulta kipsisakka-altaalta Kortelampeen on noin 1,5 km ja Ylä-Lumijärveen yli 2 km. Nämä ovat kohteella todettujen haitta-aineiden kulkeutumisen kannalta pitkiä etäisyyksiä, ja kulkeutuminen siten Kortelampeen tai Ylä-Lumijärveen arvioidaan epätodennäköiseksi. Kipsisakka-altaan rakenteet olisivat vaa-

rallisen jätteen jäteluokituksen ollessa voimassa tiiviitä, vaarallisen jätteen loppusijoitusalueelle määrättyjä rakenteita ja mahdolliset suotovesimäärät olisivat siten todennäköisesti pieniä. Suotovesien mahdolliset haitta-ainepitoisuudet todennäköisesti vaimenisivat kulkeutumismatkalla kohti Kortelampea ja Ylä-Lumijärveä. Näin ollen arvioidaan, että kipsisakka-altaasta ei aiheudu merkittäviä vaikutuksia kaivosalueen sisä- tai ulkopuolelle maaperän pohjaveteen poikkeustilanteessakaan. Suunniteltu kipsisakka-allas sijoittuu kallioperän ruhjevyyhykkeelle, joten haitta-aineiden kulkeutuminen kalliopohjavedessä voisi olla mahdollista, mikäli rakenteeseen tulisi vaurio ja maaperän läpi suotautuisi haitta-ainepitoista vettä kalliopohjaveteen saakka. Suunnitellun kipsisakka-altaan 4 alapuolista maaperää tutkitaan tämän YVA-selostuksen laatimisen aikaan yksityiskohtaisin pohjatutkimuksin (porakonekairaukset, maalajimääritykset, pohjaveden pinnan taso, kallion pinnan taso), joten pohjavettä suojaavan maakerroksen paksuus ja muut veden virtaukseen ja haitta-aineiden kulkeutumiseen liittyvät olosuhteet ovat selvillä myöhemmässä ympäristölupavaiheessa.

3. *Haitta-aineiden kulkeutuminen pohjaveden mukana*

Sakkojen ja lietteiden ominaisuuksia sekä niiden sisältämien aineiden ja yhdisteiden pitoisuuksia ja liukoisuuksia on esitelty kappaleessa 3 sekä liitteessä 2. Liukoisuuksista on selkeästi huomattavissa heikko metallien ja puolimetallien liukoisuus sekä merkittävä sulfaatin liukoisuus. Pohjaveden virtaus kaivospiirin ulkopuolelle arvioitiin edellä vähäiseksi, mikä tarkoittaa sitä, että mahdolliset loppusijoitusrakenteista suotautuvat haitta-ainepitoiset vedet eivät myöskään pääsisi kulkeutumaan merkittävästi kaivospiirin ulkopuolelle. Tilannetta tarkastellaan kuitenkin vielä laskennallisesti vaihtoehdon 2 osalta, jossa pohjavesi purkautuu Ylä-Lumijärven alueelle. Tässä vaihtoehdossa ei esiintynyt yhtä selviä pohjaveden virtaukseen vaikuttavia tekijöitä kuin vaihtoehdoissa 1 ja 3, joissa pohjaveden virtaus loppusijoitusalueilta kaivospiirin ulkopuolelle on maaston, pohjaveden virtaussuunnan sekä etäisyyksien vuoksi epätodennäköistä. Olemassa olevien geotuuhiin osalta vajo- ja pohjaveden virtaus suuntautuu kohti louhosta, joten tilannetta ei ole tarpeen kuvata tarkemmilla laskelmilla. Aiempien selvitysten perusteella neljännen kipsisakka-altaan alueella pohjaveden kulkeutumisuuanta on kohti Kortelampea. Erillistä kulkeutumislaskelmaa ei katsota tarvittavan, sillä Kortelammen alueella on maa- ja kalliopohjaveden tarkkailupisteitä, joista mahdollinen vaikutus olisi havaittavissa.

Raskasmetallien kulkeutuminen pohjavedessä on tyypillisesti heikkoa, mutta niiden sekä sulfaatin kulkeutumista kaivosalueen ulkopuolelle tarkastellaan laskennallisesti vaihtoehdon 2 osalta. Vaihtoehdon 2 laskennallisessa tarkastelussa tarkastellaan nikkelin, sinkin, uraanin ja sulfaatin kulkeutumista, sillä ne arvioidaan kokonaispitoisuuksien, liukoisuuksien tai haitallisuuden vuoksi kriittisiksi haitta-aineiksi. Laskennan tuloksena saadaan kriittisten haitta-aineiden pitoisuudet loppusijoitusalueen alapuolella pohjavedessä. Näin voidaan arvioida suotovesien haitta-ainepitoisuuksien vaikutuksia sekä kaivosalueen sisä- että ulkopuolella. Laskenta perustuu oletukseen, että loppusijoitusrakenteisiin muodostuu rakoja ja halkeamia siten, että loppusijoitusrakenteesta 5 % läpäisee vettä ja 95 % on edelleen vesitiivis. Vaarallisen jätteen kaatopaikan pinta-ala on 83 500 m² (Afray Finland Oy 2020), joten jos rakoja ja halkeamia muodostuu 5 % alalle, läpäisevä osuus on noin 4200 m². Päivätasolla suotovesiä muodostuisi tältä alueelta noin 15 m³.

Sakan ja turpeen seokselle tehtiin testejä, joissa sakkaa ja turvetta sekoitettiin suhteessa 1 : 1. Tulosten perusteella turpeen sekoittaminen sakkaan lisäsi kriittisistä haitta-aineista nikkelin liukoisuutta (Ramboll Finland Oy 2017). Lisääntynyt liukoisuus huomioidaan laskennassa.

Laskennassa käytetään aineille kohdekohtaisesti liukoisuustestien tulosten perusteella laskettuja maa-vesi -ja kaantumiskertoimia eli K_d -arvoja. Koska aineiden liukoisuus on vähäistä, K_d -arvot ovat korkeita ja aineiden maaperään pidäytyminen tehokasta. Tämä näkyy laskennan tuloksissa (Taulukko 11) siten, että aineet eivät juuri kulkeudu pohjavedessä. Sulfaatille ei laskettu K_d -arvoa, sillä sulfaatti ei sitoudu maaperän partikkeleihin.

Laskennassa käytettyjä keskeisimpiä laskentaparametreja on esitetty Taulukko 10. Laskentaparametrien arvot on valittu konservatiivisesti siten, että ne eivät aliarvioisi riskiä.

Taulukko 10. Laskentaparametreja, parametrien lukuarvoja ja perustelut lukuarvojen valinnalle.

Laskentaparametri/lähtötieto	Luku-arvo	Perustelut/tarkennukset lukuarvon valinnalle
Nikkelipitoisuus (mg/kg)	1000	Tutkimustulokset, keskimääräinen pitoisuus kun huomioidaan kunnostustavoitteet ylittävät pitoisuudet (eli poistettavien ja loppusijoitettavien massojen pitoisuudet)
Sinkkipitoisuus (mg/kg)	2000	Tutkimustulokset, keskimääräinen pitoisuus kun huomioidaan kunnostustavoitteet ylittävät pitoisuudet (eli poistettavien ja loppusijoitettavien massojen pitoisuudet)
Uraanipitoisuus (mg/kg)	25	Tutkimustulokset, keskimääräinen pitoisuus kun huomioidaan kunnostustavoitteet ylittävät pitoisuudet (eli poistettavien ja loppusijoitettavien massojen pitoisuudet)
Sulfaattipitoisuus (mg/kg)	35 000	Tutkimustulokset (maaperän kunnostustavoitetta ei ole määritetty Pöyry Finland Oy:n kunnostuksen yleissuunnitelmassa, joten lukuarvo on keskimääräinen pitoisuus huomioiden kaikki massat)
Kd-arvo nikkeli (ml/g)	300	Määritetty liukoisuustestien perusteella
Kd-arvo sinkki (ml/g)	3500	Määritetty liukoisuustestien perusteella
Kd-arvo uraani (ml/g)	2500	Pöyry Oy 2021 (kunnostuksen yleissuunnitelma)
Kd-arvo sulfaatti (ml/g)	-	Ei pidäty maa-ainekseen merkittävästi, joten ei Kd-arvoa
Pinta-ala, josta suotovesiä voisi päästä maaperään (m ²)	4200	Rakojen ja halkeamien osuus 5 % loppusijoitusalueen pinta-alasta 83 500 m ² . Tältä alueelta voi muodostua haitta-ainepitoisia suotovesiä, mikäli rakenteet rikkoutuvat ajan myötä.
Etäisyys haitta-ainepitoisen sakan pohjasta pohjaveden pintaan (m)	4	Vaikuttaa pohjaveteen muodostuviin pitoisuuksiin. Lähde pinnanmittaustiedot pohjavesiputkista Korte1 Maa ja Kipsi 3.
Etäisyys kaivospiirin rajalle (m)	450	Etäisyys loppusijoitusalueen länsirajalta kaivospiirin rajalle. Etäisyyttä käytetään kaivosalueen ulkopuolelle muodostuvien pohjavesipitoisuuksien laskennassa.
Vedenjohtavuus pohjavesikerroksessa (m/d)	0.328	GTK:n arvio alueen maaperän vedenjohtavuudesta

Taulukko 11. Laskennan tulokset.

Haitta-aine	Lähtöpitoisuus loppusijoitus- tussa sakassa mg/kg	Laskennallinen kor- kein pitoisuus poh- javeden pinnalla loppusijoitusalue- ella mg/l	Laskennallinen pohjave- sipitoisuus 450 m etäisyy- dellä (eli kaivosalueen ul- kopuolella) 20 vuoden ku- luttua, mg/l	Laskennallinen pohjave- sipitoisuus 450 m etäisyy- dellä (eli kaivosalueen ul- kopuolella) 200 vuoden kuluttua, mg/l	Pohjaveden ympäristönlää- tunormi 341/2007, mg/l
Nikkeli	1000	Ei pitoisuutta	Ei pitoisuutta	Ei pitoisuutta	0.010
Sinkki	2000	Ei pitoisuutta	Ei pitoisuutta	Ei pitoisuutta	0.060
Uraani	25	Ei pitoisuutta	Ei pitoisuutta	Ei pitoisuutta	-
Sulfaatti	35 000	31 000	< 0.1	3	150

Laskennan perusteella loppusijoitusalueen suotovesien raskasmetalleista ei muodostuisi raskasmetallipitoisuuksia loppusijoitusalueen pohjaveteen, eikä näin ollen myöskään etäämmälle kaivosalueen ulkopuolelle. Laskennan tulokset johtuvat raskasmetallien heikosta vesiliukoisuudesta johtuvista korkeista maa- vesi -jakaantumiskertoimista eli K_d-arvoista.

Sulfaatille ei annettu laskennassa K_d-arvoa, sillä se ei sitoudu maaperän partikkeleihin. Sulfaatin pitoisuus loppusijoitusalueen alapuolella pohjavedessä on laskennallisesti määritettynä korkea, 31 000 mg/l. Tulokseen vaikuttaa sulfaatin vesiliukoisuus. Korkea pitoisuus todettaisiin laskennan mukaan pohjavedessä suotovesien muodostumisen alkuvaiheessa, ja sen jälkeen pitoisuus alkaa laskennan mukaan madaltua sulfaatin vähentyessä loppusijoitetusta materiaalista. Sadan vuoden kuluttua sulfaattipitoisuus olisi loppusijoitusalueen alapuolella pohjavedessä laskennan mukaan enää suuruusluokkaa 10 mg/l.

Sulfaatin pitoisuus kaivosalueen ulkopuolella olisi laskennan mukaan korkeimmillaan noin 3 mg/l, ja tämä pitoisuus muodostuisi pohjaveteen vasta 200 vuoden tarkastelujakson jälkeen. Aiemmin pitoisuudet olisivat luokkaa alle 0,1 mg/l. Tämä johtuu siitä, että maaperän vedenjohtavuus on heikkoa ja pitoisuuksien muodostuminen etäämmälle loppusijoitusalueelta vie tämän vuoksi vuosikymmeniä. On kuitenkin huomioitava, että laskennan ulottaminen näin pitkälle tulevaisuuteen vähentää sen luotettavuutta.

Vaarallisen jätteen kaatopaikkarakenteet ovat tiiviytensä vuoksi ulkoisten tekijöiden suhteen hyvin stabiileja. Loppusijoitettavassa materiaalissa itsessään voi kuitenkin ajan myötä esiintyä muutoksia, jotka vaikuttavat saakoissa ja lietteissä esiintyvien raskasmetallien liukoisuuteen. Tällaisia raskasmetallien liukoisuuteen vaikuttavia muutoksia voivat olla esimerkiksi sakan tiivistymisestä johtuvat muutokset happitilanteessa tai turpeensekaisen materiaalin hajoamisesta johtuva pH:n lasku. Happamuus ja hapettomat, pelkistävät olosuhteet yleensä lisäävät raskasmetallien liukoisuutta. Näitä mahdollisia olosuhdemuutoksia tarkasteltiin laskennallisesti siten, että tarkasteltavien aineiden K_d -arvoja pienennettiin huomattavasti.

Taulukko 12. Herkkyystarkastelun tulokset.

Haitta-aine	Lähtöpitoisuus loppusijoitus- sakaassa mg/kg	Herkkyystarkastelun K_d - arvo ml/g	Laskennallinen korkein pitoisuus pohjaveden pinnalla loppusijoitusalueella mg/l	Laskennallinen pohjavesipitoisuus 450 m etäisyydellä (mg/l) 20 vuoden kuluttua	Laskennallinen pohjavesipitoisuus 450 m etäisyydellä (mg/l) 200 vuoden kuluttua	Pohjaveden ympäristönormi 341/2007, mg/l
Nikkeli	1000	30	0.6	Ei pitoisuuksia	Ei pitoisuuksia	0.010
Sinkki	2000	350	Ei pitoisuuksia	Ei pitoisuuksia	Ei pitoisuuksia	0.060
Uraani	30	250	Ei pitoisuuksia	Ei pitoisuuksia	Ei pitoisuuksia	-

Herkkyystarkastelun perusteella loppusijoitetusta materiaalista voisi muodostua nikkelpitoisuuksia loppusijoitusalueen pohjaveteen, mutta ei kaivosalueen ulkopuolelle. Laskennallisesti saatu pitoisuus ylittäisi pohjaveden ympäristönormin 341/2007.

Suotovesiä voisi muodostua vain tilanteessa, jossa loppusijoitusrakenteiden peittokerros läpäisee vettä rikkoutumisen vuoksi, pohjarakenteet vuotavat rakojen ja halkeamien vuoksi ja pohjarakenteissa oleva vesienkeruujärjestelmä ei toimi. Merkittävien haitta-ainepitoisuuksien muodostuminen pohjaveteen arvioidaan tämän vuoksi epätodennäköiseksi.

4. Mourunpuron massojen loppusijoittaminen

Mourunpuron kunnostamisen yhteydessä vuonna 2013 syntyneet massat on sijoitettu Kortelammen pohjoispuolella sijaitsevalle alueelle, jossa ne ovat olleet kunnostuksesta lähtien. Mourunpuron alueelta kaivettuja massoja on välivarastoituna Kortelammen pohjoispuolelle noin 29 000 m³. Massojen uraanin ja raskasmetallien kokonaispitoisuudet ja liukoisuudet on määritetty kattavasti vuosina 2013 ja 2020 tehdyillä tutkimuksilla. Tutkimustulosten ja valtioneuvoston asetukseen 214/2007 perustuvan kynnys- ja ohjearvovertailun mukaan Mourunpuron massat eivät ole pilaantuneeksi luokiteltavia massoja teollisuusalueella. Tutkimuksissa todettiin myös, että uraanin ja raskasmetallien liukoisuus on vähäistä. Vuoden 2013 tutkimuksissa sulfaattipitoisuudet olivat pienessä osassa näytteitä koholla ylittäen tavanomaisen kaatopaikan raja-arvon. Vuoden 2020 tutkimuksissa sulfaattipitoisuudet olivat laskeneet ja pitoisuudet alittivat tavanomaisen jätteen kaatopaikan raja-arvot.

Mourunpuron massoja ei siis luokitella liukoisuuksien perusteella vaaralliseksi jätteeksi. Haitta-aineiden liukoisuus määritetään kaatopaikkakelpoisuustesteissä siten, että maa-ainesta ravistellaan ennen liukoisuuden määrittämistä. Luonnossa vastaavaa voimakkaasti häirittyä tilannetta ei esiinny, joten välivarastokentällä olevien massojen haitta-aineiden liukoisuus kohteen olosuhteissa arvioidaan vielä testituloksiakin vähäisemmäksi.

Nykytilassa Mourunpuron massat ovat peittämättöminä moreenipohjaisella kentällä. Alueen kallistukset on rakennettu siten, että massoista pääsee poistumaan vettä ja suotautuva vesi johdetaan eteläiselle vedenkäsittelyalueelle. Myös suotopenkereestä vesi johdetaan eteläiselle vedenkäsittelyalueelle. Alue on kaivosalueen eteläisellä vedenkäsittelyalueella, minkä vuoksi välivarastosta mahdollisesti suotautuvat vedet kuormittavat kaivoksen omaa vesienkäsittelyä ympäristön vesien sijaan (Ramboll Finland Oy, 18.9.2013).

Massat on suunniteltu loppusijoitettavan nykyiselle paikallensa siten, että ne peitetään metrin paksuisella moreenikerroksella. Sade- ja sulamisvedet ohjataan moreenikerroksen kallistuksilla siten, että suotautuvien vesien määrä saadaan minimoitua. Alkuvaiheessa moreenin paino vaikuttaa konsolidaation vuoksi todennäköisesti suotovesien määrää lisäävästi, mutta vaikutus on väliaikainen. Pitkällä aikavälillä peittokerroksen moreenin heikko vedenjohtavuus vähentää merkittävästi massoihin pääsevien sade- ja sulamisvesien määrää. Massoihin imeyty-

vien vesien määrän vähentyessä myös niistä muodostuvien suotovesien määrä vähenee merkittävästi, mikä vähentää haitta-ainekuormitusta maaperään ja pohjaveteen. Kentän pohja on moreenia, joten suotovesien kulkeutuminen maaperään ja pohjaveteen on moreenin heikon vedenjohtavuuden vuoksi hidasta. Lisäksi ottaen huomioon massojen matalat haitta-ainepitoisuudet sekä haitta-aineiden heikon liukoisuuden, massojen loppusijoittaminen nykyiselle alueelle arvioidaan ympäristöriskien kannalta hyväksyttäväksi menetelmäksi.

Mourunpuron massojen peittäminen parantaa ympäristön tilaa nykytilaan nähden, sillä peittäminen vähentää entisestään maaperään ja pohjaveteen kohdistuvaa haitta-ainekuormitusta vähentämällä massan lävitse suotautuvaa vesimäärää.

9.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

Nykytilanteessa vaihtoehdossa 0 massoja ei poisteta lainkaan, joten tässä vaihtoehdossa sakkojen ja lietteiden haitta-aineet ja niistä aiheutuvat riskit eivät ole riittävällä tasolla hallinnassa; haitta-aineiden kulkeutuminen sakakerrosten alapuoliseen maaperään ja pohjaveteen on mahdollista, joskin haitta-aineiden vesiliukoisuus on sulfaattia lukuun ottamatta todettu vähäiseksi. Sakkojen määrä on kuitenkin niin suuri, että vähäiselläkin liukoisuudella haitta-ainekuormitus voi muodostua huomattavaksi. Kokonaisuutena tarkasteltuna hankkeesta aiheutuvat merkittävät vaikutukset maaperään sekä pohjaveteen jäävät kaikilla vaihtoehdoilla 1-3 vähäisemmiksi kuin vaihtoehdossa 0, jossa vesienkäsittelysakat jätetään nykyisille paikoilleen maapohjaisiin välivarastoaltaisiin.

Taulukko 13. Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu kunnostusvaiheen ja loppusijoitusvaiheen aikana maa-, kallio- ja pohjavesivaikutusten näkökulmasta

Maa- ja kallio- perä sekä poh- javedet Kunnostus- vaihe	VE0 Ei vaikutuksia	VE1 Vähäisiä haital- lisia vaikutuksia	VE2 Vähäisiä haital- lisia vaikutuksia	VE3 Vähäisiä haitalli- sia vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Vaihtoehdossa 0 ei tehdä kunnostus- toimenpiteitä, jo- ten siitä ei aiheudu mitään kunnostus- vaiheen aikaisia vaikutuksia.	Haitta-ainepitoisten massojen kaivu ja/tai imuruoppaus voi mobilisoida hetkelli- sesti massoissa esiin- tyviä haitta-aineita.	Haitta-ainepitoisten massojen kaivu ja/tai imuruoppaus voi mobilisoida hetkelli- sesti massoissa esiin- tyviä haitta-aineita.	Haitta-ainepitoisten massojen kaivu ja/tai imuruoppaus voi mo- bilisoida hetkellisesti massoissa esiintyviä haitta-aineita.
Maa- ja kallio- perä sekä poh- javedet Loppusijoitus- vaihe	VE0 Kohtalaisia haitallisia vaiku- tuksia	VE1 Myönteisiä vai- kutuksia	VE2 Myönteisiä vaikutuksia	VE3 Myönteisiä vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Haitta-aineiden mahdollinen kul- keutuminen maa- perään, pohjave- teen ja kallio- pohjave- teen peittämät- tömiltä sakka- ja lietealueilta.	Haitta-aineiden kul- keutumisriskin mer- kittävä pieneminen verrattuna nyky- tilaan. Loppusijoitus- alue sijoittuu kallio- ruhjeen alueelle, mikä voi aiheuttaa kohonnutta kulkeu- tumisriskiä poikkeus- tilanteessa hyvin pit-	Haitta-aineiden kul- keutumisriskin mer- kittävä pieneminen verrattuna nyky- tilaan. Alue ei sijoitu tiedossa oleville kal- lioruhjeille. Lasken- nan mukaan haitta- aineiden kulkeutumi- nen loppusijoitusra- kenteiden mahdolli-	Haitta-aineiden kul- keutumisriskin mer- kittävä pieneminen verrattuna nykyti- laan. Hyötykäyttöalue sijoittuu kallioruhjeen alueelle, mikä voi ai- heuttaa kohonnutta kulkeutumisriskiä poikkeustilanteessa

		källä aikavälillä verrattuna vaihtoehtoon 2. Luontainen moreenikerros vähentää kulkeutumista ruhjeisiin. Vaihtoehtoon 1 etäisyys kaivospiirin rajasta on hieman suurempi kuin vaihtoehtoon 2, mikä vähentää poikkeustilanteissa hieman haitta-aineiden kaivosalueen ulkopuolelle kulkeutumisen riskiä.	sen tiiviyn heikennemisen myötä jää merkityksettömälle tasolle.	hyvin pitkällä aikavälillä verrattuna vaihtoehtoon 2.
--	--	--	---	---

Geotuubeissa olevien sakkojen loppusijoituksen vaikutukset arvioidaan myönteisiksi, sillä peittorakenne vähentää suotovesien syntymistä ja pienentää kulkeutumisriskiä.

Mourunpuron massojen loppusijoittaminen paikalleen peittämällä parantaa jossain määrin ympäristön tilaa nykytilaan nähden, sillä peittäminen vähentää entisestään maaperään ja pohjaveteen kohdistuvaa haitta-ainekuormitusta. Loppusijoittamisen vaikutukset arvioidaan myönteisiksi, joskin haitta-aineiden matalat pitoisuudet ja heikko liukoisuus huomioiden nykytilan vaikutuksetkin arvioidaan vähäisiksi.

Kipsisakka-altaan 4 rakentamisesta ei arvioida aiheutuvan merkittäviä vaikutuksia maaperään, pohjaveteen tai kallioperään.

9.4 Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Kaikkien vaihtoehtojen työnaikaisia maaperä- ja pohjavesivaikutuksia voidaan lieventää alueelle laaditussa kunnostussuunnitelmassa (Pöyry Finland Oy 2021) esitetysti kunnostamalla kuivatusaltaiden pohjat kuivatusvaiheen jälkeen sekä tekemällä alueelle ojitukset, joilla kuivatusvedet ohjataan vesienkäsittelyyn. Lisäksi tutkitaan mahdollisuutta käyttää Lumelan altaan yhteyteen välivarastoitua, vedenpuhdistukseen sopimatonta kalkkia loppusijoitettavan massan pH:n nostamiseen tai pölyämisen vähentämiseen (Pöyry Finland Oy 2021).

Loppusijoituksen haitallisia vaikutuksia lievennetään rakentamalla asetuksen Vna 331/2013 mukaiset tiiviit loppusijoitusrakenteet, joissa on myös suotovesien keruujärjestelmät sekä kaltevat peittorakenteet, jotka mahdollistavat vesien valumisen rakenteiden päältä pois. Rakenteiden kuntoa tarkkailemalla voidaan mahdolliset rakenteelliset poikkeamat havaita ajoissa ja toimia vahinkojen estämiseksi. Lähiympäristön vesistöjen ja pohjavesien tilaa tarkkaillaan.

Vaikutuksia voidaan myös minimoida tekemällä jätealueiden pohja- ja tiivisrakenteiden rakentaminen huolellisesti. Rakennustyön laatua seurataan Terrafamen ja sen urakoitsijoiden omien työmaavalvojen lisäksi riippumattoman laadunvalvonnan avulla. Riippumaton laadunvalvoja on ELY-keskuksen hyväksymä organisaatio, johon kuuluu vastuunvalvojan lisäksi myös työmailla seuraavat paikallisvalvojat sekä ympäristö- ja geotekniikan asiantuntijoita.

Riippumaton laadunvalvoja tarkastaa rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmat ennen rakennustöiden aloittamista. Rakentamisvaiheen aikana riippumaton laadunvalvoja raportoi viranomaiselle heidän kanssaan sovittavalla tavalla urakoiden etenemisestä ja mahdollisista poikkeamista rakentamisessa. Rakenteen valmistuttua urakoitsijat toimittavat laaduntarkkailuaineistonsa riippumattomalle laadunvalvojalle, joka ne tarkastettuaan laatii aineistojen ja oman valvontansa perusteella riippumattoman laadunvalvonnan yhteenvedon, joka toimitetaan

ELY-keskukselle. Vasta tämän jälkeen ELY-keskus hyväksyy rakenteen käyttöön, mikä on edellytys rakenteen, esimerkiksi läjitys- tai tuotantokentän, käyttöönotolle.

10 VAIKUTUKSET PINTAVESIIN JA VESILUONTOON

10.1 Lähtökohdat ja rajaukset

Pohjaveden muodostuminen kaivospiirin alueella on vähäistä ja suurin osa sadannasta poistuukin alueelta pintavesien mukana (Ramboll Finland Oy 2018). Myös GTK:n (2014) arvion mukaan suurimmat riskit haitallisten aineiden kulkeutumisesta kaivosalueelta ympäristöön liittyvät pintavesien mukana tapahtuvaan kulkeutumiseen. Nykytilanteessa vanhojen vesienkäsittelysakkojen välivarastoaltailta muodostuvat valumavedet johdetaan keskusvedenpuhdistamolle. Keskusvedenpuhdistamolta käsitellyt vedet johdetaan kipsisakka-altaille, jossa vesiä laskeutetaan ja ylitevesi johdetaan edelleen Latosuon vesivarastoaltaalle. Täältä vedet johdetaan kaivoksen purkuputkea pitkin Oulujoen vesistöalueeseen kuuluvaan Nuasjärveen. Lisäksi pieni osa purkuvedestä voidaan joutaa tarpeen mukaan ns. vanhoille purkureiteille Oulunjoen ja Vuoksen vesistöihin.

Kaikki YVA-selostuksessa käsiteltävät välivarastoaltaissa sijaitsevien vanhojen vesienkäsittelysakkojen loppusijoitusvaihtoehdot sekä kipsisakka-allas 4 sijaitsevat pääosin Vuoksen vesistön päävaluma-alueella (nro. 4) ja edelleen Kivijoen pienvaluma-alueella (nro. 4.645), joskin kunnostusvaiheeseen liittyy alaiden kuivatuksia ja sakkojen liikuttelua myös Oulujoen vesistöalueella. Kunnostusvaiheessa syntyvä, kaivoksen lupaehtojen mukainen lisäkuormitus kohdistuisi kunnostettavilta altailta ja sakoista muodostuvien kuivatusvesien johtamisen myötä pääasiassa Nuasjärveen ja edelleen Oulujoen vesistöalueelle. Loppusijoitusvaiheen tai kipsisakka-altaan 4 käytön aikaisessa mahdollisessa poikkeustilanteessa pintavesivaikutukset kohdistuisivat puolestaan ensisijaisesti Vuoksen vesistöalueelle. Loppusijoitusvaiheen haitallisten pintavesivaikutusten arviointi perustui mahdollisen rakenteellisen vakauden heikkenemisestä johtuvan vesistö päästön suuruuden ja vaikutustyyppin määrittelyyn.

Purettavat ja uudelleenmuotoiltavat geotuubikenttien lohkot 4-6 sijaitsevat Oulujoen päävaluma-alueella (nro. 59) ja edelleen Talvijoen pienvaluma-alueella (nro. 59.884). Näin ollen geotuubikenttien purkamisesta ja uudelleen sijoittamisesta aiheutuvat mahdolliset pintavesivaikutukset kohdistuisivat Oulujoen vesistöalueelle. Käytännössä pintavedet valuvat avolouhokseen, josta ne olisivat pumpattavissa tuotantoaikana vesienkäsittelyyn.

10.2 Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi

10.2.1 Kunnostusvaiheen aikaiset vaikutukset

Hankkeen aiheuttama kuormitus

Kunnostusvaiheessa toteutettava sakkojen välivarastoaltaiden sekä itse sakkamateriaalin kuivatus lisää väliaikaisesti keskusvedenpuhdistamolta Nuasjärveen kohdistuvaa kuormitusta. Vesienkäsittelysakkamateriaalin ja pilaantuneiden maamassojen poisto välivarastoaltaiden pohjalta vaatii näiden vedenpinnan laskua, jolloin kuivatusvesien pumppaus keskusvedenpuhdistamolle kasvaa huomattavasti nykytilanteeseen verrattuna. Vesimäärän kasvun myötä myös sen sisältämien haitta-aineiden kulkeutuminen purkuvesistöä toimivaan Nuasjärveen kasvaa, joskin kuormitus pysyy nykyisen ympäristöluvan mukaisten raja-arvojen sisällä ja vastaa siten enimmillään purkuputken ympäristölupaharkinnassa arvioituja ympäristövaikutuksia. Kunnostus jaksetaan usean vuoden ajalle ja sen yhteydessä allasalueilla tehdään huomattavia vesienhallintajärjestelyjä. Siten kunnostuksen vaikutus vuosittaiseen vesien vesistöön juoksuttamisen tasoon on maltillinen, mikä osaltaan hillitsee haitta-ainekuormitusta. Vettä johdetaan kunnostettavilta välivarastoaltailta myös normaaliin tapaan ensisijaisesti tuotantokiertoon liuostilavuuksien sen salliessa ja toissijaisesti juoksutettavaksi.

Arvioinnin lähtökohtana ovat Nuasjärven purkuputkea pitkin johdettavien vesien luparajojen (PSAVI/2960/2014) mukaiset päästökiiintöt ja pitoisuusrajat sekä keskimääräiset kokonaiskuormitusmäärät ja purkuveden haitta-ainepitoisuudet putken käyttövuosina 2017-2019 (Taulukko 14).

Taulukko 14. Nuasjärveen purkuputkea pitkin johdettavien vesien luparajojen (PSAVI/2960/2014) mukaiset päästökiintiöt ja pitoisuusrajat sekä keskimääräiset kokonaiskuormitusmäärät ja pitoisuudet vuosina 2017-2019.

Aine	Päästökiintiö	Keskimääräinen kokonaiskuormitus	Pitoisuusraja	Keskimääräinen pitoisuus
Kupari (Cu)	100 kg	5,3 kg	0,3 mg/l	0,001 mg/l
Mangaani (Mn)	20 000 kg	2830,3 kg	4,0 mg/l	0,772 mg/l
Nikkeli (Ni)	350 kg	119,0 kg	0,3 mg/l	0,031 mg/l
Sinkki (Zn)	525 kg	187,3 kg	0,5 mg/l	0,05 mg/l
Sulfaatti (SO ₄)	15 000 t	6464,7 t	2000 mg/l	1643 mg/l
Natrium (Na)	4000 t	1085,7 t	-	258 mg/l

Kunnostettavista alueista Eteläisen Kuusilammen ja Tammalammen, Härkälammen ja Pohjoisen Kuusilammen sekä Haukilampi-Kärsälampi alueiden vedenlaatu alittaa nykyisellään Nuasjärven purkuputken ympäristöluvan (PSAVI/2960/2014) mukaiset pitoisuuden raja-arvot ja näiden alueiden kuivatusvedet voitaisiinkin päästökiintiöiden puitteissa johtaa prosessoimatta suoraan ympäristöön laskeutusaltaiden kautta. Pöyry Finland Oy:n laatiman kunnostussuunnitelman mukaisesti näin lähtökohtaisesti toimitaankin Eteläisen Kuusilammen ja Härkälammen reittien osalta, mutta Haukilampi-Kärsälampi reitin vedet saatetaan joutua tyhjentämään uuden sekundäriiliuotusalueen (SH 5-8) rakentamisen valmistelun johdosta jo ennen varsinaisen lopullisen kunnostussuunnitelman valmistumista. Tällöin kuivatusvedet johdettaisiin olemassa olevaa painevesilinjaa pitkin laskeutusaltaaseen, jossa niiden laatua seurataan tiiviisti ja ne johdetaan tarvittaessa edelleen käsiteltäviksi keskusvedenpuhdistamolle. Myös Eteläisen Kuusilammen ja Härkälammen reitin kuivatusvesien laatua tarkkaillaan kuivatuksen aikana ja mikäli haitta-aineiden pitoisuudet ylittävät kaivoksen ympäristöön johdettavilta vesiltä edellytetyt raja-arvot, ne johdetaan niin ikään käsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolle.

Kortelampi-Urkki-Lumela sekä Kortelammen sakka-alden alueilta muodostuvat kuivatusvedet eivät täytä purkuputken ympäristöluvan mukaisia ympäristöön johdettavan veden lupaehtoja. Nämä vedet johdetaan suoraan altailta lähtevää painelinjaa pitkin käsittelyyn kaivoksen keskusvedenpuhdistamolle.

Kunnostusalueilta keskusvedenpuhdistamolle johdettavat vedet sisältävät muun muassa sulfaattia, kuparia, nikkeliä sekä muita metalleja, joille on esitetty purkuputken ympäristöluvassa (PSAVI/2960/2014) vuosittaiset kokonaiskiintiöt Nuasjärveen purettavien vesien osalta. Terrafame Oy:n vedenlaadun vuositarkkailuraporttien mukaan purkuputken vuosittaiset päästökiintiöt eivät ole ylittyneet kertaakaan keskusvedenpuhdistamon toiminnan aikana (v. 2016 - 2019).

Vaikutuksen suuruus vaihtelee vuodesta toiseen, ollen alustavan suunnitelman mukaisesti suurimmillaan viimeisen kuivatusvuoden eli vuoden 2027 aikana. Tällöin kaikkien Nuasjärven purkuputken ympäristöluvassa (PSAVI/702/2016) eriteltyjen vuosipäästökiintiöiden alaisten haitta-aineiden (Mn, Cu, Zn, Ni, SO₄ ja Na) laskennalliset kokonaiskuormitukset kasvaisivat yli 20 % vuosien 2017-2019 keskimääräisestä tasosta, kun kuivatusvedet käsitellään ensin keskusvedenpuhdistamolla (Taulukko 15). Muiden vuosien osalta, jolloin kunnostettavilta alueilta johdettaisiin kuivatusvesiä keskusvedenpuhdistamolle ja edelleen purkuputkea pitkin Nuasjärveen haitta-aineiden kuormitusmäärien laskennallinen kasvu jäisi alle 15 % nykytasoon verrattuna. Kokonaisvuosikuormitus olisi niin ikään suurimmillaan viimeisen kuivatusvuoden aikana (Taulukko 15). Kuormituksen laskennallista kasvua tarkasteltaessa on kuitenkin huomattava, että vuosien välinen vaihtelu keskusvedenpuhdistamolta purkuputkea pitkin Nuasjärveen kohdistuvassa kuormituksessa on ollut suurta ja hankkeen myötä aiheu-

tuva kuormituksen kasvu mahtuu tähän vaihteluväliin myös laskennalliselta kuormitukseltaan korkeimman vuoden 2027 osalta. YVA-menettelyssä käsiteltävien vaihtoehtojen suhteen kunnostuksen aikaiset vaikutukset eivät poikkea toisistaan Nuasjärveen kohdistuvan kuormituksen osalta.

Taulukko 15. Laskennalliset vuosikohtaiset kokonaiskuormituksen lisäykset kunnostettavilta alueilta, näiden mukainen Nuasjärveen suuntautuva kokonaiskuormitus sekä osuus purkuputken ympäristöluvan (PSAVII/) mukaisesta päästökiintiöstä. Lisäys kuormitukseen on hankkeen aiheuttaman päästölisäyksen osuus prosentteina keskimääräisestä Terrafamen kaivosalueen kokonaiskuormituksesta (vuosien 2017-2019 keskiarvo) Nuasjärveen. Vuonna 2025 kuivatettavilta alueilta (Härkälampi ja Pohjoinen Kuusilampi) ei ollut saatavilla vesipatsaan tilavuustietoja, joten kokonaisainemääriä ei voitu laskea.

Aine/Vuosi	2022	2023	2025	2027
Kupari (Cu)	Lisäys: 0,678 kg Kokonaiskuormitus: 6,01 kg Osuus kiintiöstä: 6,01 % Lisäys kuormitukseen: + 12,7 %	Lisäys: 0,072 kg Kokonaiskuormitus: 5,41 kg Osuus kiintiöstä: 5,41 % Lisäys kuormitukseen: + 1,3 %	Lisäys: NA Kokonaiskuormitus: NA Osuus kiintiöstä: NA Lisäys kuormitukseen: NA	Lisäys: 1,131 kg Kokonaiskuormitus: 6,46 kg Osuus kiintiöstä: 6,46 % Lisäys kuormitukseen: + 21,2 %
Mangaani (Mn)	Lisäys: 347,0 kg Kokonaiskuormitus: 3177,3 kg Osuus kiintiöstä: 15,9 % Lisäys kuormitukseen: + 12,3 %	Lisäys: 14,35 kg Kokonaiskuormitus: 2844,7 kg Osuus kiintiöstä: 14,2 % Lisäys kuormitukseen: + 0,5 %	Lisäys: NA Kokonaiskuormitus: NA Osuus kiintiöstä: NA Lisäys kuormitukseen: NA	Lisäys: 620,8 kg Kokonaiskuormitus: 3451,1 kg Osuus kiintiöstä: 17,2 % Lisäys kuormitukseen: + 21,9 %
Nikkeli (Ni)	Lisäys: 14,14 kg Kokonaiskuormitus: 133,1 kg Osuus kiintiöstä: 38,0 % Lisäys kuormitukseen: + 11,9 %	Lisäys: 2,26 kg Kokonaiskuormitus: 121,3 kg Osuus kiintiöstä: 34,6 % Lisäys kuormitukseen: + 1,9 %	Lisäys: NA Kokonaiskuormitus: NA Osuus kiintiöstä: NA Lisäys kuormitukseen: NA	Lisäys: 25,3 kg Kokonaiskuormitus: 144,3 kg Osuus kiintiöstä: 41,2 % Lisäys kuormitukseen: + 21,3 %
Sinkki (Zn)	Lisäys: 17,7 kg Kokonaiskuormitus: 205,0 kg Osuus kiintiöstä: 39,0 % Lisäys kuormitukseen: + 9,4 %	Lisäys: 1,08 kg Kokonaiskuormitus: 188,4 kg Osuus kiintiöstä: 35,9 % Lisäys kuormitukseen: + 0,6 %	Lisäys: NA Kokonaiskuormitus: NA Osuus kiintiöstä: NA Lisäys kuormitukseen: NA	Lisäys: 39,95 kg Kokonaiskuormitus: 227,3 kg Osuus kiintiöstä: 43,3 % Lisäys kuormitukseen: + 21,3 %
Sulfaatti (SO ₄)	Lisäys: 738,7 t Kokonaiskuormitus: 7203,4 t Osuus kiintiöstä: 48,0 % Lisäys kuormitukseen: + 11,4 %	Lisäys: 43,05 t Kokonaiskuormitus: 6507,7 t Osuus kiintiöstä: 43,4 % Lisäys kuormitukseen: + 0,6 %	Lisäys: NA Kokonaiskuormitus: NA Osuus kiintiöstä: NA Lisäys kuormitukseen: NA	Lisäys: 1321,4 t Kokonaiskuormitus: 7786,1 t Osuus kiintiöstä: 51,9 % Lisäys kuormitukseen: + 20,4 %
Natrium (Na)	Lisäys: 122,8 t Kokonaiskuormitus: 1208,4 t Osuus kiintiöstä: 30,2 % Lisäys kuormitukseen: + 11,3 %	Lisäys: 19,6 t Kokonaiskuormitus: 1105,3 t Osuus kiintiöstä: 27,6 % Lisäys kuormitukseen: + 1,8 %	Lisäys: NA Kokonaiskuormitus: NA Osuus kiintiöstä: NA Lisäys kuormitukseen: NA	Lisäys: 219,6 t Kokonaiskuormitus: 1305,3 t Osuus kiintiöstä: 32,6 % Lisäys kuormitukseen: + 20,2 %

Muiden aineiden kuin purkuputken ympäristöluvassa vuosikiintiön alaisiksi osoitettujen aineiden osalta ei Terrafamen velvoitetarkkailuissa ole havaittu Nuasjärvessä luonnollisista taustapitoisuuksista poikkeavia pitoisuuksia. Myös hankkeen aiheuttama kuormituslisäys on näiden osalta maltillinen (Taulukko 16). Viimeisenä kuivatusvuotena (2027) laskennallinen kuormitus kohoaa selkeimmin, jolloin hankkeen aiheuttama lisäys vastaa noin kymmenesosaa Terrafamen kaivoksen kokonaiskuormituksesta. Välivarastoaltaiden kunnostusvaiheen jälkeen hankkeesta aiheutunut lisäkuormitus Nuasjärveen päättyy.

Taulukko 16. Muiden kuin vuosipäästökiintiössä olevien aineiden laskennallinen kuormitus Nuasjärveen kunnostushankkeen aikana. Ylemmänä lukuna on esitetty kunnostustoimien aiheuttama laskennallinen lisäys, lihavoinnilla kokonaiskuormitus Terrafamen kaivosalueelta.

Aine/Vuosi	2022	2023	2025	2027
Elohopea (Hg)	0,013 kg / 0,506 kg	0,007 kg / 0,500 kg	NA	0,055 kg / 0,548 kg
Kadmium (Cd)	0,032kg / 1,21 kg	0,017 kg / 1,2 kg	NA	0,133 kg / 1,31 kg
Alumiini (Al)	7,45 kg / 279,2 kg	3,96 kg / 275,7 kg	NA	30,5 kg / 302,3 kg
Rauta (Fe)	40,6 kg / 1523 kg	21,6 kg / 1504 kg	NA	166 kg / 1648 kg
Uraani (U)	0,159 kg / 5,97 kg	0,085 kg / 5,9 kg	NA	0,652 kg / 6,46 kg

Epäsuoria vesistövaikutuksia hanke voi aiheuttaa myös kunnostusvaiheen aikaisten pölyämisvaikutusten kautta. Välivarastoaltaiden kunnostustoimenpiteitä suoritetaan Lumijoen sekä Tuhkajoen valuma-alueilla, jotka kytkeytyvät edelleen osaksi Vuoksen sekä Oulujoen vesistöalueita. Pölyämisvyöhyketarkastelun perusteella vaikutukset voivat ulottua Talvijoen valuma-alueelle (Oulujoen vesistöalue) sekä myös Sopenjoen valuma-alueelle (Vuoksen vesistöalue). Pölyämisen kautta aiheutuvat vaikutukset ovat satunnaisia ja tuulioloista riippuvaisia. Mikäli pölyämisen estosta huolehditaan luvussa 11 esitettyjen lievennyskeinojen mukaisesti, jää näistä aiheutuva haitta todennäköisesti vähäiseksi.

Vaikutukset pintavesien fysikaalis-kemialliseen laatuun

Nuasjärven tarkkailutulosten perusteella Nuasjärvessä on mitattu kohonneita sulfaattipitoisuuksia (25-80 mg/l) jo ennen purkuputken käyttöönottoa. Purkuputken käyttöönoton jälkeen sulfaattipitoisuus on ollut purkuputken lähisyvän veden alusvedessä korkeimmillaan tasolla 80-120 mg/l. Sulfaattipitoisuus on suorassa yhteydessä alusveden sähkönjohtavuuteen. Kyseisestä syvänteestä on seurattu sähkönjohtavuuden arvoja jo useiden kymmenien vuosien ajan ja korkeimmillaan sekä sähkönjohtavuuden että sulfaattipitoisuuden arvot ovat olleet vuonna 2009 ennen kaivoksen käsiteltyjen purkuvesien johtamisen aloittamista. Purkuputken käyttöönotto 2016 näkyy sähkönjohtokyvyn kohoamisena Nuasjärven syvänteissä vuosina 2016-2017, mutta johtokyky oli kuitenkin pienempi kuin vuonna 2009. Vanhojen vesienkäsittelysakkujen välivarastoaltaiden kunnostushankkeen toteutuksen aikana kaikkien purkuputken kautta Nuasjärveen johdettavien purkuputken ympäristöluvassa määriteltyjen kuormituskiintiöiden alaisten aineiden kokonaismäärät ja näin ollen myös niiden aiheuttamat vaikutukset kasvavat jossain määrin. Kunnostushankkeen toteutumisen myötä kuormitus kuitenkin laskee pitkällä aikavälillä.

Terrafame Oy:n vesienhallinnan ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA) yhteydessä 2017 tehtiin päästömallinnuksia eri vaihtoehtoilta ja purkuputken sijainneille. Mallinnettu vaihtoehto VE1a vastasi kuormitusta Nuasjärveen 30 000 t vuosikuormalla. Tämän hankkeen ja Terrafamen muun toiminnan laskennallinen yhteiskuormitus jää arviolta puolestaan alle 10 000 t/a myös kaikkein kuormittavimman vuoden (2027) aikana. Mallinnuksen mukaan kuormitus nykyiseen purkupaikkaan 30 000 tonnin vuosikuormituksella nostaa sulfaattipitoisuuden pintavedessä keskiarvotasolle 16 mg/l ja pohjanläheisessä vesikerroksessa tasolle 270 mg/l. Mallintamalla saadut maksimipitoisuudet olivat vastaavasti pintakerrokselle ja pohjakerrokselle 40 mg/l ja 444 mg/l. Koska Terrafame Oy:n aiheuttaman kokonaiskuormituksen arvioidaan laskennallisesti jäävän maksimissaan noin kolmasosaan mallinnetusta pitoisuudesta, arvioidaan myös pitoisuustasojen jäävän selkeästi mallinnettua alhaisemmiksi. Lisäksi on huomioitava, että hankkeen tuottama sulfaattikuormituksen lisäys mahtuu helposti Terrafame Oy:n purkuputken vesistötarkkailuraporteissa vuosina 2017-2019 esitettyjen kokonaiskuormitusmäärien vaihteluväliin, jolloin hankkeen todelliset vaikutukset eivät todennäköisesti poikkea kaivoksen normaalitoiminnan aikaisesta tavanomaisesta vuodesta. Edelleen on huomattava, että kaivoksen vanhoja vesienpurkureittejä Jormasjokea pitkin tuleva sulfaattikuormitus laskee koko ajan, jolloin kokonaiskuormituksen määrä Nuasjärveen vähenee vuosi vuodelta.

Sulfaattilla on merkitystä vesistöjen geokemiallisissa kierroissa ja sitä kautta sillä on myös epäsuoria vaikutuksia vedenlaatuun. Suuret sulfaattipitoisuudet lisäävät veden tiheyttä ja vaikuttavat sitä kautta kerrostuneisuusoloihin. Kerrostuneisuuden vahvistuminen heikentää vesimassan kiertoherkkyyttä ja siten aiheuttaa alusvedessä hapen puutetta. Hapettomissa oloissa sulfaatti pelkistyy mikrobiologisesti sulfideiksi, mikäli ympäristössä on rikin pelkistykseen kykeneviä mikrobeja sekä riittävä määrä käyttökelpoista hiiltä. Tällöin voi muodostua eliöille myrkyllistä rikkivetyä (H_2S).

Rikin hapetus- ja pelkistysreaktiot vaikuttavat myös hiilen, typen, fosforin ja raudan kiertoihin vesistöissä. Sulfaatin pelkistyksessä muodostuvat sulfidit voivat tyrehtyttää raudan kierron, jolloin rauta hautautuu sedimenttiin fosforin sidontaan kykenemättömässä sulfidimuodossa. Raudasta vapautunut fosfori puolestaan siirtyy veteen aiheuttaen rehevöitymistä (Ekholm & Lehtoranta 2012). Merkittävä riski sulfaattipitoisuuden kasvuun liittyen on myös keväisten happamuuspiikkien muodostuminen. Happitilanteen paraneminen hapettoman kauden jälkeen saattaa aiheuttaa rikkihapon muodostumista ja pH:n laskua sedimenttiin saostuneiden metallisulfidien hapettumassa takaisin sulfaatiksi (Heikkinen ja Väisänen 2017). Moninaisten potentiaalisten vaikutustensa takia sulfaattipäästöä tulisikin jatkossa pyrkiä pienentämään nykytasosta.

Sulfaattipäästön lisäksi purkuvesissä on melko runsaasti myös mangaania. Mangaanin on todettu esiintyvän kaivosalueiden purkuvesistöissä vastaavalla tavalla kerrostuneena kuin sulfaatin. Mangaani-ioni reagoi vesistöissä orgaanisen aineksen ja humusyhdisteiden kanssa ja sedimentoituu vähitellen pohjasedimenttiin. Mangaani on kuitenkin herkkä liukenemaan hapettomissa oloissa uudelleen vesifaasiin pohjasedimentistä.

Kunnostuksen aikainen sulfaattikuormituksen lisääntyminen näkyy todennäköisesti siten, että purkuputkea pitkin johdettavien vesien aiheuttama kokonaiskuormitus Nuasjärveen tulee olemaan aikaisempien tarkasteltujen vuosien 2016-2019 mukaisen kuormituksen vaihteluvälin yläpäässä tai hieman tätä korkeampi. Kokonaismäärät tulevat kuitenkin jäämään selvästi alle kaivoksen vuosittaisten päästökiintiöiden. Nykyisestä keskiarvosta kohtava sulfaatti- sekä muiden aineiden aiheuttama kuormitus voi johtaa syvänteiden alusvesikerroksen happitilanteen heikentymiseen erityisesti talvikerrostuneisuuden aikana. Erityisesti viimeisenä kunnostusvuotena voidaan havaita tämän suuntaista kehitystä. Lisäyksen vaikutus kokonaistilanteeseen on kuitenkin todennäköisesti vähäinen, eikä se olennaisesti poikkea keskimääräistä sateisemman vuoden tilanteesta, jolloin kaivoksen kuivatusvesiä johdettaisiin purkuputkea pitkin Nuasjärveen tavanomaista suurempia määriä. On lisäksi huomattava, että Terrafame Oy:n vesistötarkkailun yhteydessä ei vuosina 2016-2019 ole havaittu alusvedessä varsinaisia hapettomia olosuhteita, vaikka hapen kyllästysprosentti onkin hieman purkuputken käyttöönoton jälkeen tasaisesti laskenut. Tarkkailujakson pituus on kuitenkin niin lyhyt, että on vaikea sanoa, onko kyseessä pysyvä vai väliaikainen kehityssuunta. Pitkiä aikasarjoja tarkasteltaessa havaitaan esimerkiksi, miten Nuasjärven syvänteiden happipitoisuus on nykyisin huomattavasti 1960-1990-lukuja korkeampi.

Laskennan tulosten mukaisesti Terrafamen toimintojen kokonaiskuormitus jää maksimissaan alle puoleen ympäristöluvan vuosikiintiöstä kaikkien aineiden osalta ja vähenee kunnostuksen kuivatusvaiheen päätyttyä nykyiselle tasolle. Edelleen tulosten mukaisesti lisääntyneet kuormitusmäärät eivät ole niin suuria, että niiden arvioitaisiin aiheuttavan järveen veden suolapitoisuudesta johtuvaa pysyvää halokliinistä kerrostuneisuutta. Tällöin kevät- ja

syystäyskiertojen yhteydessä syvänteissä oleva alusvesi uusiutuu, jolloin myös siihen liuenneet aineet leviävät laajemmalle alueelle, niiden vaikutus häviää suurempaan vesimassaan ja kunnostushankkeesta aiheutuvat vaikutukset jäävät täten luonteeltaan tilapäisiksi.

Vaikutukset vesieliöihin

Nuasjärven eliöyhteisöjen tilaa on tarkkailtu Terrafame Oy:n toimesta veloitettavien tarkkailun puitteissa pohjaeläinten sekä kalaston osalta. Vuosina 2015-2018 toteutetun biologisen tarkkailun mukaan Nuasjärven ekologinen tila on ollut pääsääntöisesti hyvä, joskin pohjaeläinyhteisöissä on viime vuosina esiintynyt paikoin ekologisen tilan lievään heikkenemiseen viittavia kehityssuuntia. Pohjaeläinyhteisöjen tilasta kertovat PICM-indeksi ja PMA-arvot laskivat vuonna 2018 vuosien 2015 ja 2016 tasosta kahdella järven näytepisteellä, mutta puolestaan kasvoivat yhdellä pisteellä. Nuasjärven vesimuodostuman länsipuoleisella osalla Rehjajärvellä PMA-arvot olivat niin ikään selkeästi laskeneet vuoden 2018 aikana erityisesti syvänteissä. Tarkkailuaineistoa on kuitenkin kertynyt purkuputken käyttöönoton jälkeen vielä suhteellisen vähän, joten selvää purkuvesistä johtuvaa kehityssuuntaa on vaikea osoittaa.

Kalataloustarkkailuissa vastaavaa heikkenevää kehityssuuntaa ei ole havaittu ja kalaston puolesta Nuasjärven-Rehjan ekologinen tila onkin ollut luokiteltavissa tasaisen hyväksi. Suhteellisen pitkäikäisinä eliöinä mahdolliset ympäristössä tapahtuvat muutokset heijastuvat kaloihin pohjaeläin- ja planktoniyhteisöjä hitaammin, jolloin niiden ilmenemisen aikaviive kasvaa. Toisaalta taas vaikutusten merkittävyys voimistuu siirryttäessä ylemmille trofiatasoille ja näin ollen kalakannan rakenteen voidaan katsoa ilmentävän järven pitkäaikaisia kehityssuuntia nopeammin uusiutuvia eliöyhteisöjä paremmin.

Vesienkäsittelysakka-alden kunnostushankkeen myötä esimerkiksi sulfaatin ja mangaanin pitoisuudet voivat jonkin verran kasvaa erityisesti pohjan läheisissä kerroksissa. Sulfaattitasoa 100 mg/l voidaan pitää makean veden eliöstölle pääosin haitattomana tasona. Terrafame Oy:n vesistö tarkkailun tulosten mukaisesti alusveden sulfaattipitoisuus Nuasjärven syvänteissä on purkuputken käyttöönoton jälkeen vuosina 2016-2019 pääosin alittanut tämän raja-arvon ja vastaavaa kehityssuuntaa tukevat myös vesienhallinnan YVA-selostuksen yhteydessä tehdyt mallinnukset. Koska kunnostushankkeesta aiheutuva kuormituksen lisäys olisi laskennallisesti keskimääräisen vuoden mukaisen vaihteluvälin sisällä, ei sulfaattipitoisuuden arvioida hankkeen toteuttamisen myötä ylitävän edellä esitettyä raja-arvoa kaivoksen normaalitoiminnan puitteissa.

Mangaanin osalta puolestaan nilviäiset ja äyriäiset ovat osoittautuneet muita eliöryhmiä herkemiksi haitallisille vaikutuksille (LC_{50} arvo 5,7 mg/l). Tätä raja-arvoa lähenteleviä mangaanipitoisuuksia on ajoittain havaittu Terrafamen vesistö tarkkailuissa vuosina 2016-2019 Nuasjärven syvänne näyteenotto pisteillä talvi- ja kesäkerrostuneisuuden aikaisissa vähähappisissa olosuhteissa. Kunnostushankkeen myötä aiheutuvat mangaanipitoisuuden lisäykset ovat vähäisiä, mutta ne saattavat otollisissa olosuhteissa heilauttaa yhdessä muun kaivoksen kuormituksen kanssa syvänteiden alusveden mangaanipitoisuuden yli nilviäisille ja äyriäisille haitallisen tason. Tämänkaltaisen vaikutus on tosin nykyiselläänkin Nuasjärven syvänteissä mahdollista, eikä vanhojen vesienkäsittelysakkujen kunnostushankkeen katsota olevan erityisen merkittävässä asemassa sen toteutumisen kannalta. Mangaanin ja raudan pitoisuudet ovat lisäksi vahvasti kytköksissä hapettomuuteen ja pitkän aikavälin tarkkailuaineistossa näkyy, että Nuasjärven alusveden mangaanipitoisuus on ollut 1990-luvulle saakka toistuvasti koholla, ollen usein moninkertainen nykytilanteeseen verrattuna.

Nuasjärven purkuputkea pitkin suuntautuvan lisääntyvän kuormituksen myötä haitallisten vaikutusten vyöhyke järven pohjakerroksissa saattaa nykyisestä hieman laajeta. Etenkin kunnostuksen viimeisenä vuotena kuormituksen kasvu voi muodostua kohtalaisen voimakkaaksi, jolloin haitalliset vaikutukset pohjan syvänteissä ja näiden läheisyydessä saattavat korostua ja esimerkiksi sulfaatin pitoisuus kasvaa yli haitattomana pidetyn tason. Tällöin veden kerrostuneisuus vahvistuu, syvänteiden alusveden kemiallinen hapenkulutus kasvaa ja hapen kyllästysaste laskee, kun alusveteen ei pääse sekoittumaan päänäyvesikerroksesta uutta hapekasta vettä. Suorat eliöyhteisöihin kohdistuvat vaikutukset aiheutuisivat lähinnä pohjaeläinyhteisöille. Myös kaloihin voi kohdentua vaikutuksia lähinnä alentuneen happipitoisuuden kautta erityisesti talvisaikaan syvänteisiin hakeutuvien lajien osalta. Merkittäviä haitallisia vaikutuksia pidetään kuitenkin hankkeen ja kaivoksen toiminnan aiheuttama kokonaiskuormitus, vesienhallinnan YVA-selostuksen vesistö mallinnus sekä vuosien 2016-2019 vesistö tarkkailutulokset huomioiden epätodennäköisinä.

Muihin kuin Nuasjärven eliöyhteisöihin kohdistuvat vaikutukset aiheutuvat sakka- ja turvemateriaalin kuivaamisesta kunnostusalueilla ja näistä mahdollisesti pölyämisen myötä pintavesiin kulkeutuvista haitta-aineista. Väli-varastoaltaiden kunnostustoimenpiteitä suoritetaan Lumijoen sekä Tuhkajoen valuma-alueilla, jotka kytkeytyvät edelleen osaksi Vuoksen sekä Oulujoen vesistöalueita. Pölyämisvyöhyketarkastelun perusteella vaikutuksia voi yltää myös Talvijoen valuma-alueelle (Oulujoen vesistöalue) sekä mahdollisesti myös Sopenjoen valuma-alueelle (Vuoksen vesistöalue). Pölyämisen kautta aiheutuvat vaikutukset arvioidaan kuitenkin vähäisiksi, koska kuivatus-alueiden pölyämisvaikutuksia torjutaan aktiivisesti soveltuvien lievennyskeinojen avulla. Todelliset vaikutukset voisivat ilmetä korkeintaan kaivospiirin alueen pienvirtavesissä, joissa ne jäisivät pulssimaisiksi aiheuttaen mahdollisia hetkittäisiä kuormituspiikkejä. Laskureittien järvaltaat ovat mahdollisen kuormituspiikin laajuuteen verrattuna kookkaita, joten niihin ei arvioida kohdistuvan haitallisia vaikutuksia.

Uraanin osalta kunnostushankkeen suurin laskennallinen vuosikuormitus Nuasjärveen on noin 0,65 kg vuonna 2027, kun laskennallinen kaivoksen keskimääräinen kokonaiskuormitus on noin 5,8 kg. Nuasjärven vesimassaan laimentuessaan uraanipitoisuus vedessä jää matalaksi ja uraanikuormituksen lisäys hyvin vähäiseksi.

10.2.2 Loppusijoitusvaiheen vaikutukset

Loppusijoitusvaiheessa kunnostetut alueet eristetään niille mahdollisesti kontaminaatiota aiheuttavista kaivospiirin alueista, kuten tehdas- ja varikkoalueesta sekä pilaantuneen maan läjitysalueesta. Tällöin kunnostetuilta alueilta muodostuvat valumavedet kytetään johtamaan taas vanhoja luonnollisia laskureittejään pitkin ympäristöön. Lisäksi kunnostettujen väli-varastoaltaiden fysikaaliskemiallinen vedenlaatu parantuu huomattavasti. Edelleen Nuasjärveen kaivosalueelta suuntautuva kokonaiskuormitus pienenee, kun kunnostetuilta alueilta ei enää muodostu keskusvedenpuhdistamolla käsiteltäviä vesiä. Pintavesivaikutukset loppusijoitetusta sakasta arvioidaan normaalitilanteessa äärimmäisen vähäisiksi valitusta loppusijoitusvaihtoehdosta riippumatta.

Loppusijoitusvaiheen mahdolliset haitalliset pintavesivaikutukset liittyvät loppusijoitusalueen rakenteiden heikkenemistilanteeseen. Mahdollinen rakenteen tiiviyn heikkeneminen voi tapahtua siten, että vesitiiviisiin rakennekerroksiin muodostuu hyvin pitkällä aikavälillä kapeita halkeamia tai rakoja sekä näiden pinnalle että sivuille. Tämä mahdollistaisi veden suotautumisen rakenteen läpi. Pelkän pintarakenteen vaurioituessa täytön sisään päätyvät vedet ohjautuvat vesien keruujärjestelmään. Mikäli myös pohjarakenne vaurioituisi olisi mahdollista, että suotovettä kulkeutuisi loppusijoitusalueen ulkopuolelle ympäristöön. Nämä suotovedet voisivat sisältää vesienkäsittelysakkamateriaalissa esiintyvistä haitta-aineista erityisesti sulfaattia. Metallien liukeneminen loppusijoitetusta sakasta on jakautumiskertoimiin perustuen epätodennäköistä. Jos loppusijoitusalueiden yhteyteen toteutetaan mahdollisen heikkenemistilanteen varalta keskusvedenpuhdistamolle johtava suotovesien keräysjärjestelmä, voidaan haitta-aineiden kulkeutumista ympäristöön ja edelleen pintavesiin pitää lähtökohtaisesti epätodennäköisenä.

Mikäli rakenteen heikkenemistilanteen yhteydessä haitta-aineita pääsee kuitenkin kulkeutumaan pintavesiin näiden vaikutusten laajuus ja suunta vaihtelevat valittavasta loppusijoitusvaihtoehdosta riippuen. Loppusijoitusvaihtoehdot VE1 ja VE2 sijaitsevat Vuoksen päävaluma-alueella ja vaikutukset suuntautuisivat ensisijaisesti Lumijokeen sekä edelleen kohti Kivijärveä. Vaihtoehto VE1:n mukaisessa tilanteessa loppusijoitusalue sijaitsisi Kortelammen padon valuma-alueen sisäpuolella, jolloin vaikutukset olisi helpompi rajata mahdollisessa vuototilanteessa kaivospiirin sisäpuolelle. Vaihtoehdossa VE2 puolestaan loppusijoitusalue sijaitsisi Kortelammen padon valuma-alueen ulkopuolella, jolloin haitta-aineiden kulkeutumista olisi vaikeampi rajata hallitusti. Toisaalta vaihtoehdossa VE2 loppusijoitusalue sijaitsisi maaperältään tiiviillä moreenikerrostumien alueella, jonka vedenjohdotkyky on heikko ja kulkeutuminen maanpinnan alaisena valuntana näin ollen hidasta. Onnettomuustilanteessa muodostuvien vuotovesien hallintaa voitaisiin vaihtoehdossa lisäksi tehostaa loppusijoitusalueen yhteyteen kaivettavien ympärysojien avulla, jolloin tähän liittyvä riski pienenee huomattavasti. VE1 arvioidaan kuitenkin pintavesivaikutusten kannalta paremmaksi vaihtoehdoksi Kortelammen padon tarjoamien vesienhallintamahdollisuuksien myötä.

Vaihtoehdossa VE3 sakkamateriaalia hyötykäytettäisiin kipsisakka-altaiden täyttömuotoilussa. Terrafame Oy:n kaivoksen kipsisakka-altaat sijaitsevat pääosin loppusijoitusvaihtoehtojen VE1 ja VE2 tavoin Vuoksen ja edelleen Lumijoen valuma-alueella, joskin kipsisakka-allas 1 sijaitsee paikkatietotarkastelun perusteella osittain Tuhkajoen ja täten Oulujoen päävaluma-alueella. Näin ollen mahdollisessa vuototilanteessa aiheutuvien pintavesivaikutus-

ten suunta olisi vaikeammin ennakoitavissa ja riippuisi huomattavasti siitä konkreettisesta kohdasta, josta varsinainen vuoto loppusijoitusrakenteesta ympäristöön pääsisi tapahtumaan. Mikäli vuoto suuntautuisi Lumijoen valuma-alueelle päätyisivät vedet Kortelammen altaalle, jossa ne olisivat padottavissa Kortelammen padon taakse ja johdettavissa takaisin käsittelyyn. Mikäli vuotokohta kuitenkin sijaitisi rakenteen luoteiskulmassa ja vedet purkautuisivat Tuhkajoen valuma-alueelle, ne saataisiin nykyjärjestelyin ohjattua esimerkiksi Haukilammen alueelle, vaikka luonnollinen purkureitti olisi Korentojoen kautta Kolmisoppeen. Kuivatäytöstä tapahtuvassa vuodossa vesimäärät olisivat todennäköisesti hyvin pieniä. Mikäli Kolmisopen malmion hyödyntämiseen haetaan ja saadaan ympäristö- ja vesitalouslupa, vaikutukset voivat onnettomuustilanteessa ulottua Jormasjärveen saakka. Kolmisopen malmion onnettomuustilanteita ja niiden todennäköisyyksiä tarkastellaan tarkemmin vuoden 2021 aikana valmistuvassa Kolmisopen YVA-selostuksessa. Vuototilanteen vaikeamman havainnoinnin sekä vesienhallintaan liittyvien epävarmuustekijöiden johdosta vaihtoehtoa VE3 pidetään kuitenkin pintavesivaikutusten kannalta heikoimpana loppusijoitusvaihtoehtona.

Vanhojen vesienkäsittelysakkujen välivarastoaltaiden kunnostuksen myötä altailta purkautuva vesi voidaan johtaa keskusvedenpuhdistamon sijaan suoraan ympäristöön edellyttäen, että pintavesille kunnostussuunnitelmassa asetetut tavoitepitoisuudet täyttyvät. Tämä vapauttaa vesienkäsittelykapasiteettia kaivoksen keskusvedenpuhdistamolla ja vähentää edelleen Nuasjärveen purkuputkea pitkin kohdistuvaa kuormitusta. Pysyvältä kontaminaationestoalueilta muodostuvat vedet on jatkossa johdettava keskusvedenpuhdistamolle käsiteltäviksi, mutta näiden määrä on vähäinen nykyisiin välivarastoaltailta muodostuviin vesiin verrattuna.

10.2.3 Kipsisakka-altaan 4 vaikutukset

Kipsisakka-altaan 4 vesistövaikutukset rinnastuvat pitkälti jo käytössä olevien kipsisakka-altaiden 1-3 vaikutuksiin. Altaalta muodostuva selkeytynyt ylitevesi johdetaan muiden kipsisakka-altaiden tapaan käsitellyn veden varastoaltaalle, josta se johdetaan joko vanhoille purkureiteille tai purkuputkea pitkin Nuasjärveen ympäristöluvan pitoisuusehtojen ja päästökiintiöiden puitteissa. Kipsisakka-allas 4 lisää Vuoksen vesistöalueelle loppusijoitetun kipsisakkamateriaalin määrää ja kasvattaa täten mahdollisesta onnettomuustilanteesta aiheutuvaa riskiä.

Allas tullaan sijoittamaan samalle alueelle aikaisempien kipsisakka-altaiden 1-3 kanssa, jolloin niiden pintavesille aiheuttamaa potentiaalista riskiä kyetään myös hallitsemaan keskitetysti. Riittävällä kipsisakka-allaskapasiteetilla voidaan varmistaa myös tehokas kiintoaineen laskeutuminen ja siten sakka-altaalta Latosuon patoaltaalle johdettavan veden laatu. Ehdotettu sijoituspaikka on operoinnin kannalta tarkoituksenmukainen ja mahdollistaa myös Kortelammen padon hyödyntämisen onnettomuustilanteessa muodostuvien vuotovesien leviämisen estämisessä. Suuremman sakkamäärän aiheuttamasta riskitason noususta seuraavat pintavesivaikutukset arvioidaan vähäisesti haitallisiksi. Normaalityöiminnan aikaisessa tilanteessa merkittäviä vaikutuksia ei kuitenkaan muodostu. On kuitenkin huomattava, että pitkällä aikavälillä altaan toteuttaminen on välttämätöntä kaivoksen vesienkäsittelykapasiteetin tarpeiden täyttämiseksi. Nykyisten kipsisakka-altaiden täyttökapasiteetin loppuessa haitalliset vesistövaikutukset muodostuisivat huomattavasti merkittävämmäksi tilanteessa, jossa neljättä kipsisakka-allasta ei toteutettaisi.

10.2.4 Mourunpuron maa-ainesten loppusijoittaminen

Mourunpuron loppusijoitettavien maa-ainesten haitta-aineiden kokonaispitoisuudet ja liukoisuudet ovat niin alhaisia, että niistä ei aiheudu vesistövaikutuksia. Lisäksi Mourunpuron maa-ainekset sijaitsevat kaivospiirin sisäpuolella ja massamäärä on pieni, joten maa-aineksesta ei tästäkään syystä aiheudu merkittäviä vaikutuksia.

10.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

Taulukko 17. Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu kunnostusvaiheen ja loppusijoitusvaiheen aikana vesistövaikutusten näkökulmasta.

Pintavedet ja vesi- luonto Kunnostusvaihe	VE0 Vähäisiä hai- tallisia vaikutuksia	VE1 Vähäisiä hai- tallisia vaikutuksia	VE2 Vähäisiä hai- tallisia vaikutuksia	VE3 Vähäisiä hai- tallisia vaikutuksia
Kuvaus vaikutuk- sista	Maastossa ja maa- pohjaisissa altaissa olevat vesienkäsit- telysakat voivat kuormittaa pintave- siä hulevesivaiku- tusten kautta. Vai- kutukset on luonteel- taan pitkäaikainen ja jatkuva.	Kuivatusvaihe lisää kuormitusta Nuas- järveen. Kuormitus- lisäys on kuitenkin vähäinen, eikä poik- kea nykyisellään purkupuutkeen kautta johdettavien vesien vuosittaisten kuor- mitusmäärien vaihtelu- välistä. Lisääntyvä sulfaattikuor- mitus saattaa laa- jentaa haitallisten vaikutusten vyöhy- kettä pohjan lähei- sissä kerroksessa purkupuutken ympä- ristössä, mutta vai- kutukset on todennä- köisesti ohimenevä. Lisääntynyt kuor- mitus mahtuu aiem- pien tarkasteltujen vuosien (2016- 2019) vaihteluvä- liin.	Kuivatusvaihe lisää kuormitusta Nuas- järveen. Kuormitus- lisäys on kuitenkin vähäinen, eikä poik- kea nykyisellään purkupuutkeen kautta johdettavien vesien vuosittaisten kuor- mitusmäärien vaihtelu- välistä. Lisääntyvä sulfaattikuor- mitus saattaa laa- jentaa haitallisten vaikutusten vyöhy- kettä pohjan lähei- sissä kerroksessa purkupuutken ympä- ristössä, mutta vai- kutukset on todennä- köisesti ohimenevä. Lisääntynyt kuor- mitus mahtuu aiem- pien tarkasteltujen vuosien (2016- 2019) vaihteluvä- liin.	Kuivatusvaihe lisää kuormitusta Nuas- järveen. Kuormitus- lisäys on kuitenkin vähäinen, eikä poik- kea nykyisellään purkupuutkeen kautta johdettavien vesien vuosittaisten kuor- mitusmäärien vaihtelu- välistä. Lisääntyvä sulfaattikuor- mitus saattaa laa- jentaa haitallisten vaikutusten vyöhy- kettä pohjan lähei- sissä kerroksessa purkupuutken ympä- ristössä, mutta vai- kutukset on todennä- köisesti ohimenevä. Lisääntynyt kuor- mitus mahtuu aiem- pien tarkasteltujen vuosien (2016- 2019) vaihteluvä- liin.
Pintavedet ja vesi- luonto Loppusijoitusvaihe	VE0 Kohtalaisia haitallisia vaikutuk- sia	VE1 Myönteisiä vaikutuksia	VE2 Myönteisiä vaikutuksia	VE3 Myönteisiä vaikutuksia
Kuvaus vaikutuk- sista	Maastossa ja maa- pohjaisissa altaissa olevat vesienkäsit- telysakat voivat kuormittaa pintave- siä hulevesivaiku- tusten kautta. Vai- kutukset on luonteel- taan pitkäaikainen	Vesienkäsittelysak- kojen aiheuttama kuormitus väliva- rastoaltaiden lä- hiympäristöön ja edelleen purkupuut- ken kautta Nuasjär- veen poistuu. Vaihtoehto on lop- pusijoituksen ve-	Vesienkäsittelysak- kojen aiheuttama kuormitus väliva- rastoaltaiden lä- hiympäristöön ja edelleen purkupuut- ken kautta Nuasjär- veen poistuu.	Vesienkäsittelysak- kojen aiheuttama kuormitus väliva- rastoaltaiden lä- hiympäristöön ja edelleen purkupuut- ken kautta Nuasjär- veen poistuu.

	ja jatkuva ja sen voimakkuus kertyy ajan myötä.	sienhallinnan kannalta myönteisin Kortelammen padon tarjoamien vesienhallintamahdollisuuksien myötä.		
--	---	--	--	--

Kipsisakka-allas 4:n toteuttamatta jättäminen aiheuttaa kaivoksen vedenkäsittelykapasiteettiin vajausta, mikä voi konkretisoitua haitallisina vesistövaikutuksina tulevaisuudessa. Kipsisakka-altaan 4 toteuttaminen lisää hie-man pintavesiin kohdistuvaa riskiä Vuoksen suuntaan, mutta vaikutukset ovat vähäisemmät kuin tilanteessa, jossa allasta ei toteuteta.

10.4 Lieventämiskeinot

Ennen töiden aloittamista kunnostettaville alueille rakennetaan vesienkeruujärjestelmät, jotka johtavat alueen kuivatusvedet keskusvedenpuhdistamolle.

Keskusvedenpuhdistamolta kipsisakka-altaille ja edelleen vesivarastoaltaille johdetun veden laatua tulee seurata kunnostuksen aikana, kuten käytäntönä on jo normaalitoiminnassa, ja kuivatusvesien johtaminen keskusvedenpuhdistamolle laskeutusaltilta keskeyttää, mikäli vaikuttaa siltä, että puhdistamolta johdettavan veden laatu ylittää pitoisuuskriittien mukaiset luparajat yhden tai useamman aineen osalta. Johtamista voidaan jatkaa, kun keskusvedenpuhdistamon häiriötilanne on korjautunut ja haitallisten aineiden pitoisuudet ovat laskeneet jälleen raja-arvojen alle.

Kunnostuksenaikaisesta pölyämisenestosta huolehtimalla kyetään ehkäisemään mahdollisesta hajalaskemasta aiheutuvat pulssimaiset vesistöihin kohdistuvat vaikutukset kaivospiirin ja lähialueen virtavesissä.

11 VAIKUTUKSET ILMANLAATUUN JA ILMASTOON

11.1 Lähtökohdat ja rajaukset

Ilmanlaatu

Pölyllä tarkoitetaan kiinteitä hiukkasia, jotka voivat olla tai tulla ilmassa leijuviksi niiden alkuperän, fysikaalisten ominaisuuksien ja ympäristön olosuhteiden mukaan. Pölyhiukkasten halkaisija voi olla alle mikrometrinä yli 100 mikrometriin (μm). Hiukkaspitoisuutta ilmassa kuvaavat kokonaisleijuma (TSP), hengitettävät hiukkaset (PM_{10}) ja pienhiukkaset ($\text{PM}_{2,5}$). Kokonaisleijumalla (TSP) tarkoitetaan ilmassa olevien hiukkasten kokonaispitoisuutta ja hengitettävillä hiukkasilla (PM_{10}) aerodynaamiselta halkaisijaltaan alle 10 μm hiukkasia. Vastaavasti pienhiukkasilla ($\text{PM}_{2,5}$) tarkoitetaan aerodynaamiselta halkaisijaltaan alle 2,5 μm hiukkasia ja ne ovat osa hengitettäviä hiukkasia. Hiukkanen kulkee ilmassa ilmavirtojen mukana. Alle 10 μm suuruisten hengitettävien hiukkasten laskeutumisnopeus on alhainen ja pienikin ilmavirtaus ylöspäin saa ne nousemaan. Hengitettävät hiukkaset kulkeutuvat hengitysilman mukana keuhkoihin ja pienhiukkaset keuhkorakkuloihin asti. (Toivonen 2010, Hakala & Laurila 2010).

Hankkeen aiheuttamia ilmapäästöjen vaikutuksia ilmanlaatuun on arvioitu VNa 38/2011 raja-arvojen ja VNp 480/1996 mukaisten ohjearvojen perusteella (taulukot Taulukko 18 ja Taulukko 19). Tämän mittaluokan kunnostushankkeella on vaikutusalueen ilmanlaadun kannalta merkittäviä vaikutuksia ainoastaan hengitettävien pienhiukkasten osalta, joten muita päästöjä (NO_x) ei ole arvioitu ilmanlaadun näkökulmasta.

Valtioneuvoston asettamat, pääosin terveysperusteiset ohjearvot ovat kansallisia ja ne on tarkoitettu ensisijaisesti ohjeeksi viranomaisille. Ohjearvoja sovelletaan muun muassa alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa sekä ympäristölupaharkinnassa. Tavoitteena on ennaltaehkäistä ohjearvojen ylittyminen ja taata hyvän ilmanlaadun säilyminen. Ilmanlaadun ohjearvot ovat raja-arvoja tiukemmat ja pitoisuuksien ollessa niiden alapuolella myös raja-arvot alittuvat.

Kaikissa EU-maissa voimassa olevat ilmanlaadun raja-arvot määrittelevät ilmansaasteille sallitut korkeimmat pitoisuudet. Raja-arvot ovat sitovia ja ne eivät saa ylittyä alueilla, joilla asuu tai oleskelee ihmisiä.

Taulukko 18. Ilmanlaadun raja-arvot (VNa 38/2011).

Hiukkasfraktio	Aika	Raja-arvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tilastollinen määrittely
Pienhiukkaset $\text{PM}_{2,5}$	Vuosi	25	Vuosikeskiarvo
Hengitettävät hiukkaset PM_{10}	Vuosi	40	Vuosikeskiarvo
	Vuorokausi	50	Enintään 35 vuorokausikeskiarvon ylitystä vuodessa

Taulukko 19. Ilmanlaadun ohjearvot terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi (VNp 480/1996).

Hiukkasfraktio	Aika	Raja-arvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tilastollinen määrittely
Kokonaisleijuma TSP	Vuorokausi	120	Vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste Vuosikeskiarvo
	Vuosi	50	
Hengitettävät hiukkaset PM_{10}	Vuorokausi	70	Kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo

Ilmasto

Hankkeen ilmastovaikutukset aiheutuvat pääosin välivarastoaltaiden kunnostukseen ja eri jätejakeiden loppusijoitukseen liittyvästä kuljetusliikenteestä sekä työkonien toiminnasta hankealueella. Hankkeen kasvihuonekaasupäästöjen arviointi perustuu kunnostustoimenpiteiden, kuljetusten sekä loppusijoituksen yhteydessä käytetystä polttoaineesta muodostuvien kasvihuonekaasupäästöjen laskentaan.

Kipsisakka-altaan 4 rakentaminen voi aiheuttaa työssä käytettävän kaluston vuoksi ilmastovaikutuksia, mutta verrattuna sakkojen ja lietteiden kunnostukseen sen vaikutukset ovat vähäisiä. Kipsisakka-altaan käytöstä ei aiheudu merkittäviä ilmastovaikutuksia.

Mourunpuron massojen ja geotuubien loppusijoittaminen peittämällä nykyiselle paikalleen on suhteellisen pieni koneellisesti toteutettava työ, jonka ilmastovaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

11.2 Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi

11.2.1 Kunnostusvaiheen aikaiset vaikutukset

Ilmanlaatu

Vesienkäsittelysakkojen poistamiseksi välivarastoalueilta sakka-altaat on ensin kuivatettava niin, että niiden pohja on tarpeeksi kantava työkonien liikkumiseksi alueella. Vesienkäsittelysakkamateriaalin ja välivarastoaltaiden kuivattaminen kasvattaa niiden pölyämistä sakkojen poiston ja siirron yhteydessä, etenkin mikäli vallitseva säätila on kunnostuksen aikaan kuiva ja lämmin. Osa sakkojen poistosta ja siirrosta tullaan toisaalta toteuttamaan myös talvityönä materiaalin jäädytystä, mikä puolestaan ehkäisee niiden pölyämistä.

Sakka-alueiden kunnostussuunnitelman mukaisesti välivarastoaltaista poistettuja kosteita sakkamateriaaleja kuivataan kunnostusalueiden yhteydessä joko aumaamalla tai vaihtoehtoisesti geotuubeihin sijoittamalla. Valittu menetelmä vaikuttaa materiaalin pölyämiseen; aumoista sakkamateriaalin pölyäminen on runsaampaa kuin käytettäessä kuivatukseen geotuubeja. Sakkamateriaalin kuivaamisessa sen siirtomatkat pyritään pitämään mahdollisimman lyhyinä hyödyntäen tarvittaessa useampia sijainteja kunnostusalueen eri puolilla.

Kaivospiirin ja sen lähiympäristön maankäyttö koostuu corine land cover 2018 20m resoluutioisen aineiston mukaisesti (SYKE 2018) pääasiassa havupuuvaltaisista metsäisistä maankäyttömuodoista (Kuva 32). Kasvillisuuden ja erityisesti havupuiden on osoitettu sitovan ilmasta kaasuja ja partikkeleita tehokkaammin kuin muiden maankäyttömuotojen (Fowler ym. 1989; Tallis ym. 2011) ja kaivospiirin sekä ympäröivän alueen maankäytön voidaan näin ollen katsoa lieventävän vesienkäsittelysakkojen välivarastoaltaiden kunnostushankkeesta aiheutuvia ilmanlaadullisia vaikutuksia.

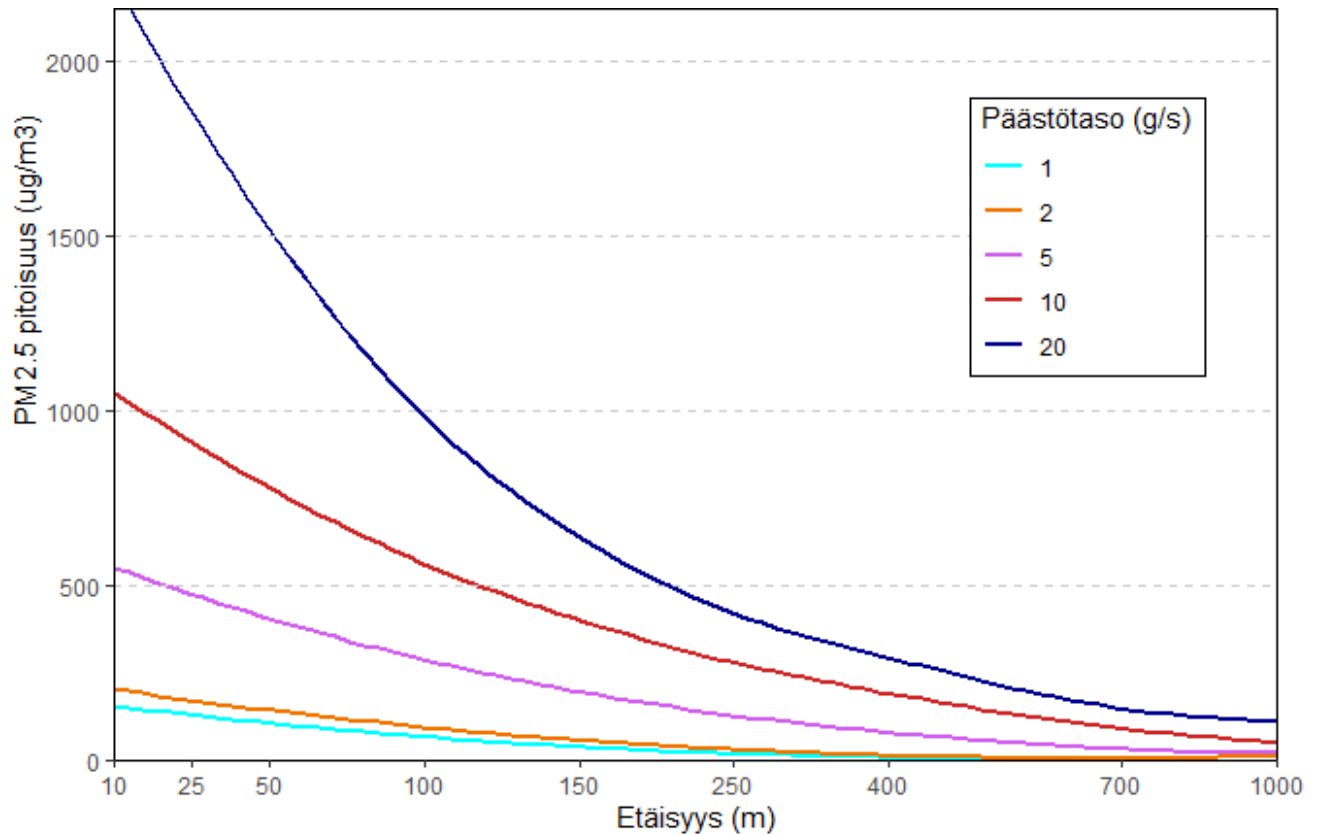
YVA-menettelyn yhteydessä toteutetun sakka- ja lietealueiden pilaantuneisuustutkimuksen (Sitowise 2019) tulosten mukaisesti välivarastoaltaissa sijaitsevat sakat vastasivat rakeisuudeltaan keskimäärin savista silttiä ja maa-alueilla sijaitsevat sakat puolestaan keskimäärin hienoa hiekkaa, joskin rakeisuuden suhteen esiintyi selvää vaihtelua näytteiden välillä. Sakkamateriaalin voidaan katsoa kuitenkin keskimäärin olevan rakeisuudeltaan hienojakoista ja näin ollen karkeampia maalajijakeita alttiimpaa pölyämislle.

Itse vesienkäsittelysakkojen lisäksi kunnostusalueilta poistetaan turpeen sekaista sakkaa yhteensä noin 209 000 m³ ktr ja pääasiassa turpeesta koostuvia pilaantuneita maa-aineksia yhteensä noin 269 m³ ktr. Nämä varsinaisista vesienkäsittelysakkoista eroavat jätejakeet aumataan kunnostusalueille omille kasoilleen kuivumaan ja näin ollen niiltä aiheutuu sakkamateriaalin tavoin pölyämisvaikutuksia ympäristöön. Eloperäinen turvemateriaali on pääasiassa mineraalimaalajeihin vertautuvaa sakkamateriaalia herkempää pölyämään ja näin ollen ilmanlaadullisia haittavaikutuksia arvioidaan erityisesti sen pohjalta.

Pöyry Finland Oy:n (2017) teettämän kaivoksen laajennuksen pölypäästöjen mallinnuksen mukaisesti (Tuotannon YVA-selostuksen liite 3) kaivoksen toiminnoista aiheutuu nykytilanteessa pölyvaikutuksia lähinnä kaivospiirin sisäpuolelle. Tuotannon YVA-selostuksessa käsitellyn vaihtoehdon 0+ mukaisesti puolestaan PM₁₀ hiukkasten vuosittaisen keskipitoisuuden raja-arvo saattaisi ylittyä pienellä alueella kaivospiirin itäpuolella. Koska mallinnus sisältää nyt käsiteltävien vanhojen vesienkäsittelysakkojen kuivatukseen vertautuvia hyvin samankaltaisia toimintoja (mm. malmin hienomurskaus, sekundääri- ja primäärihiutuskasan toiminnot, kalkkikitehtaan toiminnot) voidaan hankkeen vaikutusten olettaa olevan hyvin samankaltaisia, havaittavien vaikutusten rajoittuessa lähinnä kaivospiirin sisäpuolelle. Nykytoiminnasta laajimmalle ulottuvat vaikutukset liittyvät louhoksen räjäytyspölyn kulkeutumiseen, josta syntyvä pöly on luonteeltaan huomattavasti edellä kuvattuja toimintoja hienojakoisempaa ja laajemmalle alueelle levittäytävää. Vesienkäsittelysakkamateriaalista koostuvan jätejakeen ei edellä esitetyn mallinnuksen tulosten perusteella katsota aiheuttavan sellaista pölyämistä, joka olisi havaittavissa kaivospiirin ulkopuolella lisääntyneinä vaikutuksina.

Kunnostusvaiheessa käsiteltävistä jätejakeista pölyämisherkintä on pilaantuneen maan ominaisuuksia sisältävä turve, joten hankkeen pölyämisvaikutusten arvioinnissa kiinnitetään erityistä huomiota turpeen läjityksestä ja kuivatuksesta aiheutuviin vaikutuksiin. Näitä ovat selvittäneet tutkimuksissaan muun muassa Tissari ym. (2006) sekä Yli-Tuomi ym. (2000). Tulosten mukaisesti turpeentuotannon pölyämisvaikutukset ovat suurimmillaan tuotantoalueiden välittömässä läheisyydessä, noin 200 metrin etäisyydellä työskentelyalueesta, laskien tämän jälkeen selvästi (Kuva 39). Turpeentuotannon pölyämisvaikutukset ovat kuitenkin erityisen riippuvaisia tietyistä tuotantovaiheista (irrotetun turpeen kääntäminen ja kasaaminen), joihin verrattavia toimenpiteitä ei ole tarkoitus tässä hankkeessa toteuttaa.

Turvetuotanto on kuitenkin materiaalityypiltään hankkeen pölyämisvaikutusten arviointiin hyvä referenssiaineisto. Turvetuotannossa keskimääräisten sääolosuhteiden vallitessa vaikutuksia ei ollut Yli-Tuomi ym. (2000) tulosten mukaisesti enää ollenkaan havaittavissa noin kilometrin etäisyydellä tuotantoalueesta, joskin voimakaiden tuulennopeuksien yhteydessä pienhiukkasten (PM_{2,5}) pitoisuus saattoi kasvaa todella huomattavasti käsiteltävän turvemateriaalin kosteudesta riippuen. Turpeen pölyämistä kasvattivat tutkituista hankkeen kannalta relevanteista työmenetelmistä erityisesti poikkeuksellisen voimakkaissa tuuliolosuhteissa aumaamalla kuivaaminen, jonka myötä pienhiukkaspitoisuus saattoi olla kilometrin etäisyydellä aumasta jopa 300 ug/m³. Materiaalin kosteusprosentilla on selkeä yhteys vaikutusten voimakkuuteen ja laajuuteen; tutkimuksen tulosten mukaisesti erityisesti voimakkaissa tuuliolosuhteissa kuivan turvemateriaalin käsittely aiheutti huomattavasti voimakkaamman pölyämisvaikutuksen kilometrin etäisyydellä tuotantopaikasta verrattuna keskikosteaan turvemateriaaliin (Taulukko 20).



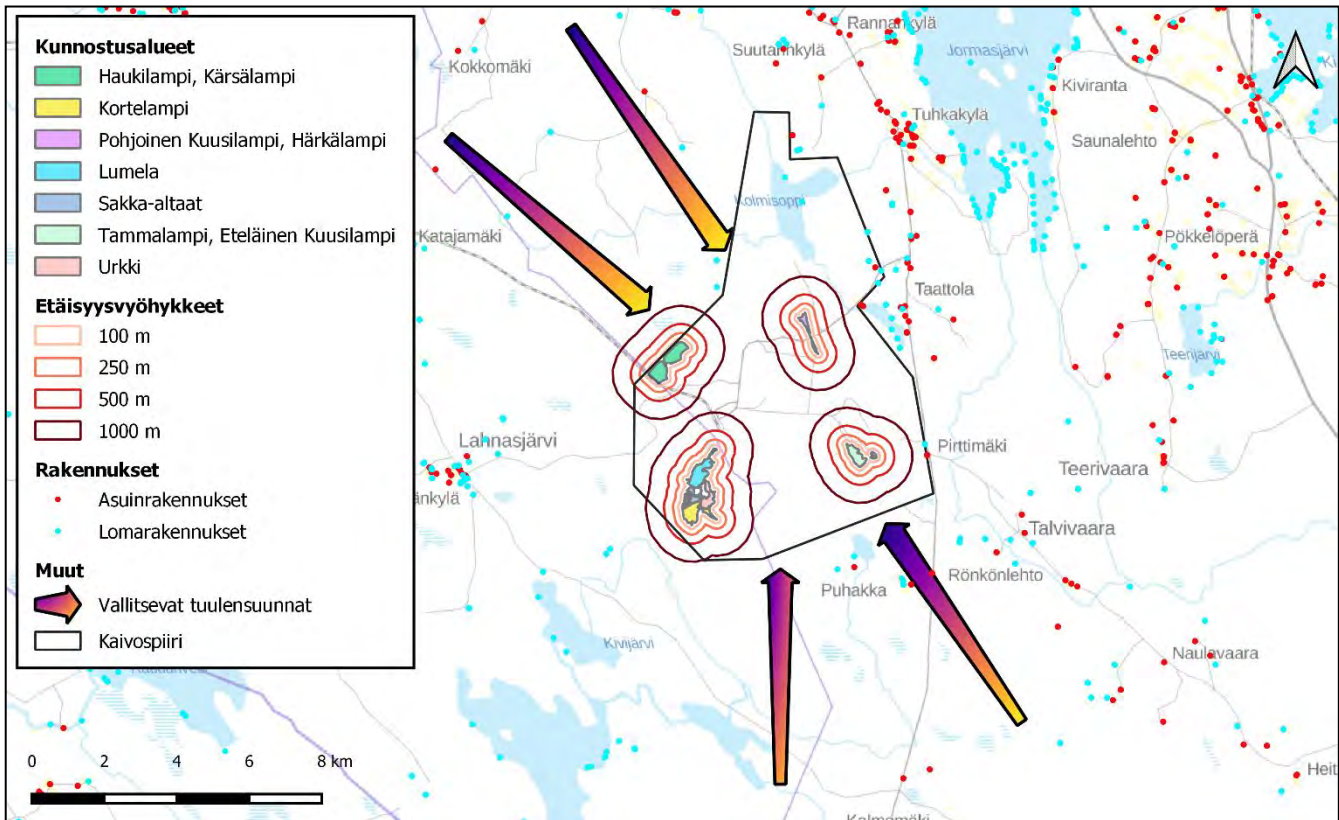
Kuva 39. Turvetuotannon pölyämisvaikutukset tuulen alapuolella tuotantopaikkaan nähden eri päästötasoilla keskimääräisissä tuotannonaikaisissa sääolosuhteissa. Y-akselilla esitetty PM_{2.5}-pienhiukkaspitoisuus (µg/m³), x-akselilla etäisyys tuotantopaikasta (huomaa epätasavälinen akseli). Käyrät kuvaavat pienhiukkasten päästötasoja (g/s) ilmaan tuotantopaikalla (Tissari ym. 2006).

Taulukko 20. Käsiteltävän turpeen kosteuden vaikutus PM_{2.5}-pienhiukkaspitoisuuksiin eri tuulennopeuksilla kilometrin etäisyydellä tuotantopaikasta. Erityisesti kovissa tuulennopeuksissa kosteuden merkitys korostuu (Yli-Tuomi ym. 2000).

Tuulen nopeus	PM _{2.5} -hiukkasten määrä kilometrin etäisyydellä toiminnasta (µg/m³), turpeen kosteus 40 %	PM _{2.5} -hiukkasten määrä kilometrin etäisyydellä toiminnasta (µg/m³), turpeen kosteus 55 %
Tuulen nopeus 2 m/s	<1	<1
Tuulen nopeus 5 m/s	13	2
Tuulen nopeus 9 m/s	439	16

Kunnostushankkeen pölyämisvaikutukset konkretisoituvat etenkin sakka- ja maa-ainesmateriaalien läjitys- ja kuivausvaiheessa. Vesienkäsittelysakkamassojen poisto välivarastoaltaiden pohjilta suoritetaan pääasiassa imu-ruoppaamalla, jolloin läjitettävä massa on hyvin kosteaa eikä juurikaan aiheuta ilmanlaadullisia haittavaikutuksia. Kuivatetuilla vesialueilla ja maa-alueilla sakan poistamiseen käytetään ensisijaisesti puskutraktoria tai tela-alustaista kaivinkonetta sakan kosteudesta riippuen. Veden peittämiltä alueilta poistettava materiaali pumpataan altain pohjalta geotuubeihin. Kuivatetuilta vesialueilta ja maa-alueilta poistetut sakat, sakan sekaiset turpeet sekä pilaantunut pohjamaa aumataan omille kasoilleen kuivumaan.

Turpeen tuotannon pölyämisvaikutuksia käsittelevän kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan perustellusti olettaa, että vesienkäsittelysakkojen välivarastoaltaiden kunnostushankkeesta aiheutuvat ilmanlaadulliset vaikutukset ovat suurimmillaan kunnostusalueiden välittömässä läheisyydessä alle 250 metrin etäisyydellä. Poikkeuksellisissa sääolosuhteissa vaikutuksia voi esiintyä myös kauempana kohteista, ympäristövaikutusten arviointiohjelmassa määritellyllä välittömien vaikutusten tarkastelun 500 metrin etäisyysvyöhykkeellä sekä kirjallisuuskatsauksen mukaisella 1000 metrin etäisyysvyöhykkeellä.



Kuva 40. Kunnostusalueiden sijainnit ja näille määritellyt 100, 250, 500 sekä 1000 metrin pölyn leviämistä kuvaavat etäisyysvyöhykkeet.

Kaivospiirin alueen rakennuskantaa suhteessa kunnostusalueiden sijaintiin tarkasteltaessa huomataan, että lähimmät vapaa-ajan- tai vakituksessa asumiskäytössä olevat rakennukset sijaitsevat 1000 metrin etäisyysvyöhykkeen ulkopuolella kaikilta kunnostettavilta alueilta. Näin ollen niille ei todennäköisesti ulotu näiltä ilmanlaadullisia vaikutuksia. Äärimmäisissä sää- ja tuuliolosuhteissa vähäisiä haitallisia vaikutuksia voi mahdollisesti esiintyä vallitsevat tuulensuunnat huomioiden kaivospiirin kaakkoispuolella sijaitsevalle pysyväälle ja vapaa-ajan asutukselle Puhakan ja Rönkönlehdon alueella. Tuhkakylän alueelle vaikutusten ei arvioida ulottuvan äärimmäisessä tilanteessa. Pirttimäen alueen asutus on Terrafame Oy:n omistuksessa, eikä sille mahdollisesti kantautuvien vaikutusten katsota näin ollen olevan merkittäviä. Kokonaisvaltaisesti alueen runsas metsäisyys ja puustovaltaisuus lieventää lisäksi pölyämisestä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia.

Kunnostusvaiheen lisäksi hankkeesta aiheutuvat pölyämisvaikutukset voivat konkretisoida erityisesti sijoitettaessa sakkamateriaalia ja pilaantuneita maa-aineksia sisältäviä jätejakeita loppusijoitusalueille. Vaikutukset ovat luonteeltaan ja voimakkuudeltaan todennäköisesti hyvin samankaltaisia kunnostusvaiheeseen verrattuna. Kaikki vaihtoehtoiset loppusijoitusalueet sijaitsevat Kortelammen ja Urkin altaiden läheisyydessä, jolloin mahdolliset vaikutukset rajoittuvat pääsääntöisesti kaivospiirin sisäpuolelle alueen vallitsevat tuulensuunnat huomioiden.

Kunnostusalueiden lisäksi lievää pölyämistä voi aiheutua kunnostus- ja loppusijoitusalueiden välisten kuljetusreittien varrella työkonien sekä siirtoon käytettävien kuorma-autojen liikkumisesta sekä mahdollisesta kuorman pölyämisestä johtuen. Näiden vaikutus jää kuitenkin hyvin vähäiseksi varsinaiseen kunnostukseen ja loppusijoitukseen verrattuna.

Ilmasto

Kunnostus- ja loppusijoitustyössä hyödynnettävät raskaat työkonet sekä ajoneuvot kuluttavat runsaasti energiaa, jonka tuottamiseen käytetään pääsääntöisesti fossiilisia polttoaineita. Tästä aiheutuu jonkin verran päästöjä ilmakehään.

Esikuvitetun sakkamateriaalin ja muiden jätejakeiden siirtäminen loppusijoitusalueille on mittava kuljetustoimenpide, joka kuluttaa energiaa ja aiheuttaa ilmastopäästöjä. Ympäristövaikutusten arviointia varten mallinne-

tun liikennesuoritteen perusteella laskettiin hiilidioksidiekvivalentit (CO₂-ekv.) hankkeesta aiheutuville kasvihuonekaasupäästöille vaihtoehtokohtaisesti. Päästölaskenta perustui Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän (LIPASTO) kertoiimiin (taajama, katuajo/Euro 5). Laskennassa hyödynnettiin siirrettävien massamäärien mukaisia keskiarvopainotettuja kuljetusmatkoja. Oletuksena oli, että kuljetukset toteutettaisiin dumppereilla, joiden hyötykuorma olisi noin 40 t.

Massamäärien mukaisesti painotetut keskimääräiset kuljetusmatkat sadan metrin tarkkuudella kunnostusalueilta loppusijoitusalueille olivat vaihtoehtokohtaisesti seuraavat:

- VE1: 2 900 m
- VE2: 3 400 m
- VE3: 3 300 m

Laskennan tulosten mukaisesti vanhojen vesienkäsittelysakkujen välivarastoaltaiden pohjalta poistettavan sakka- ja turvemateriaalin kuljetus kunnostusalueilta loppusijoitusalueille vaatisi yhteensä noin 37 300 kuljetusta eli yhteensä 74 600 edestakaista liikennesuoritetta. Koska kuljetus olisi yhdensuuntaista olisivat puolet liikennesuoritteista tyhjänä vailla kuormaa ajettavia. Liikennesuoritteiden mukaiset laskennalliset kuljetuksista aiheutuvat hankkeen aikaiset kokonaiskasvihuonekaasupäästöt hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂ ekv.) vaihtoehtokohtaisesti lähimpään tasatonniin pyöristettynä olisivat seuraavat:

- VE1: 812 t
- VE2: 952 t
- VE3: 924 t

Laskennallisen tarkastelun valossa vaihtoehto VE1 vaikuttaisi olevan siis ilmaston kannalta vähiten haitallinen ratkaisu pelkkä värivarastoaltaiden kunnostus ja sakkamateriaalin kuljetus huomioiden, joskin erot ovat pieniä. Todellisuudessa vaihtoehtojen väliset erot määritellyissä keskimääräisissä kuljetusmatkoissa ovat hyvin pieniä ja mahtuvat laskennassa tehdyistä oletuksista ja yleistyksistä johtuvien virhemarginaalien sisään. Vaihtoehtoja on näin ollen vaikea arvottaa ilmastovaikutuksiltaan paremmuusjärjestykseen ja kaikki vaihtoehdot ovat niin samassa suuruusluokassa keskenään, että käytännössä erot jäävät merkityksettömiksi.

Kunnostusvaiheessa hyödynnettävien työkalu- ja koneiden kasvihuonekaasupäästöjä on vaikeampi arvioida tarkasti, sillä näiden määristä tai työtunneista ei ole esitetty arviota Pöyry Finland Oy:n (2021) laatimassa kunnostussuunnitelmassa. Kunnostussuunnitelmassa esitetyn työsuunnitelman mukaisesti kunnostustyössä hyödynnetään puskutraktoreita tai tela-alustaisia kaivinkoneita kunnostusalueiden vedenpinnan tason, kantavuuden ja muiden rajaehdojen muodostamisessa puitteissa. Mikäli käytetään karkeaa oletusta, jonka mukaisesti kunnostusalueilla työskentelisi yhtäaikaaisesti keskimäärin 2 puskutraktoria sekä tela-avusteista kaivinkonetta ja loppusijoitusalueella sekä pintamaiden välivarastoalueella lisäksi yksi puskutraktori ja tela-avusteinen kaivinkone ja edelleen määritellään näille hankkeen erillisiin työvaiheisiin perustuvat kokonaistyötuntimäärät voidaan muodostaa karkea arvio hankkeessa käytettävien työkalu- ja koneiden muodostamista kasvihuonekaasupäästöistä hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂ ekv.). Kunnostussuunnitelman alustavan aikataulun mukaisesti edellä mainittujen työvaiheiden aktiiviset työskentelykuukaudet ja näiden mukaiset työkalukohtaiset kokonaiskuukaudet jakautuisivat seuraavasti:

Työvaihe	Puskutraktori kk	Tela-avusteinen kaivinkone kk
Kunnostusalueiden toiminnot*	160	160
Loppusijoitusalueen toiminnot	14	14
Yhteensä	174	174
* Kunnostusalueella oletuksena, että keskimäärin töissä 2 kpl puskutraktoria/tela-avusteista kaivinkonetta/kk.		

Mikäli oletetaan, että kuukausi sisältää keskimäärin 21 työpäivää ja että työtä tehdään kahdessa 12 tunnin vuorossa päivittäin, saadaan karkeaksi työkonetyyppikohtaiseksi kokonaistuntiarvioksi seuraavat lukemat:

Työkone	Puskutraktori	Tela-avusteinen kaivinkone
Aktiiviset työkuukaudet	174	174
Aktiiviset työpäivät	3 654	3 654
Aktiiviset työtunnit	87 696	87 696

Aktiivisten työtuntien arvion perusteella voidaan Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän (LIPASTO) avulla määrittää hankkeen laskennalliset kasvihuonekaasupäästöt hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂ ekv.). Tämän mukaisesti hankkeen työtuntiperusteiset laskennalliset kasvihuonekaasupäästöt olisivat Taulukko 21 mukaiset.

Taulukko 21. Kunnostushankkeessa hyödynnettävien työkoneneiden laskennalliset kasvihuonekaasupäästöt.

Työkone	Työtunnit	Kasvihuonekaasupäästöt t (CO ₂ ekv.)
Puskutraktori	87 696	n. 3 250
Tela-avusteinen kaivinkone	87 696	n. 2 350
Yhteensä	175 392	n. 5 600

Kunnostusvaiheessa hyödynnetään edellä esitettyjen työkoneneiden lisäksi myös muun muassa monitoimiruoppaajia altaiden pohjalla sijaitsevan sakan poistamiseen sekä erilaisia pumppuja altaiden tyhjennykseen, jotka kuluttavat energiaa ja aiheuttavat päästöjä. Kyseisille tai vastaaville työkoneneille ei ole valmiiksi määriteltäviä päästökertoimia, mutta näiden kokonaistyötunnit jäänevät huomattavasti vähäisemmiksi kuin edellä esitettyjen hankkeessa hyödynnettävien työkoneneiden. Karkeasti voidaan arvioida, että yhteensä hankkeen kunnostus- ja loppusijoitusvaiheessa aiheutuu yhteensä noin 4 500 hiilidioksidiekvivalenttitonnia vastaava määrä kasvihuonekaasupäästöjä, jotka nämä pysyvät keskimäärin samansuuruisina valittavasta hankevaihtoehdosta riippumatta. Yhdessä kuljetusten päästöjen kanssa voidaan karkeasti arvioida, että hankkeen kunnostusosuuden kokonaispäästöt vastaavat noin 10 000 CO₂ ekvivalenttitonnia.

Hankkeen kunnostusosuuden lisäksi työkoneneista ja kuljetuksista aiheutuvia ilmastovaikutuksia aiheutuu myös loppusijoitusalueiden rakennusvaiheessa. Karkeasti arvioiden vaikutukset ovat luvuissa 13 ja 16 esitettyjen massa- ja liikennemääräarvioiden perusteella suurimmillaan hankevaihtoehdossa VE1 ja pienimmillään vaihtoehdossa VE3, jossa kyseisiä vaikutuksia ei aiheutuisi hankkeen johdosta lainkaan, sillä kipsisakka-altaiden täyttömuotoilu tullaan tulevaisuudessa joka tapauksessa toteuttamaan. Hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 välinen ero on myös huomattava, sillä vaihtoehdossa VE1 tarvittava maansiirto- ja -muokkaustöiden sekä kuljetusten määrä on selvästi suurempi kuin vaihtoehdossa VE2.

Loppusijoitusalueiden rakentamisesta johtuvista kuljetuksista aiheutuvat eri hankevaihtoehtojen LIPASTO-järjestelmän mukaiset laskennalliset kokonaispäästöt hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂ ekv.) olisivat seuraavat:

- VE1: n. 1 265 t
- VE2: n. 1 110 t

Oletuksena laskelmissa oli, että 2/3 tarvittavista moreenimaista ja kaikki turve- sekä louhemassat olisivat saatavilla kaivospiirin sisäisin kuljetuksi ja 1/3 moreenimaista tulisi kuljettaa kaivospiirin ulkopuolelta. Kaivospiirin sisäiseksi keskimääräiseksi kuljetusmatkaksi määriteltiin 2 km ja ulkopuoliseksi 25 km. Lisäksi ilmastovaikutuksia

syntyy loppusijoitusalueiden rakentamisen maansiirto- ja muokkaustöistä, jotka ovat mittavimpia vaihtoehdossa VE1 verrattuna vaihtoehtoihin VE2 ja VE3. Karkeasti voidaan arvioida muista työvaiheista aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen olevan noin 500 CO₂ ekv. t hankevaihtoehdossa VE1, noin 350 t hankevaihtoehdossa VE2 ja merkityksettömät hankevaihtoehdossa VE3.

Kokonaisuudessaan hankkeesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt muodostuisivat hiilidioksidiekvivalenttiton-
neina (CO₂ ekv. t) ilmoitettuna seuraavan suuruisiksi:

Työvaihe	VE1	VE2	VE3
Kunnostus, kuljetukset	812 t	952 t	924 t
Kunnostus, muut työvaiheet	10 000 t	10 000 t	10 000 t
Loppusijoitusalueiden rakentaminen, kuljetukset	1 265 t	1 110 t	-
Loppusijoitusalueiden rakentaminen, muut työvaiheet	500 t	350 t	-
YHTEENSÄ	12 577 t	12 412 t	10 924 t

Hankkeen ilmastovaikutuksia arvioitaessa on huomioitava, että hankkeen kokonaiskestosta johtuen päästöt ja-
kautuvat noin 10 vuoden ajalle, jolloin keskimääräiset vuosipäästöt olisivat valittavasta hankevaihtoehdosta riip-
puen noin 1 100 - 1 300 t/a. Vertailun vuoksi Terrafame Oy:n koko kaivoksen toiminnan kasvihuonekaasupäästöt
(CO₂ ekv.) esimerkiksi vuonna 2018 olivat yhteensä 362 242 t suorat ja epäsuorat päästölähteet huomioiden.
Hankkeesta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärä on näin ollen vain murto-osa kaivoksen vuo-
tuisesta hiilijalanjäljestä. Alueelliseen päästötaseeseen hankkeesta aiheutuvilla päästöillä ei ole vaikutusta.

Ilmastovaikutusten puolesta suotuisin hankevaihtoehto olisi hankevaihtoehto VE3, jossa vesienkäsittelysakka-
materiaali ja muut hankkeessa syntyvät jätejakeet hyödynnettäisiin soveltuvien osien kipsisakka-altaiden täyttö-
muotoilussa. Tällöin paitsi välttyttäisiin erillisten loppusijoitusalueiden rakentamiselta, myös vähennettäisiin kai-
voksen tulevia päästöjä, sillä kipsisakka-altaiden täyttömuotoilu on tehtävä joka tapauksessa. Hyödyntämällä
sakkamateriaali täyttömuotoilussa ratkaistaisiin kipsisakka-altaiden täyttömuotoilu ja sakkojen loppusijoitus sa-
massa työvaiheessa, jolloin työkaluista ja kuljetuksista aiheutuvat päästöt vähenisivät. Kaivoksen toimintaa ko-
konaisuutena tarkasteltaessa näin muodostuvan päästövähennyksen merkitys on kuitenkin vähäinen.

Hankevaihtoehto VE1 olisi ilmastovaikutuksiltaan käsiteltävistä vaihtoehtoista kokonaisuutena haitallisin, sillä
siitä aiheutuisi loppusijoitusalueen rakentamisvaiheessa eniten kuljetuksiin ja rakenteiden muotoiluun liittyviä
kasvihuonekaasupäästöjä. Käytännössä erot arvioitavien hankevaihtoehtojen välillä ovat kuitenkin hyvin pieniä.

Kaikkiin hankevaihtoehtoihin sisältyy neljännen kipsisakka-altaan rakentamiseen varautuminen ja geotuubikent-
tien loppusijoittaminen. Verrattuna edellä esitettyihin sakkojen ja lietteiden kunnostuksen ilmanlaatu- ja ilmas-
tovaikutuksiin kipsisakka-altaan 4 rakentamisen vaikutukset ovat vähäisiä; merkittävimmät vaikutukset ovat ra-
kennusvaiheessa käytettävien työkaluista fossiilisten polttoaineiden päästöt ilmakehään, mutta niidenkin arvi-
oidaan jäävän hyväksyttävälle tasolle. Ilmanlaatuvaikutuksia ei arvioida aiheutuvan kaivospiirin ulkopuolelle.

Mourunpuron massojen loppusijoittaminen peittämällä nykyiselle paikalleen voi aiheuttaa vähäistä pölyämistä
massoja tasoitettaessa. Vaikutukset ilmanlaatuun jäävät kuitenkin vähäisiksi ja hyvin paikallisiksi. Massojen
haitta-ainepitoisuudet ovat myös matalia, joten niistä ei muodostu merkittävästi haitta-ainepitoista pölyä.

11.2.2 Loppusijoitusvaiheen vaikutukset

Hankkeen varsinaisella loppusijoitusvaiheella ei ole normaalitilanteessa tunnistettuja vaikutuksia ilmanlaatuun. Erityisesti eloperäisestä turvemateriaalista voi muodostua metaania, joka käsitellään peiterakenteiden kaasun-keräyskerroksessa. Metaani on voimakas kasvihuonekaasu, joka kiihdyttää ilmastomuutosta. Sakka-turveseoksen kaasuntuottopotentiaali on kuitenkin Ramboll Finland Oy:n (2016) teettämien tutkimusten mukaan heikko, eikä jätetäytöstä todennäköisesti muodostukaan metaania tai muita kasvihuonekaasuja merkittäviä määriä. Kaivoksen kokonaistoimintaan verrattuna tästä aiheutuvat ilmastolliset vaikutukset arvioidaan merkityksettömiksi.

Kipsisakka-altaan 4 käytöstä ei aiheudu erityisiä ilmastovaikutuksia. Loppusijoitetuista Mourunpuron maa-aineksista ei aiheudu ilmastovaikutuksia.

11.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

Taulukko 22. Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu kunnostusvaiheen ja loppusijoitusvaiheen aikana ilmanlaadun ja ilmastovaikutusten näkökulmasta.

Ilmanlaatu ja il- masto Kunnostusvaihe	VE0 Ei vaikutuksia	VE1 Vähäisiä hai- tallisia vaikutuksia	VE2 Vähäisiä hai- tallisia vaikutuksia	VE3 Vähäisiä hai- tallisia vaikutuksia
Vaikutusten ku- vaus	Nykytilanteella ei vaikutuksia ilmanlaatuun ja ilmastoon.	Kunnostusvaiheen pölyämisvaikutukset rajoittuvat lähes yksinomaan kaivospiirin sisäpuolelle. Loppusijoitusalueen rakentaminen tuottaa enemmän päästöjä verrattuna muihin hankevaihtoehtoihin.	Kunnostusvaiheen pölyämisvaikutukset rajoittuvat lähes yksinomaan kaivospiirin sisäpuolelle.	Kunnostusvaiheen pölyämisvaikutukset rajoittuvat lähes yksinomaan kaivospiirin sisäpuolelle. Ilmastovaikutukset jäävät vaihtoehtoista pienimmiksi olemassa olevien ja joka tapauksessa toteutettavien rakenteiden hyödyntämisen takia.
Ilmanlaatu ja il- masto Loppusijoitusvaihe	VE0 Ei vaikutuksia	VE1 Ei vaikutuksia	VE2 Ei vaikutuksia	VE3 Ei vaikutuksia
Vaikutusten ku- vaus	Nykytilanteella ei vaikutuksia ilmanlaatuun ja ilmastoon.	Ehjällä loppusijoitusrakenteella ei ilmanlaatu tai ilmastovaikutuksia. Jätetäytön kaasuntuottopotentiaali on vähäistä, joten orgaanisen aineksen hajoamisesta aiheutuvat ilmastovaikutukset jäävät hyvin pieniksi.	Ehjällä loppusijoitusrakenteella ei ilmanlaatu tai ilmastovaikutuksia. Jätetäytön kaasuntuottopotentiaali on vähäistä, joten orgaanisen aineksen hajoamisesta aiheutuvat ilmastovaikutukset jäävät hyvin pieniksi.	Ehjällä loppusijoitusrakenteella ei ilmanlaatu tai ilmastovaikutuksia.

Neljän kipsisakka-altaan rakentamisesta tai käytöstä tai Mourunpuron ja geotuubikenttien massojen loppusijoittamisesta ei arvioida aiheutuvan merkittäviä vaikutuksia ilmastoon tai ilmanlaatuun. Vaihtoehtoisesti geotuubikenttien massojen siirtäminen aiheuttaisi huomattavan määrän ylimääräistä liikennettä ja siten riskin pölyämisen sekä liikenneperäisille ilmapäästöille.

11.4 Lieventämiskeinot

Pölyn mahdollista leviämistä kaivuuajana voidaan torjua kastelulla ja suunnittelemalla työvaiheet vallitsevien sääolojen mukaan mahdollisimman vähäistä haittaa aiheuttaviksi. Kasvihuonekaasupäästöjen minimoimiseksi kuljetusreitit tulee optimoida mahdollisimman taloudellisiksi ja hyödyntää muutenkin hyviä energiatehokkaan työskentelyn käytäntöjä kuljetuksiin ja muihin työvaiheisiin liittyen.

Loppusijoitusalueen kaatopaikkarakenteiden yhteyteen voidaan sijoittaa soihjuja tai niissä muodostuva metaani ja muut kasvihuonekaasut voidaan hyödyntää kaivoksen energiantuotannossa, mikäli kaasua muodostuisi huomattavia määriä ja tämä on teknis-taloudellisesti käypä ratkaisu.

12 VAIKUTUKSET KASVILLISUUTEEN, ELÄIMISTÖÖN JA SUOJELUKOHTESIIN

12.1 Lähtökohdat ja rajaukset

Kaivospiirin alue on varattu kaivosteollisuuden käyttöön, vaikka alueella onkin luonnontilaisen kaltaista luonnonympäristöä. Kaivospiirin alueella esiintyy kuitenkin useita suojeltuja lajeja. Lähimmät suojelualueet sijaitsevat 2,5 kilometrin etäisyydellä hankealueesta.

12.2 Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi

12.2.1 Kunnostusvaiheen aikaiset vaikutukset

Hankkeen toteuttamisella ei ole vaikutuksia Natura-2000 verkostoon kuuluviin alueisiin tai muihin suojelukohteisiin. Lähimmät suojelualueet sijaitsevat lähimmilläänkin noin 2,5 kilometrin etäisyydellä hankealueelta eikä suoria vaikutuksia niille näin ollen arvioida muodostuvan. Myös epäsuoria vaikutuksia pidetään epätodennäköisinä. Kunnostettavilta alueilta muodostuvat kuivatusvedet ohjataan keskusvedenpuhdistamolle ja hankkeesta aiheutuvan pölyämisen ei arvioida yltävän lähimmille suojelukohteille asti asianmukaiset lieventämiskeinot huomioiden. Näin ollen vesienkäsittelysakkojen sisältämiä haitallisia aineita ei pääse kulkeutumaan suojelukohteille ja vaikutuksia ei muodostu. Kipsisakka-altaan rakentamisen ei myöskään arvioida aiheuttavan vaikutuksia kaivospiirin ulkopuolelle.

Loppusijoitusalue VE2 eteläpuolella sijaitsee lampareita, jotka voivat potentiaalisesti olla viitasammakolle soveltuvia lisääntymisalueita. Lampareisiin ei kohdistu muutoksia rakentamisen yhteydessä. Vaihtoehto VE1 sijoittuu Kortelammen alueelle, jossa viitasammakoiden esiintyminen on epätodennäköistä. VE3:n toteutumisella tai kipsisakka-altaan 4 rakentamisella ei ole vaikutuksia viitasammakkoon, koska kyseisellä alueella ei ole lajille sopivia ympäristöjä. Kaivosalueella on saukko- ja lepakkopopulaatio. Kunnostettavat vanhojen vesienkäsittelysakkojen välivarastoaltaat eivät sijaitse tunnettujen saukon elinpiirien tai lepakoiden lisääntymis-, levähdys- tai talvehtimisalueiden läheisyydessä. Kunnostusvaiheessa lepakoiden osalta vaikutuksia kohdistuu lähinnä Kärsä- ja Haukilammen ranta-alueen saalistusalueelle kunnostustöiden ollessa käynnissä. Lepakot käyttävät ravinnokseen hyönteisiä, ja hankkeeseen liittyvien kunnostustoimien ei arvioida merkittävästi vaikuttavan hyönteisten määrään alueella. Näin ollen vaikutuksen arvioidaan jäävän pieneksi. Saukkoa ei ole tiettävästi tavattu itse kaivospiirin alueelta ja sen esiintyminen kunnostettavilla alueilla on niiden nykytila huomioiden hyvin epätodennäköistä. Hankkeella ei arvioida olevan vaikutuksia saukon esiintymiseen.

Kipsisakka-altaan 4 rakentaminen edellyttää puuston ja kasvillisuuden poistoa alueelta, jolle kipsisakka-allas sijoittuu. Lietteiden ja sakkojen kunnostuksen yhteydessä joudutaan todennäköisesti poistamaan puustoa ainakin

Kärsälammen ja Haukilammen ympäristössä. Alueilta ei ole todettu liito-oravan esiintymistä vuonna 2018 toteutetun suunnitellun sekundääriliuotusalueen laajennusalueen selvityksen yhteydessä. Alueilla ei myöskään tiettävästi sijaitse potentiaalisia liito-oravan elinalueita. Näin ollen vaikutuksia lajille ei aiheudu. Kärsälammen vesistöt rantametsineen arvioitiin lepakoiden saalistusalueiksi, eivätkä ne näin ollen ole luonnonsuojelulain 49 §:n tarkoittamia erikseen suojeltavien lajien lisääntymis- tai levähdyspaikkoja.

Kunnostusalueilta poistetaan kunnostussuunnitelman (Pöyry Finland Oy 2021) mukaisesti puusto ja päällyskasvillisuus. Tästä aiheutuu paikallisia haittavaikutuksia alueiden kasvillisuudelle, mutta koska alueet ovat nykyisellään sakan vaikutuksen alaisia, arvioidaan kokonaisvaikutus kuitenkin positiiviseksi pidemmällä aikavälillä. Kunnostettavilla alueilla ei myöskään tiettävästi esiinny uhanalaisia tai muuten erityisesti suojeltavia kasvilajeja. Kaivospiirin alueelta tunnettu rotkokehräjäkälän (EN) esiintymä sijaitsee noin kilometrin etäisyydellä lähimmältä kunnostettavalta alueelta (Tammalampi). Kokonaisuudessaan hankkeesta kasvillisuudelle aiheutuvat vaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

Mourunpuron maa-aines on suunniteltu sijoitettavaksi paikalleen alueelle, jossa ei kasva kasvillisuutta. Alue on myös pienialainen (6900 m²), joten siitä ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia kasvillisuuteen, eläimistöön tai suojelukohteisiin. Massojen haitta-ainepitoisuudet ovat myös matalia ja hyväksyttäviä kaivosalueelle.

12.2.2 Loppusijoitusvaiheen vaikutukset

Kunnostuksen myötä vesienkäsittelysakkujen aiheuttama haitallinen vaikutus luonnonympäristölle vähenee merkittävästi. Näin ollen loppusijoitusvaiheessa haitallisia vaikutuksia eliölajeille tai suojelukohteille ei muodostu.

Yksittäisten suojelullisesti arvokkaiden eliölajien osalta hankkeen loppusijoitusvaiheella on lähinnä myönteisiä vaikutuksia saakoon, kun vanhojen vesienkäsittelysakkujen poistaminen välivarastoaltaista vähentää haitta-ainesten kulkeutumisriskiä pintavesistöihin. Näin ollen hanke voi vaikuttaa positiivisesti lähialueen virtavesien tilaan ja parantaa siten saukon elinmahdollisuuksia alueella. Muiden lajien osalta vaikutuksia ei arvioida aiheutuvan. Loppusijoitusvaiheen vaatimilla aluevarauksilla ei ole vaikutuksia suurpetoihin, joiden reviirit ovat laajoja. Aluevaraukset sijaitsevat kaivosalueella.

Loppusijoitusvaiheen vaikutukset luonnonympäristöön ja suojelukohteisiin arvioidaan kokonaisuudessaan myönteisiksi.

Suunnitellun neljännen kipsisakka-altaan alue muuttuu rakennetuksi. Muutoksen ei arvioida vaikuttavan merkittävästi luonnon monimuotoisuuteen, koska alue on lajistollisesti tavanomaista, ja sakka-allas sijoittuu rakennetun kaivosalueen välittömään ympäristöön. Kipsisakka-altaasta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia myöskään kaivospiirin ulkopuolelle. Vastaavista syistä Mourunpuron loppusijoitettujen massojen ei arvioida aiheuttavan merkittäviä vaikutuksia luonnonympäristöön ja suojelukohteisiin.

12.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

Taulukko 23. Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu kunnostusvaiheen ja loppusijoitusvaiheen aikana luontovaikutusten näkökulmasta

Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet Kunnostusvaihe	VE0 Kohtalaisia haitallisia vaikutuksia	VE1 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE2 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE3 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Vesienkäsittelysakan esiintymien ympäristössä kaivospiirin sisäpuolella on haitta kasvillisuudelle ja	Kunnostusvaiheen aikana poistetaan kasvillisuutta. Puuston poisto ei kavenna liito-oravan	Kunnostusvaiheen aikana poistetaan kasvillisuutta. Puuston poisto ei kavenna liito-oravan	Kunnostusvaiheen aikana poistetaan kasvillisuutta. Puuston poisto ei kavenna liito-oravan

	eläimistölle. Pinta- valunnan kautta vaikutukset voivat ulottua laajemmal- lekin alueelle.	potentiaalista elin- aluetta kaivospiirin sisäpuolella.	potentiaalista elin- aluetta kaivospiirin sisäpuolella.	potentiaalista elin- aluetta kaivospiirin sisäpuolella.
Kasvillisuus, eläi- mistö ja suoje- lu-kohteet Loppusijoitusvaihe	VE0 Kohtalaisia haitallisia vaikutuk- sia	VE1 Myönteisiä vaikutuksia	VE2 Myönteisiä vaikutuksia	VE3 Myönteisiä vaikutuksia
Vaikutusten ku- vaus	Vesienkäsitte- lysakan esiintymi- nen ympäristössä kaivospiirin sisä- puolella on haitta kasvillisuudelle ja eläimistölle ja voi pintavalunnan kautta ulottua myös kaivospiirin ulko- puolisille alueille.	Loppusijoitusvai- heessa haitallisia vaikutuksia eliöla- jeille tai suojelukoh- teille ei muodostu. Hanke voi vaikuttaa positiivisesti lähi- alueen virtavesien tilaan ja parantaa si- ten esimerkiksi sau- kon elinmahdolli- suuksia alueella.	Loppusijoitusvai- heessa haitallisia vaikutuksia eliöla- jeille tai suojelukoh- teille ei muodostu. Hanke voi vaikuttaa positiivisesti lähi- alueen virtavesien tilaan ja parantaa si- ten esimerkiksi sau- kon elinmahdolli- suuksia alueella.	Loppusijoitusvai- heessa haitallisia vaikutuksia eliöla- jeille tai suojelukoh- teille ei muodostu. Hanke voi vaikuttaa positiivisesti lähi- alueen virtavesien tilaan ja parantaa si- ten esimerkiksi sau- kon elinmahdolli- suuksia alueella.

Suunnitellusta neljänneestä kipsisakka-altaasta, geotuubikenttien sulkemisesta paikoilleen tai Mourunpuron mas-
sojen loppusijoittamisesta ei arvioida aiheutuvan merkittäviä vaikutuksia kasvillisuuteen, eläimistöön tai suoje-
lukohteisiin.

12.4 Lieventämiskeinot

Kunnostettavilla alueilla tulee välttää mahdollisuuksien mukaan kookkaan ja vanhan puuston poistoa erityisesti
Haukilammen ja Kärsälammen ympäristössä liito-oravan potentiaaliseen elinalueeseen kohdistuvien vaikutusten
lieventämiseksi. Kaivoksen ympäristöseurantoja tulee jatkaa velvoitetarkkailuohjelman mukaisessa laajuudessa
hankkeen keston aikana ja mukauttaa kunnostuksen toteutusta mahdollisesti havaittavien muutosten mukai-
sesti.

13 VAIKUTUKSET LIIKENTEESEEN

13.1 Lähtökohdat ja rajaukset

Hanke aiheuttaa liikennevaikutuksia ainoastaan kunnostusvaiheessa ja ne ovat pääsääntöisesti samat valitta-
vasta toteutusvaihtoehdosta riippumatta. Vaikutukset rajoittuvat pääasiassa kaivospiirin sisälle. Liikenne kaivos-
alueella ja sen läheisyydessä kasvaa vesienkäsittelysakkojen välivarastoaltaiden kunnostusvaiheessa tarvittavien
työkoneiden sekä sakkamateriaalin siirtojen sekä loppusijoituspaikkana toimivan vaarallisen jätteen kaatopaikan
vaatimien rakennustöiden myötä. Kipsisakka-altaan 4 rakentaminen sekä Mourunpuron massojen loppusijoitta-
minen lisäävät liikennettä kaivosalueella, mutta verrattuna sakkojen ja lietteiden kunnostamiseen liittyvään lii-
kenteeseen, lisäys on vähäinen.

13.2 Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi

13.2.1 Kunnostusvaiheen aikaiset vaikutukset

Esikuivatetun sakkamateriaalin ja muiden jätejakeiden siirtäminen loppusijoitusalueille on mittava kuljetustoi-menpide, joka kuluttaa energiaa ja aiheuttaa päästöjä ilmakehään. Massamäärien mukaisesti painotetut keski-määräiset kuljetusmatkat sadan metrin tarkkuudella kunnostusalueilta loppusijoitusalueille olivat vaihtoehto-kohtaisesti seuraavat:

- VE1: 2 900 m
- VE2: 3 400 m
- VE3: 3 300 m

Sakkujen kuljetuksessa hyödynnetään hyötykuormaltaan 40 t dumppereita. Laskennan tulosten mukaisesti van-hojen vesienkäsittelysakkujen välivarastoaltaiden pohjalta poistettavan sakka- ja turvemateriaalin kuljetus kun-nostusalueilta loppusijoitusalueille vaatisi yhteensä noin 37 500 kuljetusta eli yhteensä 75 000 edestakaista lii-kennesuoritetta. On tosin huomattava, että liikennesuoritteiden määrä jakaantuisi hankkeen keston mukaisesti noin 10 vuoden ajalle, jolloin keskimääräiset vuosittaiset liikennesuoritteet olisivat noin 7 500 liikennesuori-tetta/a. Tämänkaltainen lisäys näkyy vääjäämättä kaivospiirin sisäisissä liikennemäärissä. Kaivospiirin sisäisen lii-kenteen kasvu on huomattavan suurta ja erottuu selkeästi kaivoksen normaalitoiminnan mukaisesta liikenteestä. Kaivosalueen tieverkosto ei kuitenkaan tule ruuhkautumaan kuljetusten vaikutuksista, sillä liikennemäärät pysy-vät kokonaisliikennekapasiteettiin nähden verrattain pieninä ja lisäksi kunnostustöihin liittyvät kuljetukset koh-distuvat kaivospiirin sisäisten pääliikenneväylien ulkopuolelle.

Koska vesienkäsittelysakat ja pilaantuneen maan ominaisuuksia sisältävät turvepintamaat loppusijoitetaan kaik-kien hankevaihtoehtojen mukaisesti kaivospiirin sisäpuolelle hankkeen kunnostusosuudesta ei aiheudu kaivos-piirin ulkopuolelle suuntautuvia vaarallisten jättemateriaalin kuljetuksia. Hankkeen vaikutukset kaivospiirin ulko-puoliseen liikenteeseen ovat siis vähäisiä rajoittuen työmaan vaatimaan työmatka- ja työkoneiden kuljetusliiken-teeseen.

Kunnostettavilta alueilta aiheutuvien jätejaekuljetusten lisäksi hankkeesta aiheutuu liikennevaikutuksia loppusi-joitusalueiden rakentamiseen liittyvien massamäärien kuljetusten myötä. Näiden määriä on käsitelty tarkemmin luvussa 16 . Karkeasti voidaan todeta, että hankkeesta tämän myötä aiheutuva liikennemäärien kasvu olisi suu-rimmillaan hankevaihtoehdossa VE1 ja pienimmillään puolestaan vaihtoehdossa VE3, jossa vaikutuksia ei käy-tännössä aiheutuisi. Liikennemäärien laskennassa oletettiin, että kaivospiirin sisäisissä kuljetuksissa hyödynnet-täisiin dumppereita ja kaivospiirin ulkopuolisissa puolestaan tilavuudeltaan 20 m³ kasettirekkoja, joiden maks-iimuorma on 25 t. Pohjarakenteissa hyödynnettävä maa-aines koostuisi pääasiassa hiekkamoreenista, jonka kes-kimääräinen tilavuuspaino Ronkaisen (2012) mukaan on 16,6 kN/m³, jolloin yhteen kuormaan mahtuisi noin 14,5 m³ moreenimassaa. Näin ollen kasettirekkoja ei olisi mahdollista ajaa täyteen lastattuina, jolloin niiden hyöty-suhde ei olisi paras mahdollinen. Koska vaihtoehto VE1:ssä loppusijoitusalueella ei sijaitse käytännössä ollenkaan hyötykäytettäväksi soveltuvaa moreenimaata, olisi koko sijoitusvaihtoehdon vaatima moreenimäärä 1 075 300 m³ siirrettävä alueelle joko kaivospiirin sisältä tai sen ulkopuolelta. Mikäli oletetaan kahden kolmasosan loppusi-joitusalueen pohjarakenteissa tarvittavasta moreenimäärästä sijaitsevan kaivospiirin sisäpuolella, hankevaihto-ehdon toteuttaminen vaatisi yhteensä noin 110 000 liikennesuoritetta, eli hankkeen tuottama kokonaisliikenne-suoritemäärä kasvaisi noin kolmasosalla.

Hankevaihtoehdossa VE2 puolestaan rakenteissa käytettävän moreenin tarve on jo itsessään vähäisempi ja lisäksi vaihtoehdossa kyettäisiin todennäköisesti ainakin jossain määrin kattamaan laskennallinen moreenimassojen tarve sijoitusalueella valmiiksi sijaitsevilla maa-aineksilla. Näiden tarkasta määrästä ei ole tietoa, mutta jos ole-tetaan VE1:n mukaisesti alueella sijaitsevan 2/3 hankkeen edellyttämästä moreenimäärästä olisi kokonaiskulje-tusten tarve puuttuvan määrän kattamiseksi noin 40 000 edestakaista liikennesuoritetta, eli huomattavasti han-kevaihtoehtoa VE1 pienempi. Hankevaihtoehdossa VE3 puolestaan erillistä loppusijoitusalueiden rakennemate-riaalien kuljetuksista aiheutuvaa liikennemäärien kasvua ei aiheudu ollenkaan ja se olisikin liikennevaikutusil-taan hankevaihtoehdoista vähäisin. Vaihtoehdossa VE3 ei myöskään aiheudu ollenkaan kaivospiirin ulkopuolelle ulottuvia merkittävän suuruisia liikennevaikutuksia, jotka ovat muissa hankevaihtoehdoissa mahdollisia, mikäli

loppusijoitusalueiden rakenteissa hyödynnettäviä maa-aineksia joudutaan toimittamaan kaivospiirin ulkopuolelta.

13.2.2 Loppusijoitusvaiheen vaikutukset

Vesienkäsittelysakkamateriaalin varsinaisella loppusijoitusvaiheella, Mourunpuron loppusijoitetuilla massoilla tai kipsisakka-altaan 4 käytöllä ei ole vaikutuksia kaivospiirin sisäiseen tai sen ulkopuoliseen liikenteeseen.

13.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

Taulukko 24. Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu kunnostusvaiheen ja loppusijoitusvaiheen aikana liikennevaikutusten näkökulmasta

Liikenne – Kunnostusvaihe	VE0 Ei vaikutuksia	VE1 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE2 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE3 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Vesienkäsittelysakkujen jättäminen paikoilleen ei aiheuta liikennevaikutuksia.	Sisäisen liikenteen määrä kasvaa kaivospiirin sisällä. Vaihtoehdon toteuttaminen saattaa vaatia ulkopuolisia massoja, joka voi aiheuttaa liikennevaikutuksia myös kaivospiirin ulkopuolelle. Vaikutuksiltaan selkeästi haitallisin vaihtoehto.	Sisäisen liikenteen määrä kasvaa kaivospiirin sisällä. Ulkopuolinen liikennevaikutus vähäinen koostuen työmatkaliikenteestä.	Sisäisen liikenteen määrä kasvaa kaivospiirin sisällä. Ulkopuolinen liikennevaikutus vähäinen koostuen työmatkaliikenteestä.
Liikenne – Loppusijoitusvaihe	VE0 Ei vaikutuksia	VE1 Ei vaikutuksia	VE2 Ei vaikutuksia	VE3 Ei vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Vesienkäsittelysakkujen jättäminen paikoilleen ei aiheuta liikennevaikutuksia.	Loppusijoitusvaihe ei aiheuta liikennettä lukuun ottamatta tarkistuskäyntejä.	Loppusijoitusvaihe ei aiheuta liikennettä lukuun ottamatta tarkistuskäyntejä.	Loppusijoitusvaihe ei aiheuta liikennettä lukuun ottamatta tarkistuskäyntejä.

Kipsisakka-altaan 4 rakentaminen lisää liikennettä kaivosalueella, mutta sen käytöllä ei arvioida olevan vaikutusta liikenteeseen. Myös Mourunpuron massojen loppusijoittaminen lisää hieman liikennettä, mutta alueen valmistuttua liikenteen määrä vähenee ennalleen. Liikennevaikutukset eivät ole merkittäviä. Geotuubisakkujen loppusijoittaminen paikoilleen vähentää tarvetta ylimääräisiin massansiirtoihin.

13.4 Lieventämiskeinot

Liikennevaikutukset ovat vähäisiä. Kaivospiirin alueelle on kuitenkin suunniteltava ja toteutettava sujuvat kuljetusreitit onnettomuustilanteiden estämiseksi.

14 MELU- JA TÄRINÄ- JA VALOVAIKUTUKSET

14.1 Lähtökohdat ja rajaukset

Vaikutukset eivät eroa merkittävällä tasolla hankevaihtoehtojen välillä, joten vaikutuksia käsiteltiin yhtenä kokonaisuutena.

14.2 Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi

14.2.1 Kunnostusvaiheen aikaiset vaikutukset

Vesienkäsittelysakkujen välivarastoaltaiden kunnostus ja sakkamateriaalin sekä Mourunpuron maa-aineksen loppusijoitus tai kipsisakka-altaan rakentaminen ja käyttö eivät aiheuta sellaista melua tai tärinää, joka voitaisiin erottaa kaivoksen normaalista toiminnasta lähimmissä häiriintyvissä kohteissa eli kaivospiirin ulkopuolen asutuksessa, suojelualueilla tai muissa huomionarvoisissa luontokohteissa. Vesienkäsittelysakkujen poistosta ja siirrosta, Mourunpuron massojen peittämisestä ja kipsisakka-altaan rakentamisesta ja käytöstä aiheutuvat melu- ja tärinävaikutukset rajoittuvat kaivospiirin sisäpuolelle. Kunnostus- ja rakennusalueilla käytettävät työkonet aiheuttavat melua ja tärinää, jolla voi olla paikallinen häiriövaikutus joillekin eliölajeille. Vaikutus on kuitenkin hyvin pienimuotoinen, paikallinen ja lisäksi väliaikainen.

Työ joudutaan osittain toteuttamaan talviaikaan, jolloin lisävalaistus työkohteilla on tarpeellinen. Tämän valaistuksen vaikutuksia ei kuitenkaan voida arvion mukaan erottaa kaivoksen normaalista valaistuksesta. Mahdolliset kaivospiirin sisältä tunnetut huomionarvoiset eliölajit, joille lisävalaistuksesta voisi aiheutua haittaa rajoittuvat lähinnä lepakkoon, mutta lisävalaistusta tarvitaan työkohteille sellaisena vuodenaikana, jolloin lepakot ovat talvihoroksessa. Käytännössä vaikutuksia ei näin ollen aiheudu.

14.2.2 Loppusijoitusvaiheen vaikutukset

Loppusijoitusvaiheessa hankkeesta ei aiheudu melu-, tärinä- tai valovaikutuksia vaikutusmekanismien puuttumisen myötä.

14.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

Taulukko 25. Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu kunnostusvaiheen ja loppusijoitusvaiheen aikana melu-, tärinä ja valovaikutusten näkökulmasta

Melu, tärinä ja valo Kunnostusvaihe	VE0 Ei vaikutuksia	VE1 Ei vaikutuksia	VE2 Ei vaikutuksia	VE3 Ei vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Ei vaikutuksia.	Hanke ei aiheuta sellaista melua, tärinää tai valohaittaa, joka voitaisiin erottaa kaivoksen normaalista toiminnasta lähimmissä häiriintyvissä kohteissa.	Hanke ei aiheuta sellaista melua, tärinää tai valohaittaa, joka voitaisiin erottaa kaivoksen normaalista toiminnasta lähimmissä häiriintyvissä kohteissa.	Hanke ei aiheuta sellaista melua, tärinää tai valohaittaa, joka voitaisiin erottaa kaivoksen normaalista toiminnasta lähimmissä häiriintyvissä kohteissa.
Melu, tärinä ja valo Loppusijoitusvaihe	VE0 Ei vaikutuksia	VE1 Ei vaikutuksia	VE2 Ei vaikutuksia	VE3 Ei vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Ei vaikutuksia.	Ei vaikutuksia.	Ei vaikutuksia.	Ei vaikutuksia.

Mourunpuron maa-aineksen loppusijoituksesta ja neljännen kipsisakka-altaan rakentamisesta ja käytöstä ei arvioida aiheutuvan merkittäviä melu-, värinä- tai valovaikutuksia.

14.4 Lieventämiskeinot

Ei tarvetta lieventämiseen. Hankkeen mahdollisesti vaatimat louhinnat toteutetaan säännösten mukaisesti.

15 VAIKUTUKSET VESIENHALLINTAAN, JÄTEHUOLTOON JA KIERTOTALOUSTEEN

15.1 Lähtökohdat ja rajaukset

Vesienkäsittelysakkamateriaalin loppusijoittaminen on itsessään jätehuoltotoimenpide. Vaihtoehto 0:n mukaisessa nykytilanteessa kaivospiirin alueen maastossa sijaitsee PSAVI:n ja STUK:n vaaralliseksi jätteeksi luokittelemaa materiaalia vailla asianmukaisia loppusijoitusalueelta vaadittavia suojaominaisuuksia yhteensä n. 670 000 m³. Näin ollen hankkeen toteutumisella on lähtökohtaisesti myönteisiä vaikutuksia kaivoksen jätehuoltoon nykytilaan verrattuna.

15.2 Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi

15.2.1 Kunnostusvaiheen aikaiset vaikutukset

Vesienhallinta

Hankkeen toteutumisella on vaikutuksia keskusvedenpuhdistamon käytettävissä olevaan puhdistuskapasiteettiin. Kunnostusalueilta aiheutuvat suurimmat vaikutukset keskusvedenpuhdistamon kapasiteettiin aiheutuvat välivarastoaltaiden kuivatusvaiheessa. Välivarastoaltaiden kuivatus toteutetaan kunnostussuunnitelman mukaisesti vaiheittain, jolloin niiden osuus keskusvedenpuhdistamon vesienkäsittelyn maksimikapasiteetista säilyy verrattain pienenä. Keskusvedenpuhdistamon maksimikapasiteetti on 2100 m³/h, josta käytössä on keskusvedenpuhdistamon ympäristölupapäätöksen mukaisesti (PSAVI/702/2016) tyypillisessä virtaamatilanteessa noin 850-1150 m³/h. Näin ollen vedenpuhdistamon käyttöaste on tällä hetkellä noin 40-55 % maksimikapasiteetista ja sen vapaan ylijäämäkapasiteetin määrä noin 950-1 250 m³/h.

Kuivatusvesiä pumpataan kunnostusalueilta keskusvedenpuhdistamolle käsiteltäväksi yhdessä kaivoksen prosessivesien kanssa enimmillään 300 m³/h. Kunnostettavilta alueilta keskusvedenpuhdistamolle ohjattavat vedet muodostaisivat näin ollen enimmillään noin 26-35 % puhdistamolla prosessoitavasta ja edelleen Nuasjärveen purkuputken kautta johdettavasta vesimäärästä. Lisäys nostaisi keskusvedenpuhdistamon käyttöasteen noin tasolle 1 150-1 450 m³/h, mikä on noin 55 - 69 % sen maksimikapasiteetista ja jättäisi puhdistamolle ylijäämäkapasiteettia yhteensä noin 650-950 m³/h. Keskusvedenpuhdistamon vapaa kapasiteetti pieneneisi näin ollen hankkeen kunnostusvaiheen aikana noin 24 - 32 % eli suunnilleen kahteen kolmasosaan nykyisestä. Muutosta voidaan pitää merkittävänä. Vaikutuksia kaivoksen vesienkäsittelyyn kuitenkin lieventävät kunnostusalueiden yhteyteen toteutettavat laskeutusaltaat, jotka on mitoitettu siten, että niissä on mahdollista varastoida alueiden kuivatusvesiä tilanteessa, jossa keskusvedenpuhdistamolla prosessoitavien muiden vesien määrä kasvaisi esimerkiksi poikkeuksellisen voimakkaan sadetapahtuman myötä. Näin ollen keskusvedenpuhdistamon kapasiteetin ylittyminen hankkeen toteutumisen myötä arvioidaan epätodennäköiseksi.

Varsinaisten kunnostettavien alueiden lisäksi vesienkäsittelysakkujen välivarastoaltaiden kunnostushankkeesta muodostuu keskusvedenpuhdistamolle johdettavia vesimassoja myös kunnostuksen yhteydessä toteutettavilta kontaminaationestoalueilta. Näiltä keskimääräisessä virtaamatilanteessa keskusvedenpuhdistamolle johdettava yhteenlaskettu virtaama on 117 m³/h, jonka suuruusluokka ja vaikutus keskusvedenpuhdistamon kapasiteettiin on samansuuruinen kuin varsinaisilta kunnostusalueilta muodostuvan keskimääräisen virtaaman. Pysyville kon-

taminaationestoalueille on laskettu kunnostussuunnitelmassa myös erikseen 1/100 v. todennäköisyydellä esiintyvän erityisen sateisen vuoden mukainen keskimääräinen virtaama. Tällöin keskusvedenpuhdistamolle kontaminaationestoalueilta johdettava vesimäärä olisi 654 m³/h, jolloin se muodostaisi huomattavan suuren osan puhdistamon maksimikapasiteetista. Samaan aikaan kaivoksen avolouhoksesta keskusvedenpuhdistamolle johdettavien kuivanapitovesien määrä todennäköisesti kasvaisi nykyisestä keskimääräisestä virtaamastaan (n. 200 m³/h). Tämä on huomioitu kunnostussuunnittelussa mitoittamalla pysyvät kontaminaationestoon tarkoitetut laskeutusaltaat siten, että ne kykenevät tarvittaessa varastoimaan edellä kuvatussa poikkeustilanteessa syntyvät valumavesimäärät 7 vrk ajalta. Näin ollen puhdistamon kapasiteetin ylittymistä pidetään myös pitkällä aikavälillä epätodennäköisenä.

Pöyry Finland Oy:n laatiman kunnostussuunnitelman (2021) aikataulun mukaisesti loppusijoitusalueiden rakentaminen ja täyttö olisi useita vuosia kestävä prosessi, jolloin esikuivatettua sakkamateriaalia sijaitisi ainakin lyhytaikaisesti vielä avoimella loppusijoitusalueella vailla asianmukaisia peittorakenteita. Tällöin sakkamateriaalin sekaan pääsee sadannan myötä väistämättä suotautumaan jonkun verran vettä, joka tulee kuivattaa materiaalin joukosta pois loppusijoitusalueella ja johtaa keskusvedenpuhdistamolle. Käsiteltävät vesimäärät jäävät todennäköisesti suhteellisen pieniksi, jolloin vesien keräämisessä kyettäisiin todennäköisesti hyödyntämään pohjarakenteiden yhteyteen sijoitettavaa loppusijoitusalueen rakenteellisen tiiviynen heikkenemistilanteen varalle rakennettavaa suotovesien keräysjärjestelmää. Tästä vedet voitaisiin edelleen pumpata mahdollisen laskeutusaltaan kautta käsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolle, josta ne johdetaan edelleen purkuputkea pitkin Nuasjärveen kaivoksen päästökiintiöiden puitteissa. Koska sakat ovat loppusijoitusalueelle siirrettäessä valmiiksi esikuivatettuja ja niitä sijoitetaan tänne vaiheittain, jäisivät tästä keskusvedenpuhdistamon kapasiteettiin aiheutuva vaikutus todennäköisesti häviävän pieniksi.

Kunnostuksen yhteydessä vesienkäsittelysakka-aitaiden kuivatusvesistä ja näiden johtamisesta kaivoksen keskusvedenpuhdistamolle syntyy suhteessa vähäinen määrä uusia vesienkäsittelysakkoja vanhan sakkamateriaalin lisäksi. Näin syntyvä sakkamateriaali vastaa koostumukseltaan pääpiirteissään metallien talteenotto-prosessin prosessivesien puhdistuksessa syntyvää kalkkisaostettua kipsisakkaa ja se johdetaan tämän tavoin kipsisakka-aitaille laskeutettavaksi. Tämä lisää jonkin verran altailta vaadittavaa täyttökapasiteettia, mutta lisäys on hyvin vähäinen eikä tästä aiheudu käytännön tasolla merkittäviä vaikutuksia kaivoksen jätehuoltoon.

Pilaantuneen maa-aineksen hyötykäyttö

Muut jätehuoltoon kohdistuvat vaikutukset syntyvät kaivoksen maanlajitysalueilla sijaitsevien maa-ainesten mahdollisesta hyödyntämisestä vesienkäsittelysakkojen loppusijoitusalueiden sekä väli-varastoaltaiden tyhjentämisen jälkeisessä täyttö- ja peittomuotoilussa. Terrafame Oy:lta YVA-selostusvaiheessa saatujen tietojen mukaan nämä massat koostuvat suurimmaksi osaksi pilaantuneista maa-aineksista, eikä niiden hyödyntämistä loppusijoitusalueiden pohja- ja peiterakenteissa voida näin ollen jätelain (646/2011) 17 §:n vaarallisen jätteen sekoittamiskiellon mukaisesti pitää lähtökohtaisesti toteuttamiskelpoisena ratkaisuna. Mikäli maanlajitysalueilla sijaitsee myös puhtaita ylijäämämaita, voidaan näitä niiden maalajista riippuen mahdollisesti hyödyntää kyseisessä käyttötarkoituksessa. Koska hankkeen loppusijoitusvaihe on useita vuosia kestävä pitkäaikainen prosessi väli-varastoaltaiden tyhjentämiseen, sakkojen läjityksineen sekä kuivattamiseen ja loppusijoitusalueen rakentamiseen, voidaan maa-ainesten soveltuvuutta loppusijoitusalueen rakenteiden toteuttamiseen selvittää kunnostushankkeen edetessä teetetävin tutkimuksin.

Sakkamateriaalin hyötykäyttö- ja jatkojalostusmahdollisuudet

Vesienkäsittelysakkamateriaalin hyötykäyttöä rajoittavat niiden sisältämät haitta-aineet ja luokittelu vaaralliseksi jätteeksi. Tämä yksinään sulkee sakoilta pois useita hyötykäyttömahdollisuuksia rakennusmateriaalina ilman mittavaa prosessointia. Jätelain (646/2011) 17 §:n mukaisesti vaarallista jätettä ei saa sekoittaa lajiltaan tai laadultaan erilaiseen aineeseen ilman asianmukaista poikkeuslupaa, eikä sakkamateriaalia täten voida hyödyntää esimerkiksi tiepinnoitteissa tai sementin sidosaineena kuten useissa alan tutkimuksissa on esitetty (mm. Choi ym. 2009, Onuaguluchi & Eren 2012, Oluwasola ym. 2015). Vesienkäsittelysakkamateriaalin hyödyntäminen rakentamisessa tulisi kyseeseen lähinnä YVA-menettelyn vaihtoehdossa 3 esitetyllä tavalla, jossa sille kyettäisiin takaamaan vaarallisen jätteen kaatopaikalta edellytetty suojataso.

Toinen varteenotettava vaihtoehto vesienkäsittelysakkamateriaalin hyödyntämiseksi liittyisi niiden sisältämien kaivannaismineraalien hyötykäyttöön. Sakoista tehtyjen tutkimusten mukaisesti (Ramboll Finland Oy 2017 ja Sitowise Oy 2019) ne sisältävät hyödyntämiskelpoisista kaivannaismineraaleista lähinnä nikkeliä (Ni), sinkkiä (Zn) sekä kuparia (Cu). Näistä kuparin pitoisuus (108 - 243,4 mg/kg) oli huomattavasti pienempi kuin nikkelin (55 - 4432 mg/kg) ja sinkin (218 - 9863 mg/kg). Keskimääräiset pitoisuudet ovat suunnilleen saman tasoisia nykyisistä jätejakeista takaisin kaivoksen prosessiin johdettavan esineutralointisakan kanssa, mutta vesienkäsittelysakkamateriaalin sisältämissä pitoisuuksissa esiintyy huomattavasti suurempaa vaihtelua ja lisäksi orgaanista ainesta itse sakkamateriaalin seassa. Näin ollen kaivannaismineraalien uuttamista vanhoista vesienkäsittelysakkamateriaaleista jatkojalostusta varten ei pidetä toteuttamiskelpoisena YVA-menettelyn vaihtoehtona.

YVA-menettelyn yhteydessä toteutetun kirjallisuuskatsauksen perusteella kaivostoiminnan sivuvirtoina syntyvien sakkamateriaalien hyödyntäminen näiden metallien lähteenä ei ole yleistä (Meshram ym. 2019) ja aiheutta käsittävät tutkimukset ovat keskittyneet lähinnä uusien menetelmien käyttökelpoisuuden tutkimukseen Kaakkois- sekä Etelä-Aasian alueella (mm. Liu ym. 2017, Yin ym. 2018). Näin ollen vesienkäsittelysakkujen hyödyntämiseen sekundäärinen metallijalosteiden lähteenä liittyy huomattavia epävarmuustekijöitä erilaisista luonnonmaantieteellisistä olosuhteista, sakkamateriaalin ominaisuuksista sekä tutkimustiedon vähäisestä määrästä johtuen. Vesienkäsittelysakkujen sisältämien metallien talteenotto edellyttäisi lisäksi todennäköisesti mittavia ja kalliita uusia investointeja, mikä viivästyttäisi kunnostus- ja loppusijoitushankkeen toteuttamista huomattavasti. Edellä mainituista tekijöistä johtuen vesienkäsittelysakkamateriaalin hyötykäyttöä kaivannaismineraalien lähteenä ei pidetä toteuttamiskelpoisena hankkeen vaihtoehtona.

15.2.2 Loppusijoitusvaiheen vaikutukset

Vaihtoehdossa 1 ja 2 vanhat vesienkäsittelysakat ja muut jätejakeet sijoitetaan tiiviillä peiterakenteella varustetulle loppusijoitusalueelle ja vaihtoehdossa 3 osaksi tiivistä peiterakenne- ja täyttömuotoilukokonaisuutta kipsisakka-alueille. Kaikissa vaihtoehdoissa käsiteltävät jätejakeet on kuivatettu ja sijoitettu ominaisuuksiltaan sellaiselle loppusijoitusalueelle, että sakkamateriaaliin joukkoon ei pääse suotautumaan vettä eikä keskusvedenpuhdistamolle muodostu näin ollen näiltä alueilta erillistä kapasiteettitarvetta normaalitilanteessa. Mahdollisessa rakenteellisen vakauden pettämistilanteessa alueilta muodostuvat suotovedet johdetaan keskitetysti erillistä pohjarakenteiden yhteyteen toteutettavaa suotovesien keräysjärjestelmää pitkin keskusvedenpuhdistamolle. Keskusvedenpuhdistamon nykyinen vapaa kapasiteetti huomioiden tästä aiheutuvat mahdolliset vaikutukset kaivoksen vesienhallintaan arvioidaan hyvin vähäisiksi.

Haitallisia ominaisuuksia sisältävien vanhojen vesienkäsittelysakkujen ja näihin liittyvien muiden jätejakeiden sijoittaminen maapohjaisista välivarastoista asianmukaiset rakennevaatimukset täyttävälle loppusijoitusalueelle parantaa kaivoksen jätehuollon tilaa huomattavasti verrattuna nykytilanteeseen. Kokonaisuudessaan sakkujen loppusijoittamisesta aiheutuvat vaikutukset arvioidaan myönteisiksi jokaisen hankevaihtoehdon paitsi VE 0:n osalta.

Kipsisakka-allas 4:n rakentaminen on edellytys kaivoksen prosessijätteiden kestäväälle hallinnalle. Neljännen kipsisakka-alaan rakentaminen lisää läjityskapasiteettia, jolloin voidaan varmistaa myös kiintoaineen tehokas laskeutus ja siten toimiva vesienkäsittely. Altaan rakentamisen myötä kaivoksen patoturvallisuuteen liittyvät riskit kohdistuvat hieman aiempaa selkeämmin Vuoksen vesistöalueelle. Toisaalta alueella on nykyiselläänkin sijoitettuna runsaasti vastaavia jätejakeita ja näiden alueellinen keskittäminen myös selkeyttää niihin liittyvien riskien hallintaa.

15.3 Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu

Taulukko 26. Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu kunnostusvaiheen ja loppusijoitusvaiheen aikana vesienhallinnan, jätehuollon ja kiertotalouden näkökulmasta

Vesienhallinta, jätehuolto ja kiertotalous Kunnostusvaihe	VE0 Merkittäviä haitallisia vaikutuksia	VE1 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE2 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE3 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Vaaralliseksi jätteen luokitellun sakan esiintyminen maastossa ja maapohjaisissa altaissa ei täytä jätehuollon vaatimuksia.	Kunnostusvaihe lisää vesienhallintaan liittyvää riskiä.	Kunnostusvaihe lisää vesienhallintaan liittyvää riskiä.	Kunnostusvaihe lisää vesienhallintaan liittyvää riskiä.
Vesienhallinta, jätehuolto ja kiertotalous Loppusijoitusvaihe	VE0 Merkittäviä haitallisia vaikutuksia	VE1 Myönteisiä vaikutuksia	VE2 Myönteisiä vaikutuksia	VE3 Myönteisiä vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Vaaralliseksi jätteen luokitellun sakan esiintyminen maastossa ja maapohjaisissa altaissa ei täytä jätehuollon vaatimuksia.	Hankkeen toteutus parantaa vesienhallinnan ja jätehuollon tilannetta.	Hankkeen toteutus parantaa vesienhallinnan ja jätehuollon tilannetta.	Hankkeen toteutus parantaa vesienhallinnan ja jätehuollon tilannetta. Massojen hyötykäyttö täyttömuotoilussa voidaan luokitella kiertotaloudeksi.

15.4 Lieventämiskeinot

Ennen kaivuutöitä kunnostettaville alueille rakennetaan järjestelmät, jotka johtavat alueen hulevedet puhdistuslaitokselle.

Vaikutuksia jätehuoltoon ja vesienhallintaan voidaan lieventää erityisesti jakamalla viimeisenä kunnostettavan Kortelammen alueen kuivatus useamman kuin yhden vuoden ajalle, jolloin kuormitus Nuasjärveen tasoittuu. Tällöin myöskään purkuputken ympäristöluvassa asetetut vuosikiintiöt eivät todennäköisesti ylitä hankkeen johdosta.

Kunnostusalueiden kuivattaminen ja vesien johtaminen tulisi keskittää hydrologisen vuodenkierron mukaisten suurimman valuman aikojen ulkopuolelle, jolloin kaivoksen vesienkäsittelylle hankkeesta aiheutuva kuormitus jakautuisi tasaisemmin. Käytännössä tämä tarkoittaa kunnostusalueilta muodostuvien kuivatusvesien johtamista keskusvedenpuhdistamolle kevään sulavesikauden ulkopuolella.

Loppusijoitusalueelta rakennus- ja loppusijoitusvaiheessa muodostuvien suotovesien määrää ja käsittelytarvetta voidaan vähentää hyödyntämällä erilaisia kevyitä väliaikaisia peittorakenteita, jotka estävät sadannan imeytymisen sakkamateriaalin joukkoon.

16 VAIKUTUKSET LUONNONVAROJEN KÄYTTÖÖN

16.1 Lähtökohdat ja rajaukset

Terrafame Oy:n kaivoksen toiminta perustuu kaivannaiskivennäisten hyödyntämiseen ja on näin ollen perusluonteeltaan luonnonvarojen käyttöön perustuvaa elinkeinotoimintaa. Vesienkäsittelysakkojen välivarastoaltaiden kunnostuksella ja sakkamateriaalin loppusijoituksella ei ole vaikutuksia kaivosalueen kaivannaisvarantojen hyödyntämiseen. Tarvittavien rakennemateriaalien saatavuus on kuitenkin ongelma. Alueella ei ole saatavissa riittävästi esimerkiksi moreenia tarvittavien rakennekerrosten rakentamiseen. Näin ollen rakennemateriaalien saatavuutta ja tarvetta tarkastellaan myös osana YVA-selvitystä hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 osalta. Hankevaihtoehdon VE3 mukaisesti kunnostushankkeessa välivarastoaltaiden alueelta poistettavia massoja hyödynnettäisiin itsessään kipsisakka-altaiden täyttö- ja peitemuotoilussa. Tarkempaa suunnittelua tämän osalta ei ole vielä tehty, joten arviointia ei voitu sen osalta tehdä. Alustava arvio kuitenkin on, että vaihtoehdon toteuttaminen vaatii muita vaihtoehtoja vähemmän rakenteisiin tarvittavia materiaaleja.

16.2 Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi

16.2.1 Kunnostusvaiheen aikaiset vaikutukset

Maa-ainesten tarve

Vesienkäsittelysakkojen loppusijoitusalueiden rakenteisiin hyödynnetään maamassoja, joiden määrät ovat riippuvaisia rakenteiden pinta-alasta ja rakennekerroksien paksuudesta. Kun nämä tunnetaan, tarvittavien massojen laskennallinen määrä on mahdollista määrittää yksinkertaisesti laskemalla loppusijoitusalueen peite- ja pohjarakenteiden ala sekä tilavuus ja hyödynnettävien maamassojen määrät näissä:

- VE 1 Loppusijoitusalue:
 - o tilavuus: 886 000 m³
 - o pohja-ala: 174 500 m²
 - o korkeus: 5,3 m *
- VE 1 Geotuubialue:
 - o tilavuus: 258 000 m³
 - o pohja-ala: 23 500 m²
 - o korkeus: 16,3 m *
- VE 2 Loppusijoitusalue:
 - o tilavuus: 1 159 000 m³
 - o pohja-ala: 155 000 m²
 - o korkeus: 11,0 m

* korkeus ilmoitettu laskennallisena korkeutena suhteuttaen korkeus loppusijoitusvaihtoehdon VE2 alustavien piirustusten ja massamäärän perusteella.

Mikäli oletetaan loppusijoitusalueiden peiterakenteiden noudattavan luvussa 3.15 määriteltyjä rakenteita ja pohjarakenteiden vastaavaan Vna 331/2013 liitteen 1 mukaisia vähimmäisvaatimuksia saadaan loppusijoitusalueiden rakenteille vaihtoehtokohtaisesti seuraavat alustavat massamääräarviot:

- VE1:
 - o Moreeni: 1 076 700 m³
 - o Turve: 86 700 m³
 - o Louhe: 216 800 m³

- VE2:
 - o Moreeni: 843 900 m³
 - o Turve: 68 900 m³
 - o Louhe: 172 300 m³

Laskelmissa on oletettu, että peiterakenteissa hyödynnettäisiin turvetta ja moreenia suhteessa 1:1. Edelleen on oletettu, että loppusijoitusalueiden pohjarakenteissa hyödynnetään moreenia tai vastaavan vedenläpäisevyyden omaavaa maa-ainesta 5 metrin paksuudelta ja tämä on lisätty moreenimäärälaskelmiin. Näin ollen valtaosa moreenimassan tarpeesta muodostuu pohjarakenteista. Pelkästään peiterakenteisiin vaadittavat laskennalliset moreenimäärät ovat seuraavat:

- VE 1: 86 700 m³
- VE2: 68 900 m³

Rakennetarkastelun mukaisesti VE2:n toteuttamisessa tarvittavat massamäärät olisivat hieman vähäisemmät kuin VE1 mukaiset. Vaihtoehtojen laskennalliset erot kuitenkin korostuvat käytännön rakennesuunnittelussa; koska pohjarakenteissa on mahdollista hyödyntää mahdollisuuksien mukaan loppusijoitusalueen maaperää, mikäli tämä täyttää Vna 331/2013 liitteen 1 mukaiset pohjarakenteiden tiiviysvaatimukset. Hankevaihtoehtoista VE 1 sijaitsisi pääasiassa Urkin altaan alueella Kortelamman valuma-alueen sisäpuolella, jolloin sen pinta- ja pohjamaa koostuvat pääasiassa eri paksuisista turvekerroksista. Nämä eivät täytä vaarallisen jätteen kaatopaikan pohjarakenteilta edellytettäviä tiiviysvaatimuksia ja alueelta jouduttaisiin poistamaan ja korvaamaan mittavasti maamassoja hankkeen toteuttamiseksi vaihtoehdon mukaisesti. Vaihtoehdon VE2 mukainen loppusijoitusalue puolestaan sijaitsisi osittain kaivoksen nykyisellä maa-ainestenottoalueella, jossa maaperää koostuu Terrafame Oy:lta saatujen tietojen mukaan pääsääntöisesti valmiiksi tiiveistä moreenikerroksista. Näin ollen valitsemalla toteutettavaksi hankevaihtoehdoksi vaihtoehto 2 vaihtoehdon 1 sijaan loppusijoitusalueella kyettäisiin hyödyntämään olemassa olevia määssoja pohjarakenteiden yhteydessä ja välttämään maamassojen kaivamiseen, siirtoon ja muotoiluun liittyviä turhia kuljetuksia sekä työvaiheita.

Vaikutukset ovat vähäisimmillään hankevaihtoehdossa VE3, sillä kipsisakka-altaiden täyttö- ja peiterakennemuotoilu on joka tapauksessa toteutettava tavalla tai toisella tulevaisuudessa ja vaihtoehdossa kyettäisiin näin ollen toteuttamaan kaksi erillistä hanketta (kipsisakka-altaiden täyttömuotoilu sekä vanhojen vesienkäsittelysakkujen loppusijoitus) lähes samalla työpanoksella. Näin ollen vaihtoehto VE3 on maa-ainesten ja peittomateriaalien käytön näkökulmasta hankevaihtoehtoista edullisin.

Energian ja vedenpuhdistuskemikaalin (kalkki) kulutus

Hankkeen rakentamisvaiheessa käytettävät koneet ja laitteistot kuluttavat energiaa. Energiankulutus on suurimmillaan vaihtoehdossa VE1, sillä vaihtoehdon toteuttamiseen liittyy eniten massojen siirtelystä ja pohjarakenteiden työstämisestä aiheutuvia työvaiheita. Kaikki hankevaihtoehdot kuluttavat yhtäläisen määrän vedenpuhdistuskapasiteettia ja vedenpuhdistusprosessissa tarvittavaa kalkkia.

16.2.2 Loppusijoitusvaiheen vaikutukset

Vesienkäsittelysakkujen välivarastoaltaiden kunnostamisesta ja sakkamateriaalin loppusijoittamisesta ei aiheudu suoria luonnonvaroihin suuntautuvia vaikutuksia hankkeen loppusijoitusvaiheessa. Välillisesti geotuubialueiden 4-6 purkaminen Kuusilammen avolouhoksen toimintojen tieltä vapauttaa nämä alueet louhintaa varten ja hankkeen toteutumisella on näin ollen myönteisiä vaikutuksia arvokkaiden maankuoren kaivannaismineraalien hyödyntämisen kannalta. Hyödynnettävien kaivannaismineraalien arvioitu määrä on 2-3 Mt.

Alueelle toteutettavan kipsisakka-allas 4:n rakentaminen edellyttää myös luonnonvarojen käyttöä, rakentamiseen tarvitaan erityisesti louhetta. Tarvittavat määrät tarkentuvat suunnittelun edetessä.

16.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaihtoehtojen merkittävyyden arviointi

Taulukko 27. Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu kunnostusvaiheen ja loppusijoitusvaiheen aikana maankäytön ja elinkeinotoiminnan näkökulmasta

Luonnonvarojen käyttö – Kunnostusvaihe	VE0 Ei vaikutuksia	VE1 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE2 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE3 Ei Vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Ei vaikutuksia, koska kunnostusta ei tehdä	Rakenne vaatii eniten luonnonvaroja (maa-ainesten tarve ja energiankulutus).	Rakentaminen vaatii vähemmän maa-ainesta ja energiaa kuin VE 1. Sijoitusalueen pohjarakenteissa kyetään hyödyntämään alueella luontaisesti esiintyvää moreenia	Erillisen loppusijoitusalueen rakentamisen tarpeen poistuminen. Vaikutukset jäävät vähäisemmiksi kuin vaihtoehtoisissa VE1 ja VE2, koska kipsisakka-altaiden peittomuotoilu tulisi tehtäväksi muutoinkin. Erillisen loppusijoitusalueen pinta-ala säästyy muuhun tarkoitukseen. Muualta tuotavan täyttömuotilumateriaalin tarve vähenee.
Luonnonvarojen käyttö – Loppusijoitusvaihe	VE0 Ei vaikutuksia	VE1 Myönteisiä vaikutuksia	VE2 Myönteisiä vaikutuksia	VE3 Myönteisiä vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Ei vaikutuksia, koska kunnostusta ei tehdä.	Myönteisiä vaikutuksia kaivannaismineraalien hyödyntämiseen.	Myönteisiä vaikutuksia kaivannaismineraalien hyödyntämiseen. Kortelamman hyötykäyttöpotentiaali kaivoksen puhtaiden prosessivesien välivarastoaltaana.	Myönteisiä vaikutuksia kaivannaismineraalien hyödyntämiseen. Kortelamman hyötykäyttöpotentiaali kaivoksen puhtaiden prosessivesien välivarastoaltaana.

17 VAIKUTUKSET IHMISTEN TERVEYTEEN JA ELINOLoihin

17.1 Lähtökohdat ja rajaukset

Sakkojen ja lietteiden sekä pilaantuneiden maa-ainesten kunnostus sekä loppusijoitus tapahtuu kaikissa hankevaihtoehtoisissa olemassa olevan kaivospiirin sisäpuolella. Edellä esitetyn vuoksi terveysvaikutuksia tai vaikutuksia elinoloihin voisi syntyä vain silloin, jos hankkeesta aiheutuu päästöjä tai muita vaikutuksia kaivospiirin ulkopuo-

lelle. Sakkojen, lietteiden, pilaantuneiden maa-ainesten ja vesienkäsittelysakkojen sekä loppuneutralointisakkojen kunnostuksen tai loppusijoituksen päästöt ja vaikutukset kaivosalueen kaivospiirin ulkopuolelle arvioitiin vähäisiksi; kunnostuksesta ja massojen loppusijoittamisesta ei aiheudu muutoksia ilmanlaatuun, melutasoon tai pölymääriin. Näin ollen myöskään näihin tekijöihin liittyviä terveysvaikutuksia tai vaikutuksia elinoloihin ei arvioida esiintyvän. Sakkojen ja lietteiden uraanipitoisuudet eivät ole sellaisella tasolla, että niistä aiheutuisi säteilystä johtuvaa terveysriskiä.

Sakkojen ja lietteiden haitta-aineet voivat aiheuttaa kohonneen terveysriskin, mikäli niille altistutaan toistuvasti tai pitkäkestoisesti siten, että haitta-aineita pääsee ruuansulatukseen tai pölyn välityksellä keuhkoihin. Mahdollisia sakkojen ja lietteiden haitta-aineille altistujia olisivat vain alueella työskentelevät henkilöt, sillä haitta-aineiden kulkeutuminen kaivospiirin ulkopuolelle ja niille altistuminen kaivospiirin ulkopuolella on hyvin epätodennäköistä. Sakkojen sijoitusalueille toteutetaan peittorakenteet, jotka estävät alueella työskentelevien ihmisten pääsyn suoraan kontaktiin sakkojen kanssa, jolloin myös altistuminen ja terveysriskit estyvät.

17.2 Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi

17.2.1 Kunnostusvaiheen aikaiset vaikutukset

1. Vaikutukset normaalitilanteessa

Pintavesivaikutusten arvioinnin mukaan kunnostuksessa syntyvien massojen kuivatusvesien aiheuttama kuormitus ei aiheuta merkittäviä vaikutuksia pintavesiin. Sulfaattipitoisuudet voivat nousta Nuasjärvessä purkuputken alueella, mutta vaikutus jää todennäköisesti paikalliseksi ja rajoittuisi Nuasjärveen purkuputken läheisyyteen. Näin ollen kunnostusvaiheesta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia ihmisten terveyteen tai elinoloihin. Kunnostuksen ei arvioida myöskään aiheuttavan vaikutuksia vesistöjen virkistyskäyttöön. Tästä huolimatta vähäinenkin kunnostusvaiheen päästölisyys voidaan kokea Nuasjärven virkistyskäyttöarvoa vähentävänä seikkana.

Haisevia rikkiyhdisteitä syntyy orgaanisen aineen hapettomassa hajoamisessa. Orgaanista ainesta esiintyy niissä sakoissa ja lietteissä, joihin sekoittuu massojen poiston yhteydessä turvetta. Muut sakat ja lietteet sekä keskusvedenpuhdistamolla syntyvä vesienkäsittelysakka sekä metallien talteenoton loppuneutralointisakka eivät sisällä orgaanista ainesta. Vuonna 2017 tehdyn pienimuotoisen kaasuntuottokokeen (luku 4.7) tulosten perusteella sakka-turveseoksen kaasuntuottopotentiaali on heikko ja rikkivetytitoisuudet muodostuneessa kaasussa olivat niin ikään vähäisiä. Sakkamateriaalin emäksisyys heikentää kaasuntuottoa rikkivedyn osalta, sillä emäksisissä oloissa rikkivetyä ei voi muodostua. Kokeen perusteella hajun muodostuminen ei olisi merkittävää. Kohteella suoritettujen näytteenottojen yhteydessä sakoissa ei havaittu lainkaan hajua lukuun ottamatta joidenkin näytteiden lievää kipsimäistä hajua. Kaivosalueella vallitsevat tuulensuunnat ovat eteläkaakko, etelä, luode ja länsiluode, joten mahdolliset massojen kaivun aikaiset hajuvaikutukset suuntautuisivat pääsääntöisesti eteläkaakosta ja etelästä pohjoiseen ja luoteeseen sekä länsiluoteesta ja luoteesta itään ja kaakkoon. Näissä ilmansuunnissa on sekä asuinrakennuksia että loma-asuntoja. Lyhin etäisyys kunnostettavilta alueilta asutukseen ja loma-asutukseen on noin 1,8 km. Merkittävät, laajalle alueelle leviävät kunnostuksen aikaiset hajuvaikutukset arvioidaan massojen ominaisuuksien ja kohdekohtaisten olosuhteiden vuoksi epätodennäköisiksi. Kunnostusvaihe on myös väliaikainen, joten mahdolliset vaikutukset jäävät lyhyiksi. Näin ollen arvioidaan, että haisevista rikkiyhdisteistä ei aiheudu vaikutuksia elinoloihin tai viihtyvyyteen.

2. Riskit ja poikkeustilanteet

Mahdollisia hankkeen kunnostusvaiheeseen liittyviä riskejä ja poikkeustilanteita ovat maanrakennustöihin liittyvät onnettomuudet. Maanrakennustöihin liittyvät riskit ja poikkeustilanteet ovat tyypillisesti paikallisia ja liittyvät esimerkiksi kaluston rikkoutumiseen tai työtapaturmiin, mikä aiheuttaa terveysriskien mahdollisuutta lähinnä kunnostusalueiden työntekijöille. Työntekijöille aiheutuvaa riskiä voidaan pienentää kiinnittämällä huomiota työturvallisuuteen sekä toimimalla lakien ja asetusten mukaisesti. Kaivosalueen ulkopuolella kunnostuksesta aiheutuvat terveysriskit ovat hyvin epätodennäköisiä.

17.2.2 Loppusijoitusvaiheen vaikutukset

1. Vaikutukset normaalitilanteessa

Normaalitilanteessa massojen loppusijoituksesta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia ihmisten terveyteen tai elinoloihin. Sakkojen ja lietteiden poisto maastosta ja loppusijoitus nykyvaatimukset täyttävälle vaarallisen jätteen loppusijoitusalueelle on lähtökohtaisesti positiivinen asia, jolla voi olla myös positiivisia psykologisia vaikutuksia. Ihmiset voivat myös kokea, että kunnostaminen parantaa heidän viihtyvyyttään ja sitä kautta elinoloja tai jopa hyvinvointia ja terveyttä. Loppusijoituksen ei arvioida vaikuttavan myöskään kaivosaluetta ympäröivän luonnon tai vesistöjen virkistyskäyttöön.

Loppusijoituksesta ei arvioida aiheutuvan haiseviin rikkiyhdisteisiin liittyviä tai muita hajuhaittoja, sillä merkittävä hajujen muodostuminen on sakkamateriaalin emäksisyyden vuoksi epätodennäköistä ja loppusijoitetut materiaalit on peitetty. Loma- ja asuinrakennukset keskittyvät kaivosalueen koillis- ja itäpuolelle. Kaikki suunnitellut loppusijoitus- ja hyötykäyttöaluevaihtoehdot sijaitsevat kaivosalueen lounaisosassa. Näin ollen etäisyydet asuin- ja lomarakennuksiin ovat mahdollisimman suuria. Vaihtoehtojen välillä ei arvioida olevan merkittäviä eroavaisuuksia.

Sakkojen ja lietteiden loppusijoittamisen lisäksi on suunnitteilla myös Mourunpuron massojen loppusijoittaminen nykyiselle paikalleen. Loppusijoitusalue sijaitsee kaivospiirin sisäpuolella ja alue on suunniteltu peitettäväksi, joten siitä ei aiheudu vaikutuksia ihmisten terveyteen tai elinoloihin. Alueelta ei pääse kulkeutumaan haitta-aineita alueille, joilla ihmisiä liikkuu. Lisäksi Mourunpuron maa-aineksen haitta-ainepitoisuudet ovat matalia.

Kaivosalueelle on suunnitteilla neljäs kipsisakka-allas. Normaalitilanteessa altaasta ei aiheudu vaikutuksia ihmisten terveyteen tai elinoloihin, sillä se sijaitsee kaivospiirin sisällä.

2. Riskit ja poikkeustilanteet

Loppusijoitettavat vetiset sakat ja lietteet on kuivatettu ennen sijoitusta, joten loppusijoittamiseen ei arvioida liittyvän merkittävää sijoitettujen materiaalien vuotoriskiä loppusijoitusalueen ulkopuolelle. Loppusijoitusalueiden kaltevuuskulmat ovat myös pieniä, joten alueisiin ei arvioida liittyvän merkittävää loppusijoitettujen materiaalien vyörymäriskiä.

Loppusijoituksen poikkeustilanteeksi tunnistettiin edellä esitetyissä arvioissa mahdollinen loppusijoitusrakenteiden vaurioituminen ajan myötä siten, että loppusijoitusrakenteista voisi päästä vuotamaan materiaalien suotovettä. Vaurioitumiseen liittyvä haitta-aineiden kulkeutuminen pohjaveden mukana etäämmälle loppusijoitusalueilta sekä kaivosalueen ulkopuolelle arvioitiin hyvin vähäiseksi. Näin ollen haitta-aineiden kulkeutuminen talousvesikaivoihin ja terveysriskit kaivoveden käytön välityksellä arvioidaan vähäisiksi. Lähimmät pohjaveden virtausuunnassa lounaassa sijaitsevat rakennukset ovat haitta-aineiden kulkeutumisen kannalta kaukana, noin 3,5 km etäisyydellä loppusijoitusalueesta 1 ja noin 2 km etäisyydellä loppusijoitusalueesta 2. Lisäksi kyseiset kiinteistöt ovat Terrafame Oy:n omistuksessa.

Sakkojen ja lietteiden tai pilaantuneiden maiden loppusijoittamisesta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia ihmisten terveyteen tai elinoloihin pintaveden välityksellä, sillä loppusijoitusrakenteet ovat tiiviitä. Mikäli tiiviys ajan myötä heikkenee, haitta-ainepitoisia suotovesiä muodostuu vähäisiä määriä. Ihmiset eivät kuitenkaan ole kosketuksissa näihin suotovesiin, sillä niitä ei arvion mukaan esiinny kaivosalueen ulkopuolella. Haitta-ainepitoisten suotovesien ei arvioida pääsevän kulkeumaan uimavesiin, sillä suotovesimäärät arvioidaan niin vähäisiksi, että kulkeutumista ei tapahdu.

Mourunpuron pilaantuneiden maiden loppusijoittamiseen ei arvioida liittyvän riskejä tai poikkeustilanteita, sillä ne sijaitsevat hallitusti kaivosalueella ja niissä esiintyy vain matalia haitta-ainepitoisuuksia.

Alueelle suunniteltuun kipsisakka-altaaseen 4 liittyy altaan rakenteen rikkoutumiseen liittyvä riski, jonka seurauksena kipsisakka-altaassa olevaa käsiteltyä vettä tai altaassa olevia loppuneutralointisakkoja ja vesienkäsittelysakkoja voisi päästä ympäristöön. Kipsisakka-altaan padossa on louhesydän, minkä vuoksi sen sortuminen on erittäin epätodennäköistä, joten riski liittyy todennäköisemmin altaan tiivisrakenteen vaurioon. Pienessä vauriossa myös sakkojen vuoto altaasta ulos on epätodennäköistä. Loppuneutralointi- ja vesienkäsittelysakkojen ei arvioida pääsevän kaivosalueen ulkopuolelle mahdollisen vuodon seurauksena, koska kipsisakka-altaan etäisyys

kaivosalueen rajalle on yli kaksi kilometriä. Vuodon seurauksena altaasta poistuva vesi ohjautuu kohti Kortelampea ja imeytyy osittain myös kaivosalueen maaperään. Kortelammen pato estää valuntaa kaivospiirin ulkopuolelle, joten mahdollisesta kipsisakka-altaan vuodosta ei arvioida aiheutuvan terveysvaikutuksia tai vaikutuksia ihmisten viihtyvyyteen, kun altaassa olevan vapaan veden määrä pidetään tasolla, joka pystytään hallitsemaan virtaussuunnassa alapuolisilla altailla kuten Kortelammella. Rikkoutumisesta ei siten arvioida aiheutuvan vaikutuksia ihmisten terveyteen tai elinoloihin.

17.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

Vaihtoehtojen 1, 2 ja 3 terveys- tai elinolovaikutusten välillä ei ole suuria eroja, sillä kaikki vaihtoehdot sijoittuvat kaivosalueelle ja kaikissa vaihtoehdoissa haitta-ainepitoiset massat loppusijoitetaan peitettynä. Akuutteja terveysriskejä ei vaihtoehdoista arvioida aiheutuvan, sillä terveysvaikutusten muodostuminen vaatisi toistuvaa ja pitkäkestoista kontaktia sakkujen ja lietteiden sisältämiin haitta-aineisiin. Vaikutus elinoloihin ja viihtyvyyteen on hankkeen ympäristön tilaa parantavan luonteen vuoksi todennäköisesti positiivinen.

Taulukko 28. Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu kunnostusvaiheen ja loppusijoitusvaiheen aikana ihmisvaikutusten näkökulmasta.

Ihmisten terveys ja elinolot Kunnostusvaihe	VE0 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE1 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE2 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE3 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Haitta ihmisen terveydelle aiheutuu, mikäli haitta-aineita kulkeutuu alueen ulkopuolelle pohjaveteen, talousvesikaivoihin tai pintavesiin, jotka ovat virkistyskäytössä.	Hankkeen puhdistettujen kuivatusvesien johtaminen Nuasjärveen nostaa kaivoksen aiheuttamaa ympäristökuormitusta, vaikka lisäys onkin vähäinen. Veden laadun heikkenemisen koetaan uhkaksi vesistönkäytölle ja siten ihmisen elinoloille.	Hankkeen puhdistettujen kuivatusvesien johtaminen Nuasjärveen nostaa kaivoksen aiheuttamaa ympäristökuormitusta, vaikka lisäys onkin vähäinen. Veden laadun heikkenemisen koetaan uhkaksi vesistönkäytölle ja siten ihmisen elinoloille.	Hankkeen puhdistettujen kuivatusvesien johtaminen Nuasjärveen nostaa kaivoksen aiheuttamaa ympäristökuormitusta, vaikka lisäys onkin vähäinen. Veden laadun heikkenemisen koetaan uhkaksi vesistönkäytölle ja siten ihmisen elinoloille.
Ihmisten terveys ja elinolot Loppusijoitusvaihe	VE0 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE1 Myönteisiä vaikutuksia	VE2 Myönteisiä vaikutuksia	VE3 Myönteisiä vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Haitta ihmisen terveydelle aiheutuu, mikäli haitta-aineita kulkeutuu alueen ulkopuolelle pohjaveteen, talousvesikaivoihin tai pintavesiin, jotka ovat virkistyskäytössä.	Myönteisiä vaikutuksia haitta-aineiden kulkeutumisriskin pienemisen myötä. Myös viihtyvyyden parantuminen, kun haitta-ainepitoiset massat saadaan poistettu luonnosta.	Myönteisiä vaikutuksia haitta-aineiden kulkeutumisriskin pienemisen myötä. Myös viihtyvyyden parantuminen, kun haitta-ainepitoiset massat saadaan poistettu luonnosta.	Myönteisiä vaikutuksia haitta-aineiden kulkeutumisriskin pienemisen myötä. Myös viihtyvyyden parantuminen, kun haitta-ainepitoiset massat saadaan poistettu luonnosta.

Vanhojen geotuubien sakkojen paikalleen sijoittamiseen, Mourunpuron massojen loppusijoittamiseen nykyiselle alueelle tai kipsisakka-altaan 4 rakentamiseen ei arvioida liittyvän vaikutuksia ihmisten terveyteen tai elinoloihin. Arvio perustuu siihen, että edellä mainitut toimenpiteet sijoittuvat kaivospiirin alueelle ja niistä kaivosalueen ulkopuolelle aiheutuvat vaikutukset arvioitiin vähäisiksi.

17.4 Lieventämiskeinot

Lieventämiskeinoille ei arvioida olevan tarvetta.

18 YMPÄRISTÖRISKIT JA POIKKEUSTILANTEET

18.1 Lähtökohdat ja rajaukset

Ympäristöriskillä tarkoitetaan tässä ympäristöön kohdistuvan haitallisen tapahtuman todennäköisyyttä. Jos riski on pieni, on epätodennäköistä, että haitallinen tapahtuma toteutuu. Jos taas riski arvioidaan suureksi, haitallisen tapahtuman todennäköisyys on suuri. Poikkeustilanteella tarkoitetaan tilannetta, joka poikkeaa normaalista ja oletetusta tilanteesta. Poikkeustilanne voi olla esimerkiksi onnettomuus, jolla on odottamattomia vaikutuksia. Riskit ja poikkeustilanteet voivat liittyä esimerkiksi käsiteltävään sakkamateriaaliin tai sakkojen käsittelyssä tarvittaviin koneisiin ja laitteisiin.

Ympäristöriskillä voi toteutuessaan olla välittömiä ympäristövaikutuksia tai välillisiä vaikutuksia ympäristöön ja ihmisiin. Myös poikkeustilanteesta voi aiheutua välittömiä tai välillisiä vaikutuksia ympäristöön tai ihmisiin. Vaikutukset voivat olla lyhyitä, keskipitkiä tai pitkiä. Ne voivat olla joko pysyviä tai väliaikaisia. Vaikutukset voivat myös kasautua tai voi ilmetä yhteisvaikutuksia. Ympäristöriskillä tarkoitetaan tyypillisesti negatiivista ympäristöön vaikuttavaa tapahtumaa, mutta vaikutukset voivat olla myös positiivisia.

18.2 Vaikutusten tunnistaminen ja arviointi

18.2.1 Kunnostusvaiheen aikaiset vaikutukset

Loppusijoitettaviin massoihin liittyvät ympäristöriskit

Kunnostusvaiheen aikaisiksi vaikutuksiksi tunnistettiin työnaikainen loppusijoitettavien massojen sisältämien haitta-aineiden vähäinen liukoisuuden kasvu ja päätyminen kuivatusalueiden maaperään. Kuivatusalueiden maaperä kunnostetaan kuivatuksen päätyttyä, joten maaperän pilaantumisen riski on vähäinen ja hallittavissa. Merkittävää veden imeytymistä maaperään ei arvioida tapahtuvan, sillä vedet ohjataan ojituksin keskusvedenpuhdistamolle. Siten kunnostusvaiheesta ei arvioida aiheutuvan myöskään merkittävää riskiä pohjavedelle.

Pintavesivaikutusten osalta vaikutukseksi arvioitiin kuivatusvesien ja niiden haitta-aineiden lisääntynyt määrä juoksutettavissa vesissä, jotka johdetaan purkuputken kautta Nuasjärveen. Lisäys on kuitenkin vähäinen sekä nykyisten voimassa olevien luparajojen ja -kiintiöiden mukainen. Pintavesiin kohdistuva riski arvioidaan siten myös vähäiseksi. Kunnostus kestää kunnostettavien alueiden laajuuden vuoksi noin 7 vuotta. Vesiä ei kuitenkaan johdeta vesistöön jatkuvasti kunnostuksen ajan, mikä osaltaan pienentää riskiä.

Kunnostusvaihe voi aiheuttaa muutoksia ilmanlaatuun pölyn lisääntyessä, mutta vaikutuksen arvioidaan jäävän pääsääntöisesti kaivospiirin sisäpuolelle. Vaikutus on väliaikainen. Kunnostuksessa käytettävästä kuljetuskalustosta ja työkoneista aiheutuu myös fossiilista polttoainesta johtuvia, vähäisiä päästöjä ilmakehään. Kunnostus toteutetaan voimakkaasti muokatulla kaivosalueella, joten vaikutukset kasvillisuuteen, eläimistöön ja suojelu-kohteisiin jäävät vähäisiksi.

Hankevaihtoehtojen 1-3 kunnostuksen aikaisissa vaikutuksissa ei esiinny keskinäisiä eroja. Edellä esitetyt, tunnistetut vaikutukset kohdistuvat eri ympäristönsiin erilaisilla mekanismeilla, joten niillä ei ole erityisiä ympäristöriskitasoon vaikuttavia yhteisvaikutuksia tai kasautuvia vaikutuksia.

Mourunpuron massojen loppusijoittaminen peittämällä vähentää haitta-aineiden kulkeutumisen riskiä, joten toimenpide vähentää maaperään ja pohjaveteen kohdistuvan haitta-ainekuormituksen riskiä. Riski on tosin jo nykytilassa varsin vähäinen, sillä Mourunpuron massoissa todettiin hyvin matalia haitta-ainepitoisuuksia.

Sortumat

Neljännän kipsisakka-altaan patoon rakennetaan louhesydän, mikä tekee rakenteesta erittäin kestävä. Kipsisakka-altaan sortumariski on siten erittäin vähäinen. Kipsisakka-altaan rakenteeseen liittyvät riskit liittyvät todennäköisemmin tiivisrakenteen vaurioon. Loppusijoitusalueiden sekä kipsisakka-altaan 4 rakentaminen tulee tehdä tarkasti suunnitelmien mukaan, jotta reunojen luiskat eivät muodostu liian jyrkiksi.

Olemassa olevien rakenteiden vaurioituminen

Kunnostuksen aikana, esimerkiksi sakkoja koneellisesti poistettaessa, olemassa olevat ympäristönsuojelurakenteet (padot, altaat, kanaalit, kentät) voivat vaurioitua vahingon seurauksena. Vaurioitumisriski tulee arvioida ja rakenteet merkitä ennen töiden aloittamista. Rakenteiden lähellä työskenneltäessä on noudatettava erityistä varovaisuutta.

Työmaahan ja louhintoihin liittyvät onnettomuustilanteet

Työmaa-alueet merkitään maastoon asianmukaisesti. Työmaa-alueet sijaitsevat kaivospiirin sisäpuolella, joten ulkopuolisten liikkumista alueella ei ole tarpeen erikseen estää. Tämänhetkisen tiedon mukaan työt eivät tulisi vaatimaan louhintaa. Valvonnasta sekä yleisestä työturvallisuudesta huolehditaan säännösten mukaisesti ja työssä käytetään koulutettua ja ammattitaitoista työvoimaa.

Kuljetuksiin liittyvät onnettomuudet

Sakkojen kuljetukset aiheuttavat sisäistä liikennöintiä kaivospiirin alueella. Alueen työkoneissa on huomiovilkut, jotka vähentävät yhteentörmäysten riskiä. Mahdollisiin yhteentörmäyksiin liittyy sekä henkilöriski, että ympäristöriski mahdollisen polttoainevuodon kautta.

Polttoaine- ja öljyvuodot

Laitteistojen ja polttoainesäiliöiden rikkoutuessa voi maaperään päästä hydrauliiikkaöljyä, kevyttä polttoöljyä tai moottoriöljyä. Tällaiset tilanteet pyritään välttämään laitteistojen ja työkoneiden säännöllisillä tarkastuksilla ja huolloilla. Riskiä vähentää se, että alue on jatkuvan valvonnan alla ja yhtiöllä on oma palokunta, jolla on valmiudet toimia öljyntorjuntatehtävissä. Lisäksi alueilla säilytetään riittävä määrä turvetta, imeytysaineita sekä keräilyastioita ja välineitä. Mahdolliset öljyvuodot kunnostetaan poistamalla öljyinen maa-aines ja toimittamalla se asianmukaiseen käsittelyyn tai loppusijoitukseen. Mahdolliset vähäiset öljyjäämät pidättyvät maa-ainekseen. Ne eivät kulkeudu maaperässä, eivätkä liukene veteen, vaan myös osin haihtuvat ja hajoavat lämmön, hapen ja maaperän mikrobitoiminnan ansiosta. Öljypäästöjen kulkeutuminen pohjaveteen tai alueen ulkopuolelle on epätodennäköistä.

18.2.2 Loppusijoitusvaiheen aikaiset vaikutukset

Massojen loppusijoittaminen on suunniteltu tehtäväksi kaivosalueelle sijoittuvalle, Valtioneuvoston asetuksen Vna 331/2013 mukaiselle vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Vna:n 331/2013 tarkoituksena on haitallisten ympäristövaikutusten torjuminen ja muun muassa kaatopaikkojen suunnittelun ja rakentamisen ohjaaminen siten, ettei niistä pitkänkään ajan kuluessa aiheudu vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle (Vna 331/2013 1 §). Vaikutusten arvioinneissa tämä oli havaittavissa siten, että loppusijoitusvaiheesta ei aiheutunut ympäristöriskitasoon vaikuttavia vaikutuksia normaalitilanteessa.

Loppusijoitusvaiheen negatiiviset maaperä- ja pohjavesivaikutukset arvioitiin mahdollisiksi loppusijoitusrakenteiden rakenteellisen heikkenemisen tai rakenteen vaurioitumisen myötä. Maaperä- ja pohjavesivaikutusten kannalta vähäisimmäksi arvioitiin loppusijoitusaluevaihtoehto 2, sillä se ei tiettävästi sijaitse kallioperän ruhjevyyhykkeellä toisin kuin muut vaihtoehdot. Vaihtoehto 1 arvioidaan pintavesivaikutusten kannalta paremmaksi vaihtoehdoksi Kortelammen padon tarjoamien vesienhallintamahdollisuuksien vuoksi.

Uraanipitoisuudet olivat keskimäärin melko matalia, joten niiden ei arvioida aiheuttavan ympäristöriskitason kohoamista. Sakkojen ja lietteiden loppusijoittaminen tapahtuu vaarallisen jätteen kaatopaikalle, mikä vähentää uraanista mahdollisesti aiheutuvaa riskiä nykytilaan nähden.

Kunnostuksen myötä vanhat vesienkäsittely-yksiköt poistuvat nykyisestä käytöstä ja jäävät varalle. Siten niitä voidaan käyttää tarvittaessa poikkeuksellisissa tilanteissa vesienhallintaan, mikä vaikuttaa positiivisesti tuotannon vesienhallinnan riskitasoon.

Mourunpuron massojen peittäminen vähentää maaperä- ja pohjavesikuormituksen riskiä ja vaikuttaa positiivisesti ympäristöriskitasoon verrattuna nykytilaan, jossa massoja ei ole peitetty.

Kipsisakka-allas 4 tai geotuubikentät eivät normaalitilanteessa aiheuta ympäristöriskejä. Poikkeustilanteessa, jossa rakenteen tiiviys on heikentynyt tai rakenne on vaurioitunut, voisi muodostua vähäisesti haitta-ainepitoisia suotovesiä. Todennäköisesti esimerkiksi allasvuodossa altaasta vapautuvan veden aiheuttamat vaikutukset eivät kuitenkaan ulotu kaivospiirin ulkopuolelle, sillä kipsisakka-allas sijaitsee yli 2 km etäisyydellä kaivospiirin rajasta. Vuodon seurauksena altaasta poistuva vesi ohjautuu kohti Kortelampea ja imeytyy osittain myös kaivosalueen maaperään. Kortelammen pato estää valuntaa kaivospiirin ulkopuolelle ja vesi on sieltä kerättävissä takaisin vesienkäsittelyyn. Kipsisakka-altaita valvotaan vuorokauden ympäri, joten poikkeamiin pystytään reagoimaan välittömästi eivätkä ne aiheuta pitkäkestoista kuormitusta.

18.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

Kunnostustöiden aikana voi esiintyä ympäristöriskien mahdollisuutta lisääviä vaikutuksia maaperään, pintaveeseen ja ilmanlaatuun. Vaikutukset arvioitiin kuitenkin korkeintaan vähäisiksi, joten kunnostusvaiheen vaikutukset ympäristöriskitasoon arvioidaan myös vähäisiksi. Kaikkien vaihtoehtojen kunnostusvaiheen aikaiset vaikutukset vastaavat toisiaan, sillä kaikissa vaihtoehtoissa sakkoja ja lietteitä poistetaan maapohjaisista altaista. Kunnostusvaihe on massojen suuren määrän vuoksi melko pitkä, noin 7 vuotta. Seitsemän vuoden ajalle sijoittuu kuitenkin erilaisia työvaiheita, jotka kaikki eivät edellytä esimerkiksi vesien juoksuttamista vesistöön. Lisäksi kunnostuksen vesienhallinta on suunnitelmallista ja kunnostuksessa syntyvät vedet käsitellään jätevedenpuhdistamolla. Kunnostuksen aikaiset ympäristövaikutukset ovat siten mahdollisia melko pitkään, mutta niiden arvioidaan siitakin huolimatta olevan hyväksyttäviä. Pitkällä aikavälillä kunnostuksen valmistuttua ympäristöriskitaso laskee kunnostustoimenpiteiden myötä ja hankkeella on vain positiivisia vaikutuksia ympäristöriskitasoon. Kaikkien vaihtoehtojen 1-3 vaikutukset ovat positiivisia nykytilaan verrattuna.

Sakat ja lietteet on suunniteltu sijoitettaviksi Vna:n 331/2013 mukaisesti, joten voidaan lähtökohtaisesti olettaa, että rakenteiden pitkäaikaiskestävyys vastaa nykyvaatimuksia ja on paras mahdollinen kunnostustekniikka. Nykyvaatimuksia vastaavalla loppusijoittamisella on positiivinen vaikutus myös ympäristöriskitasoon, sillä se alentaa riskitasoa pitkäkestoisesti vähintään useiden vuosikymmenten ajan. Ympäristöriskitason arvioidaan pysyvän matalalla tasolla pitkällä aikavälillä, sillä rakenteet ovat kestäviä.

Kaikki loppusijoitusvaihtoehdot 1-3 vähentävät riskitasoa haitta-aineiden kulkeutumisriskin pienenemisen myötä. Parhaimmaksi vaihtoehdoksi arvioidaan VE2, sillä vaihtoehdon mukainen loppusijoitusalue ei sijaitse kallioperän ruhjevöhykkeellä. Tämä vähentää haitta-aineiden kalliopohjavedessä kulkeutumisen riskiä sellaisessa poikkeustilanteessa, jossa loppusijoitusrakenteen tiiveys on heikentynyt.

Taulukko 29. Vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaihtoehtojen vertailu kunnostusvaiheen ja loppusijoitusvaiheen aikana ympäristöriskien ja poikkeustilanteiden näkökulmasta.

Ympäristöriskit ja poikkeustilanteet Kunnostusvaihe	VE0 Kohtalainen haitallinen vaikutus	VE1 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE2 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	VE3 Vähäisiä haitallisia vaikutuksia
Vaikutusten kuvaus	Kohtalaisia haitallisia vaikutuksia: Haitta-aineiden	Haitta-aineiden mobilisoituminen ja kuormituksen	Haitta-aineiden mobilisoituminen ja kuormituksen kasvu	Haitta-aineiden mobilisoituminen ja kuor-

	mahdollinen kulkeutuminen pintavesiin, maaperään, pohjaveteen ja kalliopohjaveteen.	kasvu Nuasjärveen. Rakentamisen riskit.	Nuasjärveen. Rakentamisen riskit.	mituksen kasvu Nuasjärveen. Rakentamisen riskit. Rakentamisessa hyödynnetään olemassa olevia rakenteita.
Ympäristöriskit ja poikkeustilanteet Loppusijoitusvaihe	VE0 Kohtalainen haitallinen vaikutus	VE1 Myönteinen vaikutus	VE2 Myönteinen vaikutus	VE3 Myönteinen vaikutus
Vaikutusten kuvaus	Kohtalaisia haitallisia vaikutuksia: Haitta-aineiden mahdollinen kulkeutuminen pintavesiin, maaperään, pohjaveteen ja kalliopohjaveteen.	Myönteisiä vaikutuksia haitta-aineiden kulkeutumisriskin pienenemisen myötä. Kortelamman pato toimii lisävarmistuksena vesienhallinnassa, mitä ei muissa vaihtoehdoissa ole.	Myönteisiä vaikutuksia haitta-aineiden kulkeutumisriskin pienenemisen myötä. Ei sijaitse ruhjevyyhykkeellä, joten vaikutukset kalliopohjaveteen positiivisemmat kuin muilla vaihtoehdoilla.	Myönteisiä vaikutuksia haitta-aineiden kulkeutumisriskin pienenemisen myötä.

Vanhojen geotuubien sakkujen sekä Mourunpuron massojen peittäminen vaikuttavat positiivisesti ympäristöriskitasoon, sillä toimenpiteet vähentävät haitta-aineiden kulkeutumisen riskiä verrattuna nykytilanteeseen.

Kipsisakka-altaan 4 rakentamisella voi olla vähäisiä haitallisia vaikutuksia ympäristöriskitasoon, sillä rakenteisiin liittyy tiiviyn heikkenemisen tai vaurion riski, josta voi aiheutua lisääntynyttä haitta-ainekuormitusta kaivosalueen maaperään ja pohjaveteen. Vaikutusten ei arvioida ulottuvan kaivospiirin ulkopuolelle tai olevan pitkäkestoisia.

18.1 Lieventämiskeinot

Vesistöön kohdistuvaa riskiä pienentää kunnostuksessa syntyvien haitta-ainepitoisten vesien puhdistaminen keskusvedenpuhdistamolla, työnaikaiset vesienhallintajärjestelyt, suunnitellut kontaminaationestotoimenpiteet sekä muut vesienhallinnalliset toimenpiteet.

Työmaan ja louhinnan riskejä voidaan vähentää ohjeistusten mukaisella toiminnalla. Olemassa olevien rakenteiden vaurioitumisen riskiä voidaan hallita ennakoimalla sekä huolellisuudella suunnittelu- ja rakentamistoimenpiteissä. Kunnostusvaiheessa pölyn muodostumista vähentävät työtavat.

19 YHTEISVAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Päästöt vesistöihin ovat hankkeen merkittävin ympäristövaikutus, jolla voi olla yhteisvaikutuksia Terrafamen muun toiminnan sekä lähialueen muiden kuormittajien kanssa. Keskuspuhdistamon ja purkuputken käyttöönoton jälkeen suurin osa vaikutuksista on kohdentunut Nuasjärveen, jonne kohdentuu keskitetysti Terrafamen nykytoiminnan ja tulevaisuuden muiden toimintojen vesipäästöt. Näitä ovat mm. rakenteilla oleva akkukemikaalitehdas, nykyisten tuotantoalueiden laajennukset, uraanin talteenottolaitos sekä Kolmisopen malmion avaaminen ja siihen liittyvät uudet tuotantoalueet, kuten kipsisakka-altaat, sekundääri- ja primäärialueet ja sivukivialueet. Kolmisopen liittyvät vesistöjärjestelyt muuttavat nykyisen kaivospiirin ja laajennusalueen valuma-

alueita. Päästöä Nuasjärveen rajaa ympäristölupamenettelyssä määrättyt päästökiintiöt, joita ei voida ylittää ilman luparajoihin haettua muutosta.

Nuasjärven muu kuormitus koostuu alueen muusta maankäytöstä ja ihmistoiminnasta. Maa- ja metsätaloudesta sekä haja-asutuksesta kohdistuu Nuasjärveen hajakuormitusta, joka on tyypillisesti ravinne- ja kiintoainekuormitusta. Metsätalouden kunnostusajatuksista, hakkuista ja lannoituksesta aiheutuu kuormitusta. Maatalouden kuormitus liittyy peltolohkojen kuivatukseen ja liialliseen lannoittamiseen. Alueella on myös pieniä turvetuotantoalueita, jotka tuottavat tyypillisesti kiintoaine- ja ravinnekuormitusta.

Nuasjärveen kohdistuu myös kaivossektorin pistekuormitusta Elementis Minerals Oy:n Lahnaslammen yksiköstä, jossa jalostetaan talkkimalmia Uutelan louhokselta ja Punasuon kaivokselta. Talkkirikasteen lisäksi rikastusprosessi tuottaa nikkelikastetta sekä magnesiittipitoista rikastushiekkaa. Rikastushiekka ja louhittava sivukivi on läjitetty kaivoksen alueelle. Louhinta tapahtui aiemmin avolouhoksesta, mutta nykyisin käytössä on Punasuon uusi kaivos.

Lahnaslammen kaivoksen purkuvedet ovat aiemmin päätyneet Nuasjärven Jormaslahteen. Malmin louhinta Lahnaslammen avolouhoksesta loppui syksyllä 2010, minkä jälkeen louhoksesta ei ole tarvinnut enää pumpata vesiä pois ja uuden kaivoksen kuivanapitovedet, tehtaan prosessijätevedet ja sivukivialueen suotovedet on johdettu joulukuusta 2010 lähtien suljettuun Lahnaslammen louhokseen. Kaivoksen ja tehtaan vesistökuormitus koostuu nykyisin siis pelkästään hajakuormituksesta. Vedet päätyvä Kohisevanpuron ja Mustinjoen kautta Jormasjärveen, joka purkaa edelleen Nuasjärveen. Merkittävimmät päästöt ovat nikkeli ja arseeni, mutta päästöjen on aiemmissa selvityksissä arvioitu ulottuvan korkeintaan Jormasjärven Mustinlahteen, eikä näin ollen ulottuvan Nuasjärveen asti, jossa yhteisvaikutusta voisi syntyä. Kaivosalueelta muodostuva hajakuormitus lisää myös orgaanisen kuormituksen määrää vastaanottavassa vesistössä ja tätä myötä tehostaa sisäistä kuormitusta pitkällä aikavälillä, mutta tämä rajoittuu niin ikään Jormasjärveen eikä yhteisvaikutuksia Terrafamen lähinnä Nuasjärveen kohdistuvan kuormituksen kanssa aiheudu.

Hankkeen tärkeimmät yhteisvaikutukset liittyvät näin ollen enimmäkseen Terrafame Oy:n kaivoksen muuhun toimintaan. Yhteisvaikutukset muiden toimijoiden päästöjen kanssa ovat vähäisempiä toimintojen mittakaavasta ja etäisyyksistä johtuen.

20 YHTEENVETO VAIKUTUKSISTA

20.1 Yhteenveto kunnostamisen ja rakentamisen aikaisista vaikutuksista

Vaihtoehtoverailun perusteella haitallisin vaihtoehto on VE0, jossa kunnostusta ei toteuteta. Kunnostuksessa sakkoja ja lietteitä poistetaan maapohjaisista altaista imuruoppaamalla ja kaivinkoneilla. Tämä työvaihe on kaikissa tarkasteltavissa toteutusvaihtoehdoissa sama, joten vaihtoehdot eroavat ainoastaan loppusijoitusratkaisun osalta. Näin ollen vaihtoehtojen VE1-VE3 välillä ei kunnostusvaiheessa ole merkittäviä eroja.

Kunnostusvaiheen merkittävimmäksi haitalliseksi vaikutukseksi arvioidaan vesistökuormituksen vähäinen kasvu johtuen kunnostettavien vesivarastoaltaiden osittaisesta tyhjentämisestä ja työnaikaisesta vesienkäsittelystä. Hankkeesta aiheutuva lisäkuormitus on kuitenkin luonteeltaan väliaikaista (ajoittuen vuosille 2022-2027) ja tapahtuu voimassa olevien kuormituskiintiöiden puitteissa, joten vaikutukset Nuasjärven fysikaalis-kemialliselle tai ekologiselle tilalle jäävät todennäköisesti vähäisiksi. Kaikki vesistöön kohdistuva kuormitus voidaan kuitenkin kokea uhkaksi vesistön käytölle ja siten ihmisen elinoloille.

Kunnostusvaiheessa muodostuu pölyä, mutta pölyn arvioidaan jäävän kaivospiirin sisäpuolelle. Pölyämistä on myös mahdollista hallita työteknisin keinoin. Hankkeella on kunnostusvaiheessa liikennettä lisäävä vaikutus. Pääosin liikenne lisääntyy kaivospiirin sisäpuolella, mutta materiaalien ja työvoiman kuljettaminen kohteelle lisää hieman myös kaivospiirin ulkopuolella tapahtuvaa liikennöintiä. Vaihtoehto 1 arvioitiin haitallisimmaksi, sillä siinä liikenteen päästöt ovat suuremmat kuin muissa vaihtoehdoissa sekä se lisää jonkin verran enemmän liikennettä kaivosalueen ulkopuolella. Hanke ei aiheuta sellaista melua, tärinää tai valohaittaa, joka voitaisiin erottaa kaivoksen normaalista toiminnasta lähimmissä häiriintyvissä kohteissa.

Kunnostaminen ja rakentaminen lisäävät luonnonvarojen käyttöä. Vaihtoehto 1 vaatii enemmän luonnonvarojen käyttöä kuin vaihtoehdot 2 ja 3. Kunnostusvaiheen aikana poistetaan kasvillisuutta, joten sillä on vähäinen haitallinen vaikutus kasvillisuuteen kaivospiirin sisäpuolella. Puuston poisto ei kuitenkaan kavenna liito-oravan potentiaalista elinalueetta kaivospiirin sisäpuolella.

Kunnostus- ja rakennusvaiheen maisemakuvan muutos rajautuu hankealueelle ja kaivospiirin sisälle, joka on jo itsessään voimakkaasti muutettua ympäristöä. Kunnostusvaiheella ei ole vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin. Kunnostus ja rakentaminen lisäävät merkittävästi ja kohtalaisen pitkäkestoisesti työvoiman tarvetta alueella, joten sillä on myönteinen vaikutus elinkeinotoimintaan. Kunnostus- ja rakennusvaiheen vaikutukset on koottu taulukkoon 30.

Taulukko 30. Yhteenvedo kunnostamisen ja rakentamisen aikaisista ympäristövaikutuksista.

Myönteisiä vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	Kohtalaisia haitallisia vaikutuksia	Merkittäviä haitallisia vaikutuksia
------------------------	----------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

* Eri vaihtoehtojen kokonaisvaikutusten vertailussa käytettiin seuraavaa pisteytystä (Myönteisiä vaikutuksia +2, ei vaikutuksia 0, vähäisiä haitallisia vaikutuksia -1, kohtalaisia haitallisia vaikutuksia -2, merkittäviä haitallisia vaikutuksia -3)

Vaikutusluokka	VE0 Nykytilanne	VE1 Kortelamman padon sisäpuoli	VE2 Kortelamman padon ulkopuoli	VE3 Hyötykäyttö täyttömuotoilussa
Maankäyttö ja elinkeinotoiminta	Sakat sijaitsevat peittämättömänä laajalla alueella, maapohjaisissa altaissa tai geotubeissa. Alueet ovat käyttökelvottomia muuhun toimintaan. Osa geotubikentistä sijaitsee hyödyntämiskelpoisen malmiesiintymän päällä.	Kunnostettavien alueiden laatu paranee, ja niille on mahdollista suunnitella muuta toimintaa. Rakentamisajalla on myönteinen vaikutus elinkeinotoimintaan.	Kunnostettavien alueiden laatu paranee, ja niille on mahdollista suunnitella muuta toimintaa. Rakentamisajalla on positiivinen vaikutus elinkeinotoimintaan.	Kunnostettavien alueiden laatu paranee, ja niille on mahdollista suunnitella muuta toimintaa. Vaatii pienimmän maankäyttöllisen muutoksen rakentamisajasta alkaen, koska hyödynnetään olemassa olevia jätealueita. Rakentamisajalla on positiivinen vaikutus elinkeinotoimintaan
Maisema ja kulttuuriympäristö	Kunnostettavat alueet ja loppusijoitusalueet ovat kaivospiirin sisäpuolella. Alueet ovat jo kaivosteollisuuden käytössä ja vastaavat maisemakuvallisesti teollista kaivosympäristöä.	Kunnostusvaiheen maisemakuvan muutos rajautuu hankealueelle ja kaivospiirin sisälle, joka on jo itsessään voimakkaasti muutettua ympäristöä. Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.	Kunnostusvaiheen maisemakuvan muutos rajautuu hankealueelle ja kaivospiirin sisälle, joka on jo itsessään voimakkaasti muutettua ympäristöä. Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.	Kunnostusvaiheen maisemakuvan muutos rajautuu hankealueelle ja kaivospiirin sisälle, joka on jo itsessään voimakkaasti muutettua ympäristöä. Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.

	Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.			
Maa- ja kallioperä sekä pohjavesi	Vaihtoehdossa 0 ei tehdä kunnostustoimenpiteitä, joten kunnostusvaihetta ei ole, eikä siitä siten aiheudu mitään kunnostusvaiheen aikaisia vaikutuksia.	Haitta-ainepitoisten massojen kaivu ja/tai imuruoppaus voi mobilisoida hetkellisesti massoissa esiintyviä haitta-aineita.	Haitta-ainepitoisten massojen kaivu ja/tai imuruoppaus voi mobilisoida hetkellisesti massoissa esiintyviä haitta-aineita.	Haitta-ainepitoisten massojen kaivu ja/tai imuruoppaus voi mobilisoida hetkellisesti massoissa esiintyviä haitta-aineita.
Pintavedet ja vesiluonto	Maastossa ja maa-pohjaisissa altaissa olevat vesienkäsittelysakat voivat kuormittaa pintavesiä hulevesivaikutusten kautta.	Kuivatusvaihe lisää kuormitusta Nuasjärveen. Kuormituslisäys on kuitenkin vähäinen, eikä poikea nykyisellään purkuputkea kautta johdettavien vesien vuosittaisten kuormitusmäärien vaihteluvälistä. Kuormitus saattaa laajentaa haitallisten vaikutusten vyöhykettä pohjan läheisessä kerroksessa purkuputken ympäristössä, mutta vaikutus on todennäköisesti ohimenevä.	Kuivatusvaihe lisää kuormitusta Nuasjärveen. Kuormituslisäys on kuitenkin vähäinen, eikä poikea nykyisellään purkuputkea kautta johdettavien vesien vuosittaisten kuormitusmäärien vaihteluvälistä. Kuormitus saattaa laajentaa haitallisten vaikutusten vyöhykettä pohjan läheisessä kerroksessa purkuputken ympäristössä, mutta vaikutus on todennäköisesti ohimenevä.	Kuivatusvaihe lisää kuormitusta Nuasjärveen. Kuormituslisäys on kuitenkin vähäinen, eikä poikea nykyisellään purkuputkea kautta johdettavien vesien vuosittaisten kuormitusmäärien vaihteluvälistä. Kuormitus saattaa laajentaa haitallisten vaikutusten vyöhykettä pohjan läheisessä kerroksessa purkuputken ympäristössä, mutta vaikutus on todennäköisesti ohimenevä.
Ilmanlaatu ja ilmasto	Nykytilanteella ei vaikutuksia ilmanlaatuun ja ilmastoon.	Kunnostusvaiheen pölyämisvaikutukset rajoittuvat lähes yksinomaan kaivospiirin sisäpuolelle. Loppusijoitusalueen rakentaminen tuottaa enemmän päästöjä verrattuna muihin hankevaihtoehtoihin.	Kunnostusvaiheen pölyämisvaikutukset rajoittuvat lähes yksinomaan kaivospiirin sisäpuolelle.	Kunnostusvaiheen pölyämisvaikutukset rajoittuvat lähes yksinomaan kaivospiirin sisäpuolelle. Ilmastovaikutukset jäävät vaihtoehtoista pienimmiksi olemassa olevien ja joka tapauksessa toteutettavien rakenteiden hyödyntämisen takia.
Kasvillisuus, eläimistö ja suojelualueet	Vesienkäsitte-lysan esiintymisen ympäristössä	Kunnostusvaiheen aikana poistetaan kasvillisuutta. Puus-	Kunnostusvaiheen aikana poistetaan kasvillisuutta. Puus-	Kunnostusvaiheen aikana poistetaan kasvillisuutta. Puus-

	kaivospiirin sisäpuolella on haitta kasvillisuudelle ja eläimistölle. Pinta-valunnan kautta vaikutukset voivat ulottua laajemmallekin alueelle.	ton poisto ei kasvanna suojeltavien lajien potentiaalista elin-aluetta kaivospiirin sisäpuolella.	ton poisto ei kasvanna liito-oravan potentiaalista elin-aluetta kaivospiirin sisäpuolella.	ton poisto ei kasvanna liito-oravan potentiaalista elin-aluetta kaivospiirin sisäpuolella.
Liikenne	Vesienkäsittelysakkujen jättäminen paikoilleen ei aiheuta liikennevaikutuksia.	Sisäisen liikenteen määrä kasvaa kaivospiirin sisällä. Vaihtoehtoon toteuttaminen saattaa vaatia ulkopuolisia massoja, joka voi aiheuttaa liikennevaikutuksia myös kaivospiirin ulkopuolelle. Vaikutuksiltaan selkeästi haitallisista vaihtoehdoista.	Sisäisen liikenteen määrä kasvaa kaivospiirin sisällä. Ulkopuolinen liikennevaikutus vähäinen koostuen työmatkaliikenteestä.	Sisäisen liikenteen määrä kasvaa kaivospiirin sisällä. Ulkopuolinen liikennevaikutus vähäinen koostuen työmatkaliikenteestä.
Melu, värinä ja valo	Ei vaikutuksia.	Hanke ei aiheuta sellaista melua, värinää tai valohaittaa, joka voitaisiin erottaa kaivoksen normaalista toiminnasta lähimmissä häiriintyvissä kohteissa.	Hanke ei aiheuta sellaista melua, värinää tai valohaittaa, joka voitaisiin erottaa kaivoksen normaalista toiminnasta lähimmissä häiriintyvissä kohteissa.	Hanke ei aiheuta sellaista melua, värinää tai valohaittaa, joka voitaisiin erottaa kaivoksen normaalista toiminnasta lähimmissä häiriintyvissä kohteissa.
Vesienhallinta, jätehuolto ja kiertotalous	Vaaralliseksi jätteen luokitellun sakan esiintyminen maastossa ja maapohjaisissa altaissa ei täytä jätehuollon vaatimuksia.	Kunnostusvaihe lisää vesienhallintaan liittyvää riskiä.	Kunnostusvaihe lisää vesienhallintaan liittyvää riskiä.	Kunnostusvaihe lisää vesienhallintaan liittyvää riskiä.
Luonnonvarojen käyttö	Ei vaikutuksia, koska kunnostusta ei tehdä.	Rakenne vaatii eniten luonnonvaroja (maainesten tarve ja energiankulutus).	Rakentaminen vaatii vähemmän maainesta ja energiaa kuin VE 1. Sijoitusalueen pohjarakenteissa käytetään hyödyntämään alueella luontaisesti esiintyvää moreenia	Erillisen loppusijoitusalueen rakentamisen tarpeen poistuminen. Vaikutukset jäävät vähäisemmiksi kuin vaihtoehtoisissa VE1 ja VE2, koska kipsisakka-aldien peittomuotoilu tulisi tehtäväksi muutoinkin. Erillisen

				loppusijoitusalueen pinta-ala säästyy muuhun tarkoitukseen. Muualta tuotavan täyttömuotilumateriaalin tarve vähenee.
Ihmisten terveys ja elinolot	Haitta ihmisen terveydelle aiheutuu, mikäli haitta-aineita kulkeutuu alueen ulkopuolelle pohjaveteen, talousvesikaivoihin tai pintavesiin, jotka ovat virkistyskäytössä.	Hankkeen puhdistettujen kuivatusvesien johtaminen Nuasjärveen nostaa kaivoksen aiheuttamaa ympäristökuormitusta, vaikka lisäys onkin vähäinen ja lupamääräysten mukainen. Veden laadun heikkeneminen koetaan uhkaksi vesistönkäytölle ja siten ihmisen elinoloille.	Hankkeen puhdistettujen kuivatusvesien johtaminen Nuasjärveen nostaa kaivoksen aiheuttamaa ympäristökuormitusta, vaikka lisäys onkin vähäinen ja lupamääräysten mukainen. Veden laadun heikkeneminen koetaan uhkaksi vesistönkäytölle ja siten ihmisen elinoloille.	Hankkeen puhdistettujen kuivatusvesien johtaminen Nuasjärveen nostaa kaivoksen aiheuttamaa ympäristökuormitusta, vaikka lisäys onkin vähäinen ja lupamääräysten mukainen. Veden laadun heikkeneminen koetaan uhkaksi vesistönkäytölle ja siten ihmisen elinoloille.
Ympäristöriskitaso	Kohtalaisia haitallisia vaikutuksia: Haitta-aineiden mahdollinen kulkeutuminen pintavesiin, maaperään, pohjaveteen ja kalliopohjaveteen.	Haitta-aineiden mobilisoituminen ja kuormituksen kasvu Nuasjärveen. Rakentamisen riskit.	Haitta-aineiden mobilisoituminen ja kuormituksen kasvu Nuasjärveen. Rakentamisen riskit.	Haitta-aineiden mobilisoituminen ja kuormituksen kasvu Nuasjärveen. Rakentamisen riskit. Rakentamisessa hyödynnetään olemassaolevia rakenteita.
Yhteisvaikutukset	Vaihtoehdossa kunnostusta ei tehdä. Vedet sakka-alueilta johdetaan suurimmaksi osaksi keskusvedenpuhdistamolle. Sakka-alueiden vedet kuluttavat keskusvedenpuhdistamon vesienkäsittelykapasiteettia. Tilanne kasvattaa hallitsemattoman kuormituksen riskiä pintavesiin esimerkiksi voimakkaan sadetapahtuman yhteydessä.	Kunnostushankkeen yhteydessä alueelta johdetaan vesiä keskuspuhdistamon kautta. Näin ollen koko kaivosalueen vesistökuormitus tilapäisesti kasvaa. Arvioiden mukaan vesien johtaminen ei tule johtamaan luparajojen ylityksiin. Hankkeella ei ole yhteisvaikutusta käynnissä olevan Kolmisopen laajennushankkeen kanssa	Kunnostushankkeen yhteydessä alueelta johdetaan vesiä keskuspuhdistamon kautta. Näin ollen koko kaivosalueen vesistökuormitus tilapäisesti kasvaa. Arvioiden mukaan vesien johtaminen ei tule johtamaan luparajojen ylityksiin. Hankkeella ei ole yhteisvaikutusta käynnissä olevan Kolmisopen laajennushankkeen kanssa	Kunnostushankkeen yhteydessä alueelta johdetaan vesiä keskuspuhdistamon kautta. Näin ollen koko kaivosalueen vesistökuormitus tilapäisesti kasvaa. Arvioiden mukaan vesien johtaminen ei tule johtamaan luparajojen ylityksiin. Hankkeella ei ole yhteisvaikutusta käynnissä olevan Kolmisopen laajennushankkeen kanssa

		hankkeiden eriaikaisuuden takia.	hankkeiden eriaikaisuuden takia.	hankkeiden eriaikaisuuden takia.
Yhteenveto	Vaihtoehdolla (kunnostusta ei tehdä) on eniten haitallisia ympäristövaikutuksia. Maapohjaisissa altaissa ja niiden ympäristössä olevat massat nostavat riskitasoa ja kuormittavat keskuspuhdistamoa. (Pisteytys -12)	Vähäisiä haitallisia vaikutuksia kunnostuksen aikana. Saattaa lisätä liikennettä muita vaihtoehtoja enemmän sekä kaivospiirin sisällä että ulkopuolella (ulkopuolisten massojen tarve). (Pisteytys -8)	Vähäisiä haitallisia vaikutuksia kunnostuksen aikana. (Pisteytys -8)	Vähäisiä haitallisia vaikutuksia kunnostuksen aikana. Vaihtoehto on muita vaihtoehtoja parempi luonnonvarojen ja tilan käytön osalta. (Pisteytys -7)

20.2 Yhteenveto loppusijoitusvaiheen vaikutuksista

Loppusijoitusvaiheessa sakat ja lietteet on sijoitettu kaivospiirin sisäpuolelle rakennetulle vaarallisen jätteen kaatopaikalle (VE1, VE2) tai hyötykäytetty kipsisakka-aitaiden täyttömuotoilussa (VE3). Lisäksi hankkeen toteutuessa vanhat geotuubit on peitetty tiiviillä pintarakenteella ja Mourunpuron maa-aines on peitetty moreenilla. Kipsisakka-allas 4 on rakennettu eikä sakkaa muodostu enää maapohjaisille alueille.

Ympäristövaikutusten osalta tarkastelluista vaihtoehtoista erottuu heikoimpana erityisesti nykytilanne, joka ei edusta ympäristön kannalta hyvää ratkaisua nyt eikä pidemmällä aikavälillä. Loppusijoitusvaiheen vaikutukset kunnostuksen toteutuksen jälkeen ovatkin positiivisia; haitallisten aineiden pohjaveteen ja pintaveteen kulkeutumisen riski vähenee. Lisäksi kaivoksen puhdistetuista purkuvesistä Nuasjärveen kohdistuvaa kuormitus vähenee. Veden fysikaalis-kemiallisen laadun parantumisella on positiivisia vaikutuksia vesieliöille itse kunnostettavilla altailla ja näiden laskuvesistöissä. Sakkojen ja lietteiden kunnostaminen ennallistaa ympäristöä vastaamaan enemmän vahinkoa edeltänyttä tilaa. Hankkeen toteuttaminen voi siten lieventää alueen ihmisten huolta ja epävarmuutta ympäristön tilasta, koska vaaralliseksi jätteeksi luokiteltavat massat saadaan hallitusti sijoitettua vaarallisen jätteen kaatopaikalle.

Hanke vapauttaa kaivoksen keskusvedenpuhdistamolta puhdistuskapasiteettia, kun kunnostetuilta välivarasto-aitailta ei enää tarvitse johtaa hulevesiä puhdistamolle käsiteltäväksi. Tällöin kaivoksen kyky vastata odottamattomiin vesienhallinnan häiriötilanteisiin paranee. Edelleen välivarasto-aitailta niiden laskuvesistöihin aiheutuva äkillisen pulssimaisen kuormitustapahtuman riski vähenee huomattavasti alueiden kunnostamisen myötä. Loppusijoitusvaihtoehtoista VE 1 arvioitiin pintavesivaikutuksiltaan pitkällä tähtäimellä myönteisimmäksi vaihtoehdoksi, sillä loppusijoitusalueen sijaitseminen Kortelammin padon sisäpuolella helpottaisi mahdollisessa rakenteellisen heikkenemisen tai vaurion tilanteessa vuotovesien hallitsemista.

Ainoa mahdollisesti vähäinen haitallinen vaikutus on vaikutus maisemaan; Loppusijoitusrakenteet voivat teoriassa erottua kaivospiiriä ympäröivässä maisemassa pisimmillään noin 5 km etäisyydelle lounaan ja lännen suuntaan. Todelliset merkittävät vaikutukset rajautunevat kaivospiirin sisäpuolelle puuston vuoksi.

Erot toteutusvaihtoehtojen VE1-3 välillä ovat vähäisiä, ja kaikki edustavat ympäristön kannalta kestävä ratkaisu. Loppusijoitusvaihtoehto voidaan näin ollen valita teknis-taloudellisen toteutettavuuden perustella. Kunnostussuunnitteluun on jo valikoitunut vaihtoehto VE2, jossa loppusijoitusalue sijoittuu Kortelammin padon ulkopuolelle. Vaihtoehdon etuina ovat alueella jo valmiina olevat moreenivarannot sekä Kortelammin säilyminen

puhtaan veden varastona, mikä osaltaan parantaa kaivosalueen vesienhallintaa. VE3 on tunnistettu toteuttamiskelpoiseksi ja pisteytettynä jopa toimivimmaksi vaihtoehdoksi, mutta sen toteuttaminen voisi olla haaste kappaleessa 1.5.2 kuvatulle kipsisakan kuivatukselle ja läjitysmenetelmän kehityshankkeelle.

Loppusijoitusvaiheen vaikutukset on koottu taulukkoon 31.

Taulukko 31. Yhteenveto loppusijoitusvaiheen ympäristövaikutuksista.

Myönteisiä Vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Vähäisiä haitallisia vaikutuksia	Kohtalaisia haitallisia vaikutuksia	Merkittäviä haitallisia vaikutuksia
---------------------------	----------------	-------------------------------------	--	--

* Eri vaihtoehtojen kokonaisvaikutusten vertailussa käytettiin seuraavaa pisteytystä (Myönteisiä vaikutuksia +2, ei vaikutuksia 0, vähäisiä haitallisia vaikutuksia -1, kohtalaisia haitallisia vaikutuksia -2, merkittäviä haitallisia vaikutuksia -3)

Vaikutusluokka	VE0 Nykytilanne	VE1 Kortelamman padon sisäpuoli	VE2 Kortelamman padon ulkopuoli	VE3 Hyötykäyttö täyttömuotoilussa
Maankäyttö ja elinkeinotoiminta	Sakat sijaitsevat peittämättömänä laajalla alueella, maapohjaisissa altaissa tai geotubeissa. Alueet ovat käyttökelvottomia muuhun toimintaan. Osa geotubikentistä sijaitsee hyödyntämiskelpoisen malmiesiintymän päällä.	Loppusijoitusalue on jätesakan vaikutusalueella sijaitseva Kortelampi. Alueen käyttöönotto poistaa alueelta potentiaalisen vesivaraston. Ei kaavatasolla näkyviä maankäytöllisiä vaikutuksia. Loppusijoituksen jälkikäyttövaihtoehto määrittelee lopulliset vaikutukset elinkeinotoimintaan. Hanke ei estä jälkikäyttöä.	Loppusijoitusalue rakennetaan alueelle, joka on ollut ollut toistaiseksi rakentamaton mooreeniselänne. Näin olleen vaihtoehdon toteutumisella on vaihtoehtoista suu- rimmat vaikutukset maankäyttöön. Vaikutukset eivät kuitenkaan näy kaavatasolla. Loppusijoituksen jälkikäyttövaihtoehto määrittelee lopulliset vaikutukset elinkeinotoimintaan. Hanke ei estä jälkikäyttöä.	Kunnostusvaiheessa sakat sijoitetaan nykyisten kipsisakka-aldaiden täyttömuotoiluun. Altaat ovat nykyisellään rinnastettavissa jätealueeseen, joten vaikutus alueen maankäyttöön on vähäinen. Ei kaavatasolla näkyviä maankäytöllisiä vaikutuksia. Loppusijoituksen jälkikäyttövaihtoehto määrittelee lopulliset vaikutukset elinkeinotoimintaan. Hanke ei estä jälkikäyttöä.
Maisema ja kulttuuriympäristö	Kunnostettavat alueet ja loppusijoitusalueet ovat kaivospiirin sisäpuolella. Alueet ovat jo kaivosteollisuuden käytössä ja vastaavat maisemakuvallisesti teollista kaivosympäristöä.	Loppusijoitusraken- teet voivat teoriassa erottua kaivospiiriä ympäröivässä maisemassa pisimillään noin 5 km etäisyydelle lounaan ja lännen suuntaan. Todelliset merkittävät vaikutukset rajautune-	Loppusijoitusraken- teet voivat teoriassa erottua kaivospiiriä ympäröivässä maisemassa pisimillään noin 5 km etäisyydelle lounaan ja lännen suuntaan. Todelliset merkittävät vaikutukset rajautune-	Hyötykäyttö pinta- alaltaan laajojen kipsisakka-aldaiden täyttömuotoilussa. Rakenne on relatiiviselta korkeudeltaan matalampi kuin VE2 sulautuen siten ympäristön maisemakuvaan. Maisemavaikutuk-

	Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.	vat kaivospiirin sisäpuolelle puustosta johtuen. Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.	vat kaivospiirin sisäpuolelle puustosta johtuen. Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.	set rajautuvat kokonaisuudessaan kaivospiirin sisäpuolelle. Ei vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin.
Maa- ja kallioperä sekä pohjavesi	Haikka-aineiden mahdollinen kulkeutuminen maa-perään, pohjave-teen ja kalliopohja-veeten peittämät- tömiltä sakka- ja lie- tealueilta.	Haikka-aineiden kul- keutumisriskin mer- kittävä pienenemi- nen verrattuna ny- kytilaan. Loppusijoi- tusalue sijoittuu kallioruhjeen alu- eelle, mikä voi ai- heuttaa kohon- nutta kulkeutumis- riskiä hyvin pitkällä aikavälillä verrat- tuna vaihtoehtoon 2. Luontainen mo- reenikerros vähen- tää kulkeutumista ruhjeisiin. Vaihto- ehdon 1 etäisyys kaivospiirin rajasta on hieman suu- rempi kuin vaihto- ehdon 2, mikä vä- hentää poikkeusti- lanteessa hieman haikka-aineiden kai- vosalueen ulkopuo- lle kulkeutumisen riskiä.	Haikka-aineiden kul- keutumisriskin mer- kittävä pienenemi- nen verrattuna ny- kytilaan. Alue ei si- joitu tiedossa ole- ville kallioruhjeille. Laskennan mukaan haikka-aineiden kul- keutuminen loppu- sijoitusrakenteiden mahdollisen tiivi- yden heikkenemisen myötä jää merkityk- settömälle tasolle.	Haikka-aineiden kul- keutumisriskin mer- kittävä pienenemi- nen verrattuna ny- kytilaan. Hyötykäyt- töalue sijoittuu kal- lioruhjeen alueelle, mikä voi aiheuttaa kohonnutta kulkeu- tumisriskiä hyvin pitkällä aikavälillä verrattuna vaihto- ehtoon 2.
Pintavedet ja vesi- luonto	Maastossa ja maa- pohjaisissa altaissa olevat vesienkäsit- telysakat voivat kuormittaa pintave- siä hulevesivaiku- tusten kautta. Vai- kutus kertaantuu ajan myötä.	Vesienkäsittelysak- kujen aiheuttama kuormitus väliva- rastoaltaiden lä- hiympäristöön ja edelleen purkupu- ten kautta Nuasjär- veen poistuu. Vaihto- ehto on loppusi- joituksen vesienhal- linnan kannalta myönteisin vaiku- tusten alueen sijai- tessa Kortelamman	Vesienkäsittelysak- kujen aiheuttama kuormitus väliva- rastoaltaiden lä- hiympäristöön ja edelleen purkupu- ten kautta Nuasjär- veen poistuu.	Vesienkäsittelysak- kujen aiheuttama kuormitus väliva- rastoaltaiden lä- hiympäristöön ja edelleen purkupu- ten kautta Nuasjär- veen poistuu.

		padon valuma-alueen sisäpuolella.		
Ilmanlaatu ja ilmasto	Nykytilanteella ei vaikutuksia ilmanlaatuun ja ilmastoon.	Ehjällä loppusijoitusrakenteella ei ilmanlaatu tai ilmastovaikutuksia.	Ehjällä loppusijoitusrakenteella ei ilmanlaatu tai ilmastovaikutuksia.	Ehjällä loppusijoitusrakenteella ei ilmanlaatu tai ilmastovaikutuksia.
Kasvillisuus, eläimistö ja suojelualueet	Vesienkäsittelysakan esiintyminen ympäristössä kaivospiirin sisäpuolella on haitta kasvillisuudelle ja eläimistölle ja voi pintavalunnan kautta ulottua myös kaivospiirin ulkopuolisille alueille.	Loppusijoitusvaiheessa haitallisia vaikutuksia eliölajeille tai suojelukohteille ei muodostu. Hanke voi vaikuttaa positiivisesti lähi-alueen virtavesien tilaan ja parantaa siten esimerkiksi saukon elinmahdollisuuksia alueella.	Loppusijoitusvaiheessa haitallisia vaikutuksia eliölajeille tai suojelukohteille ei muodostu. Hanke voi vaikuttaa positiivisesti lähi-alueen virtavesien tilaan ja parantaa siten esimerkiksi saukon elinmahdollisuuksia alueella.	Loppusijoitusvaiheessa haitallisia vaikutuksia eliölajeille tai suojelukohteille ei muodostu. Hanke voi vaikuttaa positiivisesti lähi-alueen virtavesien tilaan ja parantaa siten esimerkiksi saukon elinmahdollisuuksia alueella.
Liikenne	Vesienkäsittelysakkojen jättäminen paikoilleen ei aiheuta liikennevaikutuksia.	Loppusijoitusvaihe ei aiheuta liikennettä lukuun ottamatta tarkistuskäyntejä.	Loppusijoitusvaihe ei aiheuta liikennettä lukuun ottamatta tarkistuskäyntejä.	Loppusijoitusvaihe ei aiheuta liikennettä lukuun ottamatta tarkistuskäyntejä.
Melu, värinä ja valo	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Vesienhallinta, jätehuolto ja kiertotalous	Vaaralliseksi jätteeksi luokitellun sakan esiintyminen maastossa ja maapohjaisissa altaissa ei täytä jätehuollon vaatimuksia.	Hankkeen toteutus parantaa vesienhallinnan ja jätehuollon tilannetta.	Hankkeen toteutus parantaa vesienhallinnan ja jätehuollon tilannetta.	Hankkeen toteutus parantaa vesienhallinnan ja jätehuollon tilannetta. Massojen hyötykäyttö täyttömuotoilussa voidaan luokitella kiertotaloudeksi.
Luonnonvarojen käyttö	Ei vaikutuksia, koska kunnostusta ei tehdä.	Myönteisiä vaikutuksia kaivannaismineraalien hyödyntämiseen. Kortelammen hyötykäyttöpotentiaali kaivoksen puhtaiden prosessivesien välivarastoaltaana.	Myönteisiä vaikutuksia kaivannaismineraalien hyödyntämiseen. Kortelammen hyötykäyttöpotentiaali kaivoksen puhtaiden prosessivesien välivarastoaltaana.	Myönteisiä vaikutuksia kaivannaismineraalien hyödyntämiseen. Kortelammen hyötykäyttöpotentiaali kaivoksen puhtaiden prosessivesien välivarastoaltaana.
Ihmisten terveys ja elinot	Haitta ihmisen terveydelle aiheutuu, mikäli haitta-aineita	Myönteisiä vaikutuksia haitta-ainei-	Myönteisiä vaikutuksia haitta-ainei-	Myönteisiä vaikutuksia haitta-ainei-

	kulkeutuu alueen ulkopuolelle pohjaveteen, talousvesikaivoihin tai pintavesiin, jotka ovat virkistyskäytössä.	den kulkeutumisriskin pienenemisen myötä. Myös viihtyvyyden parantuminen, kun haitta-ainepitoiset massat saadaan poistettu luonnosta.	den kulkeutumisriskin pienenemisen myötä. Myös viihtyvyyden parantuminen, kun haitta-ainepitoiset massat saadaan poistettu luonnosta.	den kulkeutumisriskin pienenemisen myötä. Myös viihtyvyyden parantuminen, kun haitta-ainepitoiset massat saadaan poistettu luonnosta.
Ympäristöriskitaso	Kohtalaisia haitallisia vaikutuksia: Haitta-aineiden mahdollinen kulkeutuminen pintavesiin, maaperään, pohjaveteen ja kalliopohjaveteen.	Myönteisiä vaikutuksia haitta-aineiden kulkeutumisriskin pienenemisen myötä. Kortelamman pato tarjoaa hyvät vesienhallintamahdollisuudet, mitä ei muissa vaihtoehdoissa ole.	Myönteisiä vaikutuksia haitta-aineiden kulkeutumisriskin pienenemisen myötä. Ei sijaitse ruuhkavyöhykkeellä, joten vaikutukset kallio-pohjaveteen positiivisemmat kuin muilla vaihtoehdoilla.	Myönteisiä vaikutuksia haitta-aineiden kulkeutumisriskin pienenemisen myötä.
Yhteisvaikutukset	Mikäli kunnostusta ei toteuttaisi, voi vesienkäsittelysakkujen esiintyminen ympäristössä haitata alueen muuta käyttöä, luontoa ja vesien laatua.	Loppusijoitusvaiheella ei ole yhteisvaikutusta muiden toimintojen tai toimijoiden kanssa.	Loppusijoitusvaiheella ei ole yhteisvaikutusta muiden toimintojen tai toimijoiden kanssa.	Loppusijoitusvaiheella ei ole yhteisvaikutusta muiden toimintojen tai toimijoiden kanssa.
Yhteenveto	Vaihtoehto ei ole toteuttamiskelpoinen (Pisteytys -14)	Toteuttamisella saadaan merkittäviä hyödyllisiä vaikutuksia. Vaihtoehdoista parhaimmat vesienhallintamahdollisuudet. (Pisteytys +13)	Toteuttamisella saadaan merkittäviä hyödyllisiä vaikutuksia. Mahdollistaa Kortelamman alueen käytön puhtaan veden varastona. (Pisteytys +13)	Toteuttamisella saadaan merkittäviä hyödyllisiä vaikutuksia. Vaikutukset luonnonvarojen käyttöön ovat positiiviset. (Pisteytys +14)

21 SEURANTAOHJELMA

Ympäristönsuojelulain mukaan toiminnanharjoittajan on oltava selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista. Yksityiskohtaiset tarkkailuohjelmat laaditaan ympäristölupahakemuksen yhteydessä. Terrafame Oy:llä on nykyisellään käynnissä laajat ympäristöntarkkailuohjelmat, joita päivitetään tarpeen mukaan. Tämän hankkeen vaatima tarkkailutarve katetaan tekemällä tarkkailuohjelmiin tarvittavat muutokset.

21.1 Tarkkailu kunnostusvaiheen aikana

Hankkeen tuottamat tarkkailua vaativat vaikutukset edellyttävät päästövesien tarkkailua vähintään nykyisessä laajuudessa. Lisäksi tarkkailtavaksi ehdotetaan kunnostuskohteiden läheisiä pintavesistöjä sekä pohjavesiputkia. Seurattavat parametrit ovat samat kuin nykyisessä tarkkailuohjelmassa, sillä tarkasteltavat haitta-aineet ovat samoja.

Pölyn leviämistä ehdotetaan tarkkailtavaksi visuaalisesti kaivosalueella sekä jo olemassa olevia pölytarkkailupisteitä hyödyntämällä. Tarvittaessa pölytarkkailua voidaan laajentaa esim. kunnostusvaiheen ajaksi. Mikäli visuaalisen tarkastelun perusteella näyttää tarpeelliselta, pölyämistä voidaan mitata alueella ja lähimmillä altistuvilla kohteilla.

Melua ja tärinää ei ole tarvetta seurata säännöllisesti.

21.2 Tarkkailu loppusijoitusvaiheen aikana

Loppusijoitusvaiheen osalta tarkkailu liittyy tekniseen tarkkailuun: Rakenteiden kuntoa tarkkailemalla voidaan mahdolliset rakenteelliset poikkeamat havaita ajoissa ja toimia vahinkojen estämiseksi. Lähiympäristön vesistöjen ja pohjavesien tilan tarkkailua on syytä jatkaa kaivoksen toiminta-ajan sekä jälkihoitovaiheen ajan.

22 LÄHTEET

- Choi, Y.W., Kim, Y.J., Choi, O., Lee, K.M., Lachemi, M. (2009). Utilization of tailings from tungsten mine waste as a substitution material for cement. *Construction and Building Materials*, 23:7, 2481-2486.
- Ekholm, P. & Lehtoranta, J. (2012). Does control of soil erosion inhibit aquatic eutrophication? *Journal of Environmental Management*, 93:1, 140-146.
- Fowler, D., Cape, T.N., Unsworth, M.H. (1989). Deposition of atmospheric pollutants on forests. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 324, 247-265.
- Geologian tutkimuskeskus (2014). Talvivaaran kipsisakka-altaan vuodon pohjavesivaikutusten selvitys ja leviämisen ja haitan arviointi. M21K2013. Liite 7. 14.8.2014.
- Geologian tutkimuskeskus (2017). Suomen kallioperä 1:200 000.
- Geologian tutkimuskeskus (2018). Maaperäkartta 1:20 000/50 000.
- Geologian tutkimuskeskus (2020). Terrafame Oy – Sivukivialue KL2:n hydrogeologinen tutkimus.
- Hakala, I & Laurila, J. 2010. Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT): Ympäristöasioiden hallinta kivituoannossa. Suomen ympäristö 25/2010, SYKE. 90 s.
- Ilmatieteen laitoksen avoin datapalvelu. <https://ilmatieteenlaitos.fi/avoin-data>
- Ilmatieteen laitos (2009). Hengitettävien hiukkasten pitoisuusmittaukset Talvivaaran kaivosalueella ja sen ympäristössä jaksolla syyskuu 2008–helmikuu 2009.
- Ilmatieteen laitos (2012). Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010.
- Ilmatieteen laitos (2017a). Ilmanlaatumittaukset Terrafamen kaivoksen ympäristössä. Hengitettävien hiukkasten, arseenin ja metallien pitoisuudet jaksolla joulukuu 2015–elokuu 2016. Helsinki 20.1.2017.
- Ilmatieteen laitos (2017b). Kajaanin ilmanlaadun tarkkailu. Mittaustulokset vuodelta 2016. Helsinki 30.3.2017.
- Kainuun liitto (2015). Kainuu-ohjelma. Hyvinvoiva ja elinvoimainen Kainuu.
- Kainuun liitto (2018). Kainuun maakuntakaava 2020. Saatavilla (viitattu 9.8.2018): <https://www.kainuunliitto.fi/tehtavat/maakuntakaavoitus/voimassa-olevat-kaavat/kainuun-maakuntakaava-2020>.

- Kainuun liitto (2018). Kainuun 1.vaihemaakuntakaava. Saatavilla (viitattu 9.8.2018): <https://www.kainuunliitto.fi/tehtavat/maakuntakaavoitus/voimassa-olevat-kaavat/kainuun-1vaihemaakuntakaava>.
- Kainuun liitto (2018). Kainuun kaupan vaihemaakuntakaava. Saatavilla (viitattu 9.8.2018): <https://www.kainuunliitto.fi/kaupan-vaihemaakuntakaava>.
- Kainuun liitto (2018). Tuulivoimamaakuntakaava. Saatavilla (viitattu 9.8.2018): <https://www.kainuunliitto.fi/tuulivoimamaakuntakaava>.
- Kainuun ympäristökeskus (2008). Sotkamon kulttuuriympäristöohjelma. 2. tarkistettu painos. Kainuun ympäristökeskuksen raportteja 1/2008.
- Liu, T., Tang, Y., Han, L., Song, J., Luo, Z., Lu, A. (2017). Recycling of harmful waste lead-zinc mine tailings and fly ash for preparation of inorganic porous ceramics. *Ceramics International*, 43(2017), 4910-4918.
- Maanmittauslaitos (2013). Digitaalinen korkeusmalli (10m resoluutio).
- Maanmittauslaitos (2018). Kuntajako 1:100 000.
- Maanmittauslaitos (2019). Taustakarttasarja 1:40 000.
- Maanmittauslaitos (2019). Taustakarttasarja 1:80 000.
- Maanmittauslaitos (2019). Taustakarttasarja 1:160 000.
- Maanmittauslaitos (2019). Taustakarttasarja 1:320 000.
- Maanmittauslaitos (2019). Digitaalinen korkeusmalli (2m resoluutio).
- Maanmittauslaitos (2020). Maastotietokanta.
- Meshram, P., Pandey, B.D., Abhilash, .(2019). Perspective of availability and sustainable recycling prospects of metals in rechargeable batteries - a resource overview. *Resources Policy*, 60(2019), 9-22.
- Oluwasola, E.A., Hainin, M.R., Aziz, M.M.A (2015). Evaluation of asphalt mixtures incorporating electric arc furnace steel slag and copper mine tailings for road construction. *Transportation Geotechnics*, 2(2015), 47-55.
- Onuaguluchi, O. & Eren, Ö. (2012). Recycling of copper tailings as an additive in cement mortars. *Construction and Building Materials*, 37(2012), 723-727.
- Pöyry Finland Oy (2014a): Talvivaaran kaivoksen tarkkailu v. 2013. Osa V Biologinen tarkkailu maa-alueilla.
- Pöyry Finland Oy (2014). Talvivaara Sotkamo Oy. Uuden purkureitin ympäristölupahakemus.
- Pöyry Finland Oy (2017). Terrafame Oy. Vesienhallinnan ympäristövaikutusten arviointiselostus.
- Pöyry Finland Oy (2017b). Terrafame Oy. Selvitys pohjavesien pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta sekä primäärialueen maaperään kohdistuvista päästöistä.
- Pöyry Finland Oy (2017c). Terrafame Oy. Kaivostoiminnan jatkaminen ja kehittäminen tai vaihtoehtoinen sulkeminen.
- Pöyry Finland Oy (2018a). Terrafame Oy. Kipsisakka-altaan 1 sulkemisen yleissuunnitelma.
- Pöyry Finland Oy (2018b). Terrafame Oy. Tuotannon nostamista koskeva ympäristölupahakemus.
- Ramboll Finland Oy (2014). Talvivaara. Purkuputken luontoselvitys.
- Ramboll Finland Oy (2017). Terrafame Oy. Päivitetty lupahakemus vesienkäsittelyn sakkujen ja lietteiden kunnostukselle.
- Ramboll Finland Oy (2018). Terrafame Oy. Nikkeli- ja kobolttisulfaattien tuotanto, ympäristövaikutusten arviointiohjelma.
- Ramboll Finland Oy (2018b). Terrafamen kaivoksen velvoitetarkkailu 2017 osa VIII: pohjavedet. Vuosiraportti. Terrafame Oy.

Sheppard S. C. et al (2005): Derivation of ecotoxicity thresholds for uranium. *Journal of Environmental Radioactivity*. 79:1.

Suomen ympäristökeskus (2016). Valuma-aluejako.

Suomen ympäristökeskus (2018). Corine Land Cover 2018 (20m resoluutio).

Suomen ympäristökeskus (2020). Pohjavesialueet.

Suomen ympäristökeskus (2020). Suojelualueet.

Tallis, M., Taylor, G., Sinnett, D., Freer-Smith, P. (2011). Estimating the removal of atmospheric particulate pollution by the urban tree canopy of London, under current and future environments. *Landscape and Urban Planning*, 103 (2011), 129-138.

THL: http://fi.opasnet.org/fi/Uraani_juomavedess%C3%A4

Tilastokeskus (2018). Kuntien avainluvut. Saatavilla (viitattu 31.7.2018): <http://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?year=2017&active1=SSS&active2=765>

Tissari, J.M., Yli-Tuomi, T., Raunemaa, T.M., Tiitta, P.T., Nuutinen, J.P., Willman, P.K., Lehtinen, K.E.J., Jokiniemi, J.K. (2006). Fine particle emissions from milled peat production. *Boreal environment research*, 11(2006), 283-293.

Toivonen, M. (2010). Kiviainestuotannon pölypäästöt. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto.

Yin, S., Wang, L., Wu, A., Kabwe, E., Chen, X., Yan, R. (2018). Copper recycle from sulfide tailings using combined leaching of ammonia solution and alkaline bacteria. *Journal of Cleaner Production*, 189(2018), 746-753.

Yli-Tuomi, T., Tiitta, P., Willman, P., Nuutinen, J., Raunemaa, T., Marja-Aho, J., Selin, P. (2000). Dust emissions from milled peat production with the pneumatic harvester method. *Journal of Aerosol Science*, 31(2000), 903-904.