

Vastaanottaja
Terrafame Oy

A siakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
13.6.2017

Viite
1510027396

TERRAFAME OY YMPÄRISTÖRISKIEN SEURAUSSVAIKUTUSTEN ARVIOINTI



TERRAFAME OY
YMPÄRISTÖRISKIEN SEURAUVAIKUTUSTEN
ARVIOINTI

Päivämäärä **13.6.2017**
Laatijat **Katariina Koikkalainen, Ramboll**
Janne Kekkonen, Ramboll
Tarkastajat **Tuomas Lahti, Terrafame**
Elina Salmela, Terrafame
Kuvaus **Merkittävimpien ympäristöriskien seurausvaikutukset**

SISÄLTÖ

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | JOHDANTO | 1 |
| 2. | YMPÄRISTÖRISKIEN ARVIOINTI | 1 |
| 2.1 | Arvioinnin toteutus ja merkittävimmät vaaraa aiheuttavat tilanteet | 1 |
| 2.2 | Seurausvaikutusten arvioinnin rajaukset ja perustelut | 2 |
| 3. | SEURAUVAIKUTUKSET | 4 |
| 3.1 | Bioliuotuskasan rakennus ja pohjan rikkoutuminen | 4 |
| 3.2 | Neutralointiaineen puute tai ajo väärään paikkaan | 6 |
| 3.3 | Altaiden vuotoista/ylivuodoista aiheutuvat päästöt | 6 |
| 3.4 | Sähkökatkot ja pumppausten pysähtyminen | 11 |
| 3.5 | Pesurien toimintahäiriöt (tukkeumat, laiterikot, jäätyminen) | 11 |
| 3.6 | Avoimista kuljettimista tai kuljetuksessa johtuva variseminen ja pölyäminen | 11 |
| 4. | YHTEENVETO SEURAUVAIKUTUKSISTA | 12 |
| 5. | LÄHTEET | 13 |

1. JOHDANTO

Terrafame Oy:n Nuasjärven purkupuutken ympäristölupapäätöksen mukaan yhtiön tuli toimittaa koko kaivoksen toimintaa koskeva systemaattinen riskinarviointi. Lupapäätöksen määräyksen 13 mukaan riskinarviointi on tehtävä luvan saajan ja ELY-keskuksen hyväksymän teollisuuden ympäristö- ja onnettomuusriskien arviointiin ja riskienhallintaan perehtyneen asiantuntijatahon yhteistyönä. Lupamääräyksen mukaan riskinarvioinnin perusteella tuli myös laatia suunnitelma havaittujen riskien pienentämiseksi ja riskinarvioinnissa tunnistettujen poikkeus- ja häiriötilanteiden varalta on oltava toimintasuunnitelma ja -valmius.

Toiminnan ympäristöriskien arvioimiseksi pidettiin arviointitilaisuuksia Terrafamen kaivoksella ja etäyhteydellä marras-joulukuussa 2016. Vaarojen tunnistaminen aloitettiin alueittain aina kohdekierroksilla, joissa kartoitettiin mahdollisia ympäristöön kohdistuvia riskejä ennen riskinarvioinnin ja riski-istunnon aloitusta tehdasalueella. Riskinarviointiraportti on esitetty tämän raportin liitteenä 1.

Tässä raportissa kuvataan lyhyesti ympäristöriskinarvioinnin toteutus sekä sen tärkeimmät löydökset. Raportin tavoitteena on kuvata tärkeimmät tunnistetut vaaraa aiheuttavat häiriötilanteet sekä niistä aiheutuvat ympäristöriskit ja niiden seurausvaikutukset karkealla tasolla / laadullisena tarkasteluna.

2. YMPÄRISTÖRISKIEN ARVIOINTI

2.1 Arvioinnin toteutus ja merkittävimmät vaaraa aiheuttavat tilanteet

Vaarojen tunnistaminen aloitettiin alueittain kohdekierroksilla, joiden jälkeen pidetyissä riski-istunnoissa toteutettiin varsinainen ympäristöriskien arviointi. Istuntojen aikana päivitettiin olemassa oleva riskianalyysi käyttäen soveltaen potentiaalisten ongelmien analyysia (POA) ja käytiin läpi tehdaskierroksilla sekä ympäristöpoikkeamatilastoista esille tulleita huomioita keskittyen keskeisimpiin ongelma-alueisiin ja vaaroihin.

Kaivosalue jaettiin osatoimintoihin, jotta vaaroja voitaisiin tunnistaa järjestelmällisesti eri osalualueiden asiantuntijoiden/vastaavien kanssa. Kaivoksen toiminnot jaettiin seuraaviin osatoimintoihin:

- BVH (Bioliuotus ja vesienhallinta)
- MTO (Metallien talteenotto)
- Kaivos
- Geologia
- Laboratorio
- TK
- Malminkäsittely
- Logistiikka
- Padot
- Keskuspuhdistamo

Uraanin talteenoton ympäristöriskien tarkastelu päätettiin jättää myöhemmäksi. Asiaan palataan kun talteenottoon liittyvät asiat tulevat ajankohtaiseksi.

Arvioinnissa huomioitiin tehdasalueelle jo tehty riskiarvioinnit ja selvitykset. Tunnistettujen riskien osalta keskityttiin erityisesti maaperään ja vesistöön päätyviin päästöihin. Tunnistettujen päästölähteiden osalta kirjattiin päästön aiheuttaja sekä ensisijaiset ja laajemmat seuraukset.

Vaarojen tunnistamisen jälkeen arvioitiin niiden aiheuttamat riskit. Riskien suuruutta määritettäessä otettiin huomioon toimijoiden nykyiset turvallisuuskäytännöt ja ohjeet sekä suunnitellut ratkaisut. Riskitaso luokiteltiin huomioiden nykyisen varautumisen vaikutus riskitasoon.

Ympäristöriskienarvioinnissa merkittävimmäksi vaaraa aiheuttavaksi tilanteeksi tunnistettiin kemikaalilastissa olevan junavaunuston karkaaminen päätepuskimen läpi puutteellisen valvonnan tai laiterikon seurauksena. Muita tunnistettuja ympäristövahingonvaaraa aiheuttavia tilanteita olivat:

- Inhimillisistä virheistä aiheutuvat tapahtumat kuten
 - o kasan rakennus ja pohjan rikkoutuminen
 - o kemikaaliputkiston rikkoutuminen (ajetaan poikki)
 - o neutralointiaineen puute tai ajo väärään paikkaan
 - o jysintä liian syvälle ja siitä aiheutuva kalvorikko
 - o purku väärään yhteeseen purkupaikalla
 - o liikenneonnettomuus kemikaalikuljetuksessa
- Altaiden vuotoista/ylihuodoista aiheutuvat päästöt (kalvorikot, jään liikehdintä, ilkivalta, pinnanmittauksen vikaantuminen)
- Putkilinjojen vuodot (laiterikot, hitsaussauman pettäminen, putkiston vaurioituminen jäätymässä/sulatuksessa, mekaaninen vaurio).
- Sähkökatkot ja pumppausten pysähtyminen
- Prosessiohjausjärjestelmän kaatuminen
- Pesurien toimintahäiriöt (tukkeumat, laiterikot, jäätyminen)
- Ulkoiset syttymislähteet, jotka voivat aiheuttaa suuria paloja ja jopa BLEVE-ilmiön (Boiling liquid expanding vapour explosion)
- Kriittisten kohteiden laiterikot ja mekaaninen kuluminen, joista seurauksena vuotoja ja jopa räjähdyksiä
- Avoimista kuljettimista tai kuljetuksessa johtuva variseminen ja pölyäminen

2.2 Seurausvaikutusten arvioinnin rajaukset ja perustelut

Seurausvaikutusten arviointi keskittyy niihin vaaraa aiheuttaviin tilanteisiin, joista voi aiheutua merkittäviä ympäristöriskejä kaivoksen toiminta-alueen ulkopuoliselle alueelle. Tämän kaltaiseksi tilanteiksi tunnistettiin;

- kasan rakennus ja pohjan rikkoutuminen, jysintä liian syvälle ja siitä aiheutuva kalvorikko
- neutralointiaineen puute tai ajo väärään paikkaan
- altaiden vuotoista/ylihuodoista aiheutuvat päästöt (kalvorikot, jään liikehdintä, ilkivalta, pinnanmittauksen vikaantuminen)
- sähkökatkot ja pumppausten pysähtyminen
- pesurien toimintahäiriöt (tukkeumat, laiterikot, jäätyminen)
- avoimista kuljettimista tai kuljetuksessa johtuva variseminen ja pölyäminen

Muiden kuin edellä mainittujen riskitilanteiden seurausvaikutuksista ei arvioitu aiheutuvan merkittävää ympäristön pilaantumisen vaaraa.

Kaivoksella käytettävistä kemikaaleista ja raaka-aineista natronlipeä, rikkihappo, kalkkikivi, propaani sekä toisinaan myös poltettu kalkki ja elementtirikki kuljetetaan kaivokselle rautateitse (Taulukko 1). Junavaunuston karkaaminen päätepuskimen läpi ja sitä seuraava kemikaalivuoto on pääasiallisesti riski rata-alueella työskenteleville työntekijöille.

Junavaunuston karkaaminen päätepuskimen läpi puutteellisen valvonnan tai laiterikon seurauksena voi aiheuttaa kemikaalivuodon, mikäli kemikaalisäiliö vaurioituu törmäyksen vaikutuksesta. Tämä kuitenkin edellyttää että vaunuston vauhti on huomattavan suuri törmäyshetkellä tai että vaunu vaurioituu kaatuessaan. Kaivosalueella on junaliikenteelle nopeusrajoitus.

Kuljetettavien kemikaalien kokonaismäärä ja ominaisuudet huomioiden, onnettomuustilanteessa tapahtuvasta vuodosta ei arvioida aiheutuvan merkittäviä ympäristöriskejä kaivoksen toiminta-alueen ulkopuoliselle alueelle. Useamman säiliön rikkoutuminen onnettomuustilanteessa on epätodennäköistä. Kuljetettavat nestemäiset kemikaalit ovat pääasiassa rikkihappo ja natronlipeä, jotka eivät ole luokiteltu ympäristölle vaaralliseksi, mutta aiheuttavat suurina määrinä paikallisia ympäristöhaittoja voimakkaan pH-muutoksen seurauksena. Päätepuskinten läpi tulevat vaunut päätyvät alueelle, josta suuremmat vuodot virtaavat etelään kohti Kortelammen patoallasta. Virtausreitillä on käynnissä primääriulotusalueen suojapumppaukset, joka estää kemikaalin vaikutusalueen pohjavettä virtaamasta edemmäs.

Taulukko 1. Kaivokselle kuljetettavat kemikaalit. (Pöyry 2016)

| Kemikaalit | Käyttötarkoitus | Kuljetusmuoto | Vaihteluväli vuosina 2010-2015 | |
|---|---|---------------|--------------------------------|-------------|
| | | | Pienin (tn) | Suurin (tn) |
| Natronlipeä/NaOH/48 p-% liuos | Saostuksen pH:n säätö/ rikkivedyn imeytysreagenssi | Juna (auto) | 34108 | 98742 |
| Rikkihappo/H ₂ SO ₄ /93-96 p-% liuos | PLS-liuoksen pH-säätö | Juna | 119835 | 318332 |
| Kalkkikivi/CaCO ₃ /kiinteä | Saostuksen pH:n säätö | Juna | 113750 | 291390 |
| Poltettu kalkki/CaO/kiinteä | Saostuksen pH:n säätö | Auto/Juna | 82211 | 103379 |
| Elementtirikki/S/kiinteä tai nestemäinen | Rikkivedyn valmistus | Auto/Juna | 10038 | 45498 |
| Propaani/C ₃ H ₈ /100 p-% neste | Vedyn valmistus | Juna | 2710 | 8641 |
| Flokkulantti/-/kiinteä säkkitavara | Saostuskemikaali | Auto | 127 | 213 |
| Polyalumiinikloridi/PAX-18/liuos | Vesilaitos flokkulointi | Auto | | |
| Hapenpoistokemikaali Tri-ACT® 1801, liuos | | Auto | | |
| Typpi/N ₂ /neste | Inertointikaasu | Auto | 2577 | 3649 |
| Vetyperoksidi/H ₂ O ₂ /neste/50 p-% liuos | Rikkivedyn hapetus | Auto | 527 | 10025 |
| Liitu | | Auto | 4194 | 18527 |

Kemikaaliputkiston rikkoutuminen (ajetaan poikki) kaivosalueella voi aiheuttaa ympäristöpäästön, mutta vuodosta ei kuitenkaan arvioida aiheutuvan merkittäviä ympäristöriskejä kaivoksen toiminta-alueen ulkopuoliselle alueelle. Kemikaaliputkistojen alapuolinen maa on kalvotettu, mikä rajoittaa mahdollisen vuodon leviämistä vuotokohdan ympäristöön.

Purku väärään yhteeseen purkupaikalla voi johtaa sekoittuvista aineista riippuen voimakkaaseen kemialliseen reaktioon, josta voi olla seurauksena haitallisten kaasujen muodostuminen, säiliön repeytyminen paineen nousun seurauksena, aineellisia vahinkoja sekä henkilöriski tehdasalueen työntekijöille. Tällaisen tilanteen ympäristövaikutusten arvioidaan rajoittuvan tehdasalueelle.

Liikenneonnettomuus kemikaalikuljetuksessa voi aiheuttaa eriaisteisia ympäristövaikutuksia riippuen onnettomuuspaikan olosuhteista sekä onnettomuuden vakavuudesta (vuotavan aineen laatu ja määrä). Arvion mukaan vakavimmat vaikutukset aiheutuvat silloin, kun onnettomuus sattuu lähellä vesistöä tai alueella jossa maaperä on hyvin vettä läpäisevää, kuljetussäiliöön tulee suuri repeämä ja vuotava aine on nestemäistä ja ympäristössä helposti kulkeutuvaa sekä haitallista. Esimerkiksi polttoainekuljetusonnettomuus omaa potentiaalin edellä esitettyjen tekijöiden täytymiseen. Ympäristövaikutusten lisäksi liikenneonnettomuuksiin ja erityisesti raskaiden ajoneuvojen onnettomuuksiin liittyy aina henkilöriskejä.

Putkilinjojen vuodot (laiterikot, hitsaussauman peittäminen, putkiston vaurioituminen jäätyessä/sulatuksessa, mekaaninen vaurio) voivat vuotokohdasta riippuen aiheuttaa happamien ja metallipitoisten vesien vuotamista kaivosalueelle. Vaurion suuruudesta ja vuodon havaitsemiseen kuluva ajasta riippuu, paljonko nestettä ehtii vuotaa vauriokohdan ympäristöön. Vuodoista voi pahimmillaan aiheutua maaperän pilaantumista, vedenlaadun heikkenemistä kaivoksen vesivastastoaltaissa ja/tai sulfaatti- ja metallipitoisuuden nousua lähimmissä uomissa.

Prosessiohjausjärjestelmän kaatuminen voi aiheuttaa ongelmia liuosten pumppauksissa sekä kaasujen käsittelyssä. Pumppauskatkoksia varten kaivoksella on varoaltaita ja kaasujen poistumista on parannettu kehittämällä tilojen ilmastointia. Pitkissä toimintahäiriöissä kriittiset laitteet on mahdollista vaihtaa käsikäytölle. Näin ollen prosessiohjausjärjestelmän kaatumisesta ei arvioida aiheutuvan merkittävää ympäristön pilaantumisen vaaraa.

Ulkoisista syttymislähteistä voi aiheutua suuria tulipaloja ja jopa BLEVE-ilmiö (Boiling liquid expanding vapour explosion). Tulipaloriski on suurimmillaan kaivoksen tehdasalueella. Tulipaloihin liittyy aina merkittävien rakenteellisten vaurioiden riski sekä henkilöriski. Tulipalojen suorat ympäristöriskit liittyvät savukaasuihin sekä sammutusvesien ympäristövaikutuksiin. Välillisiä riskejä aiheutuu, mikäli tulipalo tuhoaa prosessin hallinnan tai päästöjen vähentämisen kannalta kriittisiä laitteita. Kaivosalueen suuresta pinta-alasta johtuen mahdollisissa tulipaloissa muodostuvien päästöjen arvioidaan muodostuvan haitalliseksi ainoastaan kaivoksen tehdasalueella tai sen läheisyydessä. Mahdolliset räjähdykset aiheuttavat aineellisia riskejä ja henkilöriskejä.

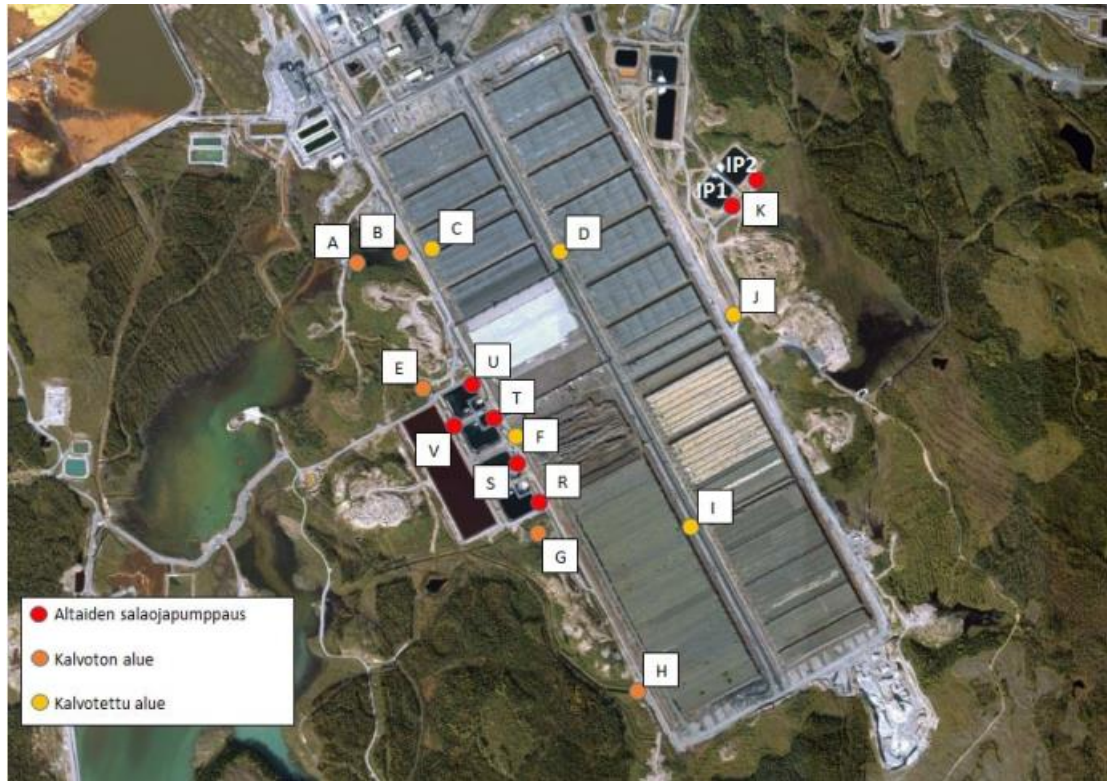
Kriittisten kohteiden laiterikot ja mekaaninen kuluminen, joista voi olla seurauksena vuotoja ja jopa räjähdyksiä, voivat aiheuttaa samankaltaisia seurausvaikutuksia kuin mitä edellä on kuvattu vuotojen ja räjähdysten/tulipalojen osalta.

3. SEURAUVAIKUTUKSET

3.1 Bioliuotuskasan rakennus ja pohjan rikkoutuminen

Ensimmäisen vaiheen bioliuotuskasan pohjan rikkoutuminen kasan rakentamisen yhteydessä johtaa havaitsemattomana kasojen happaman ja metallipitoisen prosessiliuoksen vuotamisen kasojen alapuoliseen maaperään, josta liuoksen sisältämät aineet voivat kulkeutua alueen pohjaveteen. Mahdolliset suuremmat vuodot havaitaan nopeasti tarkastuskierroksilla. Pienempiä vuotoja voi esiintyä ilman että niitä havaitaan, jolloin vuodoista aiheutuu vaikutuksia bioliuotuskasojen alapuoliseen maaperään ja pohjaveteen.

Pöyry (2017) on selvittänyt kaivosalueen pohjavesien pilaantuneisuutta ja puhdistustarvetta sekä maaperään kohdistuvia päästöjä. Selvityksen perusteella ensimmäisen vaiheen bioliuotuskasojen alueella on todettavissa bioliuotuksen prosessiliuoksen vaikutuksia pohjaveden laatuun. Keskeisimmät toimenpiteet haitta-aineiden leviämisen estämiseksi (= tarkkailu, suojapumppaukset) ovat käytössä. Pitoisuudet rajoittuvat primääriliuotusalueelle sekä sen lähiympäristöön. Haitta-aineiden kulkeutumista rajoitetaan suojapumppausten (kuva 1) ja suotovesipumppausten avulla. Kulkeutumista ehkäisevät myös luonnolliset pohjaveden virtaussuunnat. Selvitysraportin mukaan bioliuotusalueen pohjavedessä todetuista kohonneista pitoisuuksista ei aiheudu terveysriskiä, koska alueen vettä ei hyödynnetä ja vaikutukset rajoittuvat kaivospiirin alueelle (Pöyry 2017).



Kuva 1. Bioliuotusalueen suoja-pumppaukset (Pöyry, 2017).

Pohjaveden suoja-pumppauksia ja tarkkailua tullaan joka tapauksessa jatkamaan, jolloin mahdollisesta pohjakalvon rikkoutumisesta seuraavan vuodon vaikutukset rajoittuvat pääosin liuotuskasan alueelle. Hyvin pitkällä aikavälillä tarkasteltuna on mahdollista, että haitta-aineet kulkeutuvat bioliuotuskasan alueelta lounaaseen kulkevassa kallioruhjeessa kaivospiirin ulkopuolelle, mikäli pohjaveden tarkkailulla ja suoja-pumppauksella ei saada kulkeutumista estettyä riittävän tehokkaasti. Tällaisessakin tapauksessa ympäristövaikutukset jäisivät melko vähäisiksi, koska vaikutusalueella ei sijaitse talousvesikaivoja tai herkkiä luontokohteita. Vaikutus olisi lähinnä lisääntynyt haitta-ainekuormitus kaivoksen alapuolisiin vesistöihin, joihin pohjavesi kaivospiirin ulkopuolella purkautuu.

3.2 Neutralointiaineen puute tai ajo väärään paikkaan

Neutralointiaineen puute tai ajo väärään paikkaan johtaa häiriöön vesienkäsittelyn neutralointiaineen annostelussa. Neutralointiaineen annosteluhäiriön seurauksena vesienkäsittely ei toimi suunnitellulla tavalla ja pitoisuudet käsittelystä lähtevässä vedessä nousevat. Pitoisuuksien nousun seurauksena voi olla ympäristöluvan kuormitusluparajojen ylitys, mikäli neutralointiaineen puutetta ei havaita ja veden juoksuutusta ei keskeytetä.

Keskuspuhdistamon toiminta perustuu kalkkineutralointiin. Puhdistamolle johdetaan metallien talteenottolaitoksen raudansaostuksen (RASA) selkeyttimen alite sekä eri puolilta kaivosaluetta kerättävät laimeat valumavedet välivarastoalueilta sekä avolouhoksen avauksista. Lisäksi puhdistamolla voidaan hetkellisesti käsitellä käänteisosmoosilaitoksen (RO) rejektiä sekä tarvittaessa raudansaostuksen selkeyttimen ylitettä. Käsittelykemikaali (kalsiumhydroksidi, $\text{Ca}(\text{OH})_2$) syötetään ja sekoitetaan käsiteltävään veteen puhdistamon reaktoreissa. Tämän jälkeen veden ja sakan seos johdetaan kipsisakka-altaalle esiselkeytykseen. Kipsisakka-altaalla kiintoaine laskeutuu altaan pohjalle. Selkeytynyt vesi pumpataan kipsisakka-alden toiseen osaan jälkiselkeytystä varten ja sieltä edelleen Latosuolle. Latosuolta vedet johdetaan purkupuutuksessa Nuasjärveen.

Keskuspuhdistamon ympäristöluvan mukaan lyhytaikaisen neutraloinnin häiriön (vajaa neutralointi tai ylineutralointi) vaikutukset tasoittuvat kipsisakka-altaalla, jossa suuri määrä emäksistä liuosta neutraloi häiriötilanteessa mahdollisesti puhdistamolta tulevan happaman metallipitoisen veden. Toisaalta kipsisakka-altaan suuri tilavuus tasoittaa myös mahdollisesta ylineutraloinnista seuraavan emäksisen veden pitoisuudet. Mikäli keskuspuhdistamolta kipsisakka-altaalle johdettavan vesipitoisen lietteen pH laskee pidemmäksi ajaksi, voidaan häiriötilanteen jälkeen lisätä kalkkimaidon syöttöä sekä kierrättää vettä kipsisakka-altaalla neutraloinnin varmistamiseksi. Kipsisakka-altaalta Latosuolle johdettavan veden laatua seurataan säännöllisesti, jotta voidaan varmistaa purkupuutkeen johdettavan veden laatu. Latosuon patoaltaan suuri vesitilavuus varmistaa sen, etteivät lyhytkestoiset häiriötilanteet olennaisesti vaikuta ulosjuoksuutettavan veden laatuun.

Todennäköisyys neutralointiaineen annosteluhäiriön esiintymiseen on keskitetyn vesienkäsittelyn käyttöönoton myötä pienentynyt verrattuna tilanteeseen, jossa vesienkäsittely oli hajautettu eri puolille kaivosta. Keskuspuhdistamolle on laadittu poikkeamatarkastelu (HAZOP) vuonna 2016. Puhdistamo on varustettu nykyaikaisella laitosautomaatiolla ja prosessinohjaus- ja valvonta on varustettu kauko-ohjauksella ja valvonnalla. Tiedot mahdollisista häiriöistä tulevat ympäri vuorokauden miehitettyyn valvomoon. Todennäköistä on, että neutralointiaineen loppuminen havaittaisiin prosessinvalvonnassa tai viimeistään purkuveden tarkkailunäytteissä nopeasti, jolloin vaikutukset vesistöjen vedenlaatuun eivät häiriön seurauksena lisäänty merkittävästi.

3.3 Alden vuodoista/yliuodoista aiheutuvat päästöt

Terrafamen sakka-, liuos- ja vesialtaden vuotoriskit ympäristöön ja vuotojen seurauksivaikutukset on arvioitu aiemmin Rambollin toimesta (Ramboll, 2013; 2014; 2015). Selvityksessä tarkasteltiin allaskohtaisesti altaan tekniset ominaisuudet, altaan sisältämän veden laatu, mahdollisen vuodon aiheuttamat vaarat ihmisille, ympäristölle ja omaisuudelle sekä tarvittavat ennakkotoimenpiteet ja varautuminen riskikohteiden suojeluun. Riskiä suurille vuodoille pienentää se, että osa altaista on rakennettu ympäröivää maanpintaa alemmalle tasolle. Maanpinnan yläpuolelle patoamalla rakennettuja altaita ovat IP1, IP2, IP3, IP4, kipsisakka-altaat, PLS-tasausallas, RW1, RW2, raffinaattitasausallas, SEM1, SLS1 ja osittain SEM3, SLS2, URSUS PLS, URSUS raffinaatti, URSUS varoallas. Edellä luetelluista suurin vapaan veden maksimitilavuus on kipsisakka-altaassa sekä SEM1-altaassa (179 000 m³). IP-altaissa vapaan veden maksimitilavuus on noin 50 000 m³ allasta kohti. Lisäksi Kuljunlammen, Kortelamman, Latosuon, Kuusilammen, Majavan ja pohjoisen jälkikäsitteily-yksikön altaat ovat patoamalla maanpäälle muodostettuja altaita.

Selvityksen perusteella suurin osa altaista sijaitsee sellaisilla alueilla, joissa mahdolliset vuodot päätyvät joko Kortelamman tai Latosuon patoaltaisiin. Vuotojen päätyminen em. patoaltaisiin vähentää merkittävästi riskiä vuotojen pääsystä vesistöihin ja käytännössä rajaa vuotojen vaikut-

tukset kaivosalueelle, mikäli patoaltaissa on vuodon sattuessa riittävästi tilavuutta vuotavalle nesteelle. Toisaalta vuodoista aiheutuisi patoaltaiden suhteellisen puhtaan veden kontaminoituminen. Altaita, joiden vuodot päätyvät muualle kuin Korttelammen tai Latosuon patoaltaisiin, ovat selvityksen mukaan:

- Kuljunlammen allas → vuodot Talvijokeen
- Latosuon allas → vuodot Kalliojokeen
- Korttelammen allas → vuodot Lumijokeen
- MP1-altaat → vuodot louhokseen
- Pohjoisen jälkikäsitteily-yksikön altaat → vuodot Salmiseen
- SEM1 → vuodot pohjoiseen Kuusilampeen, Kuusijokeen, Kalliojokeen, Kolmisoppeen (ohjattavissa venttiilien avulla Latosuon altaaseen)
- DP1 → vuodot pohjoiseen Kuusilampeen, Kuusijokeen, Kalliojokeen, Kolmisoppeen (ohjattavissa venttiilien avulla Latosuon altaaseen)
- DP0 → vuodot Härkäpuroon, pohjoiseen Kuusilampeen, Kuusijokeen, Kalliojokeen, Kolmisoppeen (ohjattavissa venttiilien avulla Latosuon altaaseen)

MP1-altaissa on pääosin raffinaattia eli metallien talteenottolaitokselta palautuvaa liuosta sekä sekundääriltä DP1-altaasta pois johdettua liuosta. SEM1 altaalle voidaan johtaa sekundääriliuoksen prosessiliuosta, mikäli SLS1 tai DP1 altaiden kapasiteetti on ylittynyt.

SEM1-allas sijaitsee kohdassa, josta vuodot päätyvät Härkälampeen, joka laskee pohjoiseen Kuusilampeen. Pohjoisesta Kuusilammesta vedet virtaavat normaalisti pohjoiseen Latosuon ohitusojaa pitkin Kuusijokeen ja edelleen Kalliojokeen ja Kolmisoppeen. Pohjoisen Kuusilammen jälkeisessä ohitusojassa on venttiili, joka sulkemalla vedet voidaan ohjata Kuusilammesta luoteeseen Latosuon lähempään ohitusojaan (kuva 2, venttiili 1). Myös Latosuon lähemmässä ohitusojassa on venttiili (kuva 2, venttiili 2), joka sulkemalla vedet ohjautuvat Latosuon patoaltaaseen. Venttiilit ovat käsikäyttöisiä ja Terrafamen arvion mukaan venttiilit saadaan suljettua viimeistään puolen tunnin kuluessa siitä, kun tarve sulkemiselle ilmenee.



Kuva 2. SEM1-altaan mahdollisen vuodon eteneminen.

Vuototilanteessa, jossa SEM1-allas on hätäylikesikorkeudessa (häätä Hw) ja josta aiheutuu padon itäpuolen seinämän repeytyminen ylhäältä alas asti ja altaan tyhjeneminen Härkälampeen. SEM1-altaan padon rakennekorkeus on 6,5 metriä ja tilavuus hätä-Hw -tasossa 200 000 kuutiometriä. Froelich (1995) kaavoilla saadaan edellä kuvatussa tilanteessa muodostuvaksi sortuma-aukon leveydeksi 18 metriä, aukon muodostumiseen kuluvaksi ajaksi 18 minuuttia ja maksimivirtauksiksi 220 kuutiometriä sekunnissa. Kuvatussa tilanteessa allas tyhjenisi noin 20 minuutissa siitä kun sortuma-aukko on saavuttanut täyden leveytensä, eli noin 40 minuutissa vaurion muodostumisen alkamisesta. Murtumakohdan tulva-aallon korkeus olisi suurimmillaan noin kaksi metriä. Kaivoksen sisääntulotien alittavan rummun siirtokyky todennäköisesti ylittyisi, mikä hidastaisi ja rajoittaisi vuodon kulkeutumista Kuusilampeen ja jonka seurauksena vuotavaa liuosta leviäisi Härkälammesta myös etelään kohti Syvälampea. Vuoto voisi vaurioittaa pohjoisessa kaivoksen sisääntulotietä sekä kaakossa sekundääriliuotusalueelle kulkevaa huoltotietä, mikäli kyseiset tiet alittavien rumpujen siirtokyky ylittyisi ja vedet tulvisivat teiden yli. Mikäli vuoto katkaisee em. tiet rumpujen kohdalta, ajoneuvoliikenne kaivokselle pääsisääntulotietä pitkin estyy.

Toisaalta mikäli SEM1-allas olisi täynnä sekundääriliuotuksen prosessiliuosta ja allas tyhjenisi kokonaisuudessaan ja vedet saataisiin venttiilien avulla ohjattua kokonaisuudessaan puolillaan olevaan Latosuon patoaltaaseen (vesimäärä 650 000 m³), olisi kyseessä vain noin 3-4 -kertainen laimeneminen. Tämän seurauksena Latosuon altaan koko vesimäärä tulisi joko pumpata kaivoksen prosessiin tai käsitellä ennen johtamista vesistöön.

SEM1 altaan eteläpuolella sijaitseva, prosessiliuosta sisältävä DP1 allas voi vuotaa pohjoiseen Kuusilampeen johtavalle reitille, mikäli altaan vuotomäärä ylittää suotovesipumppauksen kapasiteetin. Allas on rakennettu ympäröivää maanpintaa alemmas, joten suuri, hallitsematon vuoto on epätodennäköinen. Mahdollisten vuotovesien kulkeutumista voidaan rajoittaa sulkemalla Talvivaarantien alittava rumpu. Lisäksi vuodot voidaan ohjata Latosuon patoaltaaseen sulkemalla Latosuon ohitusojien sulkuventtiilit.

Avolouhoksen länsipuolella sijaitsevassa DP0-altaassa mahdollisesti ilmenevät vuodot päätyvät samalle reitille kuin SEM1- ja DP1-altaiden vuodot. DP1-altaan tavoin DP0-allas on ympäröivää maanpintaa alemmalle tasolle rakennettu allas, mikä pienentää suuren vuodon esiintymisen todennäköisyyttä. Allas sisältää avolouhoksen kuivatusvesiä. Vuotovesien kulkeutumista voidaan rajoittaa samoin tavoin kuin DP1 ja SEM1-altaan vuotojen tapauksessa.

Kuljunlammen, Latosuon, Kortelamman ja pohjoisen jälkikäsitteily-yksikön altaiden mahdolliset vuodot päätyvät vesistöön. Kortelamman allasta lukuun ottamatta vesi em. altaissa on käsiteltyä, mikä rajoittaa mahdollisten vuotojen vedenlaatuvaikutuksia. Toisaalta vesimäärät altaissa ovat suuria, jolloin suurten vuotojen tapauksessa myös vedenlaatuvaikutukset tulisivat kiintoaineen kulkeutumisen seurauksena olemaan merkittäviä, sillä lähimmät vastaanottavat vesistöt ovat pieniä puroja ja lampia. Lisäksi suurissa patovauriutilanteissa muodostuvista tulva-aalloista muodostuisi aineellisia, terveydellisiä ja ympäristöriskejä vuotojen vaikutusalueella. Patovaurioiden muodostuminen ja tulva-aallon eteneminen ja vaikutukset on arvioitu tarkemmin patojen vahingonvaara-arvioissa (Ramboll, 2013; 2014; 2015).

Arvio altaiden vedenlaadusta esitetään taulukossa 1. Tiedot perustuvat patoaltaiden riskitarkasteluihin (Ramboll, 2013; 2014; 2015) sekä tarkkailutuloksiin vuosilta 2015 ja 2016. Kuljunlammen, Latosuon ja Kortelamman altaissa vesitilanne vaihtelee, mikä aiheuttaa haasteen vedenlaadun selvittämiseksi. Paras käsitys altaissa varastoitavan puhdistetun veden laadusta saadaan niihin johdettavan ja niistä pois pumpattavan veden laadun perusteella.

Taulukko 2. Altaiden veden suuntaa-antavat pitoisuustasot.

| Yhdiste | Kuljunlampi ¹ , mg/l min-maks | Latosuo ² mg/l min-maks | Kortelampi ³ mg/l min-maks | Pohj. jälkikäsit- tely-yksikkö ⁴ mg/l min-maks |
|---|--|--|---|--|
| pH | 5,5 - 5,9 | 4,9 - 9,4 | 4,5 - 7,2 | 6,9 - 11,1 |
| Sulfaatti (SO ₄ ²⁻) | 1 800 - 2 700 | 60 - 2 800 | 2 300 - 19 700 | 80 - 1500 |
| Kiintoaine | 4,5 - 14 | 2,4 - 131 | <2 - 16 | <2,4 - 76 |
| Kalsium (Ca) | - | 20,5 - 778 | 406 - 562 | 93,3 - 221 |
| Magnesium (Mg) | - | - | 93 - 2412 | 11,8 - 72,3 |
| Natrium (Na) | - | - | 383 - 1581 | 91,6 - 323 |
| Kalium (K) | - | - | - | - |
| Pii (Si) | - | - | - | - |
| Alumiini (Al) | 0,18 - 0,27 | 0,03 - 18,9 | 0,23 - 140 | 0,008 - 0,08 |
| Rauta (Fe) | 1,0 - 5,5 | 0,2 - 22,1 | 0,28 - 1398 | 0,01 - 6,2 |
| Mangaani (Mn) | 1,1 - 1,8 | 0,19 - 10,9 | 9 - 1 448 | 0,03 - 2,42 |
| Arseeni (As) | 0,001 | <0,001 - 0,001 | <0,0003 | <0,0003 - 0,0004 |
| Kadmium (Cd) | <0,0001 | <0,001 - 0,02 | <0,0002 | <0,00001 - 0,0002 |
| Koboltti (Co) | 0,001 - 0,009 | <0,001 - 0,11 | 0,01 - 0,56 | <0,00001 - 0,0007 |
| Kromi (Cr) | - | - | - | - |
| Kupari (Cu) | 0,001 | <0,001 - 0,35 | <0,001 | <0,0001 - 0,02 |
| Nikkeli (Ni) | 0,01 - 0,1 | 0,006 - 2,36 | 0,16 - 19,9 | 0,004 - 0,24 |
| Sinkki (Zn) | 0,03 - 0,15 | 0,02 - 5,14 | 0,11 - 13,3 | 0,002 - 0,48 |
| Uraani (U) | <0,0002 | <0,001 - 0,04 | 0,23 - 0,66 | <0,0002 - 0,003 |

¹ Kerrosvesinäyte 15.3.2016

² Päästötarkkailutulokset vuodelta 2016

³ Kerrosvesinäyte 24.9.2015

⁴ Haukilammen ja Kärsälammen vedenlaadun vaihteluväli

Metallipitoisinta vesi on MP1-altaissa, joissa on kiertoaliuosta. MP1-altaiden mahdolliset vuodot virtaavat arvion mukaan louhokseen, eivätkä päädy suoraan vesistöön. Muiden taulukossa 1 mainittujen altaiden mahdollisissa vuototapauksissa ensimmäiset vastaanottavat vesistöt ovat kooltaan pieniä, jolloin pitoisuudet vesistössä nousevat nopeasti altaasta vuotavien vesien tasoi-siksi tai ainakin lähelle vuotavien vesien tasoa, mikäli vuoto on vähäistä suurempaa.

3.4 Sähkökatkot ja pumppausten pysähtyminen

Lyhyissä ja/tai paikallisissa sähkökatkoksissa merkittävien ympäristöpäästöjen esiintyminen on epätodennäköistä. Kriittisillä laitteilla on varavoimaa ja lisäksi saatavilla on varavirta-aggregaatteja. Toiminnassa seurataan tiheästi altaiden vesitilavuuksia sekä altaaseen tulevia virtaamia ja näiden ennusteita mallinnetaan prosessi- ja sääolosuhteisiin perustuen. Erityisesti liuoskierron osalta seurataan myös varoaikaa, joka käytännössä on käytettävissä mahdollisen täyssähkökatkon sattuessa. Järjestelmän avulla pystytään ennakoimaan vesitilanteen kehittymisen altaissa ja kohdistamaan toimenpiteitä kriittisimpiin kohteisiin.

Koko kaivoksen kattavissa ja pitkissä sähkökatkotilanteissa riskinä pumppausten pysähtymisessä on altaiden ylitulviminen, mikäli pumppauskatkos pitkittyy ja sade on voimakasta. Aika, joka altaiden täyttymiseen sähkökatkon alusta kuluu, riippuu altaiden vesitilanteesta sähkökatkon alkaessa sekä veden tulonopeudesta altaaseen. Suurimmillaan ylivuotoriskin arvioidaan olevan altaissa, joihin kerätään vesiä laajoilta kalvotetuilta alueilta edelleen pumpattavaksi, koska vedentuloa altaisiin ei näissä tapauksissa voida estää. Mahdollisen vuodon suuruus riippuu sähkökatkon pituudesta sekä korjaavien toimien onnistumisesta. Välittömät vaikutukset rajoittuvat kaivosalueelle, koska kuten edellä luvussa 3.3 todetaan, päätyvät allasvuodot pääosin Kortelammen ja Latosuon vesivarastoaltaiisiin ja mikäli näissä altaissa on vapaata vesitilavuutta jäljellä, pidättyvät vuodot altaisiin. Vuotojen seurauksena Kortelammen ja Latosuon altaissa olevien vesien laatu voi heikentyä, mikä voi aiheuttaa käsittelytarpeen em. vesille tai lisätä kuormitusta ympäristöön.

3.5 Pesurien toimintahäiriöt (tukkeumat, laiterikot, jäätyminen)

Pesurien toimintahäiriöistä voi olla seurauksena rikkivetyypäästöjä. Rikkivetyypäästöt muodostavat ensisijaisesti työturvallisuusriskin kaivoksen tehdasalueen työntekijöille. Näihin riskeihin on varauduttu jatkuvatoimisilla rikkivetymittareilla, päivittäin tehtävillä manuaalisilla mittauksilla sekä kehittämällä pesurien toiminnan varmistamiseen tähtääviä toimenpiteitä. Pesurien toimintahäiriöiden aikaisista rikkivetyypäästöistä voi lisäksi aiheutua hajuhaittoja kaivoksen ulkopuolisille alueille. Kaivoksen ulkopuolella haju aiheuttaa pääasiassa ohimenevää viihtyvyyshaittaa. Vakavampia vaikutuksia kaivoksen ulkopuolisille alueille ei aiheudu, koska etäisyys lähimpien asuinrakennusten alueille on pitkä, noin 5 kilometriä, ja rikkivetypitoisuus ehtii laskea alle terveydelle vaarallisen tason. Rikkivedyn OVA-ohjeen mukaan vuototilanteissa myrkytysvaaran takia eristettävä alue käsittää alueen, jossa rikkivetypitoisuus ilmassa ylittää 50 ppm eli 75 mg/m³. Silmän ärsytysoireita voi kuitenkin aiheutua jo 10 - 20 ppm (15 - 30 mg/m³) rikkivetypitoisuudessa. Kasveihin tai eläimiin lyhytaikaisilla rikkivetyypäästöillä ei kaivosalueen ulkopuolella ole vaikutusta.

3.6 Avoimista kuljettimista tai kuljetuksessa johtuva variseminen ja pölyäminen

Malmin variseminen kuljettimilta tai kuljetuksista sekä pölyäminen malmin käsittelyn yhteydessä aiheuttavat malmipölyn leviämistä kaivosalueen maaperään. Malmipöly heikentää maaperän laatua ja aiheuttaa sade- ja sulamisvesiin liuetessaan hajakuormitusta kaivosalueen vesiin. Malmipölyn aiheuttamalla hajakuormituksella voi olla kaivosalueen pohjavesien sekä valumavesien laatua heikentäviä vaikutuksia, jolloin kuormitus kaivoksen vesienkäsittelyyn ja/tai suoraan vesiin lisääntyy. Kuljettimien alustat puhdistetaan säännöllisesti rippeestä, mikä osaltaan minimoi ympäristövaikutuksia. Kuivina ja voimakastuulisina aikoina on mahdollista, että varisevaa hienojakoista malmipölyä kulkeutuu tuulen nostattamana jossakin määrin myös kaivospiirin ulkopuolelle, missä malmipöly voi aiheuttaa viihtyvyyshaittaa.

Terrafamen teettämässä viljelymaiden ja –kasvien haitta-aineselvityksessä (Ramboll, 2017) selvitettiin Terrafamen kaivoksen ympäristössä sijaitsevien maatalouskäytössä olevien peltomaiden pintamaan raskasmetallipitoisuuksia ja aineiden kertymistä pelloilla kesällä 2016 viljeltyihin kasveihin. Lisäksi selvitettiin maaperänäytteiden ominaisuuksia ja pitoisuuksiin vaikuttavia tekijöitä. Viljelymaiden ja –kasvien lisäksi analysoitiin kaivospiirin alueelta ja ympäristöstä kerättyjä mustikkanäytteitä. Peltomaiden tai ravintokasvien metallipitoisuuksissa ei havaittu selvää yhteyttä kaivoksen pölypäästöihin. Nikkelipitoisuudet olivat suurimpia lähinnä kaivosta kerätyissä näytteissä, muiden metallien osalta pitoisuuksissa ei ollut merkittäviä eroja. Nikkelipitoisuuksiin vaikuttavia tekijöitä voivat olla mm. maa- ja kallioperästä johtuvat tekijät, kaivoksen pölypäästö ja/tai teiden läheisyys osalla koealoista.

Sivukivialueen käytön pölypäästöjen leviäminen mallinnettiin louhoksen itäpuolelle suunnitellun sivukivialueen KL2 lupahakemukseen. Arvion mukaan sivukiven kuljetukset ja kippaukset aiheuttavat suurimmat pölypäästöt ja vaikuttavat eniten lähialueen ilmanlaatuun. Mallinnuksen perusteella sivukivialueen käytöstä ei aiheudu vuorokausi- tai vuosiraja-arvot ylittäviä pölypitoisuuksia lähimpien häiriintyvien kohteiden alueella. Poikkeustilanteissa, esimerkiksi puuskittaisen ja kovan tuulen sekä pitemmän poutajakson aikana voivat pölypäästöt aiheuttaa kuitenkin viihtyvyyshaittaa esimerkiksi pinnoilla tai lumessa näkyvänä kivipölynä.

4. YHTEENVETO SEURAUVAIKUTUKSISTA

Tässä raportissa on kuvattu Terrafamen kaivoksen tunnistetut, merkittävintä ympäristövahingonvaaraa aiheuttavat häiriötilanteet sekä niistä aiheutuvat ympäristöriskit ja niiden seurausvaikutukset karkealla tasolla / laadullisena tarkasteluna. Seurausvaikutusten vakavuus riippuu monesta tekijästä ja monen riskin osalta vaikutusten ulottuminen kaivospiirin ulkopuolelle edellyttää usean epätodennäköisen tapahtuman esiintymistä samassa yhteydessä.

Arvion mukaan seurausvaikutuksiltaan vakavimmat ympäristöriskit liittyvät allasvuotoihin, joista voi pahimmissa tapauksissa aiheutua laajoja vaikutuksia tulva-aallon sekä vesistöjen vedenlaadun heikkenemisen seurauksena. Suurin osa kaivoksen vesialtaista sijaitsee sellaisilla alueilla, joilta mahdolliset vuodot päätyvät Kortelammen, Latosuon tai Kuljunlammen patoaltaisiin tai avolouhokseen. Tämä pienentää suorien vesistövaikutusten todennäköisyyttä altaiden mahdollisissa vuototilanteissa.

Kaivospiirin ulkopuolella havaittavia vaikutuksia voi aiheutua myös pesurien toimintahäiriöiden yhteydessä. Pesurien toimintahäiriöissä aiheutuu melko herkästi hajuhaittoja kaivoksen ympäristöön, mutta vakavampia vaikutuksia ympäröiville alueille ei toimintahäiriöistä aiheudu.

5. LÄHTEET

Pöyry Finland Oy, 2016. Terrafame Oy - Kaivostoiminnan jatkaminen ja kehittäminen tai vaihtoehtoinen sulkeminen. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma. Marraskuu 2016.

Pöyry Finland Oy, 2017. Terrafame Oy - Selvitys pohjavesien pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta sekä primääriliuotusalueen maaperään kohdistuvista päästöistä. Projektinro 101003524-001, 28.2.2017.

Ramboll Finland Oy, 2013. Talvivaara Sotkamo Oy – Patoaltaiden terveys- ja ympäristövaikutusten arviointilomakkeet. Projektinro 1510004188, 5.12.2013.

Ramboll Finland Oy, 2014. Kuljunlammen pato. Patoaltaan vahingonvaaran arviointi. Projektinro 1510014355, 29.8.2014.

Ramboll Finland Oy, 2015. Kortelamman pato. Patoaltaan vahingonvaaran arviointi. Projektinro 1510015546, 2.4.2015.

Ramboll Finland Oy, 2017. Terrafame Oy – Viljelymaiden ja -kasvien haitta-aineselvitys. Työnro 1510028555, 11.4.2017