

MARRASKUU 2016

YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIOHJELMA

Terrafame Oy

Kaivostoiminnan jatkaminen ja kehittäminen tai vaihtoehtoinen sulkeminen



YHTEYSTIEDOT JA NÄHTÄVILLÄOLO

Hankkeesta vastaava:

Terrafame Oy
Talvivaarantie 66
88120 Tuhkakylä

Elina Salmela
Jaana Hakola
puh. 020 7130 800
etunimi.sukunimi@terrafame.fi

Yhteysviranomainen:

Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus)
Riina Päätaalo
puh. 0295 023 668
etunimi.sukunimi@ely-keskus.fi

YVA-konsultti:

Pöyry Finland Oy
YVA-projektipäällikkö
Hanna Tirkkonen
puh. 010 33 31545
etunimi.sukunimi@poyry.com
Projektinumero 101003702

Arviointiohjelma on nähtävillä seuraavissa paikoissa:

Sotkamon kunnanvirasto
Kajaanin kaupungintalo
Paltamon kunta
Sonkajärven kunta
Kainuun ELY-keskus

Arviointiohjelma ja sen liitteet ovat saatavissa sähköisesti:

www.ymparisto.fi/yva → YVA-hankkeet

SISÄLLYSLUETTELO

YHTEYSTIEDOT JA NÄHTÄVILLÄOLO	2
SISÄLLYSLUETTELO	3
TERMIT JA LYHENTEET	6
TIIVISTELMÄ	7
1 JOHDANTO	10
2 HANKKEEN YLEISKUVAUS	11
2.1 HANKKEESTA VASTAAVA	11
2.2 HANKKEEN TAUSTA JA TARKOITUS	11
2.3 HANKKEEN LIITTYMINEN MUIHIN HANKKEISIIN	12
2.4 LUPATILANNE	12
2.5 HANKKEEN LIITTYMINEN LUONNONVAROJEN KÄYTTÖÄ JA YMPÄRISTÖNSUOJELUA KOSKEVIIN SUUNNITELMIIN JA OHJELMIIN	14
3 TARKASTELTAVAT VAIHTOEHDOT JA HANKEKUVAUKSET	17
3.1 TARKASTELTAVAT VAIHTOEHDOT	17
3.2 KAIVOKSEN NYKYISEN LUVAN MUKAINEN TOIMINTA (VE0)	18
3.2.1 Yleiskuvaus tähänastisesta toiminnasta	18
3.2.2 Toiminta jatkossa	22
3.2.3 Mineraalivarannot ja malmivarat	22
3.2.4 Louhinta	22
3.2.5 Murskaus ja agglomerointi	24
3.2.6 Kasaliuotus	26
3.2.7 Metallien talteenotto	31
3.2.8 Uraanin talteenotto	35
3.2.9 Kemikaalien valmistus	36
3.2.10 Ylijäämävedet	38
3.2.11 Energia	39
3.2.12 Toiminnassa käytettävät kemikaalit ja polttoaineet sekä niiden varastointi	40
3.2.12.1 Räjähdyksineet	42
3.2.12.2 Poltto- ja voiteluaineet sekä niiden varastointi ja jakelu	43
3.2.13 Jätteet	43
3.2.14 Kuljetukset	51
3.3 KAIVOKSEN TOIMINNAN KEHITTÄMINEN (VE1A)	52
3.3.1 Vaihtoehdon VE1a vaikutus kaivoksen nykyisiin toimintoihin	52
3.3.2 Vaihtoehdon VE1a vaikutukset toiminnan ympäristönäkökohtiin	54
3.4 KAIVOKSEN TOIMINNAN KEHITTÄMINEN (VE1B)	54
3.4.1 Vaihtoehdon VE1b vaikutus kaivoksen nykyisiin toimintoihin	54
3.4.2 Vaihtoehdon VE1b vaikutukset toiminnan ympäristönäkökohtiin	56
3.5 KAIVOKSEN SULKEMINEN (VE2)	57
3.5.1 Yleistilanne	57
3.5.2 Kaivoksen sulkemista koskeva lainsäädäntö ja lupapäätökset	58
3.5.3 Sulkemisen tavoitteet	59
3.5.4 Suljettavia toimintoja	60
3.5.5 Sulkemisvaiheen vesien hallinta	60
3.5.6 Sulkemisaikataulu	60
4 YVA-MENETTELY	62
4.1 YVA-MENETTELYN TARVE JA TAVOITE	62
4.2 YVA-MENETTELYN OSAPUOLET	62
4.3 YVA-MENETTELYN PÄÄVAIHEET JA AIKATAULU	63
4.4 VIESTINTÄ JA OSALLISTUMINEN	64
4.4.1 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet yleisölle	64

4.4.2	Seurantaryhmä.....	64
4.4.3	Muu viestintä.....	65
5	HANKEALUEEN NYKYTILA.....	66
5.1	KAAVOITUS JA MAANKÄYTTÖ, RAKENNETTU YMPÄRISTÖ JA KULTTUURIHISORIAALLISET ARVOT	66
5.1.1	Kaavoitus	66
5.1.2	Maankäyttö, maanomistus ja rakennettu ympäristö.....	70
5.1.3	Maisema ja kulttuuriympäristö.....	70
5.2	ILMASTO JA ILMAN LAATU	71
5.2.1	Ilmasto	71
5.2.2	Ilman laatu.....	72
5.2.3	Pölyleijuma.....	72
5.2.4	Haju	73
5.2.5	Ilmanlaadun bioindikaattoritutkimukset.....	74
5.3	MELU JA TÄRINÄ.....	75
5.3.1	Melu.....	75
5.3.2	Tärinä.....	75
5.4	LUONTO JA SUOJELUKOhteet	76
5.4.1	Luonnon yleispiirteet.....	76
5.4.2	Eläimistö	76
5.4.3	Suojelualueet.....	77
5.5	MAA- JA KALLIOPERÄ	78
5.6	POHJAVEDET	81
5.6.1	Pohjavesialueet.....	81
5.6.2	Pohjavesitarkkailu ja pohjaveden laatu	81
5.7	VESISTÖT JA VIRKISTYSKÄYTTÖ	83
5.7.1	Yleiskuvaus.....	83
5.7.2	Veden laatu kaivoksen lähialueen lammissa ja järvissä.....	85
5.7.3	Virkistyskäyttö ja vesistöjen muu käyttö	88
5.8	LIIKENNE.....	88
6	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI JA SIINÄ KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT	89
6.1	YLEISTÄ	89
6.2	ESITYS TARKASTELU- JA VAIKUTUSALUEEN RAJAUksesta.....	89
6.3	HANKKEESSA TEHTÄVÄ SELVITYKSET	90
6.4	VAIKUTUKSET VESISTÖIHIN	90
6.5	VAIKUTUKSET MAANKÄYTTÖÖN	91
6.6	VAIKUTUKSET MAISEMAAN.....	91
6.7	LIIKENNEVAIKUTUKSET	91
6.8	VAIKUTUKSET ILMANLAATUUN JA ILMASTO	91
6.9	MELUVAIKUTUKSET	91
6.10	TÄRINÄVAIKUTUKSET	92
6.11	VAIKUTUKSET MAA- JA KALLIOPERÄÄN SEKÄ POHJAVESIIN	92
6.12	VAIKUTUKSET KASVILLISUUTEEN, ELÄIMISTÖÖN JA LUONTOTYYPPEIHIN	92
6.13	VAIKUTUKSET NATURA- JA MUIHIN SUOJELUALUEISIIN.....	93
6.14	VAIKUTUKSET IHMISTEN ELINOLOIHIN, VIIHTYVYYTEEN, TERVEYTEEN JA VIRKISTYSKÄYTTÖÖN	93
6.15	VAIKUTUKSET ELINKEINOIHIN	94
6.16	Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa	94
6.17	Vaihtoehtojen vertailuperiaatteet.....	94
6.18	Epävarmuustekijät	95
6.19	Haittojen ehkäisy ja lieventäminen	95
7	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTA	96
7.1	Seurannan periaatteet	96
7.2	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN TARKKAILU	96
7.3	Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten seuranta.....	96
8	HANKKEEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT, SUUNNITELMAT JA PÄÄTÖKSET.....	98

8.1	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI	98
8.2	YMPÄRISTÖ- JA VESILUPA.....	98
8.3	TURVALLISUUS- JA KEMIKAALIVIRASTON MYÖNTÄMÄT LUVAT	98
8.4	PATOTURVALLISUUS	99
8.5	MUINAISJÄÄNNÖKSIIN KAJOAMISEEN LIITTYVÄ LUPAMENETTELY	99
8.6	URAANIN TALTEENOTTO	99
9	LÄHDELUETTELO	101

TERMIT JA LYHENTEET

YVA-selostuksessa on käytetty seuraavia termejä ja lyhenteitä:

LYHENNE	SELITYS
Agglomerointi	Hienojakoisen materiaalin rakeistaminen, jolloin malmipöly kiinnittyy suurempiin malmirakeisiin
AVI	Aluehallintovirasto
Bioliuotus	Malmin sisältämät metallisulfidit hapetetaan mikrobitoiminnan kautta liukoisiksi yhdisteiksi.
Ca(OH) ₂	Kalsiumhydroksidi eli sammutettu kalkki. Saadaan sekoittamalla poltettua kalkkia ja vettä.
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
H ₂ SO ₄	Rikkihappo
IVA	Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi
KHO	Korkein hallinto-oikeus
LoNe	Loppuneutralointi
PLS-liuos	Pregnant Leach Solutions, bioliuotuksen tuotelius
Raffinaatti	Metallien talteenottolaitoksen paluuliuos
RaSa	Raudan saostus
RO	Reverse osmosis eli käänteisosmoosi
TDS	Total dissolved solids, liuenneiden aineiden kokonaismäärä
TOC	Total organic carbon, orgaanisen hiilen kokonaismäärä
VHO	Vaasan hallinto-oikeus
VPASA	VPASA- prosessissa (Vacuum Pressure Swing Adsorption) puristettu ilma ohjataan ensiksi säiliöihin. Paine lasketaan seuraavaksi ilmanpaineen alapuolelle ja tyhjiöpumpulla poistetaan jäännöskaasu samalla, kun pedit regeneroidaan. Tämän jälkeen säiliöihin johdetaan taas paineistettu ilma.
YVA	Ympäristövaikutusten arviointi

TIIVISTELMÄ

Hanke ja hankkeesta vastaava

Tämä YVA-menettely koskee Terrafame Oy:n kaivostoiminnan jatkamista ja kehittämistä tai vaihtoehtoisesti kaivoksen sulkemista. YVA-lain mukaisena hankkeesta vastaavana toimii Terrafame Oy. Terrafame Oy on suomalainen kaivosyhtiö, joka tuottaa biokasaliuotusmenetelmällä ensisijassa nikkeliä ja sinkkiä Sotkamossa sijaitsevalla kaivoksellaan.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto antoi 30.4.2014 päätöksen koskien Talvivaaran kaivokselle 29.3.2007 myönnetyn ympäristö- ja vesitalousluvan muuttamista. Aluehallintovirasto yhdisti kaivoksen uraanin talteenottolaitoksen ympäristölupaa koskevan hakemuksen kaivoksen lupamääräysten tarkistamista koskevaan hakemukseen. Vaasan hallinto-oikeus (VHO) antoi 28.4.2016 päätöksen valituksista koskien kaivoksen ympäristö- ja vesitalousluvan lupamääräysten tarkistamista ja uraanin talteenottolaitoksen ympäristölupaa koskevassa ympäristölupa-asiassa. VHO:n päätöksen mukaan 2014 lupapäätös on määräaikainen ja uutta lupaa on haettava 31.8.2017 mennessä. Tämän seurauksena Terrafame Oy on aloittanut koko toimintaa koskevan YVA-menettelyn. VHO:n päätöksestä on valitettu Korkeimpaan hallinto-oikeuteen. Kaivoksen koko toimintaa, vesipäästöjä lukuun ottamatta, säätelee siten tällä hetkellä alkuperäinen ympäristö- ja vesitalouslupa vuodelta 2007.

Vesienhallinnan osalta on voimassa useita aluehallintoviraston ja Vaasan hallinto-oikeuden antamia päätöksiä, joita tarkastellaan meneillään olevassa erillisessä vesienhallinnan YVA-menettelyssä.

YVA-menettely

Tämä asiakirja on ympäristövaikutusten arviointimenettelyn arviointiohjelma, joka on selvitys hanke- ja tarkastelualueiden nykytilasta sekä suunnitelma siitä, mitä vaikutuksia arvioidaan ja millä tavoin arviointi tehdään. YVA-ohjelmassa esitetään muun muassa perustiedot hankkeesta ja tutkittavista vaihtoehtoista sekä suunnitelma tiedottamisesta YVA-menettelyn aikana ja arvio hankkeen ja YVA-menettelyn aikataulusta. Valmistunut arviointiohjelma jätetään yhteysviranomaiselle eli Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle.

YVA-menettelyn toisessa vaiheessa laaditaan YVA-ohjelman ja siitä annettujen mielipiteiden ja lausuntojen perusteella YVA-selostus eli raportti hankkeen ympäristövaikutuksista. Arviointiselostuksessa esitetään muun muassa arvioitavat vaihtoehdot, ympäristön nykytila, hankevaihtoehtojen ympäristövaikutukset ja niiden merkittävyys sekä arvioitujen vaihtoehtojen vertailu. Lisäksi selostuksessa kuvataan mm. haitallisten vaikutusten ehkäisy- ja lieventämiskeinot. YVA-menettely päättyy, kun yhteysviranomaisen toimittaa lausuntonsa arviointiselostuksesta hankkeesta vastaavalle.

Arvioitavat vaihtoehdot

YVA-menettelyn päävaihtoehtoina tarkastellaan ohjelmavaiheessa neljää eri vaihtoehtoa (VE0, VE1a, VE1b ja VE2).

Taulukko 1. Arvioitavat toteutusvaihtoehdot.

Vaihtoehto	Kuvaus
VE0	- Kaivostoiminta jatkuu nykyisellään - Malmin louhintaa nostetaan asteittain tasolle 1,5 Mt/kk (18 Mt/v) - Uraanin talteenotto käynnistetään vuonna 2019 aiemmin luvitetun kokonaisuuden mukaisesti.
VE1a	- Malmin louhintamäärä kasvatetaan 15 Mt/a → 18 Mt/a - Nikkelin tuotantomäärää kasvatetaan 30 000 t/a → 37 000 t/a - Uraanin talteenotto käynnistetään vuonna 2019 aiemmin luvitetun kokonaisuuden mukaisesti.
VE1b	- Vaihtoehdon VE1a mukainen tuotanto - Pasutto ja rikkihappotehdas
VE2	Kaivostoiminta päätetään lopettaa ja kaivos suljetaan hallitusti vaiheittain.

Arvioitavat ympäristövaikutukset

Tässä hankkeessa ympäristövaikutuksilla tarkoitetaan tuotannon aiheuttamia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia ympäristöön. YVA-lain mukaisesti arvioinnissa tarkastellaan hankkeen aiheuttamia ympäristövaikutuksia:

- ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen
- pinta- ja pohjavesiin, maaperään, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen, eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen
- yhdyksuntarakenteeseen, rakennuksiin, maisemaan ja kulttuuriperintöön
- näiden tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

Tässä YVA-menettelyssä ei ole mukana vesistövaikutuksia purkureittien osalta sillä ne käsitellään elokuussa 2016 aloitetun vesienhallinnan YVA-menettelyn yhteydessä. Vesistökuormitusta tarkastellaan ainostaan tuotantomäärien kasvun sekä uusien prosessien aiheuttamien muutosten osalta. Vesistövaikutuksia tarkastellaan ainoastaan pienen lähivesistöjen osalta koskien uusien alueiden rakentamista sekä pölyvaikutuksia.

YVA-selostuksessa ympäristövaikutusten merkittävyttä tullaan arvioimaan muun muassa vertaamalla ympäristön sietokykyä kunkin ympäristöasituksen suhteen ottaen huomioon alueen nykyinen ympäristökuormitus. Lisäksi huomioon otetaan sidosryhmien merkittäviksi arvioimat ja kokemat ympäristövaikutukset.

Osallistumis- ja tiedottamissuunnitelma

YVA-menettely on avoin prosessi, johon asukkailla ja muilla intressiryhmillä on mahdollisuus osallistua. Asukkaat ja muut asianomaiset voivat osallistua hankkeeseen esittämällä näkemyksensä yhteysviranomaisena toimivalle Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle sekä myös hankkeesta vastaavalle tai konsultille.

Ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta järjestetään yleisölle avoin tiedotus- ja keskustelutilaisuus, jossa esitellään arviointiohjelmaa. Tilaisuudessa yleisöllä on mahdollisuus esittää näkemyksiään ympäristövaikutusten arvioinnista. Toinen tiedotus- ja keskustelutilaisuus järjestetään ympäristövaikutusten arviointiselostuksen valmistuttua.

YVA-menettelyä seuraamaan kootaan seurantaryhmä, jonka tarkoitus on edistää tiedonkulkua ja -vaihtoa hankkeesta vastaavien, viranomaisten ja muiden sidosryhmien

kanssa. Seurantaryhmän edustajat seuraavat ympäristövaikutusten arvioinnin kulkua sekä esittävät mielipiteitään ympäristövaikutusten arvioinnin laadinnasta.

Aikataulu

Hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettely on aloitettu syksyllä 2016 YVA-ohjelman laatimisella. YVA-menettely käynnistyy virallisesti, kun YVA-ohjelma jätetään yhteysviranomaiselle marraskuussa 2016. Ympäristövaikutusten arviointiselvitykset tehdään talven 2017 aikana. YVA-selostus on tarkoitus jättää yhteysviranomaiselle huhtikuussa 2017, jolloin hankkeen YVA-menettely päättyisi yhteysviranomaisen lausuntoon elokuussa 2017.

1

JOHDANTO

Terrafamen kaivoksen koko toimintaa, vesienhallintaa lukuun ottamatta, säätelee tällä hetkellä alkuperäinen ympäristö- ja vesitalouslupa vuodelta 2007. Kyseisessä luvassa on määritelty mm. luvan sallimat louhinta- ja tuotantomäärät, jätteiden luokittelut, jätealueiden rakenteet ja päästömäärät ilmapäästöille. Koko toimintaa ohjaavalle luvalla on haettu edellisen toimijan aikana lupamääräysten tarkistamista vuonna 2011, jonka perusteella AVI antoi vuonna 2014 uuden lupapäätöksen. Kyseiseen lupapäätökseen yhdistettiin myös uraanin talteenotto, josta oli jätetty erillinen lupahakemus niin ikään vuonna 2011. AVI antoi keväällä 2014 päätöksessään luvan uraanin talteenottoon sekä teki useita muutoksia alkuperäiseen ympäristölupaan.

Luvassa mm. määrättiin hakemaan erillisillä lupahakemuksilla lupaa uusille jätealueille. Lisäksi AVI muutti alkuperäisen luvan ympäristövakuuksia sekä mm. jätteiden luokitusta. Vuoden 2014 koko toimintaa ohjaava ympäristö- ja vesitalouslupa annettiin siten, että sitä noudatetaan vasta, kun lupapäätös on lainvoimainen (lupaa ei annettu ns. aloittamisluvalla vakuutta vastaan). Käytännössä tämä tarkoittaa, että koko toimintaa koskeva ympäristölupa on lainvoimainen vasta valituskierrosten jälkeen korkeimman hallinto-oikeuden (KHO)) antamalla päätöksellä. Toiminnassa sovelletaan alkuperäistä, vuoden 2007 ympäristö- ja vesitalouslupaa, kunnes KHO on antanut asiassa päätöksen.

Vaasan hallinto-oikeus (VHO) antoi 28.4.2016 päätöksen valituksista koskien kaivoksen ympäristö- ja vesitalousluvan lupamääräysten tarkistamista ja uraanin talteenotto laitoksen ympäristölupaa koskevassa ympäristölupa-asiassa. VHO:n päätöksen mukaan 2014 lupapäätös on määräaikainen ja uutta lupaa on haettava 31.8.2017 mennessä. Tämän seurauksena Terrafame Oy on aloittanut koko toimintaa koskevan YVA-menettelyn. YVA:ssa tarkastellaan tuotannon jatkamista sekä kehittämistä Terrafamen suunnitelmien mukaisesti (mm. louhinta- ja tuotantomäärien kasvattaminen sekä pasutto ja rikkihappotehdas). Lisäksi tarkastellaan valtion linjaaman päätöksen mukaisesti sulkemisvaihtoehtoa, jonka tueksi laaditaan alustava sulkemissuunnitelma. YVA-prosessin arvioidaan kestävän noin vuoden. Koko toimintaa koskeva ympäristölupahakemus jätetään AVI:lle VHO:n päätöksen mukaisesti 31.8.2017 mennessä.

Hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettely on aloitettu syksyllä 2016 tällä YVA-ohjelman laatimisella. YVA-menettely käynnistyy virallisesti, kun YVA-ohjelma jätetään yhteysviranomaiselle marraskuussa 2016. Ympäristövaikutusten arviointiselvitykset tehdään talven 2017 aikana. YVA-selostus on tarkoitus jättää yhteysviranomaiselle huhtikuussa 2017, jolloin hankkeen YVA-menettely päättyisi yhteysviranomaisen lausuntoon elokuussa 2017.

2 HANKKEEN YLEISKUVAUS

2.1 Hankkeesta vastaava

YVA-lain mukaisena hankkeesta vastaavana toimii Terrafame Oy. Terrafame Oy on suomalainen kaivosyhtiö, joka tuottaa biokasaliutusmenetelmällä ensisijassa nikkeliä ja sinkkiä Sotkamossa sijaitsevalla kaivoksellaan. Kaivoksen sijainti ilmenee kuvasta (Kuva 2-1). Terrafame Oy osti elokuussa 2015 Talvivaara Sotkamo Oy:n liiketoiminnan ja omaisuuserät Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesältä ja jatkaa näin kaivostoimintaa Sotkamossa. Terrafame Oy:n omistaa Suomen valtion kokonaan omistama Terrafame Group Oy.

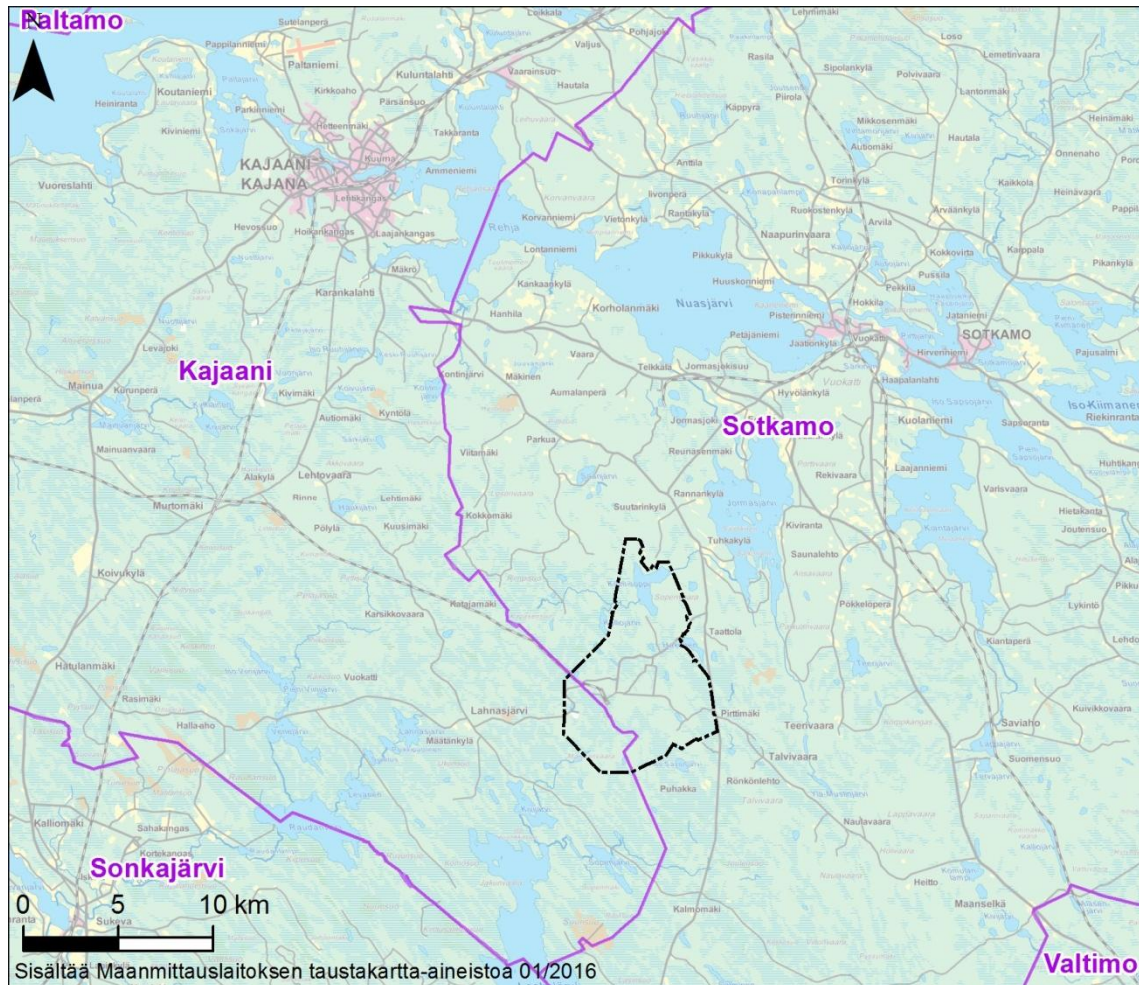
2.2 Hankkeen tausta ja tarkoitus

Kaivoksen koko toimintaa, vesipäästöjä lukuun ottamatta, säätelee tällä hetkellä alkuperäinen ympäristö- ja vesitalouslupa vuodelta 2007. Kyseisessä luvassa on määritelty mm. luvan sallimat louhinta- ja tuotantomäärät, jätteiden luokittelu, jätealueiden rakenteet, päästömäärät ilmapäästöille jne. Koko toimintaa ohjaavalle luvalla on haettu edellisen toimijan aikana lupamääräysten tarkistamista vuonna 2011. Lisäksi vuonna 2011 jätettiin erillinen lupahakemus uraanin talteenotolle. Aluehallintovirasto yhdisti nämä hakemukset ja antoi keväällä 2014 päätöksessään luvan uraanin talteenottoon sekä teki useita muutoksia alkuperäiseen ympäristölupaan.

Luvassa mm. määrättiin hakemaan erillisillä lupahakemuksilla lupaa uusille jätealueille. Lisäksi aluehallintovirasto muutti alkuperäisen luvan ympäristövakuuksia sekä mm. jätteiden luokitusta. Vuoden 2014 koko toimintaa ohjaava ympäristö- ja vesitalouslupa annettiin siten, että sitä noudatetaan vasta, kun lupapäätös on lainvoimainen (lupaa ei annettu ns. aloittamisluvalla vakuutta vastaan). Käytännössä tämä tarkoittaa, että koko toimintaa koskeva ympäristölupa on lainvoimainen vasta valituskierron jälkeen. Näin ollen toiminnassa sovelletaan alkuperäistä, vuoden 2007 ympäristö- ja vesitalouslupaa, kunnes KHO on antanut asiassa päätöksen.

Kaivoksen uraanilupa on palautettu Valtioneuvosten käsittelyyn Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä joulukuussa 2013. Terrafame Oy valmistautuu, olosuhteiden niin salliessa, hakemaan Valtioneuvoston lupaa aikaisintaan vuoden 2017 aikana.

Vaasan hallinto-oikeuden päätöksestä sekä laitoksen toiminnan ja toimintaolosuhteiden (mm. pasutto ja rikkihappotehdas) muutoksesta johtuen kaivoksen koko toimintaa koskeva uusi luvitusprosessi aloitetaan YVA:lla syksyn 2016 aikana. YVA:ssa tarkastellaan tuotannon jatkamista sekä kehittämistä Terrafamen suunnitelmien mukaisesti (mm. louhinta- ja tuotantomäärien kasvattaminen sekä pasutto ja rikkihappotehdas). Lisäksi tarkastellaan valtion linjaaman päätöksen mukaisesti sulkemisvaihtoehtoa, jonka tueksi laaditaan myös päivitetty sulkemissuunnitelma. YVA-prosessin arvioidaan kestävän noin vuoden. Koko toimintaa koskeva ympäristölupahakemus jätetään AVI:lle VHO:n päätöksen mukaisesti 31.8.2017 mennessä.



Kuva 2-1. Terrafamen kaivoksen sijainti ja kaivospiirin raja.

2.3 Hankkeen liittyminen muihin hankkeisiin

Terrafame Oy:llä on käynnissä useita vesien hallintaan ja käsittelyyn liittyviä hankkeita, joista on meneillään oma vesienhallinnan YVA-menettely.

Suunnitteilla oleva jätevesien keskitetty käsittely keskuspuhdistamolla vaikuttaa mm. siihen, että vesienkäsittelyssä syntyvien sakkojen välivarastointi eri puolilla kaivosta voidaan ajan myötä lopettaa ja keskittää kipsisakka-altaille. Menettelyn ansiosta välivarastossa olevien sakkoja päästään loppusijoittamaan. Sakkojen siirto tulee viemään vuosia. Keskitetty puhdistamo helpottaa käyttöön liittyvää logistiikkaa (kalkkimaito $\text{Ca}(\text{OH})_2$, lietteenkäsittely) ja parantaa työturvallisuutta. Keskuspuhdistamoa koskeva ympäristölupahakemus on tullut vireille 7.3.2016.

Terrafame Oy:llä on meneillään tutkimuksia koskien kipsisakka-altaiden ja sekundääri-liuotusalueiden sulkemista ja siinä käytettäviä peiterakenteita.

Terrafame Group on myös teettämässä aluetalousselvitystä, jonka tulokset huomioidaan YVA-selostusvaiheessa.

2.4 Lupatilanne

Kaivoksen toimintaan liittyen on annettu useita eri ympäristö- ja vesilupia sekä muita lainvoimaisia päätöksiä ja sopimuksia. Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesän hal-

lussa olleet omaisuususerät ja liiketoiminnat ovat siirtyneet 14.8.2015 toteutuneella liiketoimintakaupalla Terrafame Oy:lle.

Terrafamen ympäristö- ja vesitalousluvut myöntää Pohjois-Suomen aluehallintovirasto (AVI), jonka päätöksestä voidaan valittaa Vaasan hallinto-oikeuteen (VHO) ja hallinto-oikeuden päätöksestä edelleen korkeimpaan hallinto-oikeuteen (KHO). Terrafamella on tällä hetkellä sekä lainvoimaisia ympäristölupia sekä lupia, jotka odottavat edelleen lainvoimaista päätöstä KHO:sta. Lisäksi on useita ympäristölupa-asioita, jotka ovat luvitusprosessin alkuvaiheessa.

Terrafamen aloitettua toiminnan, olivat keskeisimmät ympäristölupaprosessit ratkaistavana VHO:ssa. Tällaisia keskeisiä lupaprosesseja olivat koko kaivostoimintaa (mukaan luettuna uraanin talteenotto) koskeva ympäristö- ja vesitalouslupa (AVI:n päätös Nro 36/2014/1), vanhoille reiteille johdettavia vesipäästöjä koskeva ympäristölupa (AVI:n päätös Nro 52/2013/1), sekä Nuasjärven purkuputken ympäristölupa (AVI:n päätös Nro 43/2015/1). VHO antoi 28.4.2016 päätöksen kaikkiin keskeisiin lupaprosesseihin. Samalla VHO määräsi edellä mainitut keskeiset ympäristö- ja vesitalousluvut määräaikaiseksi vuoden 2018 loppuun saakka tai kunnes uudet ympäristöluvat ovat saaneet lainvoimaisen luvan. Samassa yhteydessä VHO määräsi Terrafamea hakemaan AVI:lta uudet ympäristö- ja vesitalousluvut 31.8.2017 mennessä. Yhtiö on valittanut VHO:n päätöksistä, joten niiden käsittely jatkuu KHO:ssa, josta odotetaan päätöstä aikaisintaan vuoden 2017 aikana.

Yhtiöllä on käynnissä kaksi koetoimintaa koskevaa päätöstä (kipsisakka-altaan peiterakennekokeet, päätös Nro 129/2016/1 ja rikkihapon syöttö agglomeraattiin bioliuotuksessa, päätös Nro 85/2016/1).

Lisäksi yhtiöllä on vireillä aluehallintovirastossa ympäristölupahakemus koskien vesienkäsittelyssä syntyvien sakkujen ja lietteiden käsittelyä ja loppusijoittamista ja siten myös kaivoksen vesitaseeseen kuuluvan valuma-alueen pienentämistä (PSAVI/931/2015) ja uutta sivukivialuetta KL2 (hakemus jätetty lokakuussa 2016).

Alkuvuonna 2016 yhtiö on jättänyt myös ympäristölupahakemuksen keskitetyn vedenpuhdistamon rakentamisesta ja käytöstä. Terrafame arvioi, että keskuspuhdistamon lupapäätös saadaan AVI:sta marraskuussa. Ennen varsinaista käyttöönottoa keskuspuhdistamolla suoritetaan prosessin säätöä AVI:lle toimitetun koetoiminta-ilmoituksen mukaisesti (28.10.2016 annettu päätös Nro 142/2016/1).

Yhtiöllä on valmisteilla myös ympäristölupahakemus rikkidioksidin käytöstä metallien talteenottolaitoksella.

Terrafame on myös jatkanut velvoitetarkkailua aiempien toimijoiden tarkkailuohjelmien mukaisesti ja tarvittaessa niitä täydentäen. Kaivoksen ympäristövaikutusten tarkkailu suoritetaan Terrafamen voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti (Pöyry Finland Oy 2013, täydennetty 27.6.2014). Kainuun ja Pohjois-Savon ELY-keskus ovat hyväksyneet ohjelman 24.2.2014. Tarkkailuohjelmaa on täydennetty aina tarvittaessa mm. pohjavesitarkkailun osalta.

Edellä mainitun ohjelman lisäksi Kainuun ja Lapin ELY-keskukset ovat 18.12.2015 Terrafame Oy:lle antamallaan päätöksellä hyväksyneet hakijan esittämän purkuputken ympäristövaikutusten tarkkailusuunnitelman päätöksessä annetuin lisämääräyksiin.

Ympäristölupien lisäksi kaivoksen toimintaa säätelevät mm. kemikaali- ja kaivosluvut.

2.5 Hankkeen liittyminen luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin

Hankkeen kannalta keskeisimpiin luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin (Taulukko 2-1) ei yleensä suoraan velvoita toiminnanharjoittajia, mutta niiden tavoitteet voidaan tuoda toiminnanharjoittajatasolle esimerkiksi lupien kautta. Taulukkoon on koottu joitain hankkeen kannalta merkittäviä suunnitelmia ja ohjelmia.

Taulukko 2-1. Hankkeen suhde luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin.

Hankkeen suhde suunnitelmiin, ohjelmiin ja sopimuksiin			
Nimi	Sisältö	Suhde hankkeeseen	Viite
Kansallinen mineraalistrategia	Suomen ilmasto- ja energiapolitiittisen ministeriryhmän aloitteesta on Suomessa laadittu Kansallinen luonnonvarastrategia, joka valmistui huhtikuussa 2009. Osana tätä työtä on geologian tutkimuskeskuksen ja asiantuntijoukon yhteistyönä laadittu kansallinen mineraalistrategia, joka valmistui 7.10.2010. Suomen mineraalistrategiassa luodaan pitkän aikavälin visio ja linjataan strategisia tavoitteita aina vuoteen 2050 asti. Visiona vuodelle 2050 on ”Suomi on mineraalien kestävä hyödyntämisen globaali edelläkävijä ja mineraaliala on yksi kansantaloutemme tukipilareista”. Vision toteuttamiseksi strategiassa esitetään kolme tavoitetta sekä 12 toimenpide-ehdotusta neljällä aihealueella. Strategiset tavoitteet ovat, - Kotimaisen kasvun ja hyvinvoinnin edistäminen - Ratkaisuja globaaleihin mineraaliketjun haasteisiin - Ympäristöhaittojen vähentäminen Toimenpide-ehdotusten aihealueet ovat, - Mineraalipolitiikan vahvistaminen - Raaka-aineiden saatavuuden turvaaminen - Kaivannaistoiminnan ympäristövaikutusten vähentäminen ja tuottavuuden lisääminen - T&K-toiminnan ja osaamisen vahvistaminen	Raaka-aineiden saatavuuden turvaaminen.	Suomen mineraalistrategia, 2010
Kainuu ohjelma	Maakuntasuunnitelma linjaa maakunnan kehittämisen tavoitteet pitkällä aikavälillä ja maakuntaohjelma lähiajan kehittämisen strategiset valinnat. Kaivannaisteollisuuteen liittyen erityistavoitteeksi on asetettu Kainuulaisten kaivannaistoimintaa harjoittavien yritysten sekä niitä palvelevien pk-yritysten kansallisten ja kansainvälisten toimintavalmiuksien edistäminen. Alan liikevaihdon kasvun tavoitteeksi asetetaan 85 % ohjelmakauden aikana eli keskimäärin 20 % vuodessa. Tämä tavoite perustuu oletukseen, että Terrafamen ongelmat saadaan ratkaistua ja tuotanto toimii normaalisti vuonna 2017. Muiden kuin Terrafamen yhteistavoitteena on 50 % kasvu ohjelmakauden aikana eli keskimäärin 11 % vuodessa. Olemassa olevien ja tulevien kaivosten osalta tuetaan käynnistymiseen ja ekotehokkaaseen tuotantoon tähtääviä toimenpiteitä, vaikutetaan lupaprosessien sujuvuuteen sekä sosiaalisen hyväksynnän parantamiseen.	Tukee alueen talouskasvua ja työllisyyttä.	Kainuu-ohjelma. Maakuntasuunnitelma 2035. Maakuntaohjelma 2014-2017 (Kainuun liitto 2015)

Hankkeen suhde suunnitelmiin, ohjelmiin ja sopimuksiin

Nimi	Sisältö	Suhde hankkeeseen	Viite
Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet	Alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on mm. varmistaa valtakunnallisesti merkittävien seikkojen huomioon ottaminen kaavoituksessa ja viranomaisten toiminnassa, auttaa saavuttamaan mm. kestävän kehityksen tavoitteita alueiden käytön suunnittelussa, eheyttää yhdyskuntarakennetta, luoda toimivaa energiahuoltoa ja huomioida luonto- ja kulttuuriympäristöinä erityiset aluekokonaisuudet. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet sisältävät keskenään hyvin eriluonteisia tavoitteita. Kussakin hankkeessa tulee arvioida kyseisen hankkeen kannalta olennaisten tavoitteiden toteutuminen. Kaivoshankkeisiin liittyvät ainakin seuraavat päätöksessä mainitut tavoitteet: - Tuetaan aluerakenteen tasapainoista kehittämistä sekä elinkeinoelämän kilpailukyvyyn ja kansainvälisen aseman vahvistamista. - Erityisesti harvaan asutulla maaseudulla ja taantuvilla alueilla kiinnitetään huomiota jo olemassa olevien rakenteiden hyödyntämiseen sekä elinkeinotoiminnan ja muun toimintapohjan monipuolistamiseen. - Edistetään elinkeinoelämän toimintaedellytyksiä varaamalla riittävät alueet elinkeinotoiminoille. Niiden sijoittumisessa kiinnitetään huomiota olemassa olevien rakenteiden hyödyntämiseen ja hyvään saavutettavuuteen. - Edistetään luonnonvarojen kestävää hyödyntämistä siten, että turvataan luonnonvarojen saatavuus myös tuleville sukupolville. Otetaan huomioon luonnonvarojen sijainti ja hyödyntämismahdollisuudet. - Huomioidaan haja-asutukseen ja yksittäistoimintoihin perustuvat elinkeinot sekä maaseudun tarve saada pysyviä asukkaita.	Hankkeen arvioidaan toteutuvan valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita.	Valtioneuvosto päätti valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista, tulivat voimaan vuonna 2001 ja niitä tarkistettiin vuonna 2009.

3 TARKASTELTAVAT VAIHTOEHDOT JA HANKEKUVAUKSET

3.1 Tarkasteltavat vaihtoehdot

YVA-menettelyn päävaihtoehtoina tarkastellaan ohjelmavaiheessa neljää eri vaihtoehtoa (VE0, VE1a, VE1b ja VE2).

Taulukko 3-1. Arvioitavat toteutusvaihtoehdot.

Vaihtoehto	Kuvaus
VE0	- Kaivostoiminta jatkuu nykyisellään. - Malmin louhinta on 15 M t/v, jota nostetaan asteittain tasolle 1,5 Mt/kk (18 Mt/v), joka edellyttää ympäristöluvan päivittämistä. - Nikkelituotanto 30 000 t/v, nikkelituote myydään nykyisenä nikkelisulfidituotteena. - Erilliset sivukivialueet KL1 ja KL2 rakennetaan ja sekundäärilohkot 5 ja 6 rakennetaan tuotantosuunnitelman mukaisesti - Uraanin talteenotto käynnistetään vuonna 2019 aiemmin luvitetun kokonaisuuden mukaisesti.
VE1a	- Kaivostoiminta jatkuu siten, että toimintaa kehitetään Terrafamen suunnitelmien mukaisesti. - Erilliset sivukivialueet ja sekundääriliuotusalue 2 sekä kipsisakka-altaan lohkot 7-8 rakennetaan VE0:n mukaisesti - Uraanin talteenottolaitos käynnistetään vuonna 2019 VE0:n mukaisesti. - Malmin louhintamäärää kasvatetaan vuoteen 2018 tultaessa tasolle 18 M t/v sivukiven louhintamäärien ollessa tasolla 18–45 M t/v riippuen louhintatilanteesta. - Primäärivaiheen liuotusalueelle rakennetaan uudet liuotuslohkot nro: 5 ja 6 - Malmintuotannon kasvattamisesta ja primääriliuotusalueen laajentamisesta johtuen nikkelin vuosituotanto on 35 000 - 37 000 t/v vuodesta 2019 alkaen.
VE1b	- Vaihtoehdon VE1a mukaisen tuotantotason noston lisäksi metallien talteenottolaitoksen tuotantoprosessiin lisätään vuoden 2018 lopussa pasutto, jonka jälkeen 50–100 % nikkelituotteesta myydään nikkelioksidina. - Pasuton (nikkelisulfidista -> nikkelioksidia) kanssa samaan aikaan rakennetaan myös rikkihappotehdas, joka mahdollistaa osittaisen omavaraisuuden bioliuotuksessa käytettävän rikkihapon suhteen. Pasutto mahdollistaa rikkivetytitoisten hönkien polton, jonka jälkeen lipeän käyttö vähenee, millä on positiivisia vaikutuksia myös vesipäästöihin.
VE2	- Kaivostoiminta päätetään lopettaa ja kaivos suljetaan hallitusti vaiheittain. - Ensimmäisessä vaiheessa lopetetaan malmin louhintaa. Bioliuotus ja metallien talteenotto lopetetaan asteittain noin neljän vuoden kuluessa. - Sekundääriliuotusalueen ja kipsisakka-altaiden viimeisten osien arvioidaan olevan peitettynä noin 5–10 vuoden kuluttua lopettamispäätöksestä. - Lopettamispäätöksen jälkeen nikkelituotanto pysyy merkittävänä arviolta 1,5 vuotta sulkemispäätöksen jälkeen johtuen bioliuotuksen pitkistä viipymistä. Esim. jos lopettamispäätös tehtäisiin vuoden 2016 lopussa, olisi vuoden 2017 nikkelituotanto todennäköisesti yli 20 000 t.

3.2 Kaivoksen nykyisen luvan mukainen toiminta (VE0)

3.2.1 Yleiskuvaus tähänastisesta toiminnasta

Louhinta kaivoksella alkoi vuonna 2008 ja kaupallinen metallintuotanto vuonna 2009. Tuolloin kaivoksen toiminnasta vastasi Talvivaara Sotkamo Oy. Talvivaara Sotkamo Oy:n mentyä konkurssiin Terrafame Oy osti kaivoksen liiketoiminnan Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesältä 14.8.2015 ja on tämän jälkeen harjoittanut kaivostoimintaa Sotkamossa 15.8.2015 alkaen. Terrafamen omistaja on Terrafame Group Oy, jonka Suomen valtio on perustanut erityistehtävayhtiöksi vastaamaan entisen Talvivaaran kaivoksen tilanteen ympäristön kannalta kestävästä hoidosta ja ratkaisemisesta niin lyhyellä kuin pitkällä aikavälillä. Valtio-omistajan lähtökohtana on ollut, että kaivostoiminnan jatkaminen on paras tapa estää uusien ympäristövahinkojen syntyminen ja vakauttaa vesitaseen hallinta kaivosalueella.

Terrafame Oy:n monimineraaliesiintymät muodostavat yhden Euroopan suurimmista tunnetuista nikkelisulfidivarannoista. Kaivoksella on kaksi erillistä malmiesiintymää, Kuusilampi ja Kolmisoppi, joiden mineraalivarannot ovat nykyisen arvion mukaan 1459 Mt. Nämä varannot riittävät ylläpitämään suunnitellulla tuotantotavoitteella tuotantoa kymmeniä vuosia.

Kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km². Käytössä olevat tuotantoalueet ovat Kuusilammen louhos, primääriliuotus (n. 200 ha), sekundääriliuotus (n. 200 ha), pintamaiden läjitysalue (n. 190 ha), kipsisakka-allas (n. 100 ha) ja tehdasalue (Kuva 3-1 - Kuva 3-3). Sivukivikasalle on aluevaraus, mutta sivukiveä ei ole vielä läjitetty, koska se on hyödynnetty sekundääriliuotusalueen rakentamisessa.

Louhinta kaivoksella alkoi vuonna 2008 ja kaupallinen metallintuotanto alkoi vuonna 2009. Vuoden 2013 aikana Kuusilammesta louhittiin kiveä 10,5 Mt, josta malmin osuus oli 7,4 Mt. Vuonna 2013 nikkelituotanto oli 8741 tonnia (v. 2012 n. 13000 t) ja sinkkituotanto 13059 tonnia (v. 2012 n. 26000 tonnia). Yhtiön louhinta- ja materiaalinkäsittelytoiminnot olivat keskeytettyinä marraskuusta 2013 saakka lukuun ottamatta kevään 2014 muutamien viikkojen ajan tehtyä koeluontoista vanhojen primäärikasojen purkua. Metallitehtaan tuotanto ja bioliuotus olivat käynnissä koko vuoden 2014. Vuonna 2015 Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesä aloitti primääriliuotuskasojen purkamisen ja malmin siirtämisen sekundääriliuotuskasoiille kevättalvella 2015. Terrafame Oy aloitti louhinnan ja malmintuotannon syksyllä 2015. Bioliuotuskasoiilla on työskennelty normaalisti läpi vuoden. Metallien tuotannossa pidettiin pitkäjaksoinen huoltoseisokki kevään ja kesän 2015 ajan niin, että vain toinen tuotantolinjoista oli käytössä, ja metalleja saostettiin natriumvetysulfidin avulla normaalisti käytettävän rikkivedyn sijasta. Elokuusta 2015 alkaen yhtiön kaikki tuotanto-osastot ovat olleet toiminnassa.

Tuotanto perustuu biokasaliuotukseen, jossa metallit irrotetaan malmista bakteerien avulla. Biokasaliuotusmallissa luonnostaan esiintyville mikrobeille luodaan optimaaliset olosuhteet, joissa mikrobitoiminta katalysoi metallisulfidien hapettumisreaktioita. Tuotantoprosessin keskeisimmät vaiheet ovat: louhinta, murskaus, agglomerointi, biokasaliuotus ja metallien talteenotto. Lisäksi kaivoksella tehtäviin toimintoihin kuuluvat erilaiset kunnossapito- ja korjaamotyöt, kemikaalien valmistus, räjähdysaineiden varastointi ja räjähdysaineen valmistus, polttoainevarastot ja jakelupisteet, alueet sivukivien ja pintamaiden läjitystä varten, lämmöntuotantolaitokset, erityyppisiä laboratorio- ja tutkimustiloja sekä toimisto-, huolto- ja sosiaalilat mukaan lukien saniteettijätevedenpuhdistamo. Pääosin prosessivedet kierrätetään suljetussa kierrossa, jonka lisäksi prosessivesiä puhdistetaan tuotantolaitoksen käyttövesiksi käänteisosmoosilaitteiston avulla. Tuotantoon käytetään myös järvestä johdettua raakavettä.

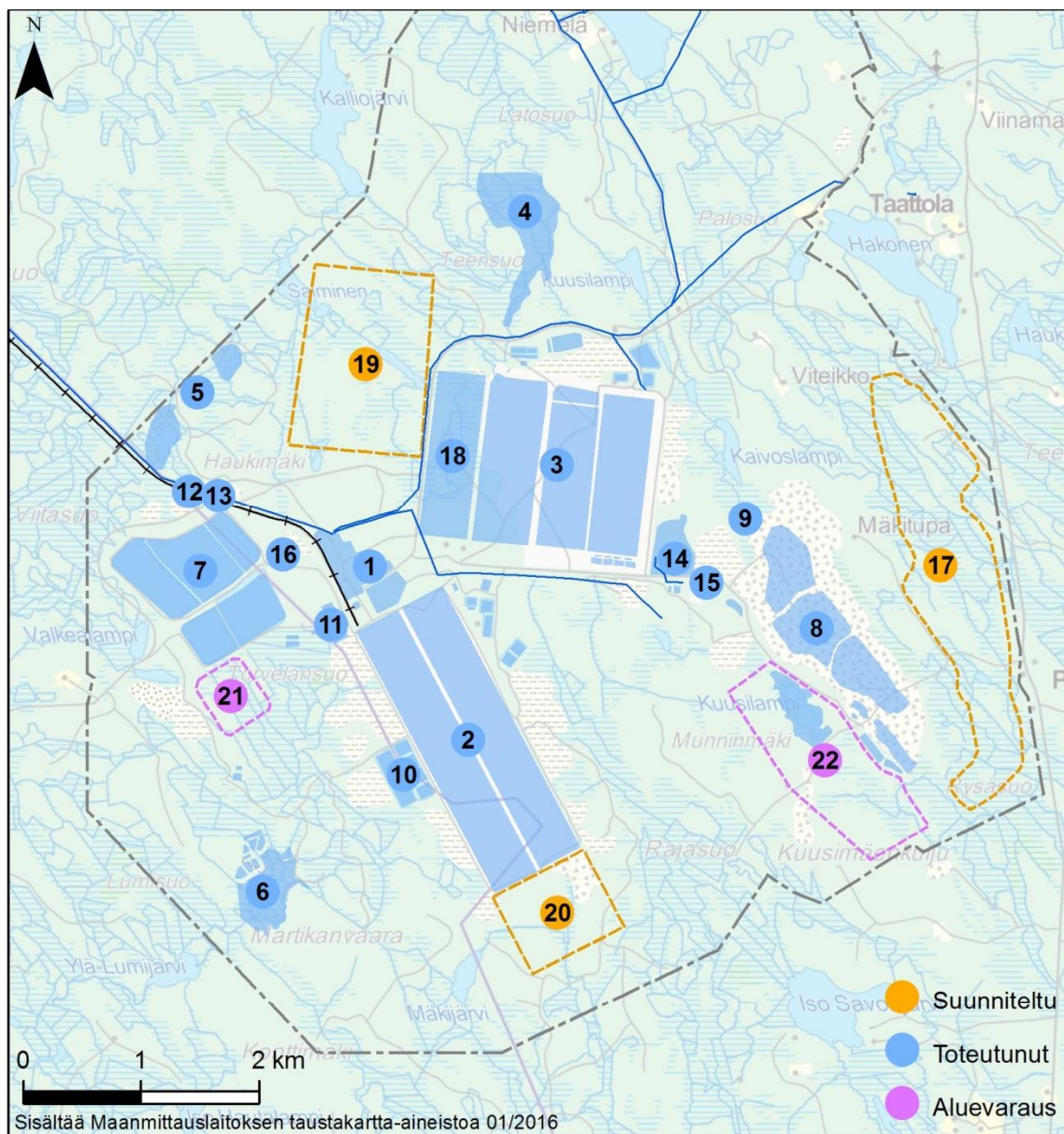
Kaivosalueella on varastoituneena ylimääräisiä vesiä 4,6 Mm³ (tilanne lokakuussa 2016). Näistä osa (0,8 Mm³) on jo puhdistettuja, ympäristölupapäätösten pitoisuusraja-arvot alittavia vesiä. Osa vesistä, kuten avolouhoksessa varastoitavat vedet, vaativat käsittelyä ennen kuin ne voidaan johtaa vesistöihin. Käsittelyä vaativien vesien neutralointi tapahtuu nykyisin kaivosalueella hajautetusti useammassa yksikössä ja jatkossa käsittelyä keskitetään keskuspuhdistamolle. Kaivosalueella voidaan juoksuttaa vettä purkuputken kautta Nuasjärveen Oulujoen vesistöalueelle tai pieniin lähivesistöihin Oulun ja Vuoksen vesistöalueille.

Alkuperäiseen vuoden 2007 ympäristölupaan verrattuna on prosessin osalta tehty lähinnä tuotantokapasiteetin tehostamiseen liittyviä muutoksia, kuten murskaukseen liittyviä laitemuutoksia sekä liuotusprosessin optimointiin liittyviä erilaisia teknisiä ratkaisuja (väli-ilmastusputkien lisääminen ja sekundäärikasan toteuttaminen primäärikasaa vastaavaksi). Prosessissa tapahtuneet merkittävimmät muutokset ympäristölupaan verrattuna ovat olleet päästöjen vähentämiseen liittyvät toimet. Metallien talteenottolaitoksella muodostuvien rikkivetyilmapäästöjen vähentämiseksi on alkuperäisen suunnitelman mukaiset vesipesurit muutettu lipeäpesureiksi. Lisäksi pölypäästöjen vähentämiseksi on tehty erilaisia muutoksia pölynpoistojärjestelmiin. Ympäristöluvasta poikkeavin vesipäästöjen estämiseksi on kaivoksen vesienhallintaan liittyen tehty ja on kehitteillä erilaisia teknisiä ratkaisuja (joita tarkastellaan Vesienhallinnan YVA-menettelyssä).

Merkittävimmät muutokset kemikaaleissa on lipeän käytön lisääntyminen lipeäpesurien myötä sekä vetyperoksidin käyttö uutena kemikaalina rikkivedyn hapetukseen. Voimassa olevasta ympäristöluvasta poiketen kalkkipolttoa ei ole tähän saakka tehty kaivoksella. Poltettu kalkki on tuotu kaivokselle valmiina, koska se on ollut taloudellisesti edullisempi ratkaisu. Alkuperäiseen lupaan verrattuna kaivosalueelle on rakennettu ilmakaasutehdas, jossa voidaan valmistaa happea metallitehtaan tarpeisiin. Lisäksi tehdasalueelle on rakennettu lämpölaitos ja kaivosvarikolle kuumavesikattila sekä kaivosalueelle kaksi kaivoksen sisäisessä käytössä olevaa polttoaineen jakeluasemaa. Ilmakaasutehtaalle, kattilalaitoksille ja polttoaineen jakelupisteille on myönnetty omat ympäristöluvut.

Muita ympäristöluvasta poikkeavia muutoksia ovat olleet esimerkiksi toiminta-alueilla tehdyt ympäristönsuojelurakenteiden parannustoimenpiteet. Kipsisakka-altaan pohjarakenteisiin on lisätty bentoniittimatto altaan tiiveyden parantamiseksi. Lisäksi 1. vaiheen liuotuskasan rakenteisiin on lisätty salaojamatto. Kainuun ELY on tarkistanut, että rakenteet ovat ympäristöluvan mukaisia.

Kipsisakka-altaan vuotojen seurauksena kaivosalueelle on rakennettu useita uusia patoja ja tehty vesienkäsittelyjärjestelmiä vesienhallinnan parantamiseksi. Lisäksi alueelle on tehty vesienkäsittelyssä muodostuvien sakkojen tilapäisiä varastointialueita ja pilaantuneiden maiden tilapäinen varastointialue.



- | | |
|--|--|
| 1 Tehdasalue | 12 Rautatie |
| 2 Primäärialue, lohko 1-4 | 13 Sähkölinja |
| 3 Sekundäärialue, lohko 1-3 | 14 Varikkoalue |
| 4 Latosuo | 15 Esimurskain |
| 5 Pohjoinen jälkikäsittely-yksikkö | 16 Keskusvedenpuhdistamo |
| 6 Eteläinen jälkikäsittely-yksikkö | 17 Sivukiven läjitysalue, KL2 |
| 7 Kipsisakka-altaat, lohko 1-6 | 18 Sekundäärialue, lohko 4 |
| 8 Kuusilammen avolouhos | 19 Sekundäärialueen laajennus, lohko 5 ja 6 |
| 9 Puhtaiden valumavesien käsittely-yksikkö | 20 Primäärialueen laajennus, lohko 5 ja 6 |
| 10 Primäärialueen (PLS) keräysaltaat | 21 Kipsisakka-altaiden laajennus, lohko 7 ja 8 |
| 11 Uraanilaitos | 22 Sivukiven läjitysalue laajennus, KL1 |

Kuva 3-1. Kaivoksen toteutuneiden (sininen) ja suunniteltujen (oranssi) toimintojen sijainti kaivospiirin alueella sekä aluevaraukset.



Kuva 3-2. Yleiskuva alueesta (Terrafame 2015)



Kuva 3-3. Teollisuusalue, primääriliuotusalue oikealla, sekundääriliuotusalue ylhäällä vasemmalla ja Kuusilammen avolouhos ylhäällä oikealla (Terrafame 2015)

3.2.2 Toiminta jatkossa

Vaihtoehtoon VE0 mukaan kaivostoiminta jatkuu nykyisen luvan mukaisena. Malmin louhinta on tällä hetkellä 15 M t/v, josta se nostetaan asteittain tasolle 1,5 M t/kk (18 M t/v), joka edellyttää ympäristöluvan päivittämistä. VE0:n mukainen nikkeli tuotanto on 30 000 t/v, nikkelin lisäksi tuotetaan sinkkiä, kobolttia ja kuparia. Tuotteet myydään metallisulfideina.

Aluehallintovirasto antoi keväällä 2014 päätöksessään luvan uraanin talteenottoon sekä teki useita muutoksia alkuperäiseen ympäristölupaan. Luvassa mm. vaadittiin hakemaan erillisillä lupahakemuksilla lupaa uusille jätealueille. Sivukivialue KL2:n ympäristölupahakemus on jätetty Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle syksyllä 2016. Sivukivialueen KL1 hakemus tullaan jättämään myöhemmin. Sekundäärialue 2 (lohkot 5 ja 6) rakennetaan lähelle alkuperäistä paikkaa.

Uraanin talteenotto on tarkoitus käynnistää vuonna 2019 aiemmin luvitetun kokonaisuuden mukaisesti.

Seuraavassa on kuvattu lyhyesti kaivoksen eri toiminnot niiden nykytilassa. Kaivoksen vesienhallintaa käsitellään vain yleispiirteisesti ja lyhyesti, koska siitä on meneillään oma YVA-menettely.

3.2.3 Mineraalivarannot ja malmivarat

Kaivospiirin sisällä on kaksi tunnettua malmiota: Kuusilampi ja Kolmisoppi. Kesällä 2016 päivitetyn mineraalivaranto ja malmivara-arvion mukaan Kuusilammen ja Kolmisopen esiintymien todetut, todennäköiset ja mahdolliset mineraalivarannot ovat 1459 miljoonaa tonnia sekä toteennäytetyt ja todennäköiset malmivarat 531 miljoonaa tonnia. 15 miljoonan tonnin vuosittaisella malminlouhinnalla malmivarat riittävät noin 35 vuoden tuotantoon. Kaikkia Kuusilammen ja Kolmisopen mineraaliesiintymien jatkeita ei ole vielä tutkittu ja on mahdollista, että mineraalivarannot sekä malmivarat kasvavat nykyisestä. Tästä syystä avolouhosten lopullista toiminta-aikaa ei voida tässä vaiheessa arvioida. Kolmisopen malmin ei olla tämän hetken tiedon valossa ottamassa tuotantoon lähivuosina. Vuosittaisella 15 M t/v malmin louhinnalla Kolmisoppi on suunniteltu avattavan 2029 ja mikäli Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös 36/2014/1 pysyy Kolmisopen toimintojen osalta voimassa, toiminta luvitetaan sitä ennen erikseen.

3.2.4 Louhinta

Kuusilammen ja Kolmisopen esiintymien geologisen rakenteen ja sijainnin (lähellä maan pintaa), kallion teknisten ominaisuuksien ja louhinnan kustannuksien vuoksi avolouhinta on taloudellisin ja tehokkain louhintamenetelmä. Ympäristöluvan mukainen kaivoksesta louhittavan malmin määrä on 15 Mt/v ja sivukiven louhintamäärä 30 Mt/v. Louhittava malmi on mustaliusketta, joka sisältää keskimäärin 0,25–0,27 % nikkeliä, 0,13–0,15 % kuparia, 0,52–0,56 % sinkkiä ja 0,02 % kobolttia. Malmin keskimääräinen rikki pitoisuus on 9,1 %.

Talvivaaran mustaliuskeen uraanipitoisuus on 15–20 mg/kg, joka ei ole erityisen korkea Suomen kallioperässä. Malmin- ja sivukivenlouhinnan pölypäästöissä on uraania ja sen radioaktiivisia tytäraineita samassa suhteessa kuin alueen kallioperässä. Louhinnan pölypäästöistä ei sen vuoksi aiheudu merkittävää radiologista lisärasitusta ympäristölle eikä ihmisten terveydelle.

Tuotannossa on tällä hetkellä Kuusilammen avolouhos. Aiemmin suunnitelmissa olleelle Kolmisopen louhokselle aluehallintovirasto ei myöntänyt lupaa 30.4.2014 antamassaan päätöksessä (päätös valituksen alainen). Kuusilammesta louhittava kivimäärä on arviolta yli miljardi tonnia. Suunnitellun louhoksen pituus on noin 3500 metriä, leveys

400–1200 metriä, pinta-ala 230 ha, syvyys 440 metriä ja louhoksen yleisyleiskaltevuus 46-53 astetta.

Kallion poraus tapahtuu dieselkäyttöisillä telaketjuaalustaisilla poravaunuilla. Poraus tapahtuu louhintasuunnitelman mukaisesti räjäytettävään kenttään. Porattavat reiät ovat noin 16–17 metrin syvyisiä, jotta haluttu 15 metrin pengerkorkeus saadaan louhittua (Kuva 3-4). Porauksen yhteydessä käytetään poravaunun pölynkeräystoimintoa, joka vähentää pölypäästöjä. Pölyongelmien vähentämiseksi tuotantotapoja on muutettu siten, että porareian suulta jätetään riittävä matka panostamatta ja kyseinen osa täytetään sepelillä. Räjäytyksen jälkeen malmi ajetaan kiviautoilla louhoksesta esimurskaimelle ja tuotantoon kelpaamaton sivukivi ajetaan jatkossa louhoksesta sivukiven läjitysalueille.

Räjäytyksissä käytetään emulsioräjähteitä (tällä hetkellä Riomex 7000), joka valmistetaan työmaalla tankkiautossa ja pumpataan porareikiin. Emulsio herkehtyy räjähdysaineeksi porareissä 10–20 minuutin kuluessa panostamisesta. Räjähdysaine koostuu pääosin (noin 90 %) ammoniumnitraattiliuoksesta (NH_4NO_3). Räjähdysaineen valmistamisessa käytetään lisäksi natriumnitriittiliuosta, öljyä sekä kiinteää ammoniumnitraattia. Louhinnassa tarvitaan keskimäärin 7–9 poravaunua sekä 2–3 panostusautoa. Räjäytyksiä suoritetaan 1–3 päivänä viikossa aamuvuoron lopussa noin klo 14:30. Koska räjäytysajankohta on vakio, räjäytyksestä ei tiedoteta, räjäytystauluja lukuun ottamatta, yleisesti etukäteen. Lähimmille naapureille lähetetään räjäytyspäivät tiedoksi tekstiviestillä.

Räjähdysaine-emulsio on niukkaliukoinen eikä se ole eliöille myrkyllistä. Räjähdysaineista räjäytyksissä tulevat jäämät ovat samantyyppisiä yhdisteitä kuin lannoitteissa käytettävät typen yhdisteet, eivätkä ne ole ihmiselle tai eläimille vaarallisia, mutta voivat aiheuttaa ravinteiden vuoksi vesistöjen rehevöitymistä. Louhinnan suunnittelussa, porauksessa, panostuksessa ja kenttien räjäytyksessä käytetään parhaan ympäristökäytännön mukaisia menetelmiä ja tekniikoita siten, että sivukiven tai malmin sekaan jäävän räjähtämättömän räjähdysaineen määrä on mahdollisimman pieni.

Räjäytetty malmi lastataan suuritehoisella lastauskoneella kiviautoihin, joilla malmi kuljetetaan louhoksen ulkopuolella olevalle esimurskausasemalle. Lastauskoneina käytetään joko tela-alustaista kaivinkonetta tai pyöräkuormaajaa, joiden voimanlähteenä on joko dieselmoottori tai sähkö. Malmin lastaukseen tarvitaan tuotantotilanteesta riippuen yksi tai kaksi lastauskonetta. Sivukiven lastaus ja kuljetus tapahtuu vastaavilla lastauskoneilla ja kiviautoilla kuin malmin. Kiviautoja on vuonna 2016 käytössä kymmenen kappaletta. Nyt käytössä olevien kiviautojen kuormapaino on noin 165 tonnia, mutta suurempiakin harkitaan tulevaisuudessa. Lisäksi sivukiven kuljetuksessa käytetään urakoitsijoiden kalustoa.

Louhinnan ympäristövaikutukset ovat pääosin olleet seurausta räjäytyksistä ja kiviainekuljetuksista aiheutuneesta pölystä ja melusta sekä tärinästä. Louhintasyvyyden kasvaessa louhoksen ympäristöön aiheutuvat pöly ja melupäästöt pienenevät verrattuna tilanteeseen, jossa louhitaan lähellä maanpintaa. Kuljetusajoneuvojen aiheuttamaa pölyämistä vähennetään ajoteiden kastelulla.



Kuva 3-4. Avolouhos

3.2.5 Murskaus ja agglomerointi

Malmilouheen esimurskaus tapahtuu maan pinnalla, louhoksen välittömässä läheisyydessä sijaitsevalla kiinteällä esimurskausasemalla (Kuva 3-5). Louhokselta esimurskaukseen autokuljetuksina tulevien kivien koko on alle 1 m³, ja esimurskauksessa kivet murskataan karamurskaimilla läpimitaltaan alle 250 millimetrin kokoisiksi. Ylisuuret kappaleet pienennetään tarvittaessa hydraulivasaralla. Murskaamon vieressä oleva kenttäalue on kalvotettu ja kenttää käytetään malmivarastona tilanteissa, jolloin malmia ei voida kipata murskaimeen. Murskaimen alapuolella oleva murskatun malmin siilo on varustettu pölynpoistolaitteella, joka pitää siilon alipaineisena. Samoin karkeamurskaamon alaosassa oleva kuljetinten risteyskohta ja syöttimet on varustettu omilla pölynpoistoyksiköillä. Näiden kolmen yksikön poistoilma on johdettu maan pinnalle yhteisellä putkella ja tästä poistoilmasta suoritetaan pitoisuusmittauksia.

Esimurskain on suoraan yhteydessä sähkökäyttöiseen hihnakuljetinjärjestelmään, joka siirtää esimurskatun malmin tehdasalueella olevaan välivarastoon. Hihnakuljetinjärjestelmä on varustettu koteloinnilla. Kunnossapitotöiden helpottamiseksi koteloinnissa on hyödynnetty myös verkkoseinäratkaisuja. Kuljettimen lastaus on varustettu pölynpoistojärjestelmällä.

Välivaraston kapasiteetti on 20 000 tonnia ja siitä siirretään malmia kasan alla olevien syöttimien ja hihnakuljettimien avulla kolmivaiheiseen hienomurskaukseen. Välivarasto on katettu, ja pohjarakenteet on tehty betonista valamalla ja asfaltoimalla siten, että valuma- ja suotovedet saadaan kerättyä ja hyödynnettyä liuoskiertoon. Varastointiaika on lyhyt, mikä estää hapon muodostuksen käynnistymisen varastoitavassa kiviaineksessa.

Hienomurskaamo on sijoitettu tehdasalueelle kiinteisiin rakennuksiin (Kuva 3-6), joiden pohja on valettu siten, että valuma- ja suotovedet saadaan kerättyä ja hyödynnettyä liuoskiertoon. Hienomurskauksessa käytetään säädettävää kolmivaiheista murskaus- ja seulontapiiriä siten, että haluttu raekoko eli 80 %:n läpäisy alle 8 mm saavutetaan. Kaikki hienomurskaamon toimilaitteet toimivat sähköllä. Hienomurskaamo on katettu,

mikä pienentää sekä pöly- että melupäästöjä tehokkaasti. Murskaamot on varustettu lisäksi pölynkeruulaitteistolla, josta kerätty pöly ohjataan takaisin prosessiin agglomeroinnin yhteydessä.

Murskattu malmi siirretään hihnakuljettimella agglomerointiasemalle, joka sijaitsee murskaamon vieressä tehdasalueella. Agglomeroinnin päätarkoitus on kiinnittää hienojakoinen malmiaines isompiin malmipartikkeleihin. Malmin agglomerointi tapahtuu pyörivissä rummuissa, joihin lisätään kaivoksen metallien talteenoton pääprosessiliuoksen PLS-liuosta tai laimeaa rikkihappoa. Kaikki agglomeroinnissa tarvittavat laitteet toimivat sähköllä. Agglomerointiasema on perustettu betonilaatalle, jonka valuma- ja suotovedet saadaan kerättyä ja hyödynnettyä liuoskiertoon.

Murskauksesta ja agglomeroinnista sekä niihin liittyvästä malminkäsittelystä ja -kuljetuksista on aiheutunut lähinnä pöly- ja melupäästöjä, jotka on kuitenkin saatu hallintaan pölynpoistojärjestelmillä sekä sijoittamalla hienomurskaus-, seulonta- ja agglomerointi-laitteistot katettuihin tiloihin.

Jatkossa nykyinen karamurskain tullaan siirtämään avolouhokseen ja sille on suunniteltu kaksi sijoituspaikkaa louhinnan edetessä syvemmälle. Louhokseen sijoittuva murskaamo on joko kiinteärakenteinen kuten nykyinen tai purettavissa oleva, joka voidaan siirtää seuraavaan kohteeseen. Malmi nostetaan louhoksen murskaamolta hihnakuljettimella nykyisen murskaamon siiloon, josta malmi syötetään Kuusilampi-kuljettimelle nykyisillä syöttimillä.



Kuva 3-5. Esimurskain (Ramboll Finland Oy 2012).



Kuva 3-6. Seulonta ja hienomurskaamo (Ramboll Finland Oy 2012).

3.2.6 Kasaliuotus

Agglomeroinnin jälkeen malmi kasataan 6-12 metriä korkeiksi kasoiksi, joissa sitä liuotetaan 1-3 vuoden ajan. Bioliuotuksessa malmin sisältämät metallisulfidit hapetetaan mikrobitoiminnan kautta liukoiksi yhdisteiksi. Murskattu ja agglomeroitu malmi siirretään sähkökäyttöisillä hihnakuljettimella ensimmäisen vaiheen liuotusalueelle eli primäärikasalle. Malmin kasaus tapahtuu sähkökäyttöisellä kasauslaitteistolla (ns. stakkeri), joka kasaa malmin tasaisesti haluttuun kasan muotoon (Kuva 3-7). Järjestelmän pääkomponentti on useiden satojen metrien pituinen siltakuljetin, jonka alle on asennettu määrävälein tela-alustoja. Siltakuljettimen suuntaisesti kulkee malmin purkulaitte, joka ohjaa malmivirran kasalle. Ensimmäisen vaiheen yhden liuotuskentän koko on 400 m x 1 200 m ja liuotuskenttiä on neljä (Kuva 3-8).

Kasa-alue suunnitellaan niin, että alueen täyttyessä vanhin kasanosa on ensimmäisen liuotusvaiheen osalta loppuun liuotettu ja voidaan siirtää toisen vaiheen liuotukseen. Tämän jälkeen koko kaivoksen toiminnan ajan ensimmäisen vaiheen kasa-alueelta jatkuvasti puretaan vanhinta liuotuskasaa pois ja vastaavasti rakennetaan uutta kasaa poistetun vanhan kasan paikalle.

Ensimmäisen vaiheen kasan purkaminen tapahtuu tällä hetkellä (lokakuu 2016) pinta-jyrsimillä. Tulevaisuudessa myös muita kasan purkamisen murskaus- ja jysintävaihtoehtoja tarkastellaan. Malmi siirretään hihnakuljettimella toisen vaiheen kasa-alueelle, joka on myös sen loppusijoituspaikka (Kuva 3-9). Hihnakuljettimella toisen vaiheen kasalle tuleva malmi ohjataan sähkötoimiselle purkulaitteelle, joka toimii vastaavasti kuin ensimmäisen vaiheen kasan kasauslaite.

Toisen vaiheen liuotuskasan yhden kerroksen korkeus on 5–30 metriä. Kasaan voidaan harkinnan mukaan asentaa tiiviitä välipohjia eri kerrosten välille liuoksen erillistä keräilyä varten, mikäli tämä nähdään tuotannon kannalta edulliseksi. Toisen vaiheen liuotuskasa on loppuun liuotetun malmin loppusijoituspaikka, joten sekundäärilohkot tulevat täyttymään ja niitä tullaan rakentamaan lisää toiminnan jatkuessa.



Kuva 3-7. Primääriliuotuskasan täyttö sähkökäyttöisellä kasauslaitteistolla (ns. stakkerilla) (Ramboll Finland Oy 2012).



Kuva 3-8. Primääriliuotusalue (Terrafame 2015). Yhden kentän koko 400 m x 1 200 m ja malmikerroksen korkeus 6...12 m.

Malmin liuotus tapahtuu kierrättämällä prosessiliuosta liuotuskasojen päälle asennettujen kasteluputkistojen kautta. Kasaa kastellaan kiertoliuoksella, jonka pH pidetään halutulla tasolla rikkihapon avulla. Hapanta liuosta kierrätetään kasan läpi metallien liuotuksen ja mikrobitoiminnan kannalta välttämättömien, happamien olosuhteiden luomi-

seksi. Happaman vesiliuoksen metallipitoisuuksien noustua riittävän korkeaksi liuos johdetaan metallien talteenottoon. Kastelussa käytetään suurimmalta osin kierrätettävää liuotusliuosta ja loppuosa tarvittavasta vedestä saadaan mm. louhosten kuivatusvedestä ja metallien talteenottolaitokselta palautettavasta vedestä. Kasaan asennetun putkiston läpi puhalletaan malmikasaan alhaisella paineella ilmaa.

Biokasaliuotus suoritetaan kahdessa vaiheessa. Noin 1-3 vuotta kestäväns ensimmäisen vaiheen liuotuksen (primääriliuotus, Kuva 3-8) jälkeen kasa siirretään toisen vaiheen liuotusalueelle (sekundääriliuotus, Kuva 3-9), jossa aktiivista liuotusta jatketaan vielä useita vuosia. Toisen vaiheen liuotusalueella on toteutettu liuoksen kastelu ja keräys sekä ilmastus vastaavasti kuin 1. vaiheen liuotusalueella.

Liuotusprosessin tehostamiseksi primääriliuotuksen alailmastusputkiston on lisätty väliilmastusputkistot. Lisäksi sekundääriliuotuksen tehostamiseksi 2. vaiheen liuotus toteutetaan jatkossa teknisesti siten, että se vastaa 1. vaiheen liuotusta. Liuotusprosessin tehostamiseksi tehdään kasan korkeuteen, ilmastusputkien tiheyteen ja asennustapoihin muutoksia jatkuvan parantamisen mallilla.



Kuva 3-9. Sekundäärialue ja kuljetinhinna primääriltä. (Terrafame 2015)

Ensimmäisen vaiheen liuotuksen kasa-alueen pohjarakenne on vesitiivis, hyvin salaojitettu ja viettävä. Lisäksi liuotettava malmitäyttö on huokoinen. Nämä yhdessä tekevät sen, että liuoksen keräys kasasta on erittäin tehokasta. Tehokas kuivatus pienentää kasasta aiheutuvaa vuotoriskiä.

Ensimmäisen vaiheen liuotuksen toisesta kierroksesta eteenpäin tehdään pohjarakenteen salaojituksen kunnon arvion perusteella lisäsalaojitusta paikalle jätettävän vanhan ohuen malmikerroksen päälle, mikäli tämä katsotaan tarpeelliseksi. Myös pohjailmastuksen kunto arvioidaan ja lisäputkia asennetaan tarpeen mukaan.

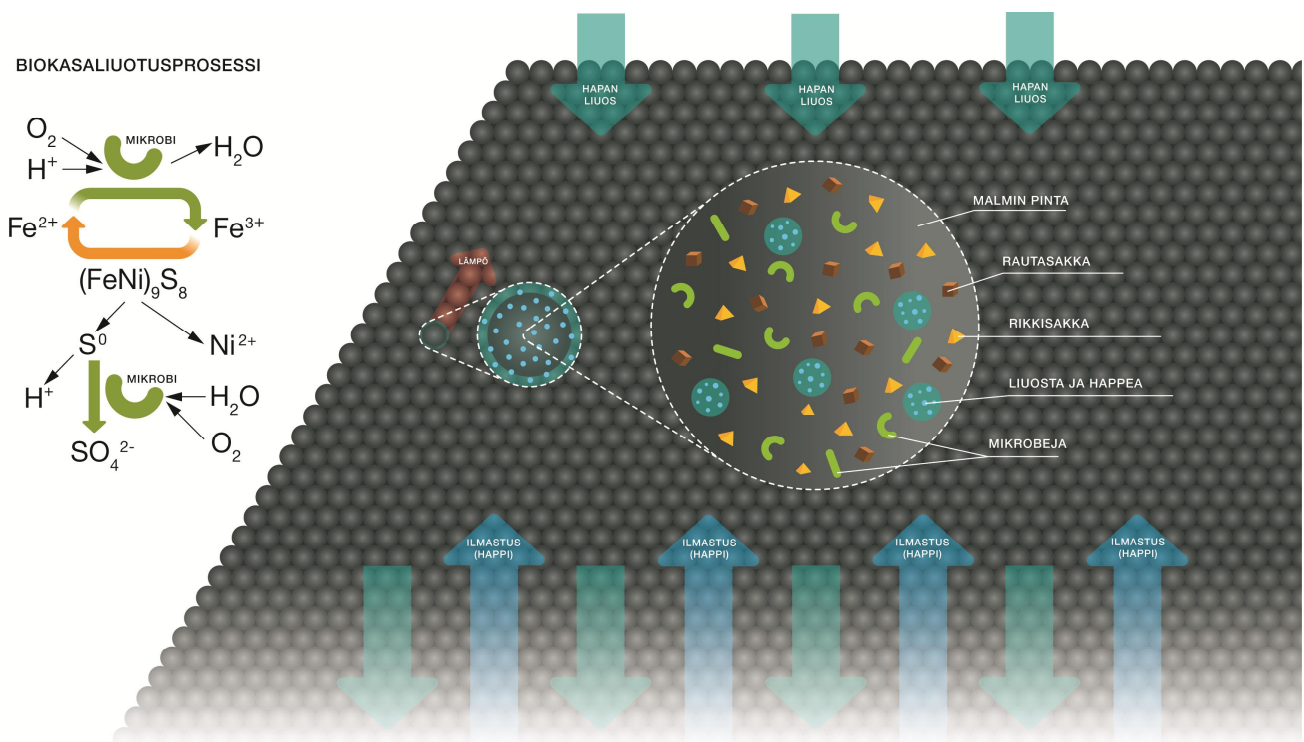
Toisen vaiheen liuotuskasan pohjarakenteen salaojakerroksena käytettävä louhe on kiivainesta, jossa ei voi tapahtua haponmuodostumisreaktioista johtuvaa materiaalin

merkittävää rapautumista tai muista kiviaineksen ominaisuuksista johtuvaa salaojakeroksen toiminnan vaarantumista kasan oletetun käyttöiän aikana.

Poikkeustilanteissa (primäärikasan laitteiston kunnossapito, kuljettimien siirto tai muu seisokki), voidaan kuljetinta kääntämällä malmi läjittää myös suoraan 2. vaiheen liuotusalueelle. Tällä voidaan mahdollistaa louhoksen ja malminkäsittelyn tuotannon pysyminen käynnissä, vaikka 1. vaiheen kasausta olisi tilapäisesti pysähdyksissä. Liuotuksen jälkeinen loppumateriaali, josta metallit ovat liuenneet, jätetään toisen vaiheen kasa-alueelle ja toiminnan päätyttyä alue maisemoidaan.

Liuotusprosessi

Bioliuotuksessa malmissa luonnostaan kasvavat mikrobit katalysoivat malmin sisältämän raudan ja rikin hapettumista saadakseen energiaa kasvuunsa. Kiinteät metallisulfit muuntuvat vesiliukoisiksi metallisulfaateiksi ja liukenevat. Liuotuksessa lähes kaikki malmin sisältämät metallit liukenevat noudattaen tiettyä liukenemisjärjestystä. Talvivaiheen malmin bioliuotus on voimakkaasti lämpöä tuottava prosessi ja siksi soveltuu käytettäväksi myös kylmissä olosuhteissa. Kasarakenteen poikkileikkaus on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 3-10). Bioliuotuksessa veden pH nousee kasan läpi valuesaan. Liuoksen happamuus ylläpidetään lisäämällä siihen tarvittava määrä rikkihappoa (H_2SO_4).



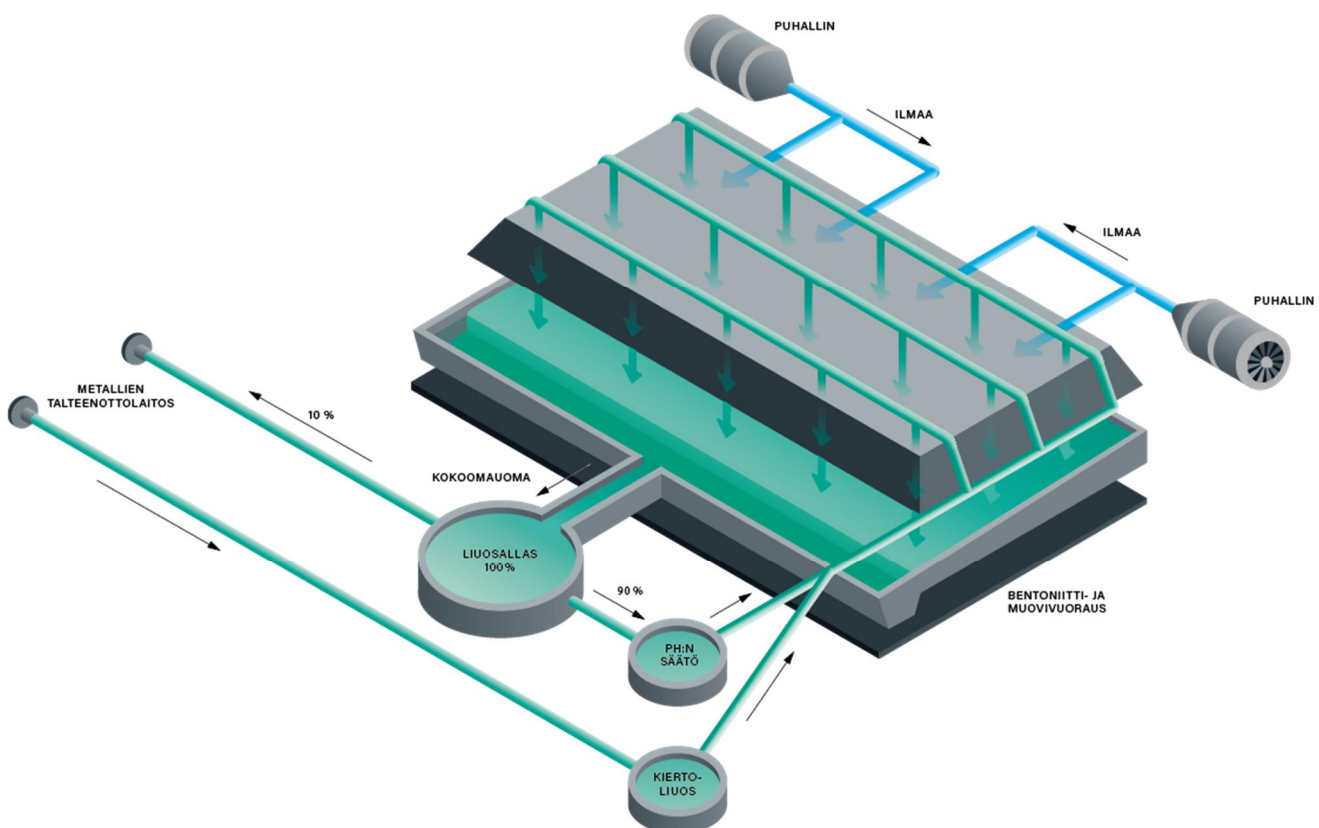
Kuva 3-10. Bioliuotuskasan poikkileikkaus. (Ramboll Finland 2012)

Liuottajabakteerit tarvitsevat kosteutta, hapetta ja hiilidioksidia, joista happi on usein rajoittava tekijä. Bakteerien elinolosuhteet turvataan kastelun ja ilmastuksen avulla. Ensimmäisen vaiheen liuotuskasoissa tarvittavan kasteluliuoksen määrä on tyypillisesti 5–10 l/m²/h ja 2. vaiheen liuotuskasoissa tyypillisesti 2–6 l/m²/h. Hapen riittävän saannin varmistamiseksi kasoja ilmastetaan siten, että puhallin syöttää ilmaa kasan sivulla olevaan ilmastointin pääputkistoon (Kuva 3-11). Tästä putkistosta lähtevät varsinaiset halkaisijaltaan pienemmät ilmastointiputket kasan alle sekä välikerrokseen kasan sisälle.

Ensimmäisen vaiheen liuotuskasassa kasan alapuoliset ilmastointiputket sijoitetaan tiivistetyn pohjan päällä olevaan salaojakerrokseen tai ylemmäksi varsinaiseen malmin kerrokseen. Tarvittava ilman määrä on tyypillisesti noin 0,05-0,1 m³/t/h.

Kasalta tuleva liuosneste kierrätetään takaisin kasalle, kunnes liuoksen pitoisuus on noussut riittävän korkeaksi metallien talteenottoon. Tämän jälkeen osa liuoksesta ohjataan talteenottolaitokselle. Talteenottolaitoksesta tuleva raffinaatti, josta arvoarvometaallit on otettu talteen, johdetaan kastelualtaaseen. Raffinaatin pH-arvo säädetään talteenottolaitoksella kasan kasteluun sopivalle tasolle. Molemmissa liuotusvaiheissa liuoksen kiertoveden tavoite-pH on 1,5...3,5.

Kasalta tulevasta liuoksesta määritetään happipitoisuus, lämpötila, pH, redox-potentiaali, kokonaisrauta, ferrorauta ja muut metallipitoisuudet. Näillä arvioidaan kasan olosuhteita, mineraalien liukenemista ja rautaa hapettavien bakteerien toimintaa.



Kuva 3-11. Bioliuotusprosessi (Ramboll Finland Oy 2012).

Molempien liuotusvaiheiden tekninen toteutustapa on periaatteessa samanlainen. Käytännön erona on se, että kun primääriliuotuksessa jo primääriliuotettu malmi siirretään pois uuden malmikasan tieltä, niin sekundääriliuotuksessa uusi malmikasa tehdään ensimmäisen täyttökierroksen jälkeen sekundääriliuotetun malmin päälle.

Primääriliuotus kaivoksella aloitettiin kesällä 2008 ja ensimmäiset malmit siirrettiin sekundääriliuotukseen loppuvuodesta 2010. Sekundäärikasalla on muodostunut kesällä 2016 ensimmäisen kerran loppuun liuennutta malmia.

Nikkelin kokonaissaanti bioliuotuksesta on sekundääriliuotuksen jälkeen arvioitu olevan yli 70 % eli yli 70 % malmissa alun perin olevasta nikkelistä saadaan liuotettua talteen. Myös sinkin kokonaissaanti on arviolta yli 70 %. Kuparin osalta kokonaissaannin arvioidaan olevan 0-50 % , koboltin noin 5-40 % ja uraanin 10-95 %. Erityisesti uraanin

osalta kokonaissaannin arviointia vaikeuttaa uraanin pieni pitoisuus malmissa ja vielä pienempi pitoisuus liuotusjäätännöksessä

3.2.7 Metallien talteenotto

Metallien talteenottolaitos sijaitsee ensimmäisen vaiheen liotuskasan pohjoispuolella olevalla tehdasalueella (Kuva 3-12), joka on aidattu.



Kuva 3-12. Teollisuusalue (Terrafame 2010)

Metallien talteenotossa nikkeli, sinkki, kupari ja koboltti saostetaan hydrometallurgisella prosessilla liuotuskasoilta saatavasta PLS-liuoksesta, jolloin saadaan tuotetuksi sakkamaisia metallisulfideja. Metallisulfidit ovat kaivoksen nykyisen tuotantoprosessin lopputuote ja ne myydään asiakkaille jatkojalostettavaksi metallituotteiksi.

Liuosta johdetaan nykytilanteessa talteenottolaitokselle $600-1800\text{m}^3/\text{h}$. Liuoksen pH on tyypillisesti noin 2,0...3,2 ja nikkelipitoisuuden tavoitetaso täydellä tuotantokapasiteetilla 2–4 g/l.

Bioliuotuksesta metallien talteenottoon johdettavan PLS-liuoksen koostumus vaihtelee louhitun malmin pitoisuuksien ja liuotuksen vaiheen mukaan. Tyypillisesti PLS-liuos sisältää metalleja ja muita alkuaineita seuraavasti:

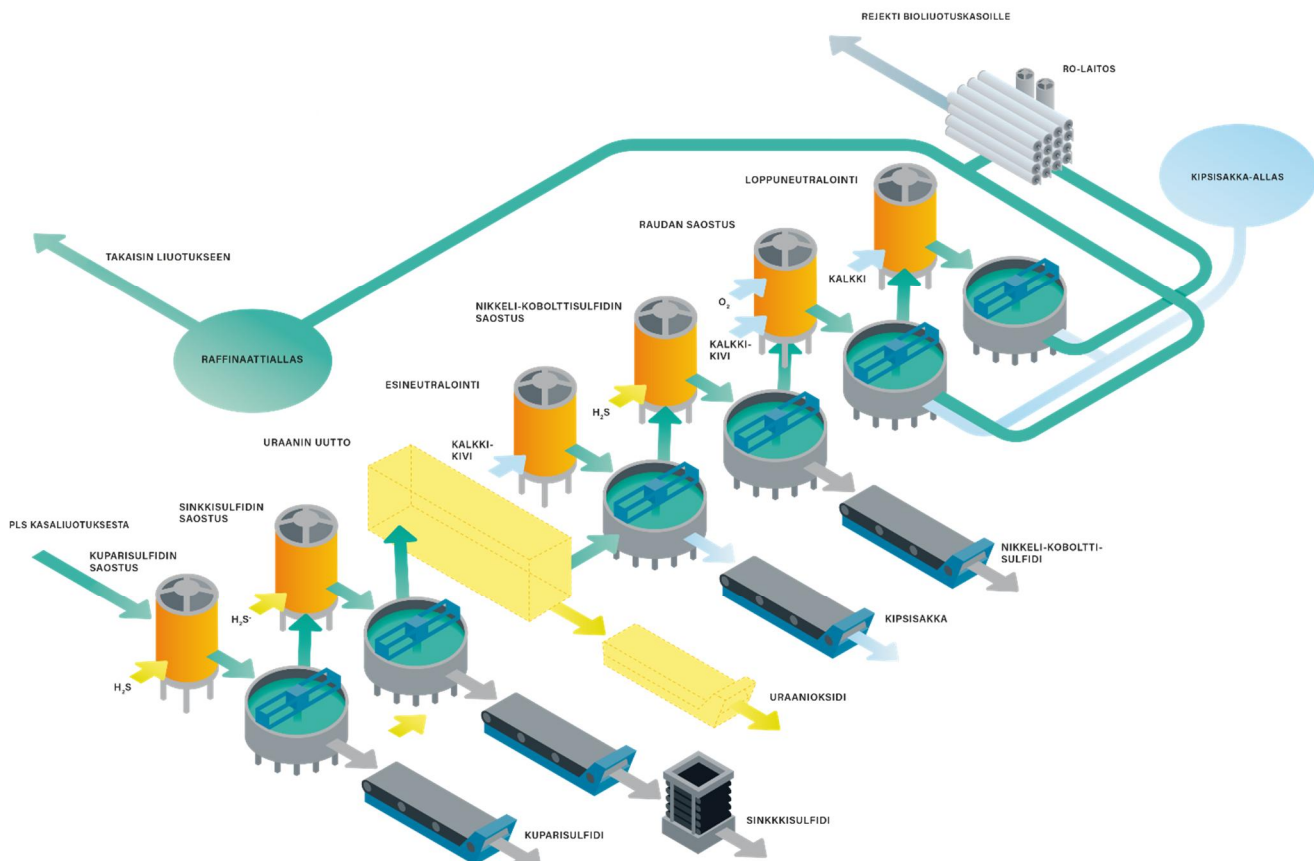
- nikkeliä 1,0 - 4,0 g/l
- sinkkiä 2,0 - 10,0 g/l
- kuparia noin 0,0 - 0,5 g/l
- kobolttia alle 0,0 - 0,5 g/l
- uraania 0,01 – 0,07 g/l
- rautaa –5 - 40 g/l,
- mangaania 3 - 15 g/l,
- magnesiumia 3 - 10 g/l
- alumiinia 3 - 9 g/l

- kalsiumia 0,5 – 1,0 g/l
- natriumia 0,1– 2,0 g/l

Muiden metallien kuten arseenin, kromin ja kadmiumin pitoisuudet ovat alle 0,1 g/l.

Metallien talteenoton saostus suoritetaan rikkivedyllä kolmessa eri vaiheessa. Prosessit ovat toteuttamisjärjestyksessä kuparisulfidin saostus, sinkkisulfidin saostus, uraanin talteenotto, esineutralointi (alumiinin poisto), nikkeli- ja koboltisulfidien yhteissaostus, ja prosessiliuoksen loppusaostus, johon kuluu raudan saostus ja loppuneutralointi. Sulfidisaostukset tehdään kahdella erillisellä saostuslinjalla, jotka ovat prosessivaiheiden suhteen lähes identtisiä. Sakat erotetaan liuoksesta sakeuttimessa. Osa sakasta kierätetään takaisin saostusprosessiin, mutta suurin osa siitä suodatetaan tuotteeksi. Kuvassa (Kuva 3-13) on esitetty metallien talteenottolaitoksen yksinkertaistettu prosessi-kaavio. Kuvassa on mukana myös uraanin talteenotto.

Metallien talteenoton pääreaktio on:



Kuva 3-13. Metallien talteenotto.

Kuparin tuotantomäärä on 500 - 1 500 t/a ja sinkkiä 66 000 – 72 000 t. Suunniteltu uraanin talteenottoprosessilaitos tuottaa 350–500 t/v uraanipuolituotetta (sakkana 500-600 t/a) (kpl 3.2.8).

Uraanin talteenottolaitoksen uuton jälkeen PLS-liuos ohjataan altaaseen, mistä se otetaan takaisin metallien talteenottolaitokselle esineutraloinnin kautta seuraavaan metal-

linsaostusvaiheeseen eli nikkeli-kobolttisaostukseen. Esineutraloinnissa PLS-liuoksesta neutraloidaan happoa, jota on muodostunut kuparin ja sinkin sulfidisaostuksessa. Liuoksessa vielä tässä vaiheessa oleva rauta pysyy liuenneena.

Esineutraloinnissa muodostuu kipsisakkaa seuraavan reaktion mukaisesti:

Rikkihappo (H_2SO_4)+kalkkikivi (CaCO_3)+ $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ Kipsisakka ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$)+hiilidioksi (CO_2)

Nikkelin ja koboltin yhteissaostus tehdään korkeammassa pH:ssa (2,5-3,88) kuin kuparin ja sinkin saostus. Neutralointiaineena käytetään lipeää.

Metallitehtaan jälkeinen raffinaatti eli metallien talteenoton jälkeinen paluuliuos palautetaan liuoskiertoon liuotuskasoille joko suoraan nikkeli-koboltti-saostuksen jälkeen tai raudansaostuksen prosessivaiheen kautta. Raudansaostuksen jälkeen se osa liuoksesta, jota ei palauteta kiertoon, johdetaan loppuneutralointiin. Loppuneutraloinnin ylitte johdetaan tehtaan käyttövedeksi, käänteisosmoosilaitoksen syöttövedeksi tai johdetaan puhtaan veden varastoaltille.

Raudansaostusvaiheessa liuoksen pH nostetaan kalkkivilietteen avulla. Loppuneutralointi-vaiheen saostus toteutetaan nostamalla liuoksen pH selkeästi emäksiselle tasolle (pH=10) kalkkimaidolla ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), mikä mahdollistaa jäännös- ja muiden metallien saostamisen hydroksidina. Mangaaninpoisto vedestä vaatii riittävän korkean pH:n, jolloin se käytännössä tarkoittaa käsitellyn veden pH:n nostoa alkuperäisessä ympäristöluovassa määrätyn vaihteluvälin (6–9,5) ylärajalle. Sakeuttimien alitteet pumpataan kipsialtaalle, jossa kipsisakka laskeutuu ja kirkas liuos pumpataan aikanaan liuospuhdistuksen kautta takaisin liuotuskasoille.

Keskitetyn vedenpuhdistamon käyttöönotto talven 2016-2017 muuttaisi raudansaostuksen prosessivaihetta siten, että raudansaostuksen aliteliete pumpattaisiin kipsisakka-altaan sijasta keskusvedenpuhdistamolle, jossa sen pH nostettaisiin niin, että sakka vastaa laadultaan loppuneutraloinnin alitetta. Loppuneutraloinnin alite johdettaisiin edelleen sellaisenaan kipsisakka-altaalle.

Loppuneutraloinnin päärektio on:

Metallisulfaatti (MeSO_4) + kalkkimaito ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) $\rightarrow$ Kipsisakka ($\text{CaSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$)+metallihydroksidi $\text{Me}(\text{OH})_2$

Nykyisen luvan mukaisella maksimituotantomäärällä 30 000 tonnia nikkeliä vuodessa, RaSa+LoNe-sakkoja syntyy noin 700 000 t/v.

Tuotteiden varastointi

Kupari-, sinkki- ja nikkeli-kobolttisulfidien varastointi tapahtuu talteenottolaitoksen läheisyyteen rakennetussa kylmässä tuotevarastossa. Tuotteet siirretään halleihin kuljettimilla. Sulfidisakat kasataan aumoiksi tai lastataan suoraan kuljetuskontteihin. Aumoiksi kasattu sakka säkitetään, lastataan kontteihin tai kuormataan etukuormaajilla suoraan tuotevarastossa oleviin junavaunuihin.

Varastohallien pohjat on asfaltoitu tiiviiksi ja sade-, alue- ja muiden vesien pääsy varastokasoihin on estetty. Vastaavasti tuotevarastossa mahdollisesti muodostuvat lattiavedet kerätään ja palautetaan tehtaan prosessikiertoon. Varastorakennukset on suunniteltu talteenottolaitoksen kahden viikon kapasiteettia varten. Kokonaisvarastotilavuudet ovat noin 11 500 m³ (varastokostea tuotetta). Koko rakennustilavuus on noin 50 000 m³.

Tuotteet kuljetetaan alueelta pääosin rautateitse.

Hönkäkaasujen käsittely

Metallien talteenoton saostuslinjoille yhteisiä prosessivaiheita ovat reaktori-, sakeutin- ja suodatinhönkien käsittely.

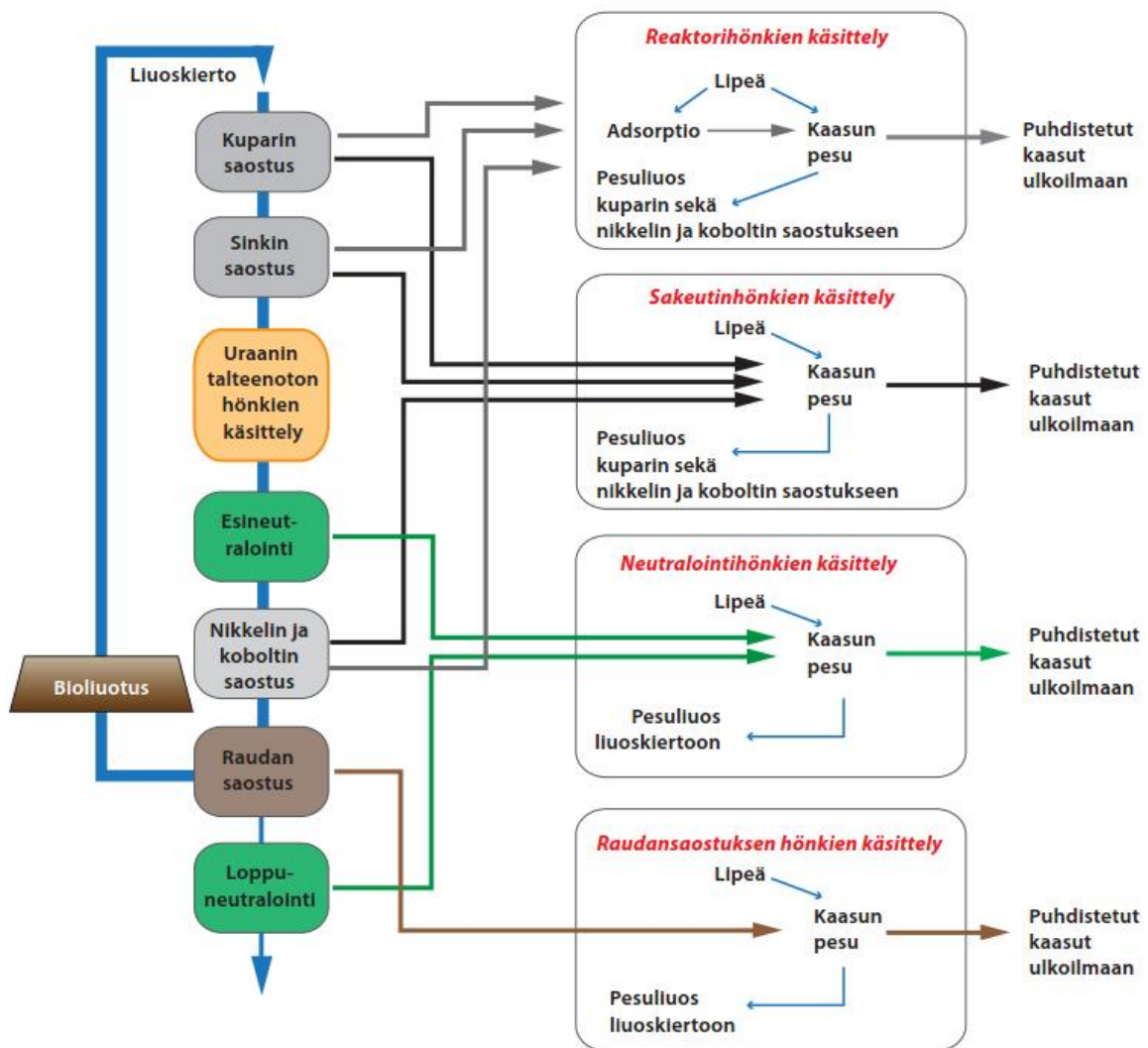
Sulfidisaostusreaktoreista kerätään muodostuvat höngät imeytysreaktoriin. Saostuksen höngässä on epäpuhtautena rikkivetyä. Imeytysreaktorissa on lipeäliuosta (natriumhydrosidi, NaOH), johon saostuksesta tulevan höngän rikkivety liukenee tehokkaasti. Rikkivetysaostusten sakeuttimet ja suodattimet ovat katettuja ja sakeutinhöngät käsitellään pesureilla, joissa hönkien sisältämä rikkivety poistetaan lipeäliuoksella.

Esineutralointireaktoreilta kerättävissä höngissä esiintyy epäpuhtauksina rikkivetyjäämiä, vaikka reaktoreihin ei syötetäkään rikkivetyä. Pesureiden liuoskierrossa yllpidetään riittävää lipeäpitoisuutta pesun varmistamiseksi. Loppuneutralointireaktorin höngät johdetaan käsittelyynpesuriin.

Raudan saostuksen (RaSa) reaktorien kaasussa on esineutraloinnin tapaan rikkivetyjäämiä. RaSalla on oma lipeäpesuri, jolla reaktorien höngät johdetaan ja pestään. Loppuneutralointireaktorin höngät johdetaan käsittelyyn esineutraloinnin pesuriin.

Lisäksi hönkien rikkivetypitoisuuden pienentämiseksi on kehitetty prosessiliuoksen peroksidikäsitely, jossa prosessiliuoksesta hapetetaan siihen rikkivetysaostuksessa liuennut rikkivety vetyperoksidilla elementtirikiksi ja/tai sulfaatiksi. Tällä tavalla vähennetään seuraavan prosessivaiheen hönkien rikkivetypitoisuutta. Vetyperoksidia syötetään nikkeli-kobolttisulfidisaostuksen sakeuttimen ylitteeseen. Prosessin optimoimiseksi tehdään vielä peroksidin annostelun hienosäätöä. Vetyperoksidille on myös syöttömahdollisuus sinkkisulfidisaostuksen sakeuttimen ylitteeseen.

Nauhasuotimien höngät johdetaan omalle lipeähöngäpesurilleen.



Kuva 3-14. Metallien talteenoton hönkien puhdistus.

Edellä mainittujen pesureiden lisäksi Zn-, NiCo- ja raffinaattivaraostosäiliöiden höngät johdetaan varastosäiliöiden hönkäpesurille. Myös uraanin talteenotossa syntyvät hönkäkaasut johdetaan käsiteltäväksi varastosäiliöiden hönkäpesurille.

Rikin sulatuksessa ja käsittelyssä syntyvät hönkäkaasut johdetaan käsiteltäväksi omalla kaskadipesurilla.

3.2.8 Uraanin talteenotto

Kaivosalueen kallioperä ja nikkelimalmi sisältävät luonnonuraania pieniä pitoisuuksia. Alkuperäisestä ympäristölupahakemuksesta poiketen uraanin on havaittu liukenevan kasaliuotuksessa päämetallien tapaan. Kasaliuotuskierrosta metallien talteenottolaitok-selle johdettavan pääprosessiliuoksen eli PLS-liuoksen uraanipitoisuudet ovat alhaisia, mutta uraani voidaan ottaa talteen tarkoitukseen kehitetyllä uuttomenetelmällä.

Uraanin on havaittu pysyvän liukoissa muodossa kuparin ja sinkin sulfidisaostuksessa ja esineutraloinnissa. Ilman uraanin talteenottoa valtaosa PLS-liuokseen jääneestä uraanista saostuu pH:ta nostettaessa raudan saostuksessa. Loppuneutraloinnin jälkei- sessä liuoksessa uraanipitoisuus on alle analyysirajan. Raudan saostuksen ja lop- puneutraloinnin kiintoaineet varastoidaan kipsisakka-altaalle.

Uraanin talteenottolaitosta käytetään uraanin erottamiseen kaivoksen metallintuotannon pääprosessiliuoksesta. Uraanin talteenottamiseksi Terraframen nykyistä metallien saostusprosessia muutetaan niin, että uraani voidaan erottaa prosessista sinkkisulfidin saostuksen jälkeen. Uraanin pitoisuus prosessiliuoksessa on alhainen (noin 15-25 mg/l), mutta se on riittävä hyödynnettäväksi kehitetyllä uuttomenetelmällä. Menetelmään kuuluvat nesteneste-uutto, saostus sekä kuivaus ja pakkaus. Uraanin talteenottolaitoksen jälkeen raffinaatin uraanipitoisuus on <2 mg/l. Uraanin talteenotto ei muuta louhinnan tai murskauksen massatasetta, joten tältä osin talteenotolla ei ole ympäristövaikutuksia. Uraanin talteenottolaitokselta ei johdeta vesiä ulos.

Uraanin talteenottolaitos rakennetaan osaksi nykyistä metallien saostusprosessia. Laitos sijoittuu metallintuotannossa sinkkisulfidisaostuksen ja esineutraloinnin väliin. Talteenottolaitos voidaan tarvittaessa myös ohittaa. Uraanin talteenottolaitoksen PLS-allas (tuloallas) ja raffinaattiallas (palautusallas), joiden kautta metallintuotannon pääliuos johdetaan, ovat maahan upotettuja kalvotettuja altaita. Suunniteltu uraanin talteenottolaitos tuottaa 350–500 t/v uraanipuolituotetta.

Uraanin talteenoton alkuvaiheessa käytetään neste-neste -uuttoa ja loppuvaiheessa tuote saostetaan. Prosessin lopputuote, uraanipuolituote ($\text{UO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}$), on kemialliselta koostumukseltaan uraanioksidien seos. Uraanipuolituote varastoidaan uraanin talteenottolaitoksen sisätiloissa säteilysuojaus- ja muut määräykset täyttävissä tynnyreissä. Kaivoksen alueella kerrallaan varastoitava uranimäärä on suurimmillaan 50 tonnia.

Uraanin talteenottolaitoksen perustamis- ja maanrakennustyöt on aloitettu keväällä 2011 ja laitos on rakennettu lähes valmiiksi.

Terraframen mukaan uraanin talteenotto on taloudellisen kannattavuuden lisäksi edullista myös kansallisen energiaomavaraisuuden lisäämisen kannalta. Uraanin talteenotto parantaa myös Terraframen muiden metallituotteiden laatua, louhittavan malmin hyödyntämisen tehokkuutta ja jätejakeiden ominaisuuksia.

Uraanin talteenottolaitos työllistää suoraan noin 30 henkilöä ja välillisesti noin 50 henkilöä.

Uraanin talteenottohankkeesta on tehty aiemmin ympäristövaikutusten arviointimenetely (Ramboll Finland Oy 2010). Kainuun ELY-keskus on antanut selostuksesta lausuntonsa 1.3.2011.

Uraanin talteenottolaitokselle on aluehallintoviraston vuonna 2014 antama ympäristölupa, mutta lupa on valituksen alainen ja odottaa KHO:n päätöstä. Terraframe Oy valmistautuu, olosuhteiden niin salliessa, hakemaan Valtioneuvoston lupaa aikaisintaan vuoden 2017 aikana.

3.2.9 Kemikaalien valmistus

Kaivoksen alueella on useita tuotantoa tukevia toimintoja, kuten tuotannon tarveaineiden valmistus. Näitä ovat mm. hapen, vedyn ja rikkivedyn valmistus sekä kalkin käsittely. Vesien käsittelyyn, kuten raakaveden ja ylijäämäveden puhdistukseen sekä jäähdytysvesikiertoon liittyvät asiat on käsitelty vesienhallinnan YVA-menettelyssä.

Hapen valmistus

Kaivosalueella on ilmakaasutehdas, jolla voidaan valmistaa happea Terraframen kaivoksen metallitehtaan tarpeisiin ja erityisesti liuenneen raudan hapettamiseen rautasakan saostuksessa. Tehtaan tuotantokapasiteetti on 3 350 m³(n) 90 %:sta happea tunnissa.

Laitoksen toiminta perustuu VPSA-tekniikkaan (Vacuum Pressure Swing Adsorption). Ilmakaasutehtaan raaka-aineena on ilma. Ilmaa otetaan raaka-aineeksi enintään 35 000 m³(n)/h. Säiliön paine ohjaa tuotantoa, eikä hapelle ole muuta varastoa.

Vedyn valmistus

Terrafamen prosessin tuotteet (Ni/Co, Zn ja Cu) saostetaan sulfideina. Reagenssina käytetään rikkivetyä (H₂S). Rikkivety valmistetaan sularikin ja vetykaasun välisenä reaktiona. Terrafamen kaivoksella vetyä valmistetaan nestekaasusta (propaani) kahdessa vetylaitoksessa. Suoja- ja huuhtelukaasuna prosessissa käytetään typpeä.

Propaaniin sekoitetaan osa tuotteena saatavasta vedystä, minkä jälkeen kaasuseos kuumennetaan lämmönvaihtimen avulla ja se muutetaan reformerissa synteetikaasuksi, joka jäähdytetään ja puhdistetaan. Vetylaitoksen tuote on 99 % puhdasta vetykaasua.

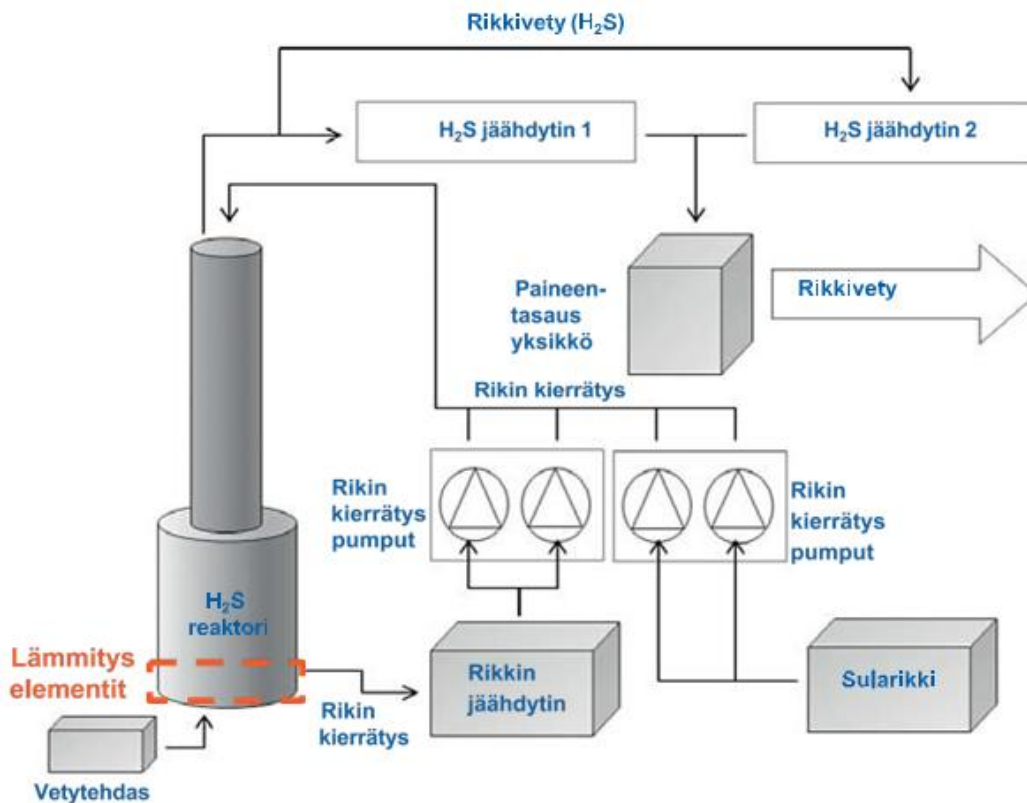
Rikkivedyn valmistus

Rikkivety valmistetaan Terrafamen kaivoksella sularikin (= sulatettu alkuainerikki) ja vetykaasun välisenä reaktiona (Kuva 3-15). Sularikkiä tulee sivutuotteena esim. metallurgisissa laitoksissa tai öljyn puhdistamoilla. Sularikki toimitetaan kaivokselle säiliöautoilla, ja osa myös kiinteänä paikan päälle. Kiinteä rikki sulatetaan tehdasalueella.

Rikkivedyn valmistus tapahtuu rikkivetylaitoksissa kaivoksen tehdasalueella.

Rikkivetylaitos koostuu seuraavista laitteista:

- H₂S-kehitin, jossa vetykaasu ja sularikki reagoivat tuotteena H₂S
- Vastuskammio, jossa sähkövastuksilla nostetaan rikin lämpötilaa
- H₂S-torni, jossa syntynyt rikkivety jäähdytetään kiertorikillä
- H₂S-kaasun jäähdytin
- Paineentasaussäiliö, syöttösäiliö, syöttöpumppu, muut pumpput



Kuva 3-15. Rikkivedyn valmistus (Ramboll Finland Oy 2012).

Kalkin jauhatus ja sammutus

Terrafamen kaivoksella kalkin käsittelyssä raaka-aineina käytetään kalkkikiveä (raekoko 0–150 mm) sekä poltettua kalkkia joko palana (raekoko 0–90 mm) tai hienonnettuna (raekoko 0–15 mm). Materiaalit tuodaan tehdasalueelle junakuljetuksena ja ne puretaan katetulla purkupaikalla kuljettimelle, joka vie materiaalin katettuun varastoon. Varastosta kalkkikivi siirretään kuljettimilla kaksivaiheisen murskauksen sekä seulonnan kautta kuulamylyjauhatukseen ja lopuksi lietetään kalkkikivilietteeksi (raekoko n. 20 µm). Lieite pumpataan varastosäiliöön, josta se syötetään prosessiin neutralointiaineena. Poltetu kalkki siirretään varastosta kuljettimilla jauhatuksen kautta sammuttiin, jossa kalsiumoksidi reagoi veden kanssa muodostaen kalsiumhydroksidia (kalkkimaito). Kalkkimaito pumpataan varastosäiliöön, josta se annostellaan neutralointiaineena loppuneutralointiprosessiin. Kalkkimaitoa voidaan valmistaa myös sammutetusta kalkista (Ca(OH)_2).

Häiriötilanteissa kalkkikiven korvaavana materiaalina käytetään hyvin hienojakoista kalsiumkarbonaattia (ns. liitu), joka tuodaan tehdasalueelle autokuljetuksena ja varastoidaan pieniä määriä kalkkikivivaraston yhteydessä. Liitu siirretään varastosta kuljettimella liettolaitteistoon. Liettolaitteistossa valmistetaan lietuliete, joka pumpataan kalkkivilietteen kanssa yhteiseen varastosäiliöön. Varastosäiliöstä liete annostellaan neutralointiaineena prosessiin.

3.2.10 Ylijäämävedet

Terrafame Oy on hakenut ympäristölupaa kaivoksella syntyvien ja alueella varastoitujen, käsittelyä vaativien vesien keskitetylle käsittelylle uudella kaivosalueelle rakennettavalla keskuspuhdistamolla. Puhdistamo otetaan käyttöön loppuvuodesta 2016.

Keskuspuhdistamolla korvataan nykyiset, eri puolilla kaivosaluetta sijaitsevat vesienkäsittely-yksiköt sekä keskittää sakkojen käsittely kipsisakka-altaille. Keskuspuhdistamon käyttöönoton jälkeen voidaan vesienkäsittelyssä syntyvien sakkojen sijoittaminen lopettaa eripuolilla kaivosta sijaitseviin väliaikaisiin varastoihin, mikä on edellytys sille, että välivarastoissa olevia sakkoja päästään loppusijoittamaan.

Keskitetty puhdistamo helpottaa puhdistamon käyttöön liittyvää logistiikkaa (kalkkimaito (Ca(OH)_2), lietteenkäsittely), mahdollistaa prosessin entistä hallitumman operoinnin ja tuo myös käyttöön liittyviä kustannussäästöjä sekä parantaa työturvallisuutta. Vesienkäsittelyn käyttövarmuus paranee näin merkittävästi nykyisestä. Keskuspuhdistamon toiminta tulee perustumaan nykyiseen kalkkineutralointitekniikkaan, joka on todettu tehokkaaksi menetelmäksi kaivosvesien puhdistamisessa.

Kaivoksen vesitasetta ja ylijäämävesien johtamista tarkastellaan meneillään olevassa vesienhallinnan YVA-menettelyssä.

3.2.11 Energia

Energian käyttö

Kaivos käyttää toiminnassaan merkittävän määrän sähköenergiaa ja polttoaineita. Pääasialliset energian käyttökohteet ovat sähköenergian osalta malmin- ja sivukivenkäsittely, metallien talteenottolaitos sekä biokasaliuotuksen ilmastus ja pumppaukset ja vesienhallinnan pumppaukset. Malmin ja sivukivenkäsittelyn energiankulutus lisääntyy louhintamäärän suhteessa. Tuotannon vakiinnuttua täyteen mittaansa metallien talteenoton, kemikaalien valmistuksen ja biokasaliuotuksen pumppauksen sähköenergian kulutus ei vaihtele olennaisesti. Vesienhallinnan energiankulutus tulee jossain määrin vaihtelevaan hydrologisten olosuhteiden mukaan. Lisäksi sähköä käytetään valaistukseen. Sähkön vuosikulutus oli vuonna 2015 n. 226 GWh.

Uraanin talteenottolaitoksen prosessilaitteiden ja rakennuksen ilmastoinnin sekä valaistuksen sähkönkulutusarvio on noin 16 MWh/v. Energiaa kuluu lähinnä liuosten pumppaamiseen ja sekoittamiseen.

Raskasta polttoöljyä kaivoksella käytetään rakennusten lämmitykseen sekä prosessihöyryn tuotantoon. Raskaan polttoöljyn käytölle etsitään uusia ja energiatehokkaita vaihtoehtoja. Tuotannon vakiinnuttua täyteen mittaansa polttoaineen kulutus ei vaihtele olennaisesti. Moottoripolttoöljyä käytetään työkoneiden polttoaineena ja sen kulutus on verrannollinen louhintamääriin. Käytettävän polttoaineen määrä kasvaa bioliuotuskasojen rakentamisen aikana, koska silloin tehdään laajoja maansiirtotöitä. Louhittavan kiviaineksen malmi-sivukivi-suhde vaikuttaa vuosittaiseen kokonaislouhintamäärään, jolloin sillä on vaikutus myös työkoneiden polttoaineen kulutukseen. Lisäksi kevyttä polttoöljyä käytetään kaivosvarikon lämmitykseen. Edellä mainittujen lisäksi vedyn ja edelleen rikkivedyn valmistusprosessin lämmitykseen käytetään propaania.

Energian tuotanto

Sähköenergia ostetaan alueen ulkopuolelta, jota varten on rakennettu 110 kV sähkölinja. Sähkölinja on liitetty suoraan Fingrid Oy:n Vuolijoen muuntoasemaan, jolloin linjapituus on noin 42 km (Vuolijoki-Talvivaara). Muuntoasema on sijoitettu tehdasalueelle, josta johdetaan alueen sisäiset sähkölinjat louhoksille, kuljettimille, murskaukseen ja pumppaamolle. Alueen sisäisten sähkölinjojen pituus on noin 19 km.

Polttoaineena ostettava energia koostuu kevyestä ja raskaasta polttoöljystä sekä propaanista. Kevyt polttoöljy käytetään työkoneiden polttoaineena sekä kaivosvarikon lämmitykseen ja sen varastointi keskittyy kaivostyövarikolle. Vedyn ja edelleen rikkivedyn valmistusprosessin lämmityksessä käytetään propaania.

Höyryn tuotantoa ja rakennusten lämmitystä varten talteenottolaitoksen yhteyteen on rakennettu lämpölaitos. Lämpölaitos koostuu 10 MW:n höyrykattilasta ja 10 MW:n kuumavesikattilasta. Molemmat kattilat käyttävät polttoaineenaan raskasta polttoöljyä (tilanne 2016) ja niiden savukaasut johdetaan 50 m korkean savupiipun sisällä olevissa erillisissä sisäpiipuissa ulkoilmaan. Kuumavesikattilalla tuotetaan lämmintä vettä alueen rakennusten lämmittämiseen. Höyrykattilalla tuotetaan höyryä rikin sulatukseen sekä rakennusten lämmittämiseen höyrylämmönvaihtimen kautta Höyrykattilan (10 MW) yhteyteen on sijoitettu ns. höyrykontti, jonka kattilan polttoaineteho on 5,5 MW. Raskasta polttoöljyä käyttävä höyrykontti on suunniteltu vara- ja huipputehokapasiteetiksi.

Raskaan polttoöljyn kulutus kattiloissa on vuosina 2013-2015 ollut 3000 – 3 300 t/v.

Kaivosvarikon alueelle on rakennettu kevyttä polttoöljyä käyttävä 2 MW:n kuumavesikattila, jonka tuottamalla energialla lämmitetään louhosalueen rakennuksia. Kattila kuluttaa polttoöljyä noin 250 tonnia vuodessa.

3.2.12 Toiminnassa käytettävät kemikaalit ja polttoaineet sekä niiden varastointi

Terrafamen kaivoksella käytettävät kemikaalit ovat tavanomaisia, kaivos- ja teollisuusprosesseissa yleisesti käytettyjä kemikaaleja, joiden ominaisuudet ja käyttäytyminen tunnetaan hyvin. Suurin osa kaivoksella käytettävistä kemikaaleista varastoidaan kaivoksen tehdasalueelle perustetulla kemikaalisäiliöalueella. Kemikaalien kuljetukset, varastointi ja käsittely on järjestetty ympäristö- ja kemikaaliturvallisuussäädösten ja -määräysten mukaisesti. Kemikaalien käsittelyn turvallisuutta valvoo Turvallisuus ja kemikaalivirasto (TUKES). Raaka-aineiden ja kemikaalien kuljetusmuoto kaivokselle määräytyy kuljetettavan määrän ja saatavilla olevan kustannustehokkaimman kaluston perusteella. Kemikaalit kuljetetaan pääosin junakuljetuksina.

Kaivoksella käytettävät raaka-aineet ja kemikaalit varastoidaan lainsäädännön, viranomaisohjeiden sekä standardien vaatimusten mukaisesti. Säiliöille sekä niihin liittyville laitteille tehdään säännöllisesti kuntotarkastukset. Teknisillä toimenpiteillä ja laitteiston tarkkailulla sekä kunnossapidolla varmistetaan, ettei kemikaalien käytöstä ja varastoinnista aiheudu vaaraa ihmisille tai ympäröivälle luonnolle.

Tiedot kemikaaleista ja käyttömäärästä on esitetty taulukossa (Taulukko 3-2). Taulukossa ei ole esitetty uraanin tuotantoon liittyviä kemikaaleja.

Ympäristölupaun verrattuna kemikaalien käyttömäärät ovat tarkentuneet ja osa luvassa mainituista kemikaaleista on jäänyt pois. Merkittävimmät muutokset kemikaaleissa on lipeän käytön lisääntyminen lipeäpesurien myötä, sekä vetyperoksidin käyttö uutena kemikaalina rikkivedyn hapetukseen. Lisäksi kalkkikiven ohella saostuksen pH:n säätöön eri kohteissa on käytetty poltettua ja sammutettua kalkkia. Ympäristöluvasta poiketen poltettua kalkkia ei ole tuotettu kaivosalueella. Tuotu poltettu kalkki on jauhettu sekä osaksi sammutettu kaivosalueella.

Taulukko 3-2. Kemikaalit ja niiden käyttömäärät sekä käyttötarkoitus ja kuljetusmuoto

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
Propani/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

Natriumhydroksidia (NaOH) eli lipeää käytetään saostuksen pH:n säätöön sekä rikkivedyn imeytysreagenssina. Se ostetaan 48 p-%:n liuoksena ja varastoidaan varoallastetussa 5000 m³:n suursäiliössä. Lipeä tuodaan kavokselle junakuljetuksena.

Alkuperäisessä suunnitelmassa metallien talteenottolaitoksen toiminnassa esineutraloinnin hönkäpesurien toimintaan ei kuulunut NaOH, vaan vesipesu kiintoaineen poistamiseksi. Toiminnan alkaessa havaittiin tarve puhdistaa esineutraloinnin hönkäkaasut lipeällä rikkivedyn vuoksi. Pesurit muutettiin lipeäpesureiksi 2010. Tästä johtuen lipeän määrä on kasvanut ympäristöluvassa esitetystä. Metallin talteenottolaitoksella on tehty muutoksia, joilla lipeästä peräisin olevan natriumin määrää loppuneutralointivesissä on saatu laskettua.

Rikkihappoa käytetään kaivoksella PLS-liuoksen pH:n säätöön. Rikkihappo tuodaan kaivokselle rautatiekuljetuksena. Rikkihappo varastoidaan varoallastetuissa suursäiliöissä (2x5000 m³ ja 150 m³).

Kalkkikivi, poltettu kalkki ja sammutettu kalkki. Kalkkikiveä (CaCO₃) ja poltettua kalkkia (CaO) käytetään kaivoksella saostuksen pH:n säätöön ja vesienkäsittelyyn jälkikäsittelyalueilla. Kalkkikiveä käytetään esineutralointiin (alumiinin poisto), raudan saostukseen ja liuoksen loppuneutralointiin. Käytettävän kalkkikiven pitää olla reaktiivista. Kalkkikivi jauhetaan raekokoon <30 µm kaivoksella. Loppusaostuksessa pH on nostettava arvoon 10, joka tehdään poltetulla kalkilla (CaO). Poltettu kalkki käytetään sammutettuna. Kun poltettuun kalkkiin lisätään vettä, kalsiumoksidi reagoi veden kanssa ja muuttuu kalsiumhydroksidiksi (Ca(OH)²) eli sammutetuksi kalkiksi. Sammutettu kalkki annostellaan vesilietteenä käyttökohteeseen. Kalkkikivi ja poltettu palakalkki tuodaan kaivokselle rautatiekuljetuksena ja ne varastoidaan katetuissa sisävarastoissa (35 000 m³ ja 5 200 m³). Hieno poltettu kalkki tuodaan tällä hetkellä autokuljetuksina ja sen käytössä on 350 m³ varastosilokapasiteettia.

Flokkulantit. Syntyneet sakat (tuotteet, jätesakat) sakeutetaan ennen suodatuksia. Tähän käytetään flokkulantteja. Flokkulantit toimitetaan kaivokselle maantiekuljetuksena kiinteänä säkkitavarana ja sen varastointimäärä on 21 tonnia.

Polyalumiinikloridia käytetään vesilaitoksen flokkulointiaineena. PAX-18 varastoidaan 20 m³:n varoallastetussa säiliössä ja tuodaan kaivokselle maantiekuljetuksena.

Tyypeä käytetään inertointikaasuna. Typpi varastoidaan kolmessa AGA:n leasing säiliöissä, joiden tilavuus on 50 m³. Typpi tuodaan kaivokselle maantiekuljetuksena.

Rikkivety käytetään metallisulfidien saostuksessa. Rikkivetykaasu valmistetaan kaivoksella käyttäen raaka-aineina sularikkiä ja vetykaasua. Myös vetykaasu valmistetaan paikan päällä **propanista**. Vety varastoidaan 50 m³:n ja rikkivety 10 m³:n syöttösäiliössä. Propani varastoidaan kahdessa 300 m³:n maapeitteisessä säiliössä. **Rikki** tuodaan paikan päälle autolla tai junalla. Propani tuodaan kaivokselle junalla.

Happi. Saostuskemikaalina voidaan käyttää myös happea. Happi valmistetaan kaivoksen omalla happilaitoksella.

Vetyperoksidia käytetään metallien talteenottolaitoksella rikkivedyn hapetukseen prosessiliuoksesta. Vetyperoksidi tuodaan kaivokselle maantiekuljetuksena ja varastoidaan varoallastetulla säiliöalueella kahdessa 175 m³:n säiliöissä. Varastosäiliöistä vetyperoksidi johdetaan kahteen 3,3 m³:n päivä säiliöön, joista se annostellaan sakeuttimien ylitteisiin.

Edellä olevassa taulukossa (Taulukko 3-2) mainittujen kemikaalien lisäksi energiantuotantolaitoksen syöttöveden käsittelyssä käytetään Elimin Ox tai vastaavaa **hapensidontakemikaalia**. Hapensidontakemikaalin kulutus on nykyisellä laitoksella käyttöajoista riippuen keskimäärin noin 100–200 kg/vrk eli noin 55 t/a.

Edellä mainittujen lisäksi uraanin talteenottolaitoksella on suunniteltu käytettävän jo käytetyistä kemikaaleista rikkihappoa, vetyperoksidia ja natriumhydroksidia. Lisäksi käytetään orgaanista uuttoliuotinta (n. 380 t/v), uuttoreagenssia (n. 35 t/v), modifiointiainetta (n. 15 t/v), natriumkarbonaattia (n. 26 000 t/v) ja flokkulanttia. Lisäksi uuttolaitteiden kaasutiloissa käytetään tyypikaasua. Laitoksen jäähdytys järjestetään suljetussa jäähdytysvesikierrossa. Jäähdytysveden käsittelyssä kaivoksen olemassa olevalla vesilaitoksella käytetään mikrobiston kasvua ehkäiseviä vedenkäsittelykemikaaleja.

3.2.12.1 Räjähdysaineet

Malmin ja sivukiven louhinnassa käytettävien räjähdysaineiden räjähdetekemikaalit ovat emulsioita (Riomex 70007000). Räjähdysaine valmistetaan kaivoksella sekoittamalla räjähdysaineen ainesosat keskenään. Räjähdysaineet tuodaan kaivokselle autokuljetuksilla. Räjähteiden raaka-aineet varastoidaan erikseen kaivospiirin alueella tarkoitukseen soveltuvalla alueella. Taulukossa (Taulukko 3-3) on esitetty räjähdysaineiden valmistukseen tarvittavien kemikaalien käyttömäärät luvan mukaisella louhinnalla (15 Mt/v). Ympäristöluvassa räjähdysaineiden vuosikulutukseksi on arvioitu 12 000 tonnia vuodessa.

Taulukko 3-3. Räjähdysaineiden valmistukseen tarvittavien kemikaalien käyttömäärät luvan mukaisella tuotannolla (VE0).

Kemikaalit	Käyttömäärä (t/a)
Ammoniumnitraattiliuos NH ₄ NO ₃	11 500
Natriumnitriittiliuos NaNO ₂	2
Kiinteä ammoniumnitraatti (AN-PP)	500

Käyttöturvallisuustiedotteen mukaan räjähdysaine-emulsion vaaralliset ainesosat ovat ammoniumnitraattiliuos, NH₄NO₃, (varoituserkit O ja Xi, hapettava ja ärsyttävä) sekä muurahaishappo (varoituserkki C, syövyttävä). Emulsioon sekoitetaan kiinteä ammoniumnitraatti, AN-PP, (varoituserkki O, hapettava) ja natriumnitriittiliuos, NaNO₂ (varoituserkki R8, aiheuttaa tulipalon vaaran palavien aineiden kanssa; R25, myrky-

listä nieltynä; R50, erittäin myrkyllinen vesiliöille). Emulsio on niukkaliukoinen eikä se ole ekotoksinen. Räjähdysaineista tulevat jäämät ovat samantyyppisiä yhdisteitä kuin lannoitteissa käytettävät typen yhdisteet eivätkä ole ihmiselle tai eläimille vaarallisia.

3.2.12.2 Poltto- ja voiteluaineet sekä niiden varastointi ja jakelu

Kaivoksella käytetään porauksessa, lastauksessa ja kuljetuksessa dieselmoottorilla varustettuja koneita. Polttoaineen kulutus on keskimäärin noin 10 000–15 000 t vuodessa. Vuosittainen määrä vaihtelee kokonaislouhintamäärän mukaisesti ja on siten ollut pienempi kaivoksen toiminnan viime vuosina, kun malmintuotanto on ollut keskeytettyinä.

Kaivosalueella on kaksi kaivoksen sisäisessä käytössä olevaa polttonesteen jakelupistettä. Tehdasalueen jakeluasema on normaali kylmäasema, joka palvelee dieselkäyttöisiä ajoneuvoja sekä tehtaan alueella työskenteleviä urakoitsijoita. Jakeluasemalla on säiliöt diesel- ja moottoripolttoöljyille. Jakelupisteellä on kaksi jakelumittaria, joissa on normaalit pumput ja pistoolikahvat. Kaivosvarikon jakeluasemaa käyttävät sekä kaivoksen että kaivosurakoitsijoiden koneet. Jakelussa on ainoastaan verotonta moottoripolttoöljyä.

Lisäksi kaivoksella on oma säiliöauto, joka hoitaa louhosalueella olevien telakoneiden (poravaunut, kaivinkoneet, puskutraktorit) polttoainehuollon.

Lämmöntuotannossa kuluvat polttoaineet on esitetty edellä kohdassa 3.2.11 Energian tuotanto.

Lisäksi kaivososastolla käytetään muita kemikaaleja kuten voitelurasvoja, vaihteistoöljyjä, moottoriöljyjä, hydraulioöljyjä ja pesuaineita. Ajoneuvojen huolloissa käytettävä glykoli varastoidaan varikon alueella sijaitsevassa säiliössä. Voiteluaineet varastoidaan myyntipakkauksissaan varikolla.

3.2.13 Jätteet

Terrafamen kaivoksen toiminnassa syntyy suuria määriä erilaisia jätejakeita. Suurimmat jakeet ovat sivukivi, liuotuksen jälkeen jäljelle jäävä malmimurske sekä metallien talteenottolaitoksen esineutralointi- ja loppusakat. Osa jakeista hyödynnetään kaivosalueen maarakenteissa, osa on varastoitu pysyvästi sijoitusalueilleen, ja osa hyödynnetään myöhemmässä vaiheessa jälkihoidossa.

Kaivannaisjätteet luokitellaan valtioneuvoston antaman asetuksen (Vna 190/2013) mukaisesti. Luokitteluun vaikuttavat jätteen rikkipitoisuus, neutraloimispotentiaalisuhde (jätteen neutralointikapasiteetin ja hapontuoton suhde) sekä jätteen sisältämien haitallisten aineiden kokonais- ja liukoiset pitoisuudet. Myös jätteen itsesyttymisvaara ja palaminen sekä louhinnassa ja rikastuksessa käytetyt kemikaalit sekä jätteen pitkäaikainen fyysikaalinen, kemiallinen ja biologinen muuttuvuus vaikuttavat jätteen luokitteluun. Kaivannaisjätteet luokitellaan edellä mainittujen ominaisuuksiensa perusteella pysyväksi jätteeksi, tavanomaiseksi jätteeksi tai ongelmajätteeksi.

Toiminnassa muodostuvat pääjätejakeet ovat valtioneuvoston asetuksen (179/2012) jätteistä liitteen 4 nimikkeiden mukaisesti esitetty taulukossa (Taulukko 3-4).

Taulukko 3-4. Terraframen kaivoksen nykyisen luvan mukaisessa toiminnassa muodostuvat merkittävimmät jätejakeet.

Jätelaji ja syntypaikka	Kuiva-aine, %	Määrä/v, miljoonaa t*	Hyötykäyttökohde/
Louhinta ja kiviaineksen käsittely			
Mustaliuskesivukivi	-	15-45 M t	Bioliuotusalueiden pohjarakenteet, sivukivialueet
Puhdas sivukivi- tarvekivi	-	1 – 3 M t	Tiet ja muut rakenteet
Loppuun liuotettu malmi	-	15-20 M t	Sekundäärikasa
-liuotusjäännös	-		
Pintamaat	-	0,5 – 3 M m3	Läjitysalueet, maisemointi
Metallien talteenotto, sakkujen maksimimäärä			
Esineutralointisakka	30	0,3	Sekundäärikasan pohjarakenne, sekoitus sivukiveen, sekundääriliuotuksen tuotantokerros
Rautasakka	25	3	Kipsisakka-allas
Loppuneutralointisakka	25	2	Kipsisakka-allas

* Määrät nykyisen luvan mukaisessa maksimikapasiteetissa toimittaessa. Sivukiven vuosimäärät riippuvat louhinnan malmisivukivisuhteesta ja määrät vaihtelevat eri vuosina. Metallien talteenotossa syntyvissä sivutuotteissa taulukon tonnimäärät ovat kostealle sakalle.

Sivu- ja tarvekivi

Kaivostoiminnan aikana syntyvistä kaivannaisjätteistä **sivukiveä** muodostuu määrällisesti selvästi eniten. Ympäristöluvan mukaisen suunnitelman mukaan sivukiveä muodostuu vuosittain noin 30–40 Mt. Nykyisellään sivukiveä muodostuu noin 15-20 Mt/vuodessa.

Kuusilammen esiintymässä sivukivilajit ovat mustaliuske, metakarbonaattikivi, kiilleliuske ja kvartsiitti. Esiintymän kanssa välittömässä kontaktissa oleva sivukivi on pääasiallisesti mustaliusketta. Malmin ja mustaliuske-sivukiven raja onkin lähinnä taloudellisesti määriteltä ja perustuu nikkeliipitoisuuteen.

Sivukivi sisältää hiilen ja rikin lisäksi mm. seuraavia metalleja: arseeni, kadmium, koboltti, kromi, kupari, rauta, mangaani, nikkeli, lyijy, antimoni, sinkki ja uraani. Eniten sivukivessä on rautaa, mangaania ja sinkkiä. Liukoisuuskokeiden perusteella sivukivestä ja malmista yleisimmin liukenevat metallit ovat nikkeli ja sinkki. Kaikki mustaliusketta olevat sivukivet ja metakarbonaattikivi sekä osa kiilleliusketta ja kvartsiittia olevasta sivukivestä on määritetty mahdollisesti happamia suotovesiä muodostaviksi. Käytännössä sivukivi, jossa nikkeliipitoisuus on yli 200 milligrammaa kilossa, sijoitetaan kalvotuille alueille, joista suotovedet kerätään talteen. Puhtaaksi sivukiveksi luokitellaan esimerkiksi alueella esiintyvä kiilleliuske.

Tällä hetkellä Terraframen kaivoksella louhittava sivukivi sijoitetaan sekundäärilohkojen tuotantokentän pohjarakenteeseen. Alueelle läjitetään sivukiveä arviolta 16 Mt. Sivukiven läjitys varsinaisille sivukiven läjitysalueille aloitetaan aikaisintaan vuonna 2017.

Sivukivi, jota ei voida hyödyntää 2. vaiheen liuotuskasojen pohjarakenteissa, läjitetään kahdelle varsinaiselle läjitysalueelle. Kaksi läjitysaluetta (KL1 ja KL2) sijoitetaan Kuusilammen louhoksen itä- ja lounaispuolille. Läjitysalueelle KL1 tullaan läjittämään alustavan arvion mukaan 230 Mt sivukiveä, jolloin KL1 pinta-alaksi tulee arviolta 380 ha, läjitysalueelle KL2 170 Mt, jolloin pinta-ala on noin 210 ha. Läjitysalueiden yhteenlaskettu pinta-ala tulee olemaan arviolta 590 ha. Ensin otetaan käyttöön läjitysalue KL2 ja vasta myöhemmässä vaiheessa KL1. Suunnitelmien mukaan KL2 otetaan käyttöön syksyl-

lä 2017 ja alustavan arvion mukaan KL2 tulee täyteen vuonna 2025. Sivukivialueilta kerättävät suotovedet hyödynnetään kaivoksen raakavetenä.

Mikäli avolouhoksesta louhittavaa sivukiveä voidaan hyödyntää maarakentamisessa, puhutaan **tarvekivistä**. Tarvekiviaines ei omaa haponmuodostuspotentiaalia eikä materiaali sisällä ympäristön kannalta merkittävässä määrin haitallisia metalleja. Lisäksi kiviaines soveltuu muidenkin ominaisuuksiensa puolesta rakentamisessa hyödynnettäväksi.

Esineutralointisakka

Talteenottolaitoksella sinkin saostuksen jälkeisessä esineutraloinnissa muodostuu **esineutralointisakka** (ensimmäisessä lupapäätöksessä välineutralointisakka), joka on pääosin kalsiumsulfaattia (kipsiä). Esineutraloinnissa neutraloidaan kalkkikivellä liuoksesta happoa, jota on muodostunut kuparin ja sinkin sulfidisaostuksessa. Samalla saostuu valtaosa alumiinista, mutta liuoksessa vielä tässä vaiheessa oleva rauta pysyy liuenneena.

Esineutraloinnin sakkaa muodostuu metallitehtaan kapasiteetin mukaisella enimmäistuotannolla noin 800 000 t/v (kuivana). Syntyvän sakan määrä riippuu prosessin ajosta. Sakkaa on muodostunut vuosina 2010–2015 vaihdellen n. 82 000–120 000 t/v. Sakan koostumusta ja siinä olevien metallien liukoisuutta seurataan kolmannesvuosittain analysoitavien näytteiden avulla.

Vuoden 2015 tarkkailutulosten perusteella (Ramboll Finland Oy 2016) esineutralointisakassa kuparin, sinkin, nikkelin ja kadmiumin pitoisuudet ovat koholla. Pitoisuuksissa on ollut myös suurta vaihtelua kuten aikaisempinakin vuosina. Vaarallisen jätteen raja-arvot ylittyivät sinkin ja osin myös kuparin ja kadmiumin osalta. Hehkutushäviö ja TOC olivat alhaiset. Esineutralointisakan pH oli alhainen ja sen haponneutralointikapasiteetti (ANC) olikin edellisvuosien tapaan alhainen.

Vuonna 2015 kadmiumin liukoisuudet olivat alhaisempia kuin vuonna 2014, tammi-huhtikuun näytteessä liukoisuus ylitti tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ja toukokuussa pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Vuonna 2014 kadmiumin liukoisuudet ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Koboltin liukoisuus oli edellisvuosien tasolla. Nikkelin liukoisuus ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin edellisvuosien tapaan. Sinkin liukoisuudet vaihtelivat, molemmissa näytteissä liukoisuus kuitenkin ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Sulfaatin, DOC:n ja TDS:n liukoisuudet olivat edellisvuosien tasolla. Sulfaatin osalta ylittyi osin vaarallisen jätteen kaatopaikan viitearvo.

Suodatuksen jälkeen esineutralointisakka ajetaan loppusijoitukseen 2. vaiheen liuotusalueelle sivukivitäyttöön. Tavoitteena on hyötykäyttää esineutralointisakka ja sen sisältämät metallit mahdollisimman hyvin hakemalla lupaa sijoittaa esineutralointisakkaa jatkossa tuotantokenttään 2.vaiheen liuotusalueelle.

Uraanin talteenottolaitoksen käydessä suuri osa sinkkisakeuttimen ylitteessä olevasta kiinteästä sinkkisulfidista kerääntyy uraanin talteenottolaitoksen PLS-altaaseen (syöttöallas), E1 ja E2 -settlereihin (tasausaltaisiin) sekä uraanin talteenottolaitoksen raffinaattialtaaseen (paluuliuosaltaaseen). On hyvin vaikea arvioida tarkasti, kuinka suuri osa kiintoaineesta tulee laskeutumaan uraanin talteenottolaitoksen altaisiin. Viipymäaika altaissa on kuitenkin huomattavasti suurempi kuin sinkkisakeuttimissa.

Tehdyn laskennallisen selvityksen perusteella kiintoainemuodossa oleva sinkki tulee poistumaan uraanilaitoksen prosessissa pääosin PLS-altaissa, joista sakka tullaan poistamaan ajoittain ja palauttamaan takaisin prosessiin. Sakan palauttaminen takaisin sinkin saostukseen tai liuotukseen varmistaa sen, että sakan sisältämä sinkki saadaan hyödynnettyä. Liukoisessa muodossa kulkeutuva sinkki saadaan poistettua uraanilai-

toksen prosessissa ja palautettua takaisin prosessiin. Esineutralointisakkaan päätyvä sinkkimäärä tulee näin ollen vähentymään oleellisesti uraanilaitoksen käyttöönoton jälkeen.

Raudansaostuksen ja loppuneutraloinnin sakat

Metallien talteenoton jälkeen raffinaatti johdetaan alumiiniin ja raudan poistoon (RaSa). **Raudan saostuksessa** käytetään kalkkikiveä. Kiintoaine erotetaan liuoksesta sakeuttimissa, minkä jälkeen sakka pumpataan kipsisakka-altaalle, jonne se jää pysyvästi. Raudan saostuksessa muodostuneen sakan määrä on vuosina 2010–2015 vaihdellut välillä 186 000–550 000 t/v.

Vuonna 2015 alkuaineiden kokonaispitoisuudet olivat rautasakassa lähes samalla tasolla kuin edellisvuosina (Ramboll Finland Oy 2016). Raskasmetalleista lähinnä nikkeli oli raudan ja mangaanin ohella koholla. Nikkelin pitoisuudet olivat vuonna 2015 välillä 210–1000 mg/kg. Esimerkiksi ns. pima-asetuksen (214/2007) mukainen ylempi ohjearvo nikkelille on 150 mg/kg. Vaarallisen jätteen viitearvo 1000 mg/kg ylittyi yhdessä näytteessä.

Raudan saostuksen sakassa ovat liukoisuuskokeiden perusteella koholla lähinnä sulfaattipitoisuudet ja liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS). Metallien liukoisuudet olivat pääosin pieniä, lukun ottamatta nikkelin ajoittain kohonneita pitoisuuksia. Raudan saostuksen sakat sijoitetaan kipsisakka-altaalle yhdessä loppuneutraloinnin sakkojen kanssa.

Raudansaostuksessa syntyvän sakan laatu tulee muuttumaan keskitetyn vedenpuhdistamon käyttöönoton jälkeen, kun se tullaan johtamaan ensin keskusvedenpuhdistamolle ja vasta sen jälkeen kipsisakka-altaalle.

Loppuneutraloinnissa raffinaattiin jääneet metallit saostetaan hydroksideina. Loppusaostuksessa pH nostetaan saostumisen kannalta riittävän korkealle käyttäen $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -lietettä. Kiintoaine erotetaan liuoksesta sakeuttimissa, minkä jälkeen se pumpataan kipsisakka-altaalle, jonne se jää pysyvästi. Loppuneutraloinnissa vuosittain muodostuvan sakan määrä on vuosina 2010–2015 ollut n. 88 000–276 000 t/v.

Raudansaostuksen ja loppuneutraloinnin sakkojen yhteismäärä on noin 700 000 tonnia vuodessa (kuivana).

Vuonna 2015 loppuneutralointisakassa tutkittujen alkuaineiden kokonaispitoisuudet olivat pääosin samalla tasolla kuin vuosina 2010–2014. Kohonneita pitoisuuksia havaittiin lähinnä raudan, mangaanin ja nikkelin osalta. Nikkelin pitoisuudet vaihtelivat v. 2015 välillä 630–2000 mg/kg. Nikkelin, mangaanin, kalsiumin ja rikin pitoisuudet olivat toukokuun ja sinkin sekä uraanin pitoisuudet kesä-heinäkuun näytteissä koholla verrattuna muihin näytteisiin ja aiempien vuosien tuloksiin. Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) oli edellisvuosien tapaan alhainen ja hehkutushäviö oli samalla tasolla kuin edellisvuosina. pH oli vuoden 2014 tasolla.

Loppuneutralointisakassa nikkelin liukoisuus oli alhainen edellisvuosien tapaan, myös muiden metallien liukoisuudet olivat alhaisia. Sulfaatin liukoisuudet olivat samalla tasolla kuin vuonna 2014. Liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet olivat samalla tasolla kuin vuonna 2014. Liuenneiden aineiden kokonaismäärät (TDS) olivat samalla tasolla kuin vuosina 2012–2014. Vain sulfaatin liukoisuudet ylittivät tavanomaisen jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuuskriteerin.

Loppuneutraloinnin sakassa vain sulfaatin osalta havaittu hieman koholla olevia liukoisuuksia (tavanomaisen jätteen kaatopaikan viitearvo ylittyy). Kipsisakka-altaalle sijoitettavilla jätejakeilla ei ole selvitysten perusteella jäteasetuksen tarkoittamia vaaraomina-

suuksia. Kipsisakka-altaalle sijoitettava talteenottolaitoksen loppusakka on luokiteltu jätteen ominaisuuksien määrittelyn perustella tavanomaiseksi jätteeksi.

Alkuvuodesta 2014 valmistuneen selvityksen mukaan kipsisakka on emäksisissä olosuhteissa niukkaliukoinen. Happamuuden lisääntyessä sakan liukoisuusominaisuudet muuttuvat. Myös rikkivedyn muodostumista voi suotuisissa olosuhteissa (vähähappisuus, ravinteet) etenkin pH:n laskiessa tapahtua. Mikäli kipsisakka pystytään pitämään selvästi emäksisenä, mahdollisimman vedettömänä ja orgaanisen aineksen pitoisuus vähäisenä, ei sakan arvioida muodostavan merkittävää riskiä ympäristölle. Tällöin materiaali pysyy niukkaliukoisessa muodossa. Happamuuden lisääntyminen ja vesimäärän lisääntyminen kuitenkin osaltaan kasvattavat jätealueen ympäristöriskiä.

Yhtiön pääasiallinen tavoite on hyödyntää jo rakennettu allaskapasiteetti mahdollisimman hyvin ennen uusien kipsisakka-altaiden rakentamista. Suunnitelmien mukaan toimittaessa kipsisakka-altaan täyttölavuus riittää ilman lisäkorotuksia kesään 2017 asti. Kipsisakka-altaan 2 ensimmäinen korotus valmistuu syksyllä 2017 ja toinen korotus 2020.

2. vaiheen liutusjäännös (loppuun liutettu malmi)

Toisen vaiheen liutusta jatketaan useita vuosia, jonka aikana liukenee vielä malmin sisältämää nikkeliä, sinkkiä, kuparia ja kobolttia. Toisen vaiheen liutuksen jälkeen malmi jää pysyvästi toisen vaiheen liutuskasoille. Toisen vaiheen liutus on aloitettu vuoden 2011 alussa. Malmia siirretään 2. vaiheen liutusalueelle arviolta 15...20 Mt vuodessa riippuen malmin tuotantokapasiteetista. Toisen vaiheen liutuskasa rakennetaan sähkötoimisella purkulaitteella kerroksittain 5-30 m kerrospaksuutta käyttäen.

Sekundäärikasalle on siirretty malmia vuosina 2011–2015 vuosittain n. 4,1–12,4 Mt/a poislukien vuosi 2014, jolloin primäärikasaa ei purettu siirrettäväksi sekundääriliutukseen.

Kaivoksella on muodostunut kesällä 2016 ensimmäisen kerran loppuun liutettua malmia, joten sen ominaisuuksia ei ole vielä voitu tutkia. Pilot-kokeesta saadun materiaalin rikkipitoisuus oli korkea (7,18 %), joten sen voidaan olettaa olevan happamia suotoveisiä muodostavaa.

Ympäristöluvassa loppuun liutetun malmin varastoalueet on luokiteltu ongelmajätteen kaatopaikoiksi, koska jätteiden osalta ei ole käytössä riittäviä tietoja niiden luokittelemiseksi ongelmajätteeksi tai tavanomaiseksi jätteeksi. Luokittelu ongelmajätteeksi perustuu siihen, että liutusjäännöksen voidaan olettaa sisältävän edelleen sulfidisia mineraaleja, jotka voivat edelleen muodostaa happoa ja aiheuttaa metallien liukenemista. Materiaalin käyttäytymisestä läjityksessä ei ole myöskään vielä kokemusta.

Vesienkäsittelyssä syntyvät sakat

Keskuspuhdistamon tavoitteena on käytännössä korvata nykyiset, eri puolilla kaivosaluetta sijaitsevat vesienkäsittely-yksiköt sekä keskittää sakkojen käsittely kipsisakka-altaille. Keskuspuhdistamon käyttöönoton jälkeen voidaan vesienkäsittelyssä syntyvien sakkojen eripuolilla kaivosta sijaitseviin väliaikaisiin varastoihin sijoittaminen lopettaa, mikä on edellytys sille, että välivarastoissa olevia sakkoja päästään loppusijoittamaan.

Yhtiö on 30.3.2015 jättämällänsä ympäristölupahakemuksella hakenut lupaa sijoittaa vesienkäsittelyssä syntyneet, kaivosalueella välivarastoidut sakat ns. Urkin altaaseen eteläisen vesienkäsittely-yksikön alueelle sekä ns. Maauimalan altaaseen kaivosalueen vesienkäsittely-yksikön alueelle. Lisäksi lupaa on haettu sijoittaa geotuubikentille sijoitetut sakat peitettynä nykyisille geotuubikentille.

Myös kontaminoituneiden maa-alueiden sijoittamiselle kaivosalueelle on haettu lupaa.

Muut jätteet

Kaivoksen toiminnasta syntyy lisäksi tavanomaisia yhdyskuntajätteitä ja teollisuustoi-
mintaan liittyviä jätteitä. Isompia jäte-eriä ovat bioliuotuksen primäärikasalta sekudääri-
kasalle siirrettäessä syntyvät ilmastukseen käytetyt muoviputket, kasteluletkut ja altai-
den suojarakenteisiin liittyvät muovikalvot. Vaaralliseksi jätteeksi luokiteltuja ovat huol-
totoimintaan liittyvät öljyt ja kiinteät öljyiset jätteet, loisteputket, akut ja pesuaineliuotti-
met. Jätteet toimitetaan vaarallisia jätteitä keräävän yrityksen toimesta loppusijoituk-
seen.

Erityisjätteet

Uraanin talteenottoprosessissa ei normaalitilanteessa muodostu jätteitä, vaan kaikki
prosessissa muodostuvat sivuvirrat (esimerkiksi kaasunpesureiden lietteet tai nesteet)
palautetaan takaisin tuotantoprosessiin. Poikkeustilanteessa mahdollisesti syntyvä laa-
dultaan huonompi tuote-erä voidaan joko palauttaa prosessiin uudelleen käsiteltäväksi
tai toimittaa jatkojalostusta suorittavalle asiakkaalle.

Uuttoprosessien häiriötilanteissa voi syntyä lietettä, jota kutsutaan epäpuhtaussaostu-
maksiksi eli crudiksi (jätenumero 11 02 07). Yleensä saostumassa on mukana nestemäi-
nen ja kiinteä komponentti. Nesteistä on mahdollista erottaa orgaaninen osa ja vesiliu-
os, jotka voidaan palauttaa prosessiin. Kiintoaine käsitellään turvalliseen muotoon esi-
merkiksi uuttamalla siitä uraaniyhdisteet orgaaniseen liuokseen, natriumkarbonaattiliu-
okseen tai rikkihappoon, joita käytetään normaalistikin uraanilaitoksella. Kiintoaineen
jäteluokitus sekä kaatopaikkakelpoisuus tutkitaan ennen jakeen loppusijoitusta. Mikäli
loppusijoitus kipsisakka-altaaseen ei ole mahdollista, toimitetaan crudi käsiteltäväksi ja
loppusijoitettavaksi asianmukaiset luvat omaavalle vastaanottolaitokselle. Epäpuhtaus-
saostumaa muodostuu arvion mukaan 10–50 tonnia vuodessa.

Uraanin talteenoton seurauksena muiden sakkujen ympäristökelpoisuus paranee, kos-
ka uraanin määrä sakoissa vähenee.

Varsinaisen prosessitoiminnan lisäksi uraanin talteenottolaitoksen toiminnasta syntyy
metallijätettä, sekalaista yhdyskuntajätettä, loisteputkia, voiteluöljyjätettä ja liuotinjätet-
tä. Näistä hyötykäyttöön kelpaavat jakeet kerätään erikseen. Muut jakeet toimitetaan
kohteisiin, joilla on lupa niiden käsittelyyn.

Jätehuolto järjestetään muusta kaivostoiminnasta erillisenä. Huoltojen ja korjausten yh-
teydessä syntyvät prosessilaitteijätteet säilytetään sekä käsitellään laitoksella säteilytur-
vallisuusvaatimusten mukaisesti. Kyseiset jätteet toimitetaan asianmukaisesti suoja-
tuissa kuljetuskonteissa asianmukaiset luvat omaavaan vastaanottoaikaan. Proses-
silaitteijätteiden määrä vuositasona on vähäinen.

Jätealueiden luokittelun nykytilanne

Aluehallintovirasto (AVI) ja Vaasan hallinto-oikeus ovat muuttaneet kaivosyhtiön jätte-
iden luokitusta ja jätealueiden luokittelua. Kaivosyhtiö on valittanut päätöksistä ja asia
on nyt käsiteltyssä Korkeimmassa hallinto-oikeudessa (KHO), jonka ratkaisu otetaan
mahdollisuuksien mukaan huomioon YVA-selostuksessa. Seuraavassa on esitetty jä-
tealueiden luokittelun nykytilanne.

Jätealueet luokitellaan suuronnettomuuden vaaraa aiheuttaviksi kaivannaisjätteen jäte-
alueiksi tai muiksi kaivannaisjätteen jätealueiksi. Suuronnettomuuden vaaraa aiheutta-
va jätealue luokitellaan Valtioneuvoston asetuksen 717/2009 liitteen 2 mukaisesti. Luo-
kitteluun vaikuttavat alueelle sijoitettavien ongelmajätteiden määrä, sijoittamisen lyhyt-
aikaisuus tai pysyvyys, ympäristölle tai terveydelle vaarallisten kemikaalien määrä sekä
jätealueen rakenteellisesta heikkenemisestä tai jätealueen virheellisestä toiminnasta
aiheutuva onnettomuus, jolla on merkittävää vaaraa ihmisille tai ympäristölle.

Terrafamen nykyiset sivukivialueet ja kipsisakka-allas on luokiteltu muiksi kaivannaisjätteen jätealueiksi. Myös pintamaiden varastoalueet on luokiteltu kaivannaisjätteen jätealueiksi, koska maa-ainesta varastoidaan yli kolme vuotta. Loppuun liuotetun malmin varastoalueet on luokiteltu suuronnettomuuden vaaraa aiheuttaviksi jätealueiksi sillä oletuksella, että alueelle sijoitettavan ongelmajätteen määrä on yli 50 % alueelle sijoitettavan jätteen kokonaismäärästä. Loppuun liuotetun malmin jätealueiden luokittelu voi saatujen tutkimustulosten perusteella myöhemmin muuttua.

Jätealueiden rakenteet

Kaivoksen jätealueiden rakenteet on toteutettu ja suunniteltu kaivoksen ympäristöluvan vaatimustason täyttäväksi. Sivukivialueiden pohja tasataan ja muotoillaan siten, etteivät pohja- tai pintavedet valu sivukivikasaan. Pohja tiivistetään vettä ja ilmaa läpäisemättömäksi muovikalvolla, joka suojataan rikkoutumiselta sekä ylä- että alapuolelle rakennettavilla suojakerroksilla (Kuva 3-17). Suojakerrosten materiaalina käytetään geotekstiiliä ja hiekkaa, hienoa mursketta, tai hienoksi murskattua primäärivaiheen liuotuksen läpikäynyttä malmia. Alueen reunoille tehdään pintamaista matalat reunapenkereet, joilla estetään valumavesien pääseminen sivukivialueelle. Jätetäytön tai alapuolisten rakenteiden joutuminen kosketuksiin pohjaveden kanssa estetään pohjaveden pintaa alentamalla, salaojituksella tai muilla kuivatusjärjestelyillä. Sivukivialueelle tulevat sadevedet kerätään keräysaltaisiin ja hyödynnetään kaivoksen raakavetenä. Sivukivialueet täytetään siten, että ne nousevat noin 50 metriä ympäröivää maanpintaa korkeammalle. Toiminnan päättyessä tai sivukivikasojen määrämien täytyttyä sivukivikasat maisemoidaan pintamailla.

Jätealueiden rakenteisiin on tehty ja tehdään parannuksia alueiden alkuperäisiin suunnitelmiin verrattuna mm. suunnitellulle ja parhaillaan luvitettavana olevalle sivukivialueelle KL2 on lisätty bentoniittimatto. Pohjarakenteet ylhäältä alaspäin on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 3-16). Mikäli rakenne tehdään louhepenkerein tai kallion päälle, rakennetaan bentoniittimaton alle louhepenger, murskekerros sekä suojakerros. Mikäli rakenne toteutetaan moreenin päälle, ei em. rakennekerroksia tehdä.

Rakenne louhepenkerein ja kallion päällä

Louhe 0...500, 1500 mm
 Suojakerros sivukivestä 0...200, 500 mm
 Suojakerros (ensimmäisen vaiheen liuotuskasalta seulottu malmimurske) 0...12 mm, 100 mm
 Suodatinkangas geotekstiili 400g/m² B24
 HPDE-kalvo 1,5 mm
 Bentoniittimatto
 Suojakerros KaM 0...16 mm, 100 mm
 KaM 0...65, 150 mm
 Louhepenger, irtilouhint, pienet kalliokolot oikaistaan KaM 0...200

Rakenne moreenin päällä

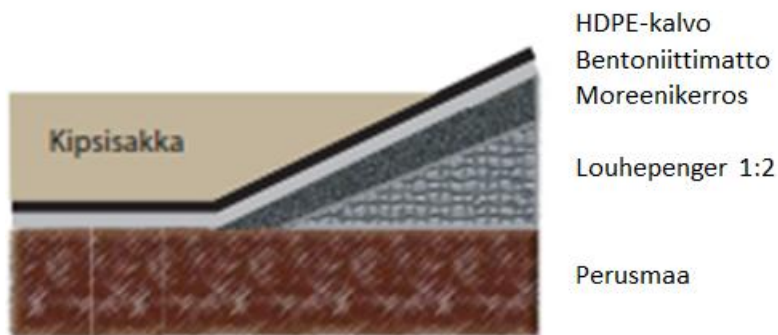
Louhe 0...500, 1500 mm
 Suojakerros sivukivestä 0...200, 500 mm
 Suojakerros (ensimmäisen vaiheen liuotuskasalta seulottu malmimurske) 0...12 mm, 100 mm
 Suodatinkangas geotekstiili 400g/m² B24
 HPDE-kalvo 1,5 mm
 Bentoniittimatto

Kuva 3-16. Sivukivialueen KL2 pohjarakenne

Myös kipsisakka-aitaiden lohkoissa 3 – 6 (Kuva 3-1) on käytetty pohjan suojakerroksessa muovikalvon lisäksi bentoniittimattoa. Kipsisakka-aitaiden reunapadot on rakennettu louheesta. Pohjarakenteen tiivistämisessä käytetty muovikalvo on ulotettu myös

reunapatojen alueelle. Altaan ympärillä on ympärysoja, jolla estetään puhtaiden vesien valuminen altaaseen. Nykyisten kipsisakka-altaiden eteläpuolelle on tehty aluevaraus kipsisakka-altaiden lohkoille 7 ja 8 (Kuva 3-1). Kyseiset altaat suunnitellaan ja rakennetaan sen mukaisiksi, mitä KHO:n tulevassa päätöksessä tullaan vaatimaan.

Kipsisakkaa on kuivattu ennen altaisiin sijoittamista geotuubeissa. Geotuubeja varten on rakennettu välivarastoksi geotubikenttä, jonka pohjarakenteessa on HDPE-kalvo, joka on asennettu 20 cm paskun suojakerroksen päälle. Suojakerros on tehty kivituhkasta.



Kuva 3-17. Kipsisakka-altaan rakenneperiaatteet (Ramboll Finland Oy 2012)

Myös sekundäärialueen lohkolle 4 ja osittain lohkolle 3 on asennettu pohjarakenteeseen alkuperäisistä suunnitelmista poiketen lisätiivistykseksi bentoniittimatto. Lisäksi sekundääriliuotusalueen pohjarakenteeseen on saatu lupa käyttää kivituhkan sijasta loppuun liuotettua malmia.

Rakennettavilta alueilta poistetut pintamaat varastoidaan maalajien mukaisesti eroteltuna pintamaiden varastoalueille (Kuva 3-18). Varastointi vastaa tavanomaista maainesten varastointia eikä siitä aiheudu vaikutuksia maaperään ja vesistöön. Pintamaiden varastointi ei edellytä suojausrakenteita. Pintamaiden varastoalueilla muodostuvat suotovedet johdetaan ympäröiviin avo-ojiin. Pintamaan varastoalueet ovat väliaikaisia, sillä pintamaita käytetään kaivoksen sulkemisivaiheessa esimerkiksi sivukivialueiden, kipsisakka-altaan ja toisen vaiheen bioliuotuskasan peittämisessä ja maisemoinneissa.

Tällä hetkellä pintamaita on läjitettynä mm. Kuusilammen louhosalueelta, 1. vaiheen liuotusalueelta, Kuusilammen 2. vaiheen liuotusalueelta sekä kipsisakka-altaan alueelta poistettuja maamassoja. Läjitettyjen maainesten määrä on tällä hetkellä arviolta 11 Mm³. Poistettavan pintamaan lopullinen määrä tarkentuu rakentamisen aikana. Jatkossa läjitettäviä maanpoistomassoja syntyy vielä suuria määriä mm. sivukiven läjitysalueilta sekä 2. vaiheen liuotusalueelta. Maat kasataan maannostyypin mukaisesti eri kasoihin.



Kuva 3-18. Pintamaiden läjitysalue (Terrafame 2016)

3.2.14 Kuljetukset

Keskeiset toimenpiteet kaivoksen liikenneyhteyksien kehittämisessä ovat olleet kaivoksen ja Murtomäen välisen 26 km:n pituisen ratayhteyden rakentaminen sekä kaivosalueelta Kajaanin suuntaan valtatielle 6 johtavien tieyhteyksien parantaminen. Maantielikenne kaivokselle toteutetaan pääosin tietä 870 pitkin.

Kaivoshankkeen raaka-aineet- ja tuotteet kuljetetaan valtaosaltaan rautateitse. Rautateitse kuljetetaan rikkihappo, kalkkikivi, poltettu kalkkikivi, propaani, rikki ja lipeä. Lisäksi rautateitse kaivosalueelta poispäin lähtevät kaikki tuotteet. Kuljetuksia tehdään ympärivuorokautisesti. Junakuljetusten määrä on nykyisin metallituotteita asiakkaalle noin 70 junavaunua (n. 5 junaa) viikossa sekä kemikaaleja kaivokselle noin 200 vaunua (12 junaa) viikossa.

Osa kemikaaleista tuodaan kaivokselle maanteitse. Tällaisia ovat flokkulantit, raskas- ja kevyt polttoöljy, vetyperoksidi, sularikki, tyyppi sekä hieno poltettu kalkki. Lisäksi kaivokselle suuntautuu muita huoltokuljetuksia, kuten jätehuolto- ja kunnossapitokuljetukset. Kaivoksen alueelle ja sieltä pois suuntautuu nykyisen luvan mukaisessa täydessä toiminnassa liikennettä noin 10 raskasta ajoneuvoa vuorokaudessa (nykyisin noin 8 raskasta ajoneuvoa vuorokaudessa). Yhtiö tavoittelee mahdollisilta osin siirtymistä junakuljetuksiin myös nykyisin autoilla kuljetettavien kemikaalien osalta.

Kaikki metallituotteiden kuljetukset suuntautuvat tällä hetkellä Kokkolaan. Maanteitse tapahtuvat kemikaalien ja apuaineiden kuljetukset Terrafamen kaivokselle hoidetaan nykyisin ympäri Suomen.

Henkilöliikenne tapahtuu suurimmalta osin työvuorojen mukaan 05.00–08.00, 13.00–16.00 ja 21.00–23.00 välisinä aikoina.

Kaivosalueen sisällä tehdään lisäksi kiviaineksen kuljetuksia. Nykyisin kuljetukseen käytettävien ajoneuvojen nettokuormat ovat 170 tonnia. Tällä hetkellä kuljetusajoneuvoja on käytössä noin 10 kappaletta. Suurimmalla nykyisen ympäristöluvan mukaisella kokonaislouhintamäärällä 45 miljoonaa tonnia vuodessa ajetaan kiviaineskuormia louhoksesta keskimäärin 30–40 kertaa tunnissa eli 3–4 kpl/ajoneuvo/h. Muu sisäinen liikenne on kaivoksen normaaliin toimintaan liittyvää liikennettä.

Uraanipuolituotteen ja uraanipitoisen raaka-aineen kuljetuksissa noudatetaan lakia vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/1994), vaarallisten aiheiden kuljetuksista annettuja ns. VAK-määräyksiä ja kuljetusmuotoikohtaisia asetuksia. Koska uraanipuolituotteessa isotoopin (U-235) osuus ei ylitä yhtä prosenttia, ei sen kuljetuksiin sovelleta ydinvastuulain mukaista lupakäytäntöä.

3.3 Kaivoksen toiminnan kehittäminen (VE1a)

Kaivostoiminta jatkuu ja toimintaa kehitetään Terrafamen suunnitelmien mukaisesti. Uraanin talteenottolaitos käynnistetään vuonna 2019 kuten vaihtoehdossa VE0. Malmin louhintamäärää kasvatetaan vuoteen 2018 tultaessa tasolle 18 M t/v sivukiven louhintamäärien ollessa tasolla 18–45 M t/v riippuen louhintatilanteesta.

Primäärivaiheen liuotusalueelle rakennetaan uudet liuotuslohkot nro:t 5 ja 6 ja sekundääriliuotusalueen 2 rakentaminen käynnistetään arviolta vuosien 2018-2020 välillä. Sekundäärialue 2 sijoitetaan lähelle alkuperäistä sijaintia.

Malmintuotannon kasvattamisesta ja primääriliuotusalueen laajentamisesta johtuen nikkelin vuosituotanto on 35 000- 37 000 t/v vuodesta 2019 alkaen.

3.3.1 Vaihtoehtoon VE1a vaikutus kaivoksen nykyisiin toimintoihin

Louhinta

Malmin louhintamäärien noustessa tasolta 15 M t/v tasolle 18 M t/v kasvaa samassa suhteessa myös vuosittainen sivukivenlouhintamäärä. Sivukiven läjitysalueet täyttyvät nopeammalla aikataululla, louhokset syvenevät nopeammin ja kaivoksen toiminta-aika lyhenee nykyisistä toteennäytetyistä ja todennäköisistä malmivaroista laskettuna VE0 mukaisesta 35 vuodesta 30 vuoteen. Vuosittaisella 15 M t/v malmin louhinnalla Kolmisoppi on suunniteltu avattavan 2029 ja mikäli Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös 36/2014/1 pysyy Kolmisopen toimintojen osalta voimassa, toiminta luvitetaan sitä ennen erikseen.

Bioliuotus

Primääriliuotusalueen laajentaminen, lohkot 5 ja 6, primäärialueelle tulevan malmin määrä on arviolta 4-15 miljoonaa tonnia. Bioliuotusalueen laajentuessa kasan ilmastamiseen käytettävien puhaltimien määrä lisääntyy, jolloin myös puhaltimien sähkönkulutus lisääntyy. Sekundääriliuotusalueita korotetaan maankäytön vähentämiseksi.

Metallien talteenotto

Tuotannon optimoinnin lisäksi sinkin suodatuskapasiteettia tullaan nostamaan tuotannon noustessa. Optimoinnilla tarkoitetaan lähinnä prosessiolosuhteiden, kuten lämpötilan, hapetus-pelkistyspotentiaalin, paineen tai pH:n muuttamista parhaiksi mahdollisiksi. Metallien talteenoton pääprosessiliuoksen virtaama kasvaa riippuen metallien pitoisuuksista liuoksessa.

Apuprosessit

Apuprosesseissa tuotettava tai käsiteltävä kemikaalimäärä kasvaa likimain samassa suhteessa tuotantokapasiteetin kanssa. Rikkivetylaitos 3 on rakennettava 37 000 nikkelitonnin vuosituotannon mahdollistamiseksi. Nykyisten muiden apuprosessien pullonkauloja poistetaan kapasiteetin kasvattamiseksi ja tarvittaessa apuprosesseihin hankitaan lisäksi joitakin lisälaitteita lisääntyneeseen tuotantotarpeeseen vastaamiseksi. Apuprosesseista aiheutuviin päästöihin ei laajennuksesta johtuen tule merkittäviä muutoksia.

Vesitase ja ylijäämävedet

Tuotannon kasvaessa bioliuotuskierrossa olevan veden määrä kasvaa. Ylijäämävesiä ei synny lisää, koska määrä, mikä uusilta alueilta tulee vettä, korvaa Kolmisopesta otettavan tuoreen veden ja siten ei vaikuta bioliuotuskierron ulkopuolella olevaan vesitaseeseen. Nykyisellään vettä otetaan Kolmisopesta n.1,3-1,5 Mm³/v, josta noin puolet on niin sanottua sulanapitovirtaama eli vesimäärä, jota talvella pumpataan putkistoa pitkin suoraan kaivosalueen ohi, jotta putkisto ei jäätyisi. Vesitasetta on käsitelty Vesienhallinta YVA:ssa.

Energia

Bioliuotuksen sähkönkulutus kasvaa samassa suhteessa bioliuotuksessa olevan malmimäärän kanssa. Metallien tuotantomäärien lisääntyminen kasvattaa myös metallien talteenoton sähköenergiankulutusta. Sähköntarve saadaan nykyisestä voimajohdosta.

Työkoneiden käyttämän polttoaineen määrä riippuu vuosittain louhittavasta kokonaismäärästä. Bioliuotuskasojen rakentamisen aikana polttoaineen kulutus kasvaa, koska rakentamiseen liittyy laajoja maansiirtotöitä.

Raaka-aineet ja kemikaalit

Nikkelin tuotantomäärän kasvattaminen noin 17 % nykyisen luvan mukaiseen määrään verrattuna kasvattaa pääkemikaalien kulutusta likimain samassa suhteessa. Kaivoksen pääkemikaalit ovat edelleen rikkihappo, kalkkikivi, poltettu kalkki, vetyperoksidi, lipeä, propaani sekä rikki.

Raaka-aineiden ja kemikaalien kulutusmäärät arvioidaan selostusvaiheessa.

Jätteet

Malmin louhinnassa muodostuvan sivukiven määrä riippuu louhittavan kiviaineksen malmisivukivisuhteesta. Loppuun liuotetun malmin vuosimäärä kasvaa vastaavasti kuin bioliuotukseen tulevan malmin määrä. Tuotantomäärän kasvaessa myös metallien talteenotossa muodostuvat jätemäärät pysyvät kuitenkin samana.

Sivukiveä aletaan läjittää kahdelle läjitysalueelle vaihtoehdon VE0 mukaan. Sekundäärrivaiheen liuotusalueen 2 rakentaminen aloitetaan jo vaihtoehdossa VE0. Sivukivialueita korotetaan maankäytön vähentämiseksi.

Metallien talteenotosta ja uudelta keskuspuhdistamolta syntyvät sakat loppusijoitetaan kipsisakka-altaisiin, joista allasta kaksi korotetaan ensimmäisen kerran vuonna 2017.

Kuljetukset

Tuotteiden tuotantomäärien sekä raaka-ainemäärien kasvaessa myös kuljetusmäärät kaivokselle ja sieltä pois kasvavat. Junaliikenteen määrän on arvioitu tuotantotasolla 37 000 nikkeliä vuodessa olevan yhteensä noin kolme meno-paluujunaa vuorokaudessa. Saapuvissa junissa tulee kemikaaleja ja lähteissä kulkee tuotesakkoja. Raskaan maantieliikenteen määrä nousee nykyisestä muutamalla autolla vuorokaudessa. Suurin osa raskaasta maantieliikenteestä aiheutuu lipeän kuljetuksista.

3.3.2 Vaihtoehdon VE1a vaikutukset toiminnan ympäristönäkökohtiin

Ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkastelu kohdistetaan Terrafamen kaivoksen toiminnan laajentamisesta aiheutuviin merkittävimpiin ympäristövaikutuksiin.

Merkittävimmät arvioitavat vaikutukset vaihtoehdossa VE1a ovat (ei sisällä vesistövaikutuksia):

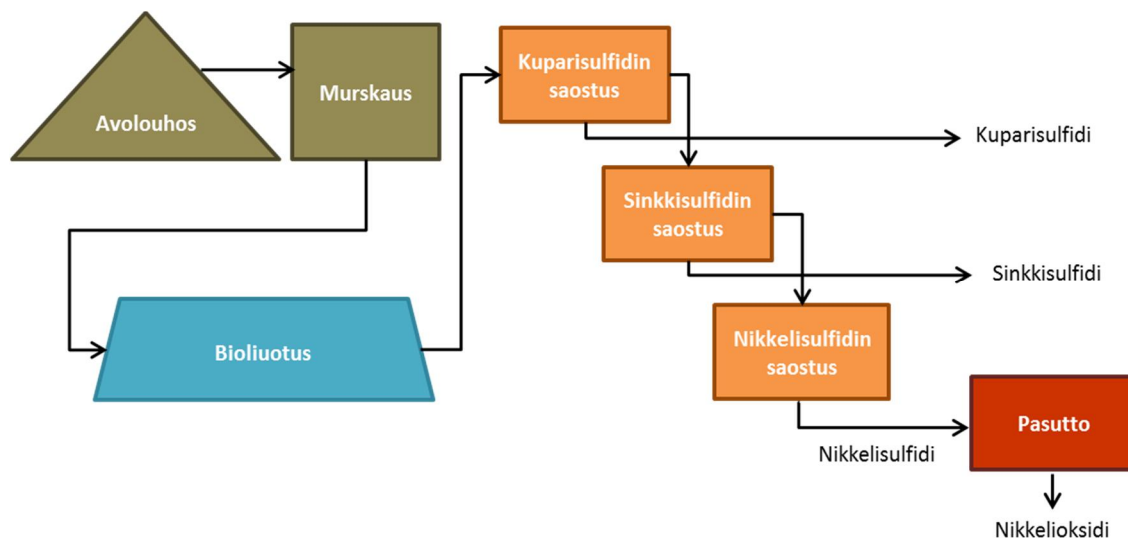
- Louhinnassa ja kiviaineksen käsittelyssä muodostuva melu ja pöly
- Metallien talteenotossa muodostuvien hönkien lisääntyminen
- Energiankulutuksen lisääntyminen
- Liikenteen lisääntyminen
- Sivukivi- ja sekundääriluotusalueiden korotusten maankäyttö-, melu- ja maisemavaikutus

Malminkäsittelyn laajentumisella voi olla vaikutuksia kaivostoiminnan pölypäästöihin. Tuotantokapasiteetin nostolla voi olla vaikutuksia metallien talteenotossa muodostuvien hönkien määrään, mutta hajuhaittojen lisääntymistä laajennuksesta ei arvioida aiheutuvan. Kaivostoimintaan käytettävien alueiden laajuus ei muutu nykyisen ympäristöluvan mukaisesta laajimmasta toiminnasta, joten toiminnalla ei niiltä osin ole suoria ympäristövaikutuksia alueen maankäyttöön. Energiankulutuksen sekä liikennemäärien kasvassa niiden välilliset ympäristövaikutukset lisääntyvät.

3.4 Kaivoksen toiminnan kehittäminen (VE1b)

Vaihtoehdon VE1a mukaisen tuotantotason noston lisäksi metallien talteenottolaitoksen tuotantoprosessiin lisätään vuoden 2018 lopussa pasutto, jonka jälkeen 50–100 % nikkelituotteesta myydään nikkelioksidina.

Pasuton kanssa samaan aikaan rakennetaan myös rikkihappotehdas, –joka mahdollistaa osittaisen omavaraisuuden bioliuotuksessa käytettävän rikkihapon suhteen. Pasutto mahdollistaa rikkivetytyökalien hönkien polton, jonka jälkeen lipeän käyttö vähenee, millä on positiivisia vaikutuksia myös vesipäästöihin.



Kuva 3-19. Nykyiset toiminnot ja pasuton sijoittuminen prosessiin.

3.4.1 Vaihtoehdon VE1b vaikutus kaivoksen nykyisiin toimintoihin

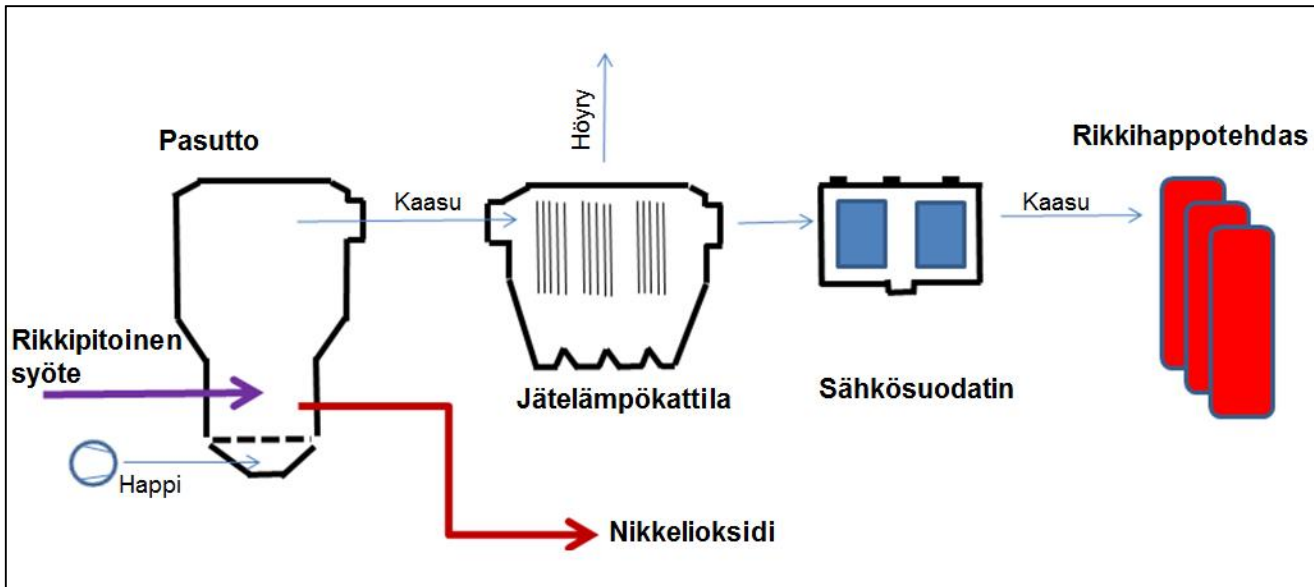
Pasutto ja rikkihappotehdas tulevat alustavien suunnitelmien mukaan sijoittumaan heti nykyisen tehdasalueen yhteyteen (Kuva 3-12).

Pasuttolaitoksen ja rikkihappotehtaan käyttöönotolla ei ole vaikutusta kaivoksella tehtävään louhintaan, murskaukseen ja agglomerointiin, bioliutukseen eikä uraanin talteenottoon.



Kuva 3-20. Teollisuusalue (Terrafame 2010). Pasuton ja rikkihappotehtaan likimääräinen sijainti on lisätty kuvaan punaisella ympyrällä.

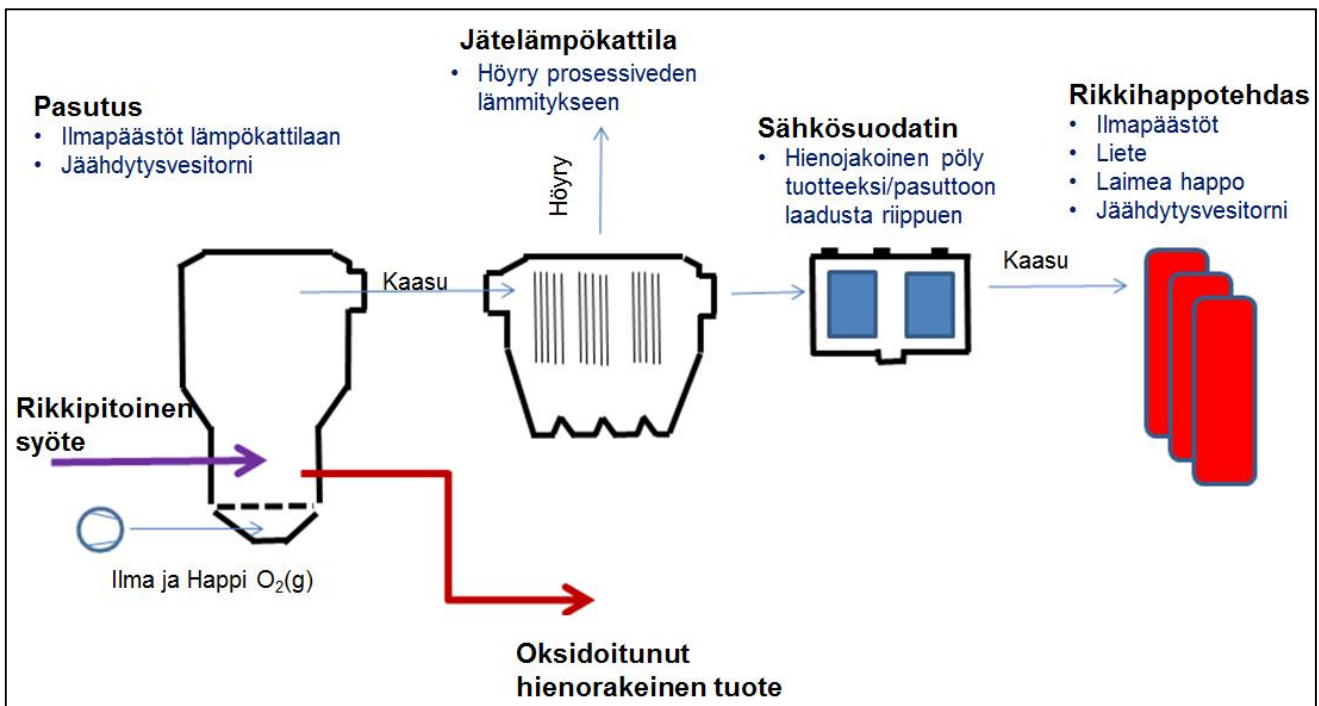
Pasutusprosessissa kiinteä materiaali reagoi kaasun kanssa niin että rikki ja metallit hapettuvat rikkidioksidiksi ja metallioksideiksi. Pasutossa kiinteä materiaali reagoi pasuton alaosaan puhallettavan ilman kanssa. Uunin lämpötila on vähintään 1050 °C. Pasutosta saadaan tuotteena nikkelioksidia. Sivutuotteena syntyvä rikkidioksidikaasu jatkaa matkaa jätelämpökattilaan, sähkösuodattimelle ja rikkihappotehtaalalle (Kuva 3-21). Jätelämpökattilasta saatava lämmin höyry voidaan hyödyntää prosessivesien lämmityksessä. Kattilasta kaasu jatkaa sähkösuodattimelle, jossa hienojakoinen pöly saadaan talteen ja voidaan ottaa suoraan joko tuotteeksi tai kierrättää takaisin pasuttoon pölyn laadusta riippuen. Viimeisenä prosessivaiheena on rikkihapon tuotanto rikkidioksidista.



Kuva 3-21. Pasuton ja rikkihappotehtaan prosessikaavio.

3.4.2 Vaihtoehdon VE1b vaikutukset toiminnan ympäristönäkökohtiin

Alustavassa suunnittelussa on tunnistettu seuraavat kuvassa (Kuva 3-22) esitetyt ympäristövaikutukset.



Kuva 3-22. Pasuton ja rikkihappotehtaan päästöt.

Ilmapäästöt

Nykyisestä metallien talteenotto-prosessista vapautuu H₂S-kaasuja. Kaasut käsitellään ja puhdistetaan natriumhydroksidin (NaOH) avulla. Nämä kaasut voitaisiin johtaa jatkossa pasuttoon jossa ne poltetaan. Tämä vähentäisi natriumhydroksidin käyttöä 20 %, jolloin natriumin määrä kaivoksen vesissä vähenisi. Samalla sulfaatti saostuisi vesistä tehokkaammin mikä pienentäisi sulfaatin vesistökuormitusta.

Kuuma pasuton prosessikaasu jatkaa matkaa jätelämpökattilaan, sähkösuodattimelle ja rikkihappotehtaalle. Rikkihappotehtaalla on kaasupesurit jotta rikkidioksidin ilmapäästöjä saadaan vähennettyä.

Vesipäästöt

Koska metallien talteenottolaitoksen H₂S-kaasut voidaan johtaa pasuttoon, natriumin ja sulfaatin määrä vesissä pienenee.

Rikkihappotehtaalla on kaasupesurit joissa käytetään vetyperoksidia (H₂O₂). Pesureista tulee laimeaa rikkihappoliuosta joka voidaan kierrättää bioliuotuskasveille.

Päästöt maaperään ja pohjaveteen

Normaalitilanteessa toiminnasta ei aiheudu päästöjä maaperään eikä pohjaveteen. Rikkihappotehtaan alle rakennetaan varoallas, joka ehkäisee vuotoja ympäristöön poikkeustilanteissa.

Jätteet

Sähkösuodattimelta kerättävä hieno pöly voidaan johtaa takaisin pasuttoon tai käyttää tuotteena riippuen pölyn laadusta.

Kaasujen puhdistuksessa voi syntyä jonkin verran lietettä riippuen pölyn määrästä kaasuvirrassa. Lieke syötetään todennäköisesti metallien talteenottoon.

3.5 Kaivoksen sulkeminen (VE2)

3.5.1 Yleistilanne

Vaihtoehdossa VE2 kaivostoiminta päätetään lopettaa ja kaivos suljetaan hallitusti vaiheittain. Ensimmäisessä vaiheessa lopetetaan malmin louhinta ja bioliuotus. Metallien talteenotto lopetetaan asteittain noin neljän vuoden kuluessa. Sekundäärioliuotusalueen ja kipsisakka-altaiden viimeisten osien arvioidaan olevan peitettyinä noin 5–10 vuoden kuluttua lopettamispäätöksestä.

Lopettamispäätöksen jälkeen nikkeli tuotanto pysyy merkittävänä arviolta 1,5 vuotta sulkemispäätöksen jälkeen johtuen bioliuotuksen pitkästä viipymästä. Jos lopettamispäätös tehtäisiin esimerkiksi vuoden 2016 lopussa, olisi nikkeli tuotanto vuonna 2017 todennäköisesti yli 20 000 tonnia.

Talouspoliittinen ministerivaliokunta on 25.5.2016 käsitellyt Terrafame Oy:n tilannetta ja toiminnan jatkoa. Toukokuussa todettiin, että operatiiviset edellytykset kaivostoiminnan menestyksellisen ylösajon jatkamiselle ovat edelleen olemassa, ja kaivoksen toiminta jatkuu vuoden 2016 loppuun saakka suunnitellusti. Samalla valtio valmistautuu kaivoksen hallittuun sulkemiseen.

Kaivoksen sulkemisen suunnittelua varten tehtävistä koetoiminnoista, sulkemistoimenpiteiden aikataulusta ja kustannuksista on laadittu erillinen alustava suunnitelma (Pöyry Finland Oy 2016).

3.5.2 Kaivoksen sulkemista koskeva lainsäädäntö ja lupapäätökset

Kaivoslain (621/2011) 15 luvun kaivostoiminnan lopettamiseen liittyvien säännösten mukaan kaivosalue on toiminnan päättyessä viipymättä saatettava yleisen turvallisuuden vaatimaan kuntoon sekä huolehdittava sen kunnostamisesta, siistimisestä ja maisemoinnista. Kaivostoiminnan päätyttyä kaivostoiminnan harjoittaja vastaa edelleen kaivosluvassa annettujen määräysten tai kaivostoiminnan lopettamispäätöksessä annettujen määräysten mukaisesti kaivosalueen ja kaivoksen apualueen seurannasta sekä tarvittavista korjaavista toimenpiteistä ja niiden kustannuksista.

Kemikaaliturvallisuuslain (390/2005) 133 § määrää tuotantolaitoksen osalta toiminnan lopettamisesta aiheutuvista velvoitteista. Sen mukaan tuotantolaitoksen käytöstä poistettavan osan rakenteet ja alueet on tarvittaessa puhdistettava ja huolehdittava vaarallisista kemikaaleista ja räjähteistä siten, ettei niistä aiheudu henkilö-, ympäristö- eikä omaisuusvahinkoja.

Ympäristönsuojelulain (527/2014) 94 §:n mukaan luvanvaraisen toiminnan päätyttyä toiminnanharjoittaja vastaa edelleen tarvittavista toimista ympäristön pilaantumisen estämiseksi, toiminnan vaikutusten selvittämisestä ja tarkkailusta lupamääräysten mukaisesti. Jos lupa ei sisällä riittäviä määräyksiä toiminnan lopettamiseksi, on lupaviranomaisen annettava tätä tarkoittavat määräykset. Ympäristönsuojeluasetuksen 16 §:n mukaan voidaan kaatopaikkojen osalta esittää määräyksiä liittyen käytöstä poistamiseen ja sulkemiseen sekä siitä, kuinka kauan toiminnanharjoittajan on vastattava kaatopaikan jälkihoidosta, kuitenkin vähintään 30 vuotta. Mikäli toiminnasta kuitenkin aiheutuu maaperän tai pohjaveden pilaantumista, on toiminnanharjoittaja velvollinen puhdistamaan maaperän ja pohjaveden ympäristönsuojelulain 14 luvun säännösten mukaisesti.

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

Terrafamen kaivoksen sulkemistoimintaan vaikuttavat ympäristöluvat ja lupamääräykset

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto on antanut kaivokselle ympäristö- ja vesitalouslupan 29.3.2007, lupapäätös Nro 33/07/1 Dnro PSY-2006-Y-47. Päätös on tullut lainvoimaiseksi korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä (numero 2953) 24.11.2008.

Sulkemistoimiin liittyen lupaehdoissa on määrätty mm. seuraavaa:

Lupaehto 39. Kaikista kaatopaikoille sijoitettavista jätelajeista, lukuun ottamatta sivukiveä, kipsisakkaa ja välineutralointisakkaa, on tehtävä kaatopaikkakelpoisuuden määrittely kaatopaikkapäätöksen mukaisesti ennen niiden pysyvää loppusijoittamista.

Lupaehto 40. Luvan saaja vastaa alueella olevien jätteiden loppusijoituspaikkojen jälkihoidosta, tarkkailusta ja suotovesien käsittelystä niin kauan, kuin läjitysalueilla voidaan olettaa olevan haitallisia vaikutuksia ympäristöön, kuitenkin vähintään 30 vuoden ajan.

Lupaehto 61. Luvan saajan on tuotannon alettua jatkuvasti seurattava läjitettyjen kiivainesten käyttäytymistä ja läjitysalueiden sisäisiä olosuhteita ja hyödynnettävä saatavaa tietoa sulkemistoimien suunnittelussa. Tuotettavan tiedon perusteella on tehtävä tarpeellisia koerakenteita sulkemiseen sopivimman pintarakennatarkkailun löytämiseksi.

Tehdyistä toimista ja selvityksistä on raportoitava kaivoksen tarkkailun vuosiyhteenvedossa

Lupaehto 90. Ennen kaivostoiminnan aloittamista luvan saajan on tehtävä kaivoksen sulkemista koskeva, jälkitoimien hoitamista ja kaivoksen sulkemisen ympäristöriskejä koskeva suunnitelma ja toimitettava se ympäristölupaviranomaisen hyväksyttäväksi. Sulkemissuunnitelman tulee sisältää luonnonsuojelu- ja vesilain mukaiset toimenpiteet.

Suunnitelman on katettava kaikki sulkemistoimenpiteet, jotka tullaan tekemään sen julkistamisesta kolmen vuoden sisällä ja sitä on päivitettävä joka toinen vuosi hyödyntäen uusia tutkimustuloksia, kaivostoiminnasta saatuja tietoja, jätealueiden olosuhteita ja tehtyjä sulkemiskorjauksia. Suunnitelman tulee myös sisältää asiantuntijan (maisema-arkkitehti) laatima maisemointisuunnitelma.

Lupaehto 91. Luvan saajan on aloitettava läjitysalueiden sulkeminen tuotantotoiminnan aikana sitä mukaa kun alueet saavuttavat lopullisen kokonsa ja muotonsa ja jatkettava sitä vuosittain täyttötoiminnan edetessä. Sulkemistyön yhteydessä sivukivien läjitysalueille, 2. vaiheen liuotusalueille, kipsisakka-altaalle ja metallitehtaan sakkojen kaatopaikka-alueelle sekä mahdollisen alueelle jäävän 1. vaiheen liuotusalueen osalle on tehtävä tiivis pintarakenne, joka estää sadeveden ja hapen kulkeutumisen läjitysalueiden sisälle. KL1, KL2 ja KS1 osalta luvan saajan on toteutettava kunkin täyttölohkon pintarakenne kolmen vuoden kuluessa täytön alkamisesta.

Lupaehto 92. Kun bioliotus lopetetaan, kaikki ensimmäisen bioliotusalueen ja läheisten liotusaltaiden rakenteet on poistettava ja mahdollisesti saastunut maa poistettava ja si-
joitettava luvan mukaisille jätealueille. Tarvittaessa alueelle on lisättävä uutta maata kasvillisuuden palautumiseksi.

Lupaehto 95. Toiminnan loputtua on alueelta poistettava kaikki ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavat koneet ja laitteet, kemikaalit, polttoaineet ja jätteet, lukuun ottamatta alueelle loppusijoitettuja jätteitä. Louhokset ja jätteiden läjitysalueet on saatettava yleisen turvallisuuden edellyttämään kuntoon.

Alueen rakenteita koskevissa lupaehtoissa on annettu alueille jäävien läjitysalueiden pohja- ja pintarakenteille minimivaatimuksia, jotka tulee huomioida sulkemistöiden suunnittelussa. Vaatimukset poikkeavat osittain Valtioneuvoston kaatopaikka-asetuksen määräyksistä. Valtioneuvoston päätöstä kaatopaikoista ei jatkossa sovelleta kaivannaisteollisuuden jätteisiin. Myös suotovesien käsittely ja johtaminen on huomioitu lupaehtoissa.

Sulkemistyöt on edellytetty aloitettavaksi tuotantotoiminnan aikana sitä mukaa kun alueet saavuttavat lopullisen kokonsa ja muotonsa. Lisäksi luvan mukaan rakentamisaikana tehtävät lopulliset tai pitkäaikaiset rakenteet, kuten pintavesin muutokset ja ojitusjärjestely, vesien jälkikäsittelylaitteet ja pintavalutuskentät ja maa-ainesten läjityspaikat toteutetaan jo rakennusvaiheessa siten, että ne voivat kehittyä osaksi luontaista ympäristöä.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on antanut päätöksen (Nro 36/2014/1) Terrafamen (ent. Talvivarán) kaivoksen ympäristö- ja vesitalousluvan muuttamisesta 30.4.2014. Päätös ei ole lainvoimainen, koska siitä on valitettu korkeimpaan hallinto-oikeuteen.

3.5.3 Sulkemisen tavoitteet

Kaivoksen sulkemisen yleisenä tavoitteena on kaivoksen saattaminen lainsäädännön määräykset huomioiden fyysisesti ja kemiallisesti mahdollisimman stabiiliin tilaan, niin ettei alueesta ja siellä olevista rakenteista aiheudu haittaa tai vaaraa ympäristölle tai ihmisten terveydelle, pitkälläkään aikavälillä. Tällöin tarve suljetun alueen aktiiviseen ylläpitoon ja hoitoon jää vähäiseksi.

Jälkihoidon tavoitteena on, että:

- kaivostoiminnan muuttama alue on fyysisesti ja kemiallisesti turvallinen
- alueelle jäävistä rakenteista ja jätteistä ei ole vaaraa tai haittaa ihmisille ja eläimille tai ympäristölle
- alue palautetaan biologisesti monimuotoiseksi elinympäristöksi, huomioiden kuitenkin mahdollisuus toiminnan uudelleen aloittamiselle
- alue sopeutuu maisemaan
- passiivisen tarkkailuvaiheen saavuttaminen on mahdollista suhteellisen aikaisin

3.5.4 Suljettavia toimintoja

Suljettavia ja maisemoitavia toimintoja ovat:

- Bioliuotuskasat: primääriliuotus ja sekundääriliuotus
- Kipsisakka-altaat
- Pintamaiden läjitysalueet
- Sivukivien läjitysalueet, mikäli ennätetty ottaa käyttöön
- Teollisuus- ja varastoalueet: rakennukset, koneet, laitteet, jätteet, kemikaalit ja tuotteet, rautatie, sähkölinjat, kaivosalueen tiet
- Pilaantuneiden maiden puhdistus tai neutralisointi

Maaperän ja pohjaveden pilaantuminen selvitetään asianmukaisin menetelmin ja tarvittaessa tehdään kunnostustoimenpiteitä. Kunnostustoimenpiteet suunnitellaan yksityiskohtaisesti, mikäli pilaantumista havaitaan.

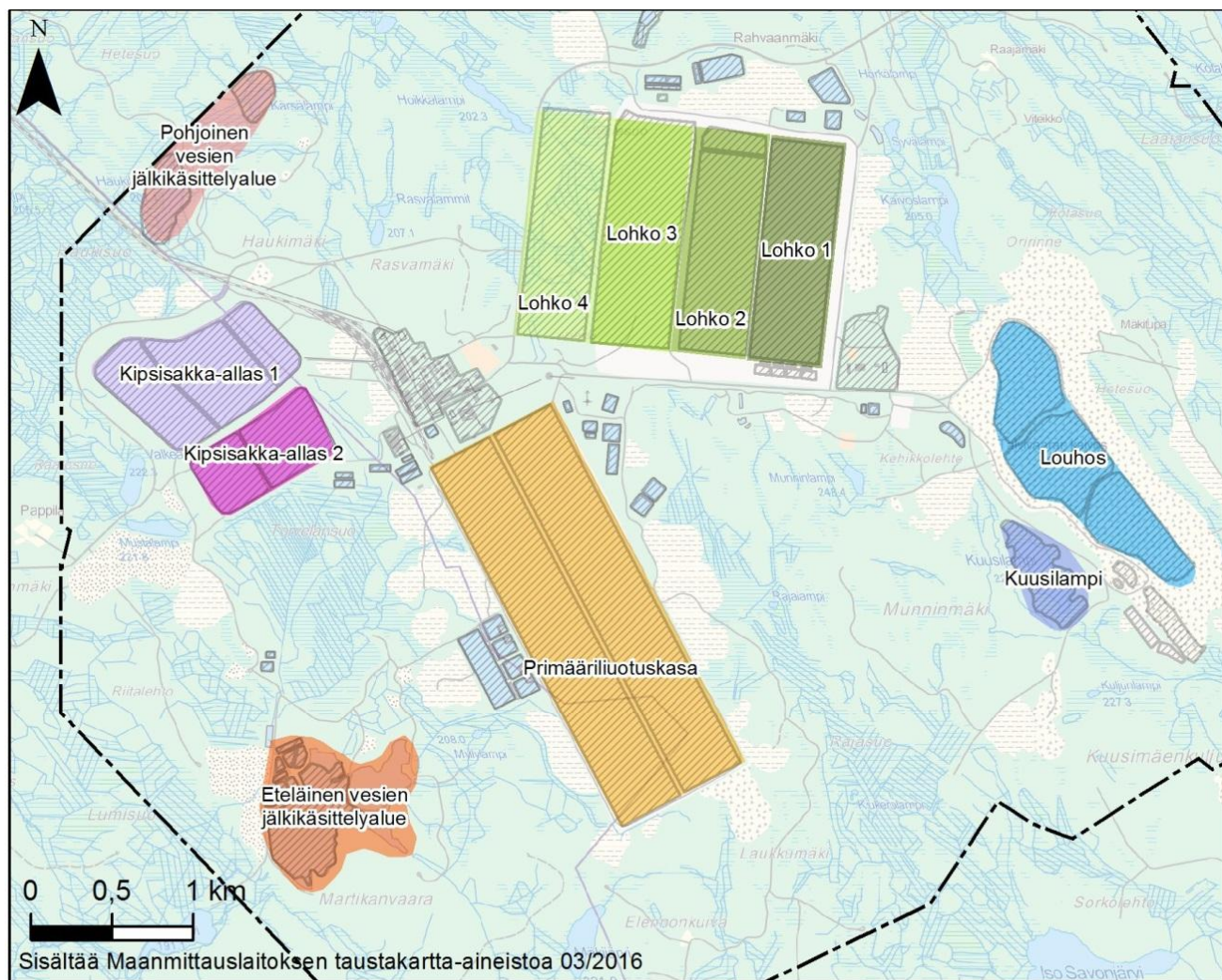
Kaivostoiminnan päättyttyä tehdasalueelle pyritään ensisijaisesti löytämään uusi käyttäjä, jolle rakennukset myydään. Muussa tapauksessa alueelta poistetaan kaikki koneet, laitteet, jätteet, kemikaalit ja tuotteet ja toimitetaan ne luvanvaraiseen vastaanottopaikkaan. Tehdasalueen ympärille rakennetaan aita. Ellei uutta käyttöä löydy kohtuullisessa ajassa, tullaan rakennukset ja rakenteet purkamaan. Myös rautatie ja sähkölinjat puretaan, mikäli niille ei löydy jatkokäyttöä. Alueelle istutetaan puita, joita voidaan hyödyntää metsätaloudessa.

3.5.5 Sulkemisvaiheen vesien hallinta

Sulkemisvaiheen vesien hallinta tarkastellaan meneillään olevassa vesienhallinnan YVA-menettelyssä.

3.5.6 Sulkemisaikataulu

Sulkemisen alustava aikataulu on esitetty kuvassa (Kuva 3-23). Koska louhinta on ensimmäisiä päättyviä toimintoja, louhoksen jälkihoitotoimet ja vesitäyttö kuuluvat myös ensimmäisiin sulkemistoimenpiteisiin, alkaen vuodesta 2017. Primääriliuotusalueiden purkaminen ja sekundääriliuotusalueiden peittäminen suoritetaan vaiheittain liuotusprosessien tullessa päätökseen. Metallien talteenottolaitoksen toiminta jatkuu liuotusprosessin loppuun ja talteenottolaitos suljetaan vuoteen 2022 mennessä. Aktiivista vesienpuhdistusta varaudutaan jatkamaan noin 10 vuoden ajan metallien talteenoton päättymisen jälkeen. Kipsisakka-altaat suljetaan vaiheittain, mutta lopullisesti kuitenkin vasta keskuspuhdistamon käytön päättyessä.



	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Louhoksen täyttäminen/täyttyminen vedellä										
Primääriliuotuskasan purkaminen										
Sekundääriliuotuskasan sulkeminen, 4.lohko										
Sekundääriliuotuskasan sulkeminen, 1.lohko										
Sekundääriliuotuskasan sulkeminen, 2.lohko										
Sekundääriliuotuskasan sulkeminen, 3.lohko										
Pohjoisen vesien jälkikäs. alueen puhdistaminen										
Kuusilammen vesialtaan tyhjentäminen										
Eteläisen vesien jälkikäs. alueen puhdistaminen										
Kipsisakka-altaan 1 sulkeminen										
Kipsisakka-altaan 2 sulkeminen*										

* Iopullinen kipsisakka-altaan sulkeminen riippuu keskuspuhdistamon käytöstä

Kuva 3-23. Alueiden sulkemisen alustava aikataulu.

4 YVA-MENETTELY

4.1 YVA-menettelyn tarve ja tavoite

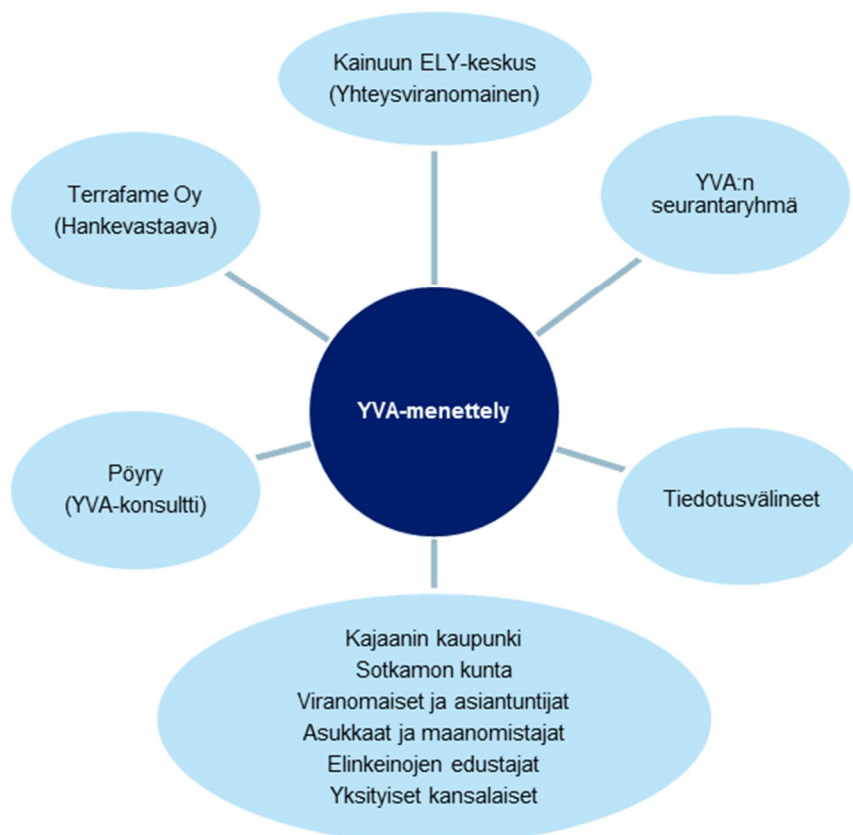
Euroopan yhteisöjen (EY) neuvoston antama, ympäristövaikutusten arviointia koskeva direktiivi (85/337/ETY) on Suomessa pantu täytäntöön Euroopan talousalueesta tehdyn sopimuksen liitteen kaksikymmentä nojalla YVA-lailla (468/1994) ja -asetuksella (713/2006).

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa. Tavoitteena on myös lisätä kansalaisten tiedonsaantia sekä mahdollisuuksia osallistua ja vaikuttaa hankkeiden suunnitteluun. YVA-menettelyssä ei tehdä hanketta koskevia päätöksiä eikä ratkaista sitä koskevia lupa-asioita.

4.2 YVA-menettelyn osapuolet

Hankkeesta vastaavana toimii Terrafame Oy sekä yhteysviranomaisena Kainuun ELY-keskus. Ympäristövaikutusten arviointiohjelman ja -selostuksen laatimisesta vastaa konsulttityönä Pöyry Finland Oy.

Tärkeässä osassa YVA-menettelyssä ovat myös kansalaiset sekä ELY-keskuksen lisäksi muut viranomaiset, jotka vaikuttavat YVA-menettelyn kulkuun muun muassa antamalla lausuntoja ja mielipiteitä. Tämän hankkeen YVA-menettelyyn osallistuvia tahoja on havainnollistettu oheisessa kuvassa (Kuva 4-1).



Kuva 4-1. YVA-menettelyyn osallistuvat tahot.

4.3 YVA-menettelyn päävaiheet ja aikataulu

YVA-menettelyyn sisältyy ohjelma- ja selostusvaihe. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma (YVA-ohjelma) on suunnitelma ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä. Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (YVA-selostus) esitetään hankkeen ominaisuudet sekä tekniset ratkaisut ja arviointimenettelyn tuloksena muodostettu yhtenäinen arvio hankkeen ympäristövaikutuksista.

Arviointiohjelma

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn ensimmäisessä vaiheessa laaditaan YVA-ohjelma. Arviointiohjelma on selvitys hankealueen nykytilasta sekä suunnitelma (työohjelma) siitä, mitä vaikutuksia selvitetään ja millä tavoin selvitykset tehdään. Arviointiohjelmassa on lisäksi esitetty perustiedot hankkeesta ja tutkittavista vaihtoehtoista sekä suunnitelma tiedottamisesta hankkeen aikana ja arvio hankkeen aikataulusta.

YVA-menettely käynnistyy virallisesti, kun YVA-ohjelma jätetään yhteysviranomaiselle. Tässä hankkeessa yhteysviranomaisena toimii Kainuun ELY-keskus. Yhteysviranomaisen kuuluttaa muun muassa paikallisissa sanomalehdissä arviointiohjelman asettamisesta nähtäville vähintään kuukauden ajaksi. Nähtävilläolona kansalaiset voivat esittää YVA-ohjelmasta mielipiteitään yhteysviranomaiselle. Yhteysviranomaisen myös pyytää lausuntoja ohjelmasta viranomaisilta ja eri intressiryhmiltä. Yhteysviranomaisen kokoaa ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antaa niiden perusteella oman lausuntonsa hankkeesta vastaavalle.

Arviointiselostus

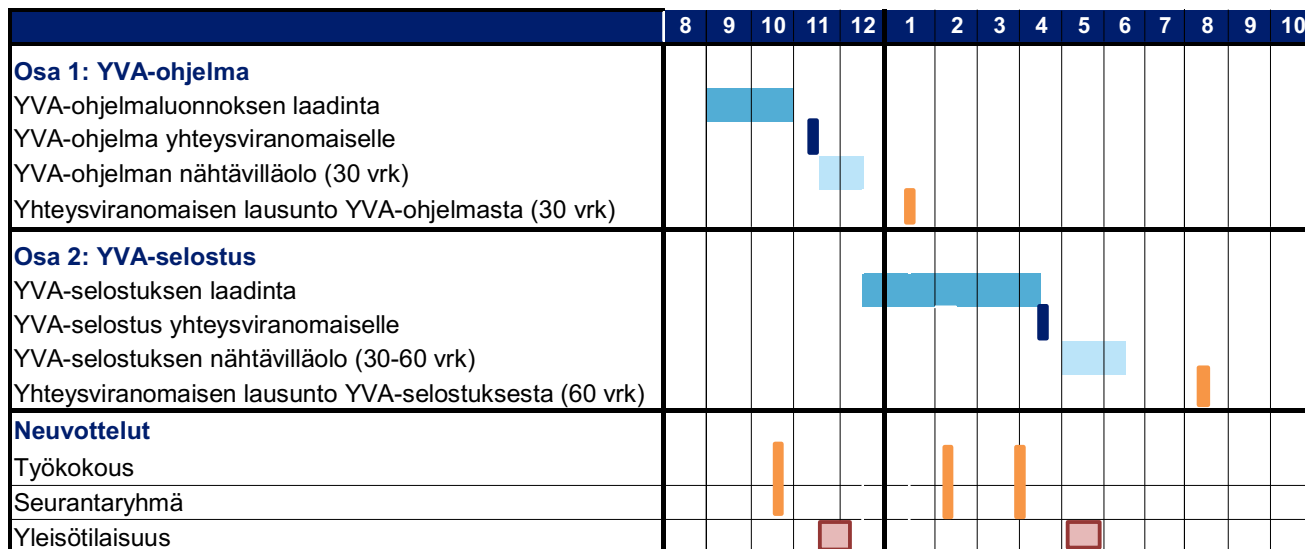
Varsinainen ympäristövaikutusten arviointityö tehdään arviointiohjelman ja siitä saadun yhteysviranomaisen lausunnon sekä muiden lausuntojen ja mielipiteiden perusteella. Arviointityön tulokset esitetään ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa. YVA-selostuksessa esitetään mm.

- arvioitavat vaihtoehdot
- hankkeen kuvaus ja tekniset tiedot
- ympäristön nykytilan kuvaus
- vaihtoehtojen ja nollavaihtoehdon ympäristövaikutukset ja niiden merkittävyys
- selvitys hankkeen suhteesta oleellisiin suunnitelmiin ja ohjelmiin
- arvioitujen vaihtoehtojen vertailu
- haitallisten vaikutusten ehkäisy- ja lieventämiskeinot
- ehdotus ympäristövaikutusten seurantaohjelmaksi
- kuvaus vuorovaikutuksen ja osallistumisen järjestämisestä YVA-menettelyn aikana
- kuvaus yhteysviranomaisen lausunnon huomioimisesta arviointiselostuksen laadinnassa.

Yhteysviranomaisen kuuluttaa valmistuneesta arviointiselostuksesta samalla tavoin kuin arviointiohjelmasta. Arviointiselostus on nähtävillä vähintään kuukauden ajan, jolloin viranomaisilta pyydetään lausunnot ja asukkailla sekä muilla intressiryhmillä on mahdollisuus esittää mielipiteensä yhteysviranomaiselle. Yhteysviranomaisen kokoaa selostuksesta annetut lausunnot ja mielipiteet ja antaa niiden perusteella oman lausuntonsa viimeistään kahden kuukauden kuluttua nähtävilläolon päättymisestä. Yhteysviranomaisen antama lausunto päättää YVA-menettelyn.

Lupaviranomaiset käyttävät arviointiselostusta ja yhteysviranomaisen siitä antamaa lausuntoa oman päätöksentekonsa perusaineistona. Hanketta koskevasta lupapäätöksestä on käytävä ilmi, miten arviointiselostus ja siitä annettu lausunto on päätöksessä otettu huomioon.

YVA-menettelyn keskeiset vaiheet ja suunniteltu aikataulu on esitetty oheisessa kuvas-
sa (Kuva 4-2).



Kuva 4-2. YVA-menettelyn suunniteltu aikataulu.

4.4 Viestintä ja osallistuminen

YVA-menettely on avoin prosessi, johon asukkailla ja muilla intressiryhmillä on mahdollisuus osallistua. Lähialueen asukkaat ja muut asianomaiset voivat osallistua hankkeeseen esittämällä näkemyksensä yhteysviranomaisena toimivalle Kainuun ELY-keskukselle sekä myös hankkeesta vastaavalle eli Terrafame Oy:lle tai YVA-konsultille. Osallistumisen yhtenä keskeisenä tavoitteena on eri osapuolten näkemysten kokoaminen.

4.4.1 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet yleisölle

Ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta järjestetään yleisölle avoin tiedotus- ja keskustelutilaisuus YVA-ohjelman nähtävilläoloaikana. Tilaisuudessa esitellään hanketta ja arviointiohjelmaa. Yleisöllä on tilaisuudessa mahdollisuus esittää näkemyksiään ympäristövaikutusten arviointityöstä, saada tietoa sekä keskustella YVA-menettelystä hankkeesta vastaavan, yhteysviranomaisen ja YVA-ohjelman laatineiden asiantuntijoiden kanssa. YVA-menettelystä tiedotetaan myös Terrafamen internetsivuilla.

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

4.4.2 Seurantaryhmä

YVA-menettelyä seuraamaan kootaan seurantaryhmä, jonka tarkoitus on edistää tiedonkulkua ja -vaihtoa hankkeesta vastaavan, viranomaisten ja muiden sidosryhmien kanssa. Seurantaryhmän edustajat seuraavat ympäristövaikutusten arvioinnin kulkua sekä esittävät mielipiteitään ympäristövaikutusten arviointiohjelman, arviointiselostuksen ja sitä tukevien selvitysten laadinnasta. Seurantaryhmän kokoonpanon tavoitteena on, että sen jäsenet edustavat keskeisesti niitä kansalaisia ja ryhmiä, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa. Seurantaryhmän alustava kokoonpano on lueteltu seuraavassa:

- Tuhkakylän kyläyhdistys
- Kainuun luonnonsuojelupiiri ry
- Sotkamon luonto ry
- Kajaanin seudun luonto ry
- Jormasjärvi-Korholanmäki -osakaskunta
- Kajaanin kaupunki
- Sotkamon kunta
- Kainuun Etu Oy
- Sotkamon Yrittäjät
- Kainuun Yrittäjät
- Kainuun SOTE
- Kainuun Liitto
- Kainuun pelastuslaitos
- Vuokatin matkailu, Vuokatinrinteet
- Urakoitsijan edustaja, E.Hartikainen Oy
- Urakoitsijan edustaja, Kaitos Oy
- Kainuun ELY-keskus, patoviranomainen
- Kainuun ELY-keskus, YVA-yhteyshenkilö
- Kainuun ELY-keskus, ympäristövastuuyksikön päällikkö
- Tukes

Seurantaryhmän kokoonpanoa voidaan täydentää tarpeen mukaan.

Seurantaryhmä kokoontui ensimmäisen kerran lokakuussa 2016 ennen YVA-ohjelman jättämistä. Seurantaryhmällä oli tilaisuudessa mahdollisuus esittää näkemyksiään, saada tietoa sekä keskustella YVA-menettelystä hankkeesta vastaavan, yhteysviranomaisen ja YVA-konsultin kanssa.

Seurantaryhmä kokoontuu YVA-selostuksen luonnosvaiheessa kaksi kertaa.

4.4.3 Muu viestintä

Hankkeesta ja sen ympäristövaikutusten arvioinnista tiedotetaan myös yleisen tiedonvälityksen yhteydessä, kuten lehdistötiedotteiden, lehtiartikkelien ja hankkeesta vastaavan internet-sivujen (www.terrafame.fi) välityksellä.

YVA-menettelyn kuluessa tapahtuvassa vuorovaikutuksessa seurataan paikallisten sidosryhmien näkemystä tiedonsaannin riittävydestä. Hankkeesta ja sen YVA-menettelystä tiedottamista pyritään suunnittelemaan ja toteuttamaan niin, että se vastaa mahdollisimman hyvin tiedon tarpeeseen.

5 HANKEALUEEN NYKYTILA

5.1 Kaavoitus ja maankäyttö, rakennettu ympäristö ja kulttuurihistorialliset arvot

5.1.1 Kaavoitus

Maakuntakaava 2020

Kainuun maakunta -kuntayhtymän laatima maankäyttö- ja rakennuslain (132/99) mukainen maakuntakaava hyväksyttiin maakuntavaltuustossa 7.5.2007 (Kuva 5-1). Valtioneuvosto vahvisti Kainuun maakuntakaavan 29.4.2009 ja samalla kumosi vuonna 1991 vahvistetun Kainuun 3. seutukaavan. Kainuun maakuntakaava on lainvoimainen (MRL 200 §. MRA 93 §).

Maakuntakaavassa koko suunniteltu kaivosalue on varattu merkinnällä EK, kaivostointaan tarkoitettu alue. Maakuntakaavassa ei ole muita erityismerkintöjä kaivosalueella tai sen läheisyydessä.

Kainuun maakuntakaava on laadittu koko maakuntaa koskevana kokonaismaakuntakaavana. Maakuntakaava on laadittu osallistavan suunnittelun periaatteiden mukaisesti ja laatimisen eri vaiheissa kaava on ollut kolme kertaa julkisesti nähtävillä.

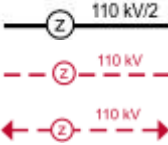
Nuasjärven alue on osa Matkailun vetovoima-alue –vyöhykettä (-mv). Nuasjärven eteläpuolella on osoitettu Lahnaslammen kaivosalue (ekt). Terrafamen ja Uutelan kaivokset on osoitettu merkinnällä ek. Muita kaavamerkintöjä on esitetty taulukossa (Taulukko 5-1).

Kainuuseen on vahvistettu vuonna 2012 Kainuun 1. vaihemaakuntakaava ja vuonna 2016 Kainuun kaupan vaihemaakuntakaava. Lisäksi Kainuun tuulivoimamaakuntakaava on vahvistettavana ympäristöministeriössä.

Kainuun maakuntavaltuusto on päättänyt käynnistää maakuntakaavan laatimisen Kainuun kokonaismaakuntakaavan tarkistamiseksi 1.6.2015. Kainuun maakuntakaavan tarkistamisen tavoitevaiheeseen liittyen on valmistunut Lähtökohdat ja tavoitteet -raporttiluonnos. Raportissa esitetään mm. tiedossa olevat maakuntakaavoituksen muutostarpeet sekä tavoitteet valtakunnallisesti, maakunnallisesti ja paikallisesti. Luonnos on ollut nähtävillä julkisesti tutustumista varten 16.6.2016–19.8.2016 välisen ajan.



Taulukko 5-1. Terrafamen kaivosalueen ja lähialueen kaavamerkintöjä.

Merkintä	Kuvaus
	Kaivos tai kaivostoimintaan tarkoitettu alue Merkinnällä EK, ek osoitetaan kaivoslain piiriin kuuluvien kaivoskivennäisten hyödyntämiseen tarpeellisia alueita. Lisämerkintä –t osoittaa toiminnassa olevat kaivosalueet. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus.
	Moottorikelkkailureitti Merkinnällä osoitetaan vähintään ylikunnalliset ja maakunnallisesti merkittävät yleisen liikkumisen kannalta tärkeät ohjeelliset moottorikelkkailureitit. Moottorikelkkailureitit voidaan perustaa sopimuksilla tai maastoliikennelaissa säädetyllä tavalla.
	Ulkoilureitti Merkinnällä osoitetaan vähintään ylikunnalliset ja maakunnallisesti merkittävät yleisen liikkumisen kannalta tärkeät ohjeelliset ulkoilureitit. Reitit voidaan perustaa sopimuksilla tai ulkoilulain mukaisesti.
	Veneväylä Kainuun maakuntakaavassa on osoitettu maakunnallista tai seudullista merkitystä omaavat venesatamat ja veneväylät. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus.
	Pääsähköjohto Ohjeellinen sähköjohto Pääsähköjohto, yhteystarve
	Matkailun vetovoima-alue Matkailun vetovoimamerkinnällä mv on osoitettu maakunnan matkailu- ja virkistystoiminnan kannalta merkittävimmät aluekokonaisuudet. Niihin sisältyvät matkailukeskusten alueet ja niihin liittyvät virkistys-, suojelu- ja muut alueet, joista on mahdollista kehittää matkailu- ja virkistystoimintaa palveleva laaja kokonaisuus.
	Luontomatkailun kehittämisalue Merkinnällä osoitetaan merkittäviä luontomatkailun kehittämisalueita, joihin kohdistuu vähintään maakunnallisesti tai seudullisesti tärkeitä luonnon virkistyskäytön tai luontomatkailun kehittämistarpeita ja kehittämisresurssien kohdentamista, luonnon monikäytön ja luonnonsuojelun yhteensovittamistarpeita, ulkoilu- ym. reitistöjen kehittämistarpeita, matkailuelinkeinojen maankäyttöllisten edellytysten turvaamistarpeita sekä maa- ja metsätalouden edellytysten turvaamis- ja yhteensovittamistarpeita muun maankäytön kanssa.

	Maakunnallisesti arvokas kulttuurihistoriallinen kohde tai alue Merkinnällä osoitetaan maakunnallisesti merkittävät maisema-alueet ja rakennetut kulttuuriympäristöt sekä Museoviraston esityksen (Dnro 29/004/2003) mukaisia valtakunnallisesti merkittäviä rakennetun kulttuuriympäristön kohteita ja alueita, jotka eivät sisälly vuodelta 1993 olevan julkaisun ”Rakennettu kulttuuriympäristö” -kohteiden luetteloon.
	Kylä Merkinnällä osoitetaan kylien peruspalvelujen painopistesijaintia, jonka lähiympäristöä voidaan pitää suotuisana rakentamisalueena.
	Arvokas kallioalue Merkinnällä osoitetaan Kainuun luonnon- ja maisemansuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaat kallioalueet.
	Luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeä alue Kohdemarkinnällä luo osoitetaan suojelualueiden ulkopuolella olevia tärkeitä lintualueita sekä merkittävimmit uhanalaisten kasvien ja hyönteisten esiintymisalueet.

Osayleiskaavat ja rantaosayleiskaavat

Kaivosalueella ei ole osayleiskaavaa.

Jormasjärven alueella on voimassa oleva Jormasjärven rantaosayleiskaava. Nuasjärven alueella on voimassa oleva Nuasjärven rantaosayleiskaava sekä kaavan muutos ja laajennus. Kivijärven ja Laakajärven alueella on voimassa oleva Laakajärvi – Kivijärvi – Iso-Soppi osayleiskaava sekä Itä-Sonkajärven osayleiskaava.

Asemakaava

Kaivosalueella on voimassa Sotkamon kunnan laatima Terrafamen (ent. Talvivaaran) kaivoksen tehdasalueen asemakaava. Kaava on hyväksytty 29.8.2006 Sotkamon kunnanvaltuustossa. Kaavan tultua lainvoimaiseksi hakijalla on ollut mahdollisuus hakea rakennuslupaa kaava-alueelle ja käynnistää luvan saatuaan rakentaminen tehdasalueella. Kaava-alueen pinta-ala on 284 hehtaaria ja tehokkuusluku $e=0,04$. Kaavassa teollisuudelle varatulle alueelle on jo nykyisin rakennettu metallien talteenottolaitos, hienomurskaamo ja sen välivarasto, huoltotilat, varastot ja toimistotilat. Uraanin talteenottolaitos sijoitetaan kaavan mukaiseen paikkaan teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueelle (kaavamerkintä T).

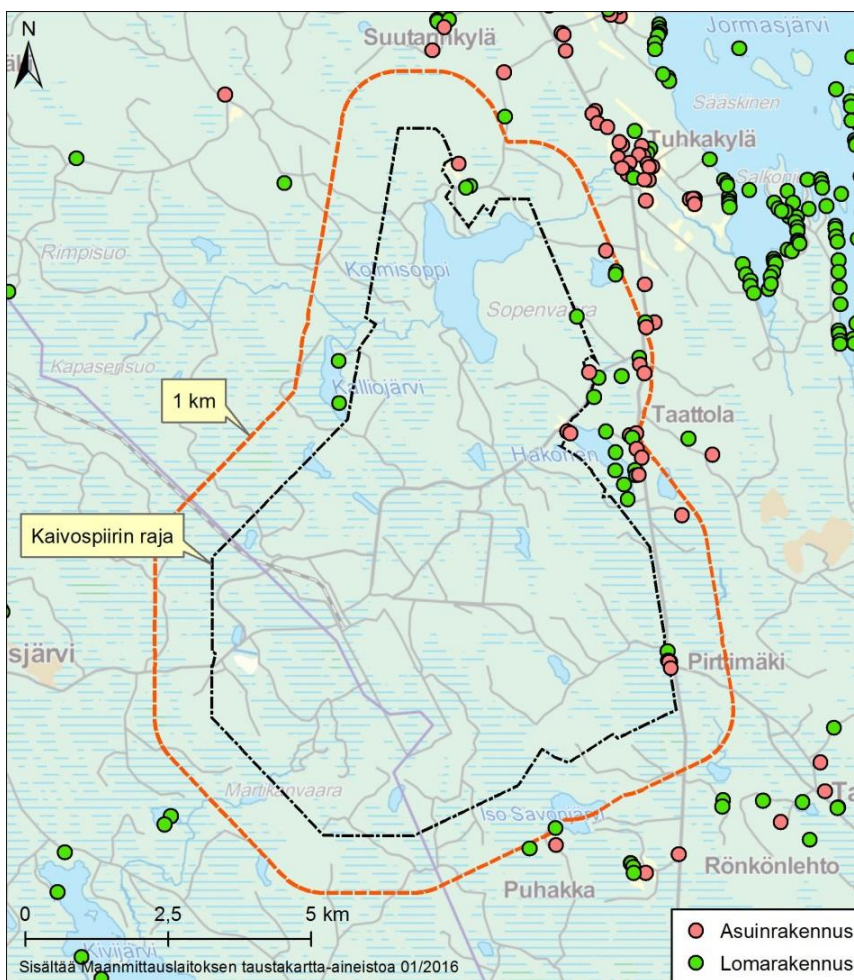
Osia Neuvolanniemen ranta-asemakaava-alueesta sijoittuu kaivosalueelle Kuusilammen, Mustalammen ja Munninlammen rannoille. Näille alueille ei kuitenkaan ole osoitettu rakentamista, vaan ne ovat maa- ja metsätalousalueita, joiden mitoituksen mukainen rakennusoikeus on siirretty toisaalle kaava-alueelle. Mustalampi on jäänyt jo kaivostoimintojen alle.

Jormasjärven ja Nuasjärven rannoilla on voimassa pieniä asemakaavoitettuja alueita.

5.1.2 Maankäyttö, maanomistus ja rakennettu ympäristö

Terrafamen kaivoalue sijoittuu noin 25–30 km Kajaanin keskustasta kaakkoon ja 20–25 km Sotkamon keskustasta lounaaseen. Malmiesiintymät ja laitosalue ovat kokonaisuudessaan Sotkamon kunnan alueella, mutta kaivosalueen läntinen osa sijoittuu Kajaanin kaupungin alueelle.

Kaivospiirin läheisyydessä ei ole asuinalueita eikä muita teollisuuskeskittymiä (Kuva 5-2). Kaivospiirillä tai sen välittömässä läheisyydessä ei myöskään ole tuotantokäytössä olevia peltoalueita. Lähin asuintalo ja lähin loma-asutuskäytössä oleva rakennus sijaitsevat noin kahden kilometrin päässä louhoksesta. Noin 3 km louhoksen eteläpuolella Iso-Savonjärven läheisyydessä sijaitsee asuintalo ja kaksi lomarakennusta. Noin 2–3 km etäisyydellä 2. vaiheen liuotusalueelta sijaitsevan Hakosen rannalla on asuinrakennuksia ja kesämökkejä. Lähin kylä, Tuhkakylä sijaitsee noin seitsemän kilometrin päässä louhoksen pohjoispuolella.



Kuva 5-2. Kaivoksen lähiasutus.

5.1.3 Maisema ja kulttuuriympäristö

Maisema

Kaivostoimintojen laajojen maankäyttötarpeiden seurauksena kaivosalueen maisemakuva on muuttunut merkittävästi kaivoksen perustamisvaiheesta. Merkittävimmät maisemavaikutukset ovat aiheutuneet kaivosalueen maaläjityskasoista, bioliuotusaumoista ja avoluouhoksesta. Hankealuetta ympäröi usealta puolelta mäet ja vaarat, jotka lieven-

tävät toiminnan kaukomaisemavaikutuksia. Tieyhteys Lahnasjärvelle kulkee nykyisin kaivosalueen läpi ja tiellä kaivos näkyy maisemassa selvästi.

Valtakunnallisesti arvokas Vuokatin maisema-alue (MAO110131)(Kuva 5-4) sijaitsee lähimmillään noin 4 kilometriä nykyisestä kaivospiiristä itään. Vuokatin maisema-alue edustaa Kainuun vaaraseudun jylhää vaara- ja vesistömaisemaa. Pienet pellot, kylät ja yksittäiset asumukset vaarojen rinteillä elävöittävät muuten metsäistä maisemakuvaa. Pahimpia maisemavaurioita alueella ovat rinteiden laajat avohakkuut. Myös laskettelu-rinteillä ja soranotolla on ollut vaikutusta maisemaan. Pinnanmuodoiltaan vaara-alue on hyvin vaihtelevaa, ja korkeuserot ovat huomattavia.

Kulttuuriympäristö ja muinaisjäännökset

Kaivospiirin itäpuolella Tuhkajoen rannalla sijaitseva Kainuun (Huovilan) Puromyllyn alue on valtakunnallisesti arvokas kulttuurihistoriallinen kohde. Noin 1,5 kilometrin etäisyydellä kaivosalueen eteläpuolella sijaitsee valtakunnallisesti arvokas perinnemaisema, Puhakan laitumet. Kaivospiirin alueella ei ole muinaisjäännöksiä.

5.2 Ilmasto ja ilman laatu

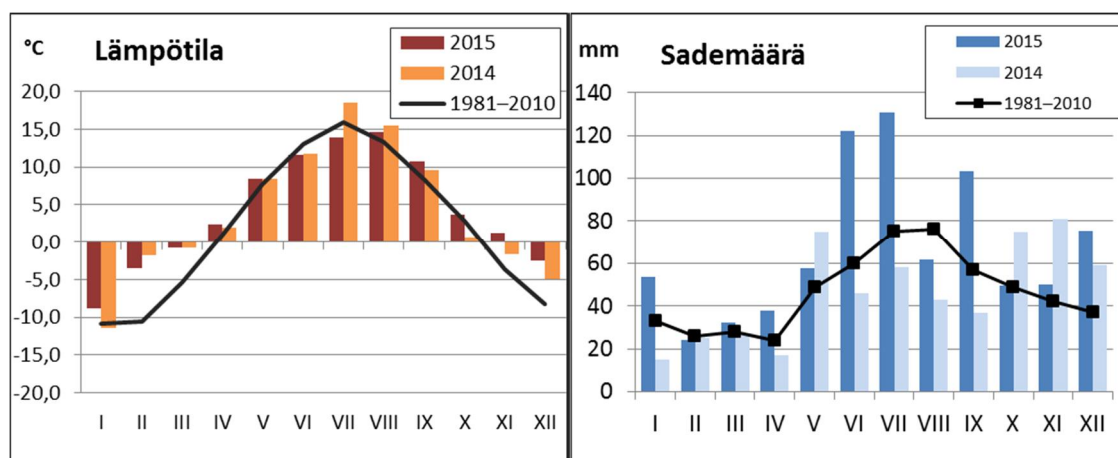
5.2.1 Ilmasto

Kaivosalue kuuluu keskiboreaaliseen ilmastovyöhykkeeseen ja mantereisuus näkyy sen ilmastossa. Kainuu on Suomen lumisimpia alueita lukuun ottamatta Oulujärven aluetta, jonka läheisyydessä kaivos sijaitsee (Ilmasto-opas, sivu päivitetty 7.6.2013). Lumipeite on maassa pitkän ajan keskiarvon mukaan lokakuun lopusta huhtikuun loppuun (Ilmatieteenlaitos 2012).

Pitkällä aikavälillä 1981–2010 vuoden keskilämpötila on ollut Kajaanissa 1,8 °C. Vuosina 2014–2015 keskilämpötila on ollut 3,8–4,2 °C. Ero johtuu normaalia leudoimmista talvista, jotka voidaan havaita kuvasta (Kuva 5-3).

Pitkällä aikavälillä 1981–2010 vuosittainen sademäärä on ollut noin 560 mm vuodessa. Vuosina 2010–2015 sademäärä on ollut kuitenkin huomattavasti suurempi, keskiarvona 675 mm. Vuosi 2015 oli hyvin sateinen, jolloin keskiarvona oli noin 800 mm vuodessa. Kuvasta (Kuva 5-3) nähdään, että vuonna 2015 satoi kesä-, heinä- ja syyskuussa kaksinkertaisesti pitkän ajan keskiarvoon verrattuna.

Vallitseva tuulensuunta kaivosalueella on etelä (Ramboll Finland Oy 2016 ja 2015).



Kuva 5-3. Kuukausittaiset keskilämpötilat ja sademäärät Kajaanissa. (Ilmatieteenlaitos 2012, Ilmatieteenlaitoksen avoin datapalvelu)

5.2.2 Ilman laatu

Kainuun suurin yksittäinen ilman kuormittaja on energian tuotanto. Ilmansuojelutoimet ovat vähentäneet teollisuuden ja energiantuotannon päästöjä ilmaan, mutta samaan aikaan liikenteen suhteellinen osuus ilmansaastuttajana on lisääntynyt. Näiden päästölähteiden vaikutus näkyy etenkin taajama-alueilla. Lisäksi kaukokulkeuma heikentää ilmanlaatua. Taajamien ilmanlaatua tarkkaillaan Kajaanissa kahdella mittausasemalla. Taajaman rikkipitoisuudet ovat korkeimmillaan talvisin öljyn käytön takia. (Kainuun liitto 2014)

Vuonna 2015 toteutettiin Sotkamon kaivoksen tarkkailusuunnitelman mukaiset ilmapäästömittaukset, joissa tutkittiin rikkivetypitoisuuksia, louhinnan ja malmin käsittelyn hiukkaspitoisuuksia, höyrykontin hiukkaspitoisuuksia sekä NO_x- ja SO₂-pitoisuuksia. Kaikki tutkitut pitoisuudet alittivat niille määritetyt raja-arvot vuonna 2015. (Ramboll Finland Oy 2016)

Kaivosalueella ja sen lähiympäristössä on tarkkailtu pölylaskeumaa vuosina 2009–2016 tarkkailusuunnitelman mukaisesti jatkuvatoimisilla laskeumakeräimillä. Vuoden 2015 tarkkailussa todettiin kiintoainelaskeuman pääosin vähentyneen edellisestä vuodesta. Suurin osa kiintoainelaskeumasta oli orgaanista ja kaivostoimintoihin viittaava epäorgaanisen laskeuman määrä oli erittäin pieni. Epäorgaanisen laskeuman määrässä ei ollut suuria eroja kaivoksen ja ympäristön keräinten välillä lukuun ottamatta Tuhkakylän koulun pistettä. Epäorgaanisen aineksen vähentyminen johtuu todennäköisesti kaivosalueen louhinnan ja malminkäsittelyn keskeyttämisestä. Tuhkakylän koulun pisteellä on ollut vuosina 2010–2015 aina suuri määrä epäorgaanista ainesta, mikä johtuu todennäköisesti läheisen tien pölyämisestä. (Ramboll Finland Oy 2016)

Metallilaskeumat ovat olleen viime vuosina pieniä koko tarkkailualueella. Vuonna 2015 havaittiin kuitenkin pientä nousua loppuvuoden tuloksissa parissa kaivosalueen pisteessä sekä kaivosalueen läheisessä ympäristössä. Nousu johtuu todennäköisesti malminkäsittelyn jatkamisesta. Rikkipitoisuuksissa ei ollut havaittavissa merkittäviä muutoksia. Laskeumatarkkailun perusteella kaivoksen toiminnan aiheuttamat vaikutukset kaivosalueella ja etenkin sen ympäristön laskeumassa ovat pieniä. (Ramboll Finland Oy 2016).

5.2.3 Pölyleijuma

Pölypäästöjen laatua ja leviämistä tulee ohjelman mukaan tarkkailla lisäksi viiden vuoden välein tehtävillä leijumamittauksilla. Leijumalla tarkoitetaan ilmassa leijuvan pölyn määrää. Leijuman yksikkönä käytetään yleensä kokonaispölyn massaa tietyssä ilmatilavuudessa (µg/m³). Kokonaisleijuma voidaan jakaa osiin hiukkasten koon mukaan, esimerkiksi kokonaisleijumaan, alle 10 mikrometrin (µm) hiukkasiin ja alle 2,5 mikrometrin hiukkasiin.

Viimeisin leijumamittaus on tehty Ilmatieteenlaitoksen laitoksen toimesta 4.9.–2.3.2009 välisenä aikana. Tutkimuksessa mitattiin hengitettävien hiukkasten eli halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin hiukkasten (PM10) pitoisuuksia kahdessa mittauspisteessä, josita toinen sijaitsi kaivoksen tehdasalueella ja toinen lähimmän asutuksen alueella Myllyniemessä.

Pitoisuuksia mitattiin jatkuvatoimisilla analysaattoreilla, joilla saatiin esiin myös pitoisuuksien lyhytaikaisvaihtelut. Ympäristön asutus on kokenut kaivoksen aiheuttaman pölyn ongelmana. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden terveysvaikutusperusteinen vuorokausiohjearvo 70 µg/m³ (Valtioneuvoston päätös ilman laadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta 480/1996) ei ylittynyt tarkkailujaksolla kaivosalueen ulkopuolella Myllyniemessä; ohjearvoon verrattavat vuorokausipitoisuudet olivat 13–39 %

ohjearvosta. Tehdasalueen mittauspisteessä ohjearvo ylittyi syyskuussa 2008 vuorokausipitoisuuden ollessa 23–173 % ohjearvosta. Ohjearvojen ylittyminen on pyrittävä estämään pitkällä aikavälillä alueilla, joilla ilmanlaatuun tai saattaa toistuvasti olla huomempi kuin ohjearvo edellyttäisi.

Vuorokausiraja-arvotason $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta 711/2001) ylittäviä vuorokausipitoisuuksia ei esiintynyt Myllyniemessä lainkaan. Kaivoksen tehdasalueen mittauspisteessä esiintyi kuuden kuukauden mittausjaksolla 12 raja-arvotason $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittävää hiukkaspitoisuutta, joista suurimmat $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuorokausipitoisuudet mitattiin 22.9.2008 ja 9.10.2008. Vuorokausiraja-arvotasolle $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sallitaan vuoden jaksolla ylityksiä 35 kpl ennen kuin varsinaisen vuorokausiraja-arvon ylityksen katsotaan tapahtuneen. Raja-arvoja ei sovelleta työpaikoilla tai tehdasalueilla, vaan ne on asetettu terveysperusteisiksi raja-arvoiksi alueille joilla asuu tai oleskelee ihmisiä ja joilla ihmiset saattavat altistua ilman epäpuhtauksille.

Jaksolta 4.9.2008 - 2.3.2009 laskettu hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vuosikeskiarvo oli Myllyniemessä $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja kaivoksen tehdasalueen mittauspisteessä $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvoa koskeva raja-arvo on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Vna 711/2001).

Ohjelman mukaista ilman laadun tarkkailua leijumamittausten osalta ei ole tehty vuoden 2008–2009 jälkeen, koska malmin louhinta on ollut keskeytyneenä viime vuosina. Malmintuotanto käynnistyi uudelleen syksyllä 2015, joten leijumamittaus on aloitettu talvella 2015 ja sitä jatkettiin kesään 2016. Tulokset näiltä osin eivät ole vielä käytettävissä YVA-ohjelmaa laadittaessa.

5.2.4 Haju

Hajuhaittoja Terrafamen kaivostoiminnassa on aiheuttanut pääasiassa tuotantoprosessin häiriöt, jolloin rikkivetyä (H_2S) on päässyt ympäristöön.

Rikkivedyn hajukynnys on alhainen. Pieninäkin pitoisuuksina tunnistettava mädän kannanmunan hajuinen kaasu koetaan epämiellyttävänä. Myrkyllisen rikkivetykaasun haitalliset pitoisuudet ovat selvästi hajukynnystä (0,008 ppm) suurempia. Terveydelle haitallisten pitoisuuksien arvioinnissa käytetään työterveyslaitoksen asettamia HTP-arvoja, jolla tarkoitetaan työpaikan ilman haitalliseksi tunnettua pitoisuutta. Rikkivedyn HTP-arvo on 5 ppm ($7 \text{ mg}/\text{m}^3$) kahdeksan tunnin oleskelulle. Vertailuna WHO:n suositusten mukaan ulkoilman rikkivetypitoisuuden tulisi olla alle tuhat kertaa pienempi, $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,005 ppm) 30 minuutin keskipitoisuutena, jotta välttyttäisiin kohdealueella hajuhaitoilta.

Rikkivetypäästöt aiheuttavat osaltaan ympäristön happamoitumista, millä voi olla esimerkiksi harsuuntumista lisäävä vaikutus kasvillisuuteen. Haisevien rikkivetyyhdisteiden kokonaismäärälle (TRS) on annettu lainsäädännössä ohjearvo $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kuukauden toiseksi suurimpana vuorokausikeskiarvona (Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta 480/1996). Ohjearvon tavoitteena on ehkäistä ilman epäpuhtauksien aiheuttamia terveydellisiä haittoja. Päätöksen mukaan Suomen metsätalousalueilla on pitkän aikavälin tavoitteena, että rikkilaskeuman vuosiarvo ei rikkinä ylitä $0,3 \text{ g}/\text{m}^2$. Laskeuman tavoitearvo on annettu järvi- ja metsäekosysteemeille aiheutuvien vaikutusten ehkäisemiseksi.

Hajuhaittojen määrä on vähentynyt 2010 –luvun alusta kaivoksella tehtyjen parannustoimenpiteiden ansiosta, jotka ovat koskeet itse prosessia ja kaasujen käsittelyä. Lisäksi on parannettu häiriötilanteiden ennaltaehkäisyä.

Vuonna 2015 kaivokselle tuli kaivosalueen ulkopuolelta yhteensä 25 ilmoitusta ympäristöhavainnosta, joista 20 % (5 kpl) oli hajuhavaintoja. Määrä on huomattavasti pie-

nempi kuin vuosina 2010-2011, jolloin pelkästään hajuhavaintoja tehtiin n. 100 – 130 havaintoa.

5.2.5 Ilmanlaadun bioindikaattoritutkimukset

Kaivoksen ympäristövaikutuksia ilmanlaatuun on tarkkailtu bioindikaattoritutkimuksin. Näytteiksi on kerätty kangasrouskuja, kekomuurahaisia, männynneulasia, sammalta ja humusta.

Kangasrouskujen ja kekomuurahaisten metallipitoisuuksia on seurattu kymmenellä koealalla vuosina 2008, 2010 ja 2013. Näytteistä määritettiin nikkelin, kuparin, koboltin, sinkin ja kadmiumin pitoisuudet. Vuonna 2013 sekä kekomuurahaisissa että kangasrouskuissa havaittiin tutkituista metalleista eniten sinkkiä ja vähiten kobolttia. Suurimmat nikkelpitoisuudet vuonna 2013 sekä sien- että muurahaisnäytteissä todettiin näytenpisteellä BIO5, joka sijaitsee Kuusilammen avolouhoksen ja sivukiven läjitysalueen länsipuolella. Metallien keskipitoisuudet kaivoksen alueen kekomuurahaisissa ovat matalampia, kuin Harjavallan kuparisulaton tutkimuksissa, mutta suurempia kuin Sodankylän Kevitsan alueella. kaivoksen alueen sienten metallipitoisuudet ovat selvästi pienempiä kuin esimerkiksi Helsingin alueen sienten keskipitoisuudet (Pöry Finland Oy 2014a).

Jatkossa kangasrouskun raskasmetallipitoisuuksia seurataan vuonna 2018 ja sen jälkeen kuuden vuoden välein (v. 2024 jne). Aikaisemmin samoilta aloilta on seurattu myös kekomuurahaisten (Formica spp.) raskasmetallipitoisuuksia, mutta kyseinen seuranta esitetään korvattavaksi havunneulasten seurannalla. (Pöry Finland Oy 2014b)

Männynneulasten ja sammalten raskasmetallipitoisuuksia on seurattu kymmenellä koealalla vuonna 2009 liittyen alueen ilmanlaadun bioindikaattoritutkimuksiin (Pöry Finland Oy 2009). Lisäksi alueelta kerättiin humusnäytteitä. Tutkimuksia havunneulasista on tehty myös kaivoksen laajennuksen YVA-menettelyn yhteydessä vuonna 2012. Tutkimuksessa havaitut havunneulasten nikkeli-, kupari- ja sinkkipitoisuudet ylittivät Pohjois-Suomen tausta-alueiden keskimääräisen tason. Havunneulasista tutkittiin myös uraanipitoisuuksia, jotka olivat pääsääntöisesti pieniä. Neulasten rikkipitoisuudet olivat luontaisella tasolla. Sammalten nikkeli-, kupari- ja sinkkipitoisuudet olivat kohonneet verrattuna Pohjois-Suomen vertailualueiden luonnonympäristön pitoisuuksiin. Sammalissa havaittiin rikin kertymistä noin puolessa tutkituista näytteistä. Myös humuksen rikkipitoisuus oli useilla näytealoilla kohonnut (Pöry Finland 2009).

Neulasista ja sammalista havaitut suurimmat metallipitoisuudet keskittyivät nykyisen kaivoksen murskaamon läheisyyteen. Humusnäytteiden keskimääräiset kupari- ja sinkkipitoisuudet ylittivät luonnon keskimääräisen tason. Jatkossa havunneulasten raskasmetallipitoisuuksia seurataan vuonna 2018 ja sen jälkeen kuuden vuoden välein (v. 2024 jne.). (Pöry Finland Oy 2014b)

Bioindikaattoriselvityksen perusteella nykyisen kaivostoiminnan lähiympäristössä, murskaamon ympäristössä on havaittavissa kaivoksen vaikutusta hiukkasmaisten päästöjen ja rikkijhdisteiden leviämisen osalta. Vaikutuksia on nähtävissä myös kaivospiirin ulkopuolella vallitsevan tuulensuunnan alapuolella, jossa pitoisuudet olivat kuitenkin selvästi pienempiä. (Huttunen, 2010).

Uusimmassa Ramboll Finland Oy:n toteuttamassa bioindikaattoriselvityksessä on otettu sammal- ja humusnäytteitä syyskuussa 2016 ja neulasnäytteet tullaan ottamaan syyskuun 2016. Koealoja on aiemmin (2009 ja 2012) mukana olleiden lisäksi Natura-alueelta neljä kappaletta sekä kaivospiirin ympäristöön on lisätty männynneulasnäytealoja seitsemän kappaletta ja sammal- ja humusnäytealoja kymmenen kappaletta.

Lisäksi elo-syyskuun 2016 aikana on Ramboll Finland Oy tehnyt selvityksen viljelymaiden ja –kasvien haitta-aineista. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää ilmaan kohdistuvien päästöjen vaikutusta kaivosalueen ympäristössä sijaisevien maatalouskäytössä olevien peltojen pintamaan raskasmetallipitoisuuksiin ja niissä tapahtuviin muutoksiin sekä aineiden kertymistä ravintokasveihin. Tutkimus on tehty kyseisen konsultin toimesta ensimmäisen kerran 2012 laajennus YVA:n yhteydessä ja toteutettu nyt syksyllä 2016 vertailuksi toisen kerran. Näytteitä on pyritty ottamaan mahdollisuuksien mukaan aiemmista näytteenottopisteistä. Maa- ja ravintokasvinäytteitä on otettu neljästä kaivosalueen ympäristössä sijaitsevasta pellosta kokoomanäytteinä. Viljelynäytteet on otettu kasvilajeista, joita lohkoilla viljellään mm. perunaa, rehuohraa.

Lisäksi syksyllä 2016 on otettu kaivoksen toimesta mustikkanäytteitä kaivosalueen ympäristön metsistä kuudelta alalta. Kaikki edellä mainittujen tutkimusten tulokset ovat käytettävissä YVA-selostus vaiheessa.

5.3 Melu ja värinä

5.3.1 Melu

Melua syntyy mm. räjäytyksistä, louhinnasta, murskauksesta, liikenteestä ja bioliuotus-kasojen ilmastukseen käytettävistä puhaltimista.

Vuonna 2015 suoritettiin tarkkailuohjelman mukaiset melumittaukset neljästä mittauspisteestä, joissa tehtiin lyhyet päivä- ja yöaikaiset mittaukset, sekä yhdessä pisteessä kaksi viikkoa kestävä pitkäaikainen mittaus.

Lyhytaikaisissa ympäristömelumittauksissa päiväsaikaan keskiäänitasot eri mittauspisteissä olivat 29–44 dB ja yöaikaan 37–42 dB. Ne alittavat ympäristöluvan mukaisen päivärajan (55 dB) ja yörajan (50 dB) raja-arvot, vaikka mittaustuloksiin lisättäisiin mahdollinen kapeakaistaisuuskorjaus +5 dB. Impulssimaista melua ei kaivosmelussa todettu mittausten aikana.

Pitkäaikaisessa ympäristömelumittauksessa päiväajan keskiäänitasot vaihtelivat 37–48 dB välillä ja yöaikaan 37–48 dB välillä. Kaikki mitatut keskiäänitasot alittavat ympäristöluvan mukaiset raja-arvot. Selvää kapeakaistaisuutta huomattiin taajuudella 400 Hz pitkäaikaisessa mittaussyksössä mutta myös lyhytaikaisissa mittauksissa. (Ramboll Finland Oy 2016).

Vuonna 2015 kaivokselle tuli kaivosalueen ulkopuolelta 25 ilmoitusta ympäristöhavainnosta. Vuoden aikana tehdyistä ilmoituksista 24 % (6 kpl) koski meluhaittoja. Häiritseväksi koettu melu on peräisin sekundääriliuotuksen puhaltimista, joiden toiminta-alueita on putkimuutoksilla optimoitu. Tämän lisäksi on kaivoksella on tehty erilaisia kokeiluja puhallinrakenteisiin. Myös sekundääriliuotusalueen kasauksen uudelleenkäynnistyminen on vähentänyt melun leviämistä kaivospiirin ulkopuolelle.

5.3.2 Värinä

Ympäristöön leviävää värinää syntyy mm. kallion louhinnasta ja liikenteestä. Värinän voimakkuus riippuu ensisijaisesti louhinnassa kerralla käytettävän räjähdysaineen määrästä. Liikenteen aiheuttaman värinän voimakkuus riippuu mm. ajoneuvon kokonaispainosta ja ajonopeudesta sekä tien kunnosta.

Värinä leviää ympäristöön kallion ja maapohjan kautta. Maapohjan kautta leviävä värinä vaimenee yleisesti eksponentiaalisesti etäisyyden kasvaessa. Kallion kautta leviävä värinä vaimenee hitaammin kuin maapohjan kautta leviävä värinä. Louhinnasta syntyvä

tärinä on yleensä lyhytkestoisempaa kuin liikenteestä syntyvä tärinä eikä ihminen koe sitä niin häiritseväksi vaikka huipputärinäarvot olisivat suurempiakin.

Haitallisen voimakasta tärinää esiintyy useimmin pehmeiden ja paksujen savi- ja silttimaakerrosten alueella, kun tärinän vaikutusalueella on maanvaraisesti perustettuja rakennuksia. Myös kalliolle perustetuissa rakennuksissa voi esiintyä haitallisen voimakasta tärinää, ns. runkomelua, raide- ja ajoneuvoliikenteestä sekä lyhytkestoisia tärinäpiikkejä louhinnan yhteydessä.

Rakenteellisia vaurioita (lähinnä halkeamia) havaitaan useimmin louhintatärinän vaikutusalueella, mutta myös liikenteen tärinä voi aiheuttaa rakenteellisia vaurioita, kun rakennus sijaitsee tärinälähteen välittömässä läheisyydessä (alle 50 metrin etäisyydellä).

Tärinän voimakkuus mitataan tärinämittareilla kolmikomponenttimittauksena rakennusten perustuksista (sokkeli) sekä maapohjasta perustuksen mittauspisteen vieressä. Tärinämittauksia tehdään vuosittain tai tiheämmin, mikäli louhinta siirtyy asutusta lähemmäksi tai mikäli esiintyy valituksia tärinästä. Louhinnan räjäytystöistä syntyvää tärinän voimakkuutta ja sallittua tärinän voimakkuutta etäisyyden funktiona erilaisille rakennuksille voidaan arvioida julkaisun ”Räjäytystyöt 1991”, perusteella.

Terrafamen kaivostoimintaa liittyviä tärinämittauksia on tehty vuosina 2008–2011 ja 2013 yleensä kolmessa rakennuksessa kaivosalueen ympäristössä. Talot sijaitsevat noin 2–6 kilometrin etäisyydellä louhintapaikasta. Mittauspisteissä havaitut louhintatärinäarvot alittivat selvästi rakennusten vauriovaaran raja-arvon. Kahdessa lähimmässä kohteessa mitatut maksimitärinäarvot voivat kuitenkin aiheuttaa häiriötä herkimmille ihmisille ja alentaa asumisviihtyvyyttä.

Kuusilammen avolouhoksen räjäytystärinöiden mittauksessa on kolme jatkuvatoimista tärinämittaria. Mittausten perusteella tärinärajoja ei ole ylitetty. Räjäytystekniikkaa on kehitetty eri hidastusaikoja ja kombinaatioita kokeilemalla ja on löydetty hyvä yhdistelmä tärinöiden, lohkaroitumisen ja lastattavuuden välillä.

Vuonna 2015 kaivokselle tuli kaivosalueen ulkopuolelta 25 ilmoitusta ympäristöhavainnosta. Vuoden aikana tehdyistä ilmoituksista 48 % (12 kpl) oli tärinäilmoituksia.

5.4 Luonto ja suojelukohteet

5.4.1 Luonnon yleispiirteet

Kaivospiiri sijoittuu eliömaantieteellisessä aluejaossa keskiboreaaliseen vyöhykkeeseen Pohjois-Karjala–Kainuun alueelle sekä Kainuun vaarajakson letto- ja lehtokeskuksen alueelle. Suomen suoaluejaossa hanke sijoittuu Pohjanmaan–Kainuun aapasuoalueelle ja siinä edelleen Suomenselän ja Pohjois-Karjalan aapasoiden alueelle.

Kaivosalueella ei ole juurikaan luonnontilaista kasvillisuutta tai eläimistöä. Muualla kaivospiirin alueella metsät ovat seudulle tyypillisesti metsätaloustaloudessa. Eri-ikäisten taimikkovaiheiden lisäksi kaivospiirin alueella esiintyy runsaasti hakkuualoja. Metsäkasvillisuus on kallioisilla maaston lakialueilla pääosin kuivaa ja karua mäntymetsää, joka vaihettuu rinteiden ja painanteiden tuoreen kankaan kuusikoiksi. Vaarojen rinteillä voi esiintyä paikoin hakkuilta säästyneitä lehtomaisen kankaan reheviä metsiä ja lehtolaikkuja. Maaston notkelmissa sijaitsevat korpi- ja rämemaat ovat ojitettuja.

5.4.2 Eläimistö

Kaivospiirin alueella on toiminnan aloittamisen jälkeen tarkkailtu luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeista liito-oravaa ja lepakoita.

Liito-oravan esiintymistä on seurattu lajin aiemmin havaituilla asutuilla ydinalueilla sekä lajin kannalta potentiaalisilla elinalueilla vuosittain vuosina 2008–2010, sekä vuonna 2013. Seurannan kannalta on huomattu, että kaivostoiminnalla ei ole ollut vaikutusta liito-oravien asuinalueisiin, jotka ovat säästyneet kaivostoiminnoilta (rakentamiselta ja hakkuilta). Muualla kuin kaivosalueella olevilla havaintopaikoilla liito-oravien asuinalueisiin ovat vaikuttaneet lähinnä yksityisten metsien hakkuut. Seuranta tehdään seuraavan kerran vuonna 2018 ja sen jälkeen kuuden vuoden välein (v. 2024 jne.).

Lepakkotarkkailua on tehty vuosina 2008, 2010 ja 2013 kaivospiirin alueen potentiaalisilla esiintymis- ja lisääntymisalueilla. Seuraavan kerran lepakoita seurataan vuonna 2018 ja sen jälkeen kuuden vuoden välein (v. 2024 jne.). Vuoden 2013 tarkkailun yhteydessä tehtiin näkö- ja äänihavaintoja siippalajin (*Myotis mystacinus/brandti*) esiintymisestä. Yksilö saalisti vanhan rakennuksen läheisyydessä. Havaintoalueella on tehty ääni- ja näköhavaintoja myös pohjanlepakon (*Eptesicus nilssoni*) esiintymisestä vuosien 2008 ja 2009 tarkkailujen yhteydessä.

Liito-oravan ja lepakoiden ohella alueella esiintyviä luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeja voivat olla saukko, viitasammakko sekä Kainuun vaara-alueelle tyypilliset suurpedot karhu, susi, ahma ja ilves. Muusta lajistosta mäyrän, supikoiran ja rusakon esiintymisalueen pohjoisraja kulkee läpi Kainuun. Alueella liikkuu lisäksi hirviä. Pesimälinnuston osalta alueen taimikoissa ja sekametsissä viihtyvät metsän yleisimmät lintulajit. (Ramboll, 2014).

5.4.3 Suojelualueet

Kaivosaluetta lähimpänä sijaitsevat Talvivaaran (FI1201010, SCI) ja Korsunrinteen Natura-alueet (FI1200621, SCI) lähimmillään noin 1 kilometri kaivopiiristä kaakkoon, Losonvaaran Natura-alue (FI1201009, SCI) noin 3 kilometriä kaivopiiristä luoteeseen sekä Ketrinsaari ja Noronvaara (FI1200602, SCI) noin 5,3 kilometriä ja Isoaho (FI1202001, SCI) noin 7 kilometriä kaivopiiristä koilliseen (Kuva 5-4).

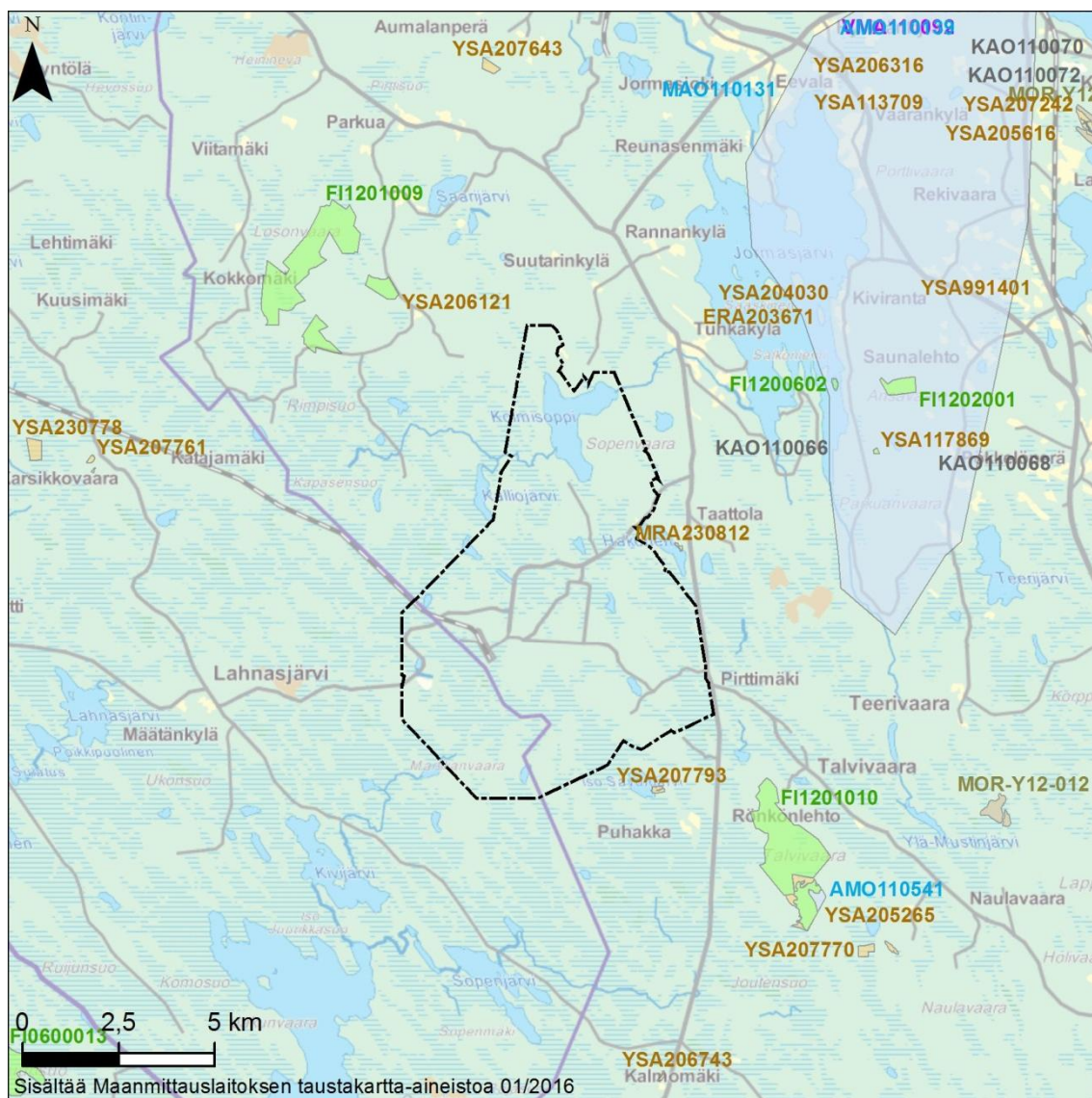
Muita kaivospiirin lähimpiä suojelualueita ovat Savonmäen yksityinen luonnonsuojelualue (YSA207793) noin 1,7 km etäisyydellä kaakkoon ja Hakosen itärannalla sijaitseva Pitkämäen rauhoitusalue (MRA230812) noin 700 metriä itään kaivospiirin rajasta. Pitkämäen rauhoitusalue on yksityisten maalla oleva suojelualue, joka on rauhoitettu määräaikaaisesti (Kuva 5-4).

Talvivaaran Natura-alue on edustava vanhan metsän alue, jonka linnusto ja kääpäälajisto ovat monipuolisia. Talvivaara ei ole mukana valtakunnallisissa suojeluohjelmissa. Korsunrinteen alue on ollut jo jonkin aikaa luonnontilassa. Rajauksen ympäristö sen sijaan on hakattu lähes kauttaaltaan. Korsunrinne kuuluu lähes kokonaisuudessaan vanhojen metsien suojeluohjelmaan (AMO110541) ja se on rauhoitettu pääosin yksityisenä suojelualueena (YSA205265).

Losonvaaran alue on merkittävä puustoisten soiden ja luontaisesti kehittyneiden metsien muodostama kokonaisuus. Alue ei kuulu kansallisiin suojeluohjelmiin. Osa alueesta on rauhoitettu perustamalla kaakkoisosaan yksityinen luonnonsuojelualue (YSA206121).

Jormasjärvessä sijaitsevan Ketrinsaaren kalkkikallioilla on uhanalaista ja luonnonsuojeluasetuksen mukaisesti erittäin suojeltavaa sammal- ja jäkälälajistoa. Jormasjärven kaakkoispuolella sijaitsevan Noronvaaran lounaisrinteen varttuneessa kuusikossa on reheviä lehtoja. Alue ei sisälly vahvistettuihin suojeluohjelmiin. Suojelu toteutetaan luonnonsuojelulain ja vesiluonnon osalta vesilain nojalla.

Isoahon tilan alue on näyte monimuotoisesta ja rehevästä vaarajakson metsäluonnosta, jossa samalla näkyvät selvästi vanhan kaski- sekä laidun- ja niittotalouden jäljet. Alue sisältyy valtakunnallisesti arvokkaaseen Vuokatin maisema-alueeseen.




 kaivospiiri Valtion luonnonsuojelualueet
 Natura 2000 -alueet Arvokkaat kallioalueet
 Luonnonsuojeluohjelmien alueet Arvokkaat moreenimuodostumat
 Yksityiset luonnonsuojelualueet

Kuva 5-4. Suojelualueet (Ympäristökarttapalvelu Karpalo, 3.10.2016).

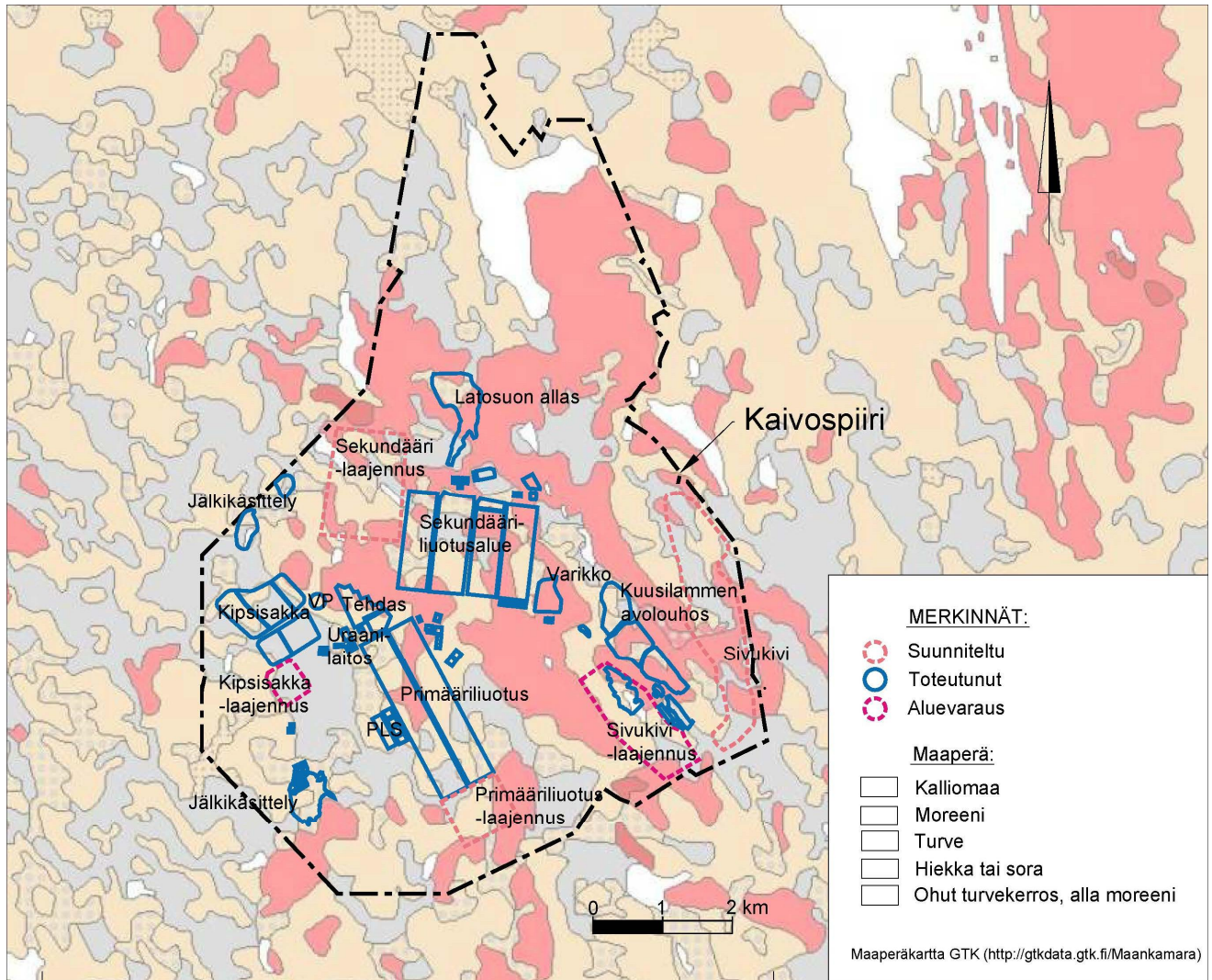
5.5 Maa- ja kallioperä

Kaivosalueen maa- ja kallioperää on tutkittu useaan otteeseen 1930-luvulta alkaen. Maapeite on korkeilla maastonkohdilla moreenia ja alavilla suoalueilla turvetta.

Moreenikerros mukailee alla olevan kallioperän muotoja ja maaperätutkimuksien perusteella kallion päällä on vain ohut kerros maa-ainesta. Kaivosalueella ei ole harjuja eikä alueella esiinny lajittuneita maa-aineksia kuin paikallisesti pienialaisina rantakerrostumina tai sora- ja hiekkavaltaisina kumpumoreeneina. Alavilla alueilla turpeen paksuus

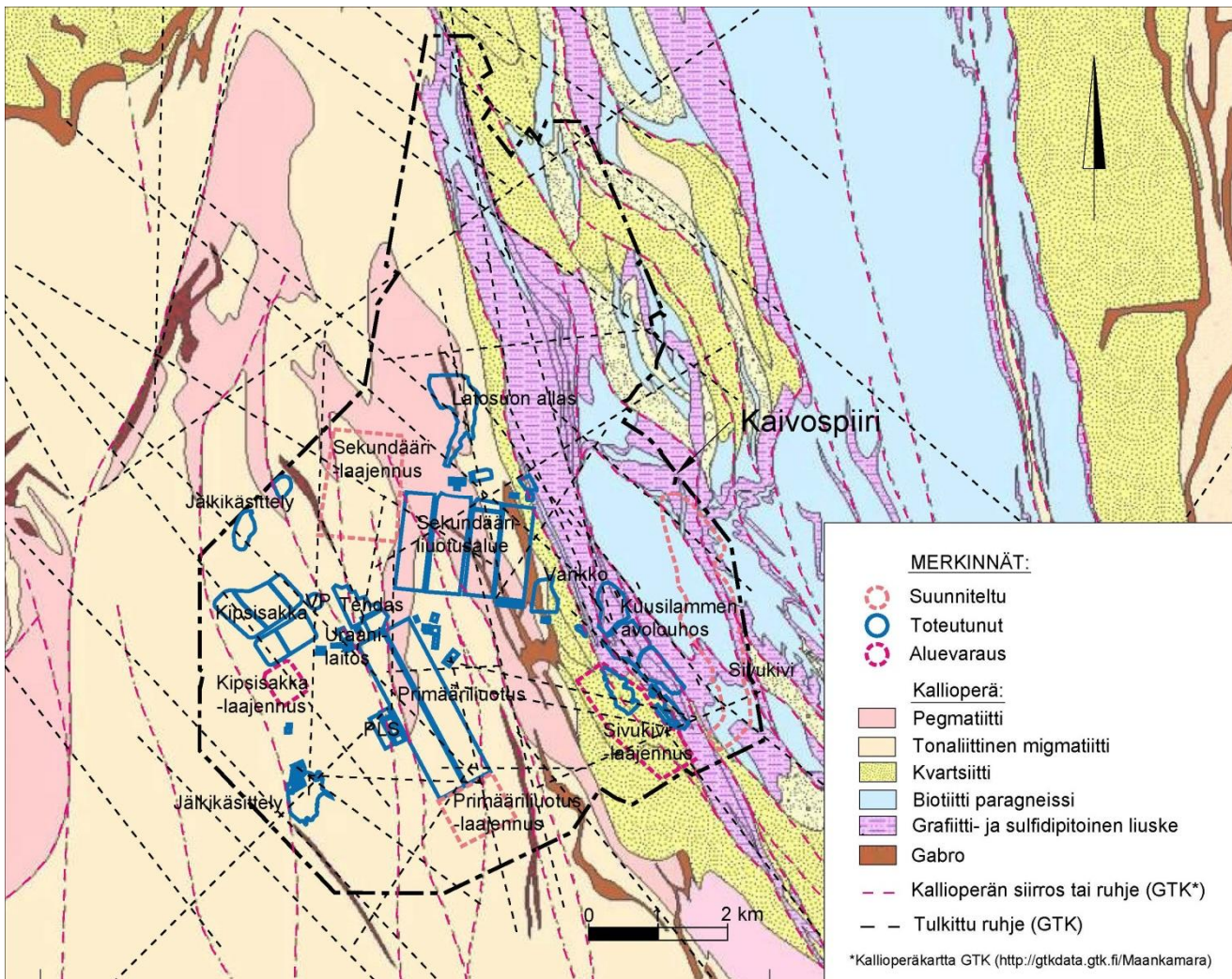
vaihtelee alle metristä viiteen metriin asti. Turpeen alla on yleensä moreenia ja sen alla kallio.

Kuvassa (Kuva 5-5) on esitetty maaperän yleispiirteet kaivosalueella ja sen ympäristössä.



Kuva 5-5. Maaperän yleispiirteet kaivosalueella ja sen ympäristössä. Pohjakartta Geologian tutkimuskeskus (<http://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>).

Kaivosalue sijoittuu Kainuun liuskejaksona tunnetun geologisen vyöhykkeen etelä-osaan, jossa vallitsevana kivilajeina ovat kvartsiitit, mustaliuskeet ja kiilleliuskeet. Kuvassa (Kuva 5-6) on esitetty kaivosalueen kallioperän yleispiirteet.



Kuva 5-6. Kalliojärven yleispiirteet. Pohjakartan päällä on punaisella korosteella kallioperäkartassa (<http://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>) olevat ruhjeet ja mustalla GTK:n myöhemmin tulkitsemat ruhjeet.

Mustaliuskeen päämineraaleina ovat hienorakeinen kvartsi, vaalea biotiitti, hyvin hienorakeinen grafiitti sekä rikki- ja magneettikiisu. Kiisujen kokonaismäärä on noin 8–20 %. Terrafamen sulfidinen nikkelimalmi on mustaliusketta, jossa nikkeliä on noin 0,25 – 0,27 %, kuparia 0,13 – 0,15 %, sinkkiä 0,52 – 0,56 % ja kobolttia 0,02 %. Malmin keskimääräinen rikkipitoisuus on 9,1 %. Kuusilammen ja Kolmisopen esiintymissä sivukivilajit ovat mustaliuske, metakarbonaattikivi, kiilleliuske ja kvartsiitti. Sivukivenä oleva mustaliuske eroaa hyödynnettävästä mustaliuskeesta lähinnä alhaisemman nikkeli-, kupari-, sinkki- ja kobolttipitoisuuden perusteella. (Pöyry Finland Oy 2014b).

Mustaliuskeessa on uraania 15-20 ppm. Suomen maa- ja kallioperässä on uraania käytännössä katsoen kaikkialla kallioperän keskimääräisen pitoisuuden ollessa 4 ppm. Graniittisissa kivilajeissa esiintyy varsin yleisesti keskimääräistä suurempia pitoisuuksia (4–50 ppm), erityisesti Kaakkois-Suomen rapakivialueilla. Mustaliuskeen uraanipitoisuus on aivan liian alhainen varsinaista uranikaivostoimintaa ajatellen, mutta muun kaivos- ja rikastustoiminnan ohessa uraani voidaan ottaa talteen.

5.6 Pohjavedet

5.6.1 Pohjavesialueet

Kaivosalueella ja purkuputkilinjauksella tai niiden läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita.

5.6.2 Pohjavesitarkkailu ja pohjaveden laatu

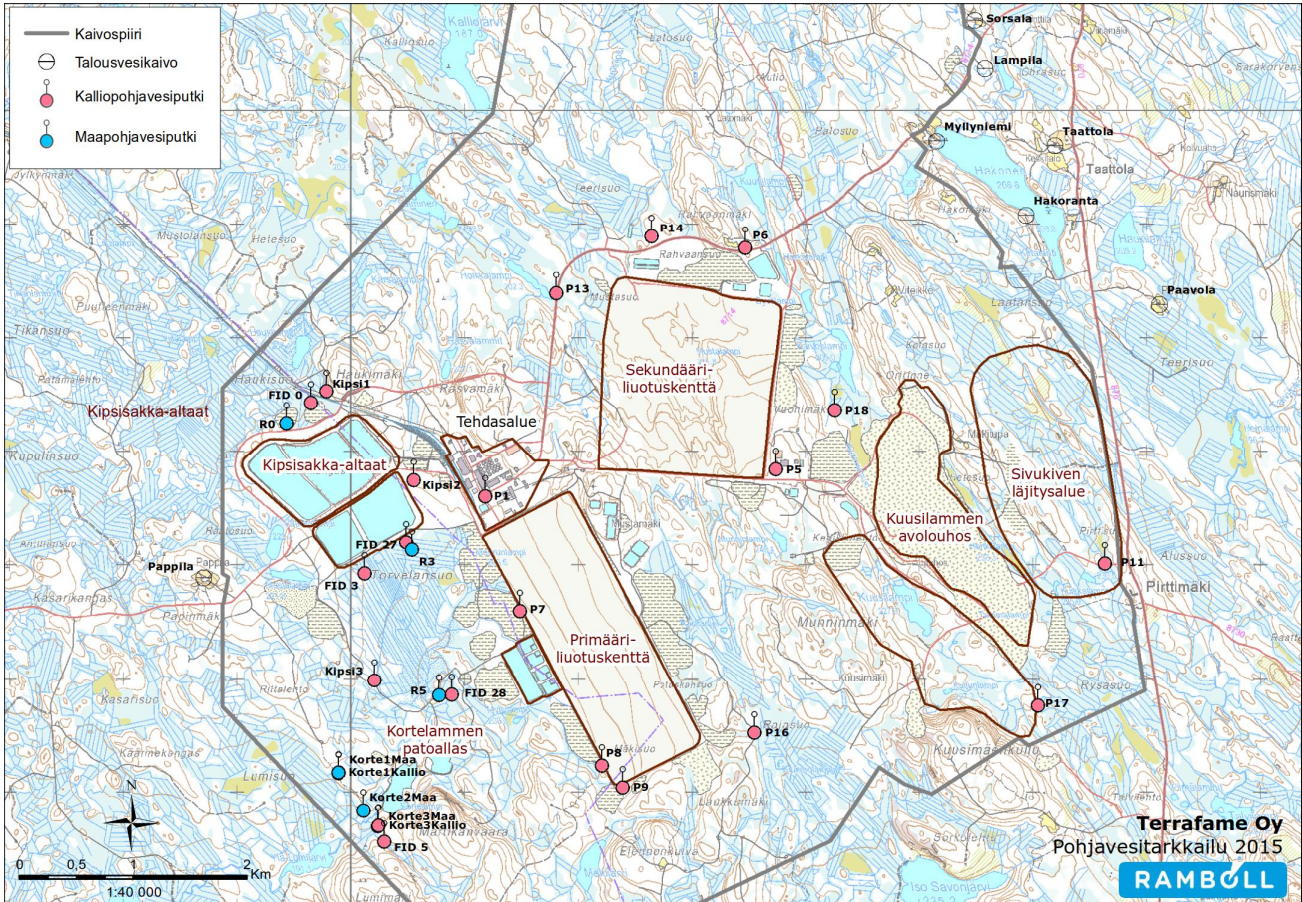
Terrafamen kaivoksen vuoden 2015 pohjavesitarkkailu toteutettiin vuonna 2014 hyväksytyn tarkkailuohjelman mukaisesti. Vuonna 2015 asennettiin yhdeksän uutta pohjaveden tarkkailuputkea, joista osa korvaa vanhoja tarkkailupisteitä. Seuraavassa on esitetty tiivistelmä vuoden 2015 tarkkailutuloksista.

Pohjavesitarkkailuun kuuluvat yksityiset talousvesikaivot sijaitsevat kaivospiirin läheisyydessä. Kaivojen vedenlaatua on tarkkailtu vuodesta 2008 alkaen. Nuasjärven purkuputken tarkkailuohjelmaan sisältyvä porakaivo Nuasjärven Lamposaassa lisättiin tarkkailuun vuonna 2015. (Ramboll Finland Oy 2016)

Tehdasalueella pisteessä P1 pohjavesi on selvästi hapanta ja metallipitoisuudet ovat muita tarkkailupisteitä korkeammat. Vuoden 2015 tarkkailuhavaintojen perusteella tehdasalueen metallipitoisuudet (Ni, Cd) ovat laskeneet. Pohjaveden metallipitoisuuksien aleneminen on nähtävissä myös primääriliuotuskentän uusituissa tarkkailupisteissä P7, P8 ja P9 (Kuva 5-7).

Sekundääriliuotuskentän tarkkailupisteissä pohjaveden metallipitoisuudet nousivat aikaisempien vuosien tarkkailuhavaintoihin verrattuna. Sekundääriliuotuskentän pohjoispuolelle asennettiin vuonna 2015 tarkkailuputket P13 ja P14. Pohjaveden virtaus suuntautuu liuotuskentältä kohti pistettä P14, jossa vesi on hapanta ja metallipitoisuudet ovat hieman kohonneet.

Kuusilammen avolouhoksessa on varastoitu happamia vesiä (pH <4), joiden metallipitoisuus on korkea. Avolouhoksen lähimmissä pohjaveden tarkkailuputkissa vesi on tarkkailutulosten perusteella lievästi hapanta ja metallipitoisuudet ovat koholla. Pohjaveden virtaussuunta alueella on louhokseen päin. Louhosta lähimpien putkien tarkkailuhistoria ulottuu vasta vuoteen 2015, joten varmuudella ei voida sanoa, johtuuko lievä happamuus ja tavanomaista korkeammat metallipitoisuuksien alueen luontaisesta geologiasta vai louhoksessa varastoiduista vesistä. Pohjaveden virtaussuunta huomioiden kohonneet pitoisuudet johtuvat todennäköisesti alueen geologiasta.



Kuva 5-7. Pohjavesiputkein sijainti (Ramboll Finland Oy 2016).

Pohjaveden virtaussuunta on kohti avolouhosta, mikä vähentää varastoitavien vesien sekoittumista ympäristöön, mutta veden kulkeutuminen kalliorakoilun suunnassa on mahdollista (Ramboll Finland Oy 2016).

Talousvesikaivoissa ei havaittu vuoden 2015 tarkkailussa normaalista vaihtelusta poikkeavia vedenlaadun muutoksia. Kaivojen vedenlaatu täytti tutkituilta osin talousveden laatuvaatimukset. Laatusuosituksen mukainen raudan tai mangaanin enimmäismäärä ylittyi Hakorannan, Lamposaaren ja Myllyniemen talousvesikaivoissa, joissa vesi oli lähes hapetonta. Talousvesikaivojen tarkkailun perusteella ei havaittu kaivostoiminnan vaikuttaneen pohjaveden laatuun tai määrään. Kaivovesinäytteissä todetut pienet metallipitoisuudet johtuvat paikallisista geologisista olosuhteista.

Kaivospiirin alueella pohjavesitarkkailussa havaittiin vedenlaadun muutoksia Kortelamman alueen tarkkailupisteissä, joissa pohjavedessä on havaittavissa happamointitrendi ja sulfaatti- ja metallipitoisuudet ovat nousseet. Erityisesti tarkkailupisteessä R5 vesi oli hapanta ja metalleista kadmiumin, koboltin, kuparin, nikkelin ja sinkin pitoisuudet olivat suurempia, kuin riskiperusteisena suosituksena esitetyt pohjaveden laadun vertailuarvot. Vedenlaatu on heikentynyt kipsisakka-altaan vuoden seurauksena maaperään joutuneen happaman ja metallipitoisen veden sekä Kortelamman altaan pinnankorkeuden vaihtelun vaikutuksesta.

Kaivostoiminnan vaikutus on havaittavissa kaivospiirin alueella pohjaveden kohonneina metallipitoisuuksina. Pohjavesitarkkailutulosten vertailuarvona käytettyjen riskiperusteisten haitta-ainepitoisuuksien ylityksiä havaittiin tehdasalueen ja Kortelamman alueen välisellä alueella. Sekundääri-liuotuskentän alueella sekä Kuusilammen avolouhoksen kaakkoispuolella todettiin kohonneita metallipitoisuuksia. (Ramboll Finland Oy 2016).

5.7 Vesistöt ja virkistyskäyttö

5.7.1 Yleiskuvaus

Terrafamen kaivokselta vesistöihin päätyvää kuormitusta sekä purkuvesistöjen fysikaalis-kemiallista ja biologista tilaa, sedimentin laatua sekä kalastoa ja kalastusta tarkastellaan meneillään olevassa vesienhallinnan YVA -menettelyssä. Myös vesistöjen virkistys- ja muuta käyttöä tarkastellaan kyseissä YVA:ssa. Seuraavassa esitetään lyhyt kuvaus jätevesien vaikutusalueen vesistöistä ja vesien tilasta. Lähemmin on tarkasteltu kaivoksen läheisyydessä olevien yksittäisten lampien ja järvien tilaa. Kyseiset vesistöt eivät sijaitse kuormitusvesien purkureiteillä.

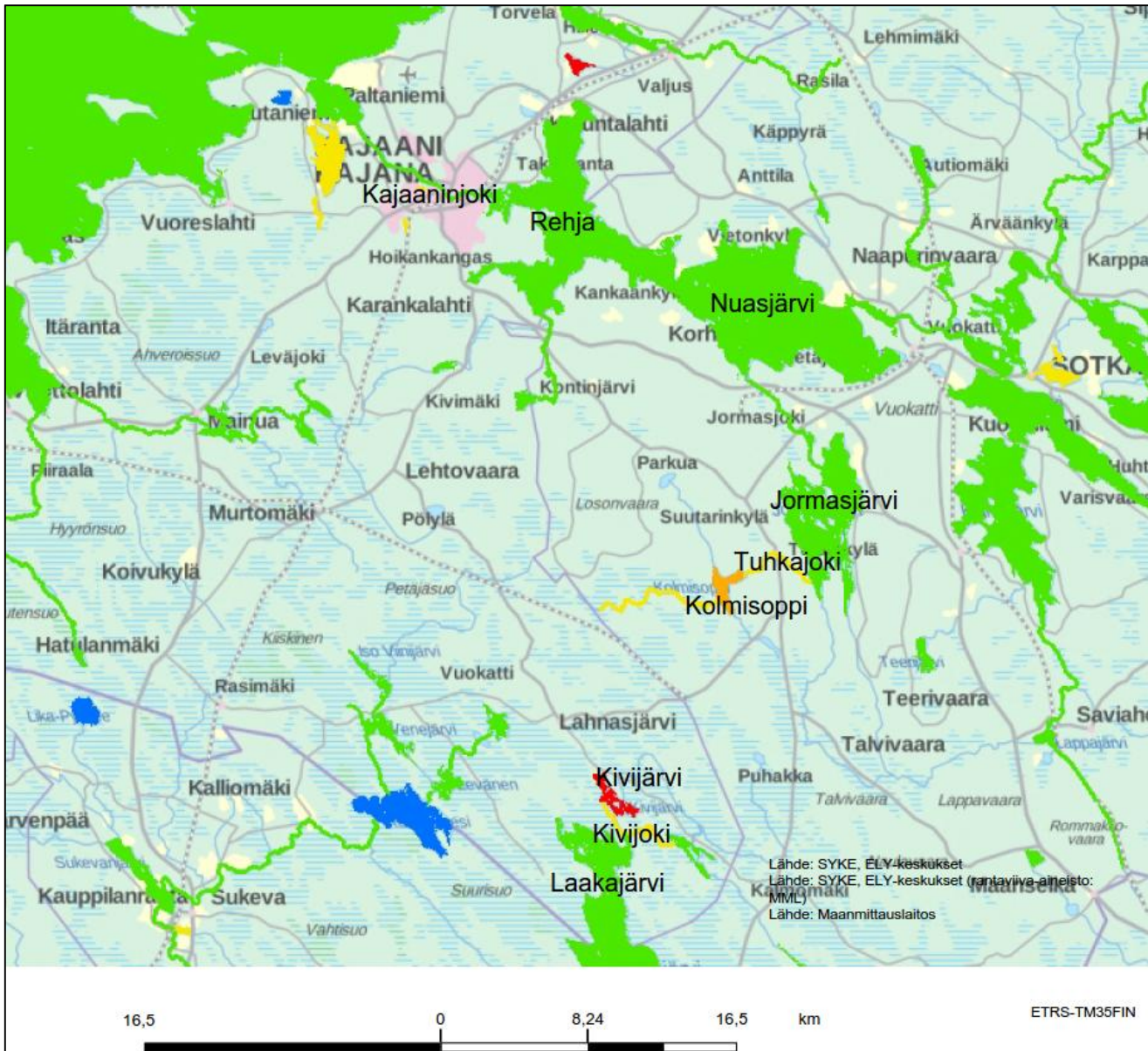
Kaivosalue sijaitsee Vuoksen (04.) ja Oulujoen (59.) vesistöalueiden vedenjakajalla. Vuoksen suunnalla kaivosalue sijaitsee aivan sen latvaosilla (4.645, Kivijoen valuma-alue) ja Oulujoen suunnalla alue sijaitsee ”päävaluma-alueen sivussa”, sen pienen osavaluma-alueen (59.885, Tuhkajoen valuma-alue) latvoilla. Vuoksen vesistön suunnassa käsitellyt jätevedet johdetaan Ylä-Lumijärven ohi Lumijokeen. Nykyinen kaivoksen jätevesien purkupaikka sijaitsee Nuasjärven, joka on Sotkamon reittivesistöön kuuluva järvi. Säännöstelty Nuasjärvi laskee Kajaaninjoen kautta säännösteltyyn Oulujärveen, joka on Suomen viidenneksi suurin järvi.

Kaivosalueelta etelään Vuoksen vesistöön mentäessä ensimmäinen suurempi järvi on Nilsiä reittiin kuuluva Laakajärvi. Laakajärveä on säännöstelty voimatalouden tarpeita varten vuodesta 1961. Pääosa Laakajärven vesistä ohjataan Kiltuan voimalaitoksen kautta. (Järviwiki, sivu päivitetty 17.3.2015).

Vesistöjen ekologinen tila Ympäristöhallinnon vuoden 2013 luokituksen mukaan on esitetty kartalla (Kuva 5-8). Vuoksen suunnalla Kivijärven tila on huono, Kivijoen tyydyttävä ja Laakajärven hyvä. Oulujoen suunnalla Kalliojoen ja Tuhkajoen ekologinen tila on tyydyttävä, Kolmisopen välttävä ja Jormasjärven ja Nuasjärven hyvä. Kaivospiirin alueella tai sen läheisyydessä, purkureittien ulkopuolella olevien lampien ja järvien tilaa ei ole luokiteltu.

Terrafamen kaivoksen prosessivesiä on johdettu jälkikäsitteily-yksiköiden kautta Oulujoen ja Vuoksen suunnan vesistöihin vuoden 2009 lopulta lähtien. Syksystä 2013 lähtien suurin osa puhdistetusta prosessivedestä (LONE-ylite) on johdettu käänteisosmoosilaitokselle. Valtaosa ympäristöön purettavista vesistä koostuu kaivosalueelle kertyneistä sade- ja valumavesistä, jotka käsitellään ennen johtamista ympäristöön.

Vuonna 2015 rakennettiin puhdistettujen vesien juoksuttamiseksi purkuputki kaivosalueen Latosuon altaalta Nuasjärven Juurikkalahden edustalle. Nuasjärven purkuputki lähtee Latosuon patoaltaalta. Putki otettiin tuotannolliseen käyttöön marraskuussa 2015. Purkuputkella ohitetaan kaivosta lähimmät pienemmät vesistöt.



Kuva 5-8. Vesistöjen ekologinen tila (Ympäristökarttapalvelu Karpalo, haettu 22.7.2016). Sininen= erinomainen ekologinen tila, vihreä= hyvä tila, keltainen= tyydyttävä tila, oranssi= välttävä tila, punainen = huono tila

Kaivoksen vesienkäsittelyn piiriin kuuluville alueille kertyy vuosittain useita miljoonia kuutioita vettä. Sateen ja sulamisvesien kautta vesitaseeseen tulevat vedet ovat laimentaneet varastoituja vesiä.

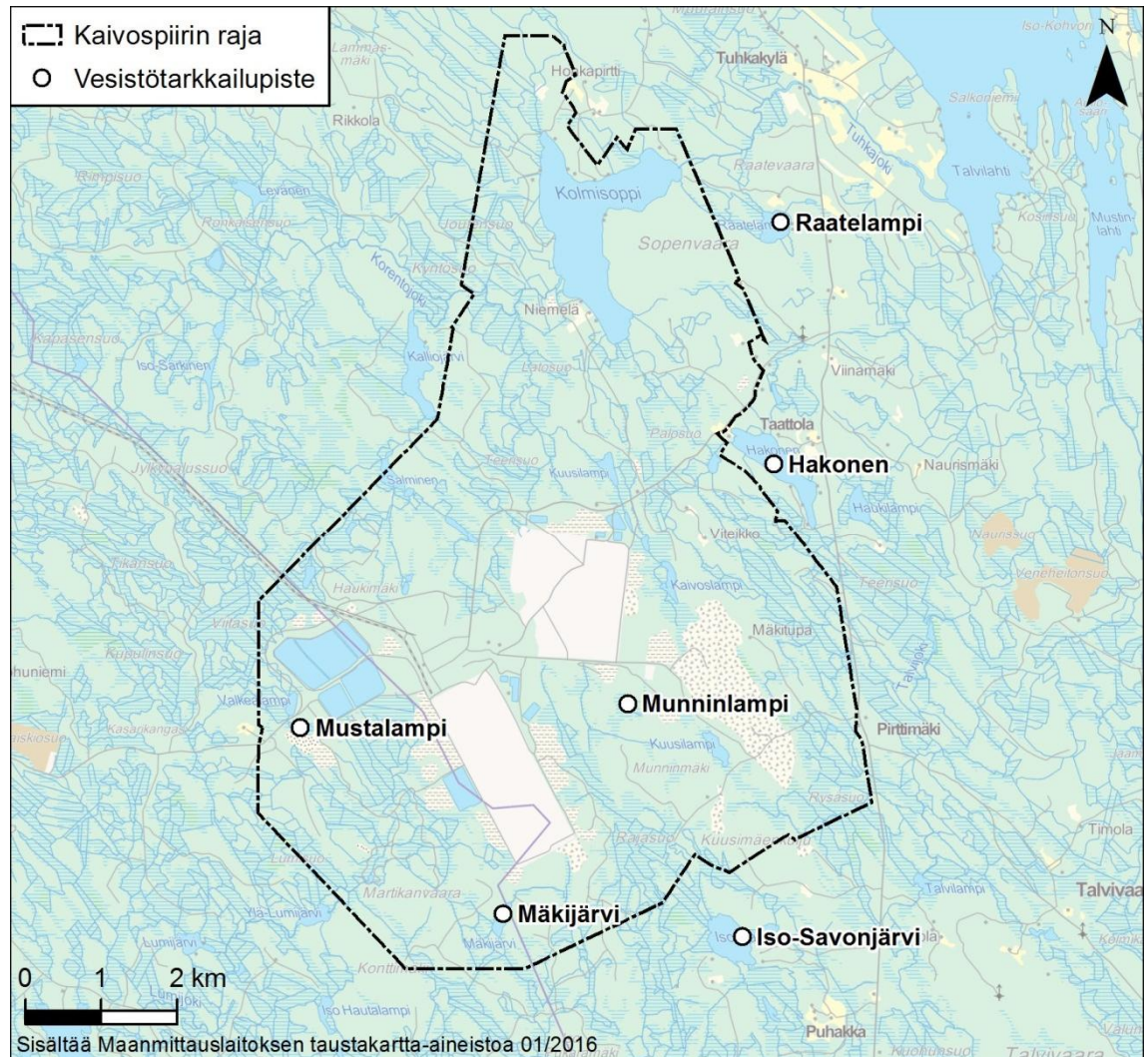
Terrafamen kaivosalueen ympäristössä on vähän muita pistekuormittajia. Mondo Minerals B. V. Branch Finlandin Uutelan kaivosalueelta vedet päätyvät Kohisevanpuron ja Mustinjoen kautta Jormasjärveen. Mondo Minerals B. V. Branch Finlandin Sotkamon Lahnaslammen talkkikaivos ja rikastamo sijaitsevat Nuasjärven eteläpuolella. Lahnaslammella kaivostoiminta alkoi vuonna 1968. Vuonna 2010 louhinta Lahnaslammen avolouhoksesta loppui ja siirtyi kokonaisuudessaan Punasuon uuteen kaivokseen, josta kuivatusvedet on johdettu joulukuusta 2010 lähtien suljettuun Lahnaslammen louhokseen. Talkkirikasteen lisäksi rikastusprosessi tuottaa nikkelirikastetta sekä magnesiittipitoista rikastushiekkaa. Rikastushiekka ja louhittava sivukivi on läjitetty kaivoksen alueelle.

Pistekuormituksen lisäksi vesistöihin kohdistuu kuormitusta luonnonhuuhtouman lisäksi maa- ja metsätaloudesta, haja-asutuksesta ja turvetuotannosta. Lähin yhdyskuntajätevedenpuhdistamo sijaitsee Sotkamossa.

5.7.2 Veden laatu kaivoksen lähialueen lammissa ja järvissä

Terrafamen kaivoksen vesistövaikutuksia tarkkaillaan reittivesistöjen lisäksi kaivospiirin lähialueen lammissa ja järvissä. Kyseisiin vesistöihin voi päätyä kaivoksen päästöjä valumana tai ilman kautta tulevan pölylaskeuman seurauksena.

Kaivosalueen lähialueen pienten vesistöjen vedenlaatua on tarkasteltu Oulun suunnalla Raatelammen, Hakosen ja Munninlammen sekä Vuoksen suunnalla Mustalammen, Mäkijärven ja Iso-Savonjärven vuosien 2008–2016 vedenlaatuaineiston (Suomen ympäristökeskus ja ELY-keskukset 2016) avulla (Kuva 5-9). Pienvesistöjen vesi oli hapanta tai lievästi hapanta ja sähköjohtavuusarvot pieniä (Taulukko 5-2). Vesissä oli humusta, mutta kiintoainepitoisuudet olivat pieniä, eikä merkittävää samennusta ollut havaittavissa. Vesistöjen kokonaistyyppipitoisuudet olivat vähä- tai keskiravinteisille vesille tyypillistä tasoa. Kokonaisfosforin pitoisuudet viittasivat vähä- tai keskiravinteisuuteen lukuun ottamatta Munninlampea, jossa oli melko runsaasti fosforia.



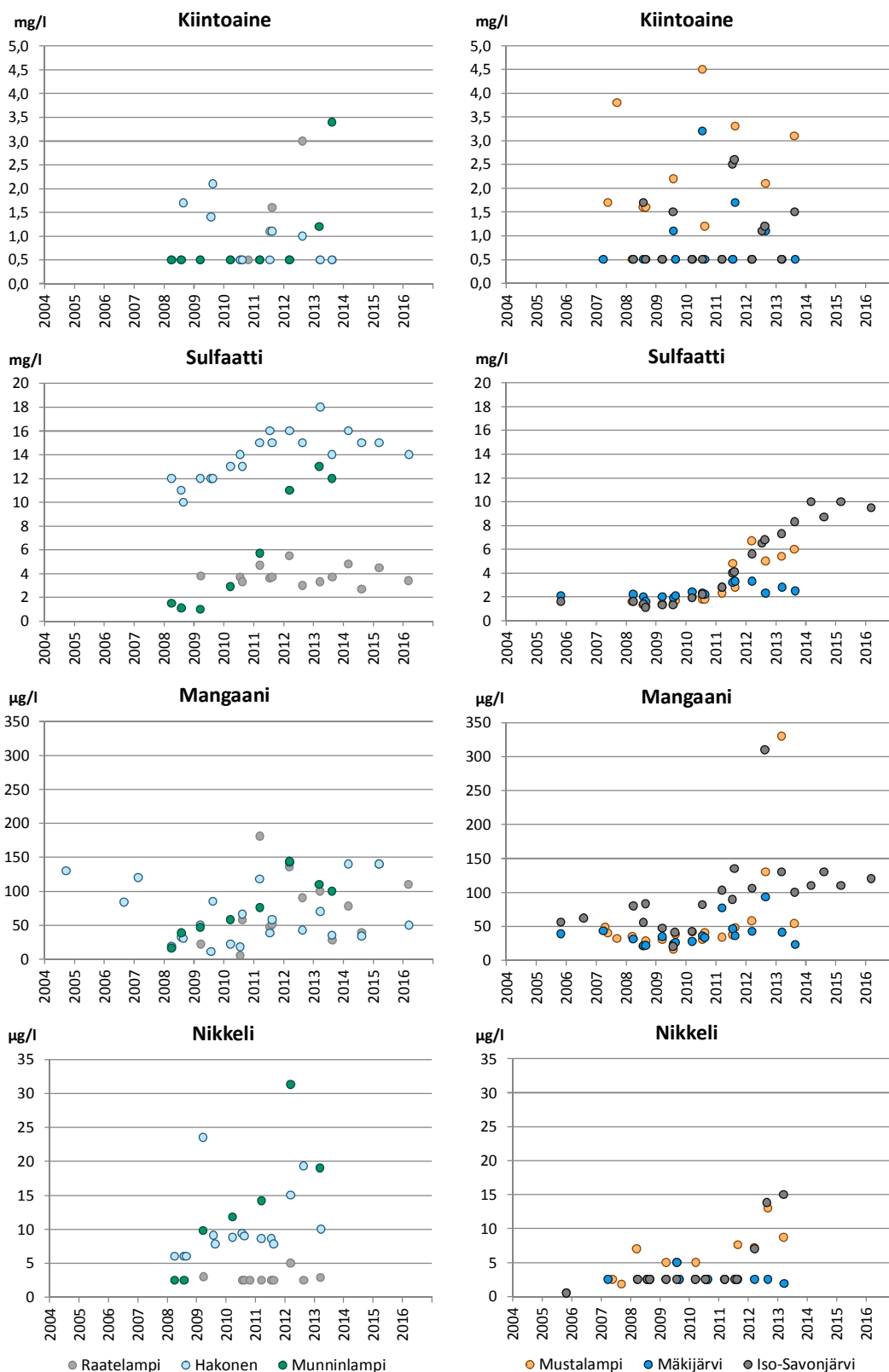
Kuva 5-9. Vesistötarkkailun pisteet lähialueen pienissä vesistöissä.

Taulukko 5-2. Lähialueen pienten lampien ja järvien vedenlaatu vuosina 2008–2013/2016.

	Näyte- syv.	Happi	pH	S-joht.	COD _{Mn}	Kiinto- aine	Sameus	Kok.P	Kok.N	Kloro- fylli-a	Al	Cd	Co	Cu	Mn	Na	Ni	Fe	Zn	SO ₄	U liuk.	n	
	m	kyll.%		mS/m	mg/l	mg/l	FNU	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l		
Raatelampi																							
ka	1,0	74	6,7	4,3	15,8	0,9	1,2	14	524	10,8	121	0,8	1,4	4,3	78	1,5	2,8	581	10	3,8	0,08	6–15	
min	1,0	53	6,3	3,4	13,0	0,5	0,1	8	440	2,0	10	0,0	0,2	1,3	5	1,0	2,5	240	5	2,7	0,03		
max	1,0	93	7,2	5,7	21,0	3,0	3,2	25	630	27,5	250	1,0	1,5	5,0	181	2,1	5,0	922	45	5,5	0,25		
Hakonen																							
ka	1,0	80	6,3	5,4	8,6	0,8	0,7	11	342	6,1	57	0,9	1,4	5,3	60	1,2	10,3	279	22	13,9	0,09	11–19	
min	1,0	64	5,9	4,2	6,5	0,5	0,1	5	210	3,1	10	0,1	0,1	2,3	11	0,8	6,0	134	4	10,0	0,02		
max	1,0	96	6,8	6,5	11,0	2,1	1,7	32	520	14,7	100	1,0	1,5	12,5	142	2,9	23,5	530	50	18,0	0,25		
Munninlampi																							
ka	1,0	51	4,6	3,2	22,2	1,0	1,7	45	681		316	0,9	1,7	4,7	74	0,6	13,0	876	33	6,0		7–8	
min	1,0	26	4,4	2,0	9,5	0,5	0,8	19	450	3,6	150	0,1	1,5	3,1	16	0,4	2,5	616	5	1,0	0,06		
max	1,0	89	4,7	4,9	33,0	3,4	3,1	76	900	5,8	410	1,0	3,0	5,0	144	0,8	31,3	1 400	97	13,0	0,16		
Mustalampi																							
ka	1,0	65	6,0	3,1	14,7	1,5	1,0	15	488	6,6	174	0,9	1,7	4,4	61	1,1	5,1	807	14	3,0		10–16	
min	1,0	16	5,6	2,2	11,0	0,5	0,5	6	330	2,1	42	0,1	1,0	0,0	16	0,7	2,5	384	5	1,2	0,02		
max	1,0	88	6,7	4,9	19,0	4,5	2,2	32	820	13,1	286	1,0	5,0	5,0	330	1,8	13,0	1 500	65	6,7	0,03		
Mäkijärvi																							
ka	1,0	75	6,0	2,1	15,8	0,8	0,5	17	392	2,8	220	0,9	1,4	5,2	38	1,0	2,6	529	7	2,4		9–16	
min	1,0	62	5,4	1,8	11,0	0,5	0,2	9	310	1,4	110	0,0	0,2	0,9	22	0,8	1,9	382	2	1,6	0,03		
max	1,0	90	6,5	2,6	22,0	3,2	0,9	26	490	4,7	440	1,0	1,5	12,0	93	1,4	5,0	813	21	3,3	0,03		
Iso-Savonjärvi																							
ka	0,9	75	5,8	2,4	15,8	1,1	1,0	13	416	5,6	170	0,9	1,5	4,7	100	0,7	4,5	696	11	3,6	0,08	11–16	
min	0,0	55	5,2	1,7	9,1	0,5	0,3	5	310	2,4	86	0,1	1,0	0,4	20	0,5	2,5	359	4	1,1	0,04		
max	1,0	91	6,9	3,2	20,0	2,6	1,9	19	520	12,0	320	1,0	1,5	5,0	310	1,3	15,0	1 020	40	8,3	0,25		
										n=2												n=4-7	

Pienten vesistöjen kadmiumin, koboltin ja kuparin pitoisuuksissa ei ollut havaittavissa merkittäviä eroja vuosina 2004/2008–2016. Suurimmat sinkin ja nikkelin pitoisuudet havaittiin Munninlammessa ja Hakosessa (Taulukko 5-2). Sulfaatin yleinen pitoisuustaso oli Hakosessa korkeampi kuin muissa Oulun suunnan pienvesistöissä (Kuva 5-10). Iso-Savonjärvessä sulfaattipitoisuudet nousivat vuosina 2011–2013, mutta vuosina 2014–2016 pitoisuustaso vakiintui tasolle 10 mg/l. Mustalammen sulfaattipitoisuudet nousivat myös vuosina 2011–2013, mutta vuosilta 2014–2016 ei ollut saatavissa tietoja ympäristöhallinnon tietokannassa (Suomen ympäristökeskus ja ELY-keskukset 2016). Munninlammen nikkelpitoisuudet kasvoivat jaksolla 2008–2013 ja Mustalammen sekä Iso-Savonjärven nikkelpitoisuudet jaksolla 2012–2013. Usean pisteen metallitulokset vuosilta 2014–2016 olivat ympäristöhallinnon tietokannassa puutteellisia, mikä vaikeuttaa kehityksen arvioimista.

Terraframen kaivoksen lähialueen järvistä ja lammista, niistä jotka eivät sijaitse jätevesien purkureiteillä, ei ole tutkittua tietoa kasviplanktonin koostumuksesta lukuun ottamatta a-klorofyllipitoisuuksia. Pohjaeläimistöstä ja kalastosta sekä kalastuksesta ei myöskään ole tutkittua tietoa.



Kuva 5-10. Lähialueen pienten lampien ja järvien vedenlaadun kehitys v. 2004–2016.

5.7.3 Virkistyskäyttö ja vesistöjen muu käyttö

Vuoksen vesistön puolella ensimmäinen merkittävä virkistyskäyttökohde on Laakajärvi, jonka rannoilla on runsaasti loma-asutusta sekä myös vakituista asutusta. Ennen Laakajärveä sijaitsevan Kivijärven rannalla on yksi mökki sekä seurakunnan leirikeskus. Kivijärvellä harjoitetaan pienimuotoista vesistöjen virkistyskäyttöä.

Oulunjoen vesistöalueella Kalliojärven rannalla on kaksi mökkiä ja siellä on pienimuotoista virkistyskäyttöä. Kolmisoppi sijaitsee kokonaan kaivospiirin sisällä ja sen virkistyskäyttö on hyvin vähäistä. Oulunjoen vesistön puolella ensimmäinen merkittävä virkistyskäyttökohde on Jormasjärvi, jonka rannoilla on runsaasti loma-asutusta sekä myös vakituista asutusta. Oulunjoen vesistössä on 11 merkittävää vesivoimalaitosta.

Kaivospiirin ulkopuolella sijaitsevien lähijärvien (Hakonen ja Iso-Savonjärvi) rannoilla sijaitsee mökkejä ja vakituista-asutusta.

Vuokatin loma- ja vapaa-ajankeskittymä sijaitsee noin 20 ajokilometrin päässä kaivostoiminnoista. Linnuntietä kaivoksen etäisyys Vuokatista on noin 15 km. Alue on merkittävä hiihto-, retkeily- ja urheilukeskus niin talvi- kuin kesäaikana. Vuokatissa on yli 8 000 vuodepaikkaa. Alueella on mm. Vuokatinrinteet, Angry Birds Activity Park, Holiday Club Katinkulta ja Vuokatin urheiluopisto. Vuokatin alueella monenlaisia ohjelmopalveluita, joissa hyödynnetään ympäröivää vesistöä ja maastoa. Palveluihin kuuluvat mm. vene-, husky- ja moottorikelkkasafarit, melontaretket, vaellus- ja luontoretket, kalastusretket ja lumikenkäretket (Vuokatti 2016). Alueella voi harrastaa omatoimisesti mm. kalastusta, veneilyä, melontaa, hiihtoa, laskettelua, moottorikelkkailua, pilkkimistä ja patikointia. Vuokatin alueella Pisterinniemen ympäri kulkee aurinkolatu. Vuokatin Jäätiönlahdelle tehdään talvisin 1,5–3 kilometrin pituinen retkiluistelureitti (Kainuun ulkoilukartta 2016, Vuokatti 2016).

Raakavedenottamoita alueella ei ole. Yksittäiset kiinteistöt voivat hyödyntää vesistövesiä kastelu- ja saunavetenä.

5.8 Liikenne

Terraframien kaivosalue sijaitsee tien numero 8714 varrella, joka erkanee Pohjois-Savo – Kajaani seututiestä 870. Teillä kulkevia liikennemääriä kuvataan vuoden keskimääräisellä vuorokausiliikenteellä ja sen yksikkö on ajoneuvoa/vuorokausi.

Liikennemäärä seututiellä 870 oli vuonna 2015 kaivosalueen pohjoispuolella 1048 ajoneuvoa vuorokaudessa ja eteläpuolella 330 ajoneuvoa vuorokaudessa. Näistä ajoneuvomäärästä raskasta liikennettä oli pohjoispuolella 86 ajoneuvoa vuorokaudessa ja eteläpuolella 63 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Liikennemäärä kaivosalueen poikki kulkevalla tiellä 8714 oli vuonna 2015 kaivosalueen itäpuolella 695 ajoneuvoa vuorokaudessa ja länsipuolella 39 ajoneuvoa vuorokaudessa. Näistä raskasta liikennettä oli itäpuolelta 53 ajoneuvoa vuorokaudessa ja länsipuolelta 1 ajoneuvo vuorokaudessa.

Seututiellä 870 kulkevista ajoneuvoista 50 % ja raskaasta liikenteestä 36 % kääntyy kaivosalueelle vievälle tielle 8714. Seututiellä 870 kulkevista autoista 11 % on raskasta liikennettä, ja tiellä 8714 raskasta liikennettä on 7 %.

6 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI JA SIINÄ KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT

6.1 Yleistä

Tässä hankkeessa ympäristövaikutuksilla tarkoitetaan hankkeen aiheuttamia välittömiä ja välillisiä, tilapäisiä ja pysyviä vaikutuksia ympäristöön. Arvioinnissa tarkastellaan sekä rakentamisen että käytön aikaisia vaikutuksia. YVA-lain mukaan arvioinnissa tulee tarkastella muun muassa seuraavia asiakokonaisuuksia eli vaikutusryhmiä:

- Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, rakennuksiin, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön
- Vaikutukset maaperään, vesiin ja vesistöihin, ilmastoon ja ilmanlaatuun, kasvillisuuteen ja eliöihin
- Vaikutukset ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen, joita tässä hankkeessa ovat erityisesti
- Yhteisvaikutukset

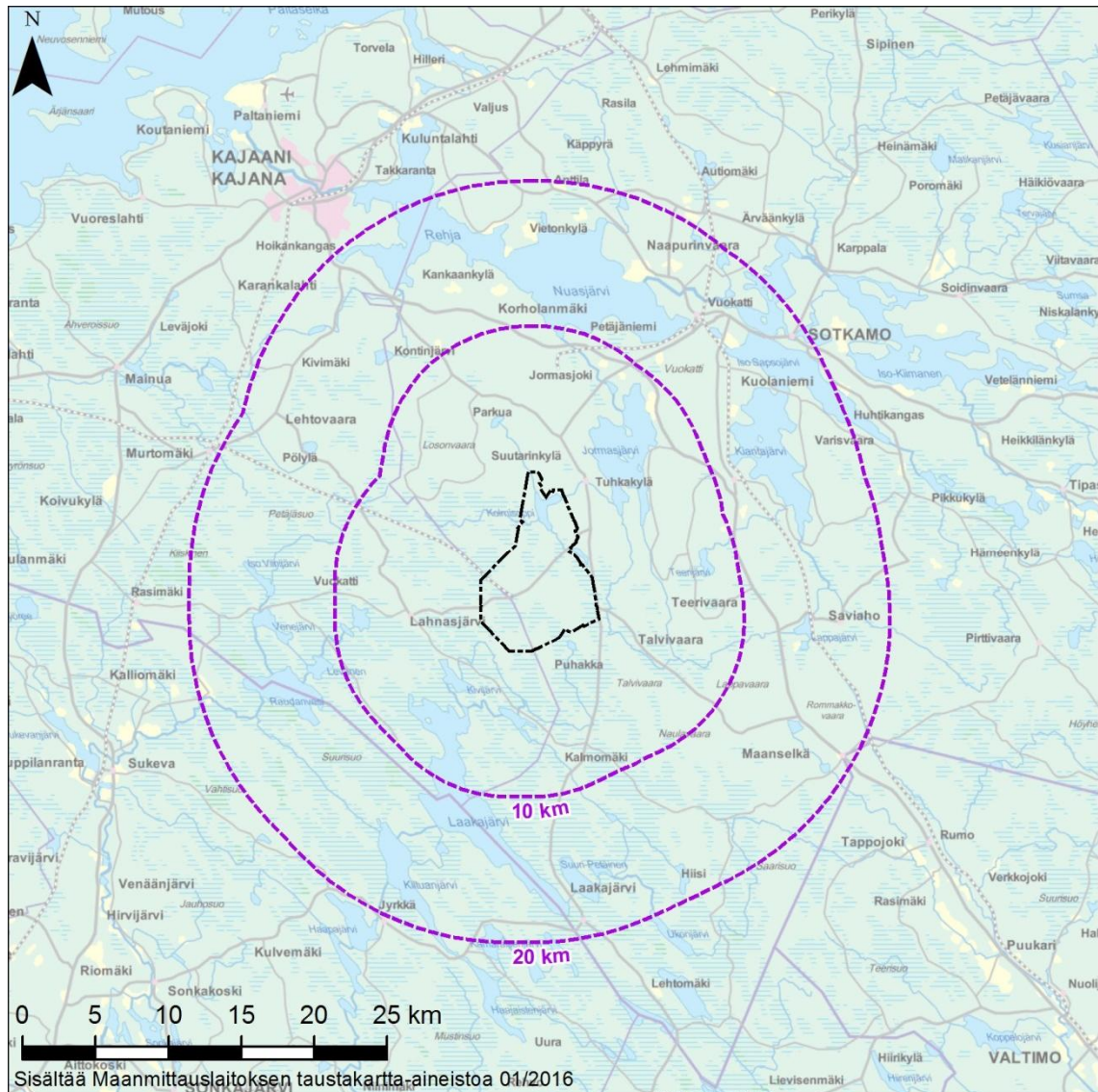
Koska tämä YVA-menettely ei koske purkuvesistöjä, nousevat hankkeessa arvioitaviksi vaikutuksiksi muut kuin vesiin, vesistöihin ja kalastoon kohdistuvat vaikutukset, joita tarkastellaan erikseen laadittavassa vesienhallinnan YVA-menettelyssä. Merkittävimpiä vaikutuksia ovat ihmisiin, maaperään, ilmanlaatuun, maisemaan, kasvillisuuteen ja eläimistöön kohdistuvat vaikutukset.

Ympäristövaikutuksia selvitettäessä painopiste asetetaan merkittäviksi arvioituihin ja koettuihin vaikutuksiin. Arvioinnissa tuodaan esille myös arviointiin liittyvät epävarmuustekijät.

Ympäristövaikutusten merkittävyyttä arvioidaan vertaamalla ympäristön sietokykyä kunkin ympäristörasituksen suhteen. Ympäristön sietokyvyn arvioimisessa hyödynnetään muun muassa annettuja ohjearvoja. Ympäristövaikutusten arvioinnin tulokset koetaan ympäristövaikutusten arviointiselostukseen.

6.2 Esitys tarkastelu- ja vaikutusalueen rajauksesta

Tarkastelualueella tarkoitetaan vaikutustyyppille määriteltyä aluetta, jolla kyseistä ympäristövaikutusta selvitetään ja arvioidaan. Tarkastelualueen laajuus riippuu tarkasteltavasta ympäristövaikutuksesta. Tarkastelualue pyritään määrittelemään niin suureksi, ettei merkityksellisiä ympäristövaikutuksia voida olettaa ilmenevän alueen ulkopuolella. Ihmisiin, maaperään, kasvillisuuteen, eliöstöön ja ilmanlaatuun kohdistuvia vaikutuksia arvioidaan noin 10 kilometrin etäisyydelle kaivosalueesta ulottuvalla alueella. (Kuva 6-1).



Kuva 6-1. Tarkastelualueen raja.

6.3 Hankkeessa tehtävä selvitykset

YVA-menettelyä varten on tehty tai tullaan tekemään seuraavat selvitykset tukemaan olemassa olevaa aineistoa arviointityössä:

- Bioindikaattoriselvitys
- Melumallinnuksen päivitys
- Asukaskysely
- Pölymallinnus
- Hajukaasumallinnus

6.4 Vaikutukset vesistöihin

YVA-selostuksessa esitetään yleisluonteinen kuvaus vesistöjen fysikaalis-kemiallisesta ja vesiekologisesta nykytilasta ja arvio tulevasta tilasta valmisteilla olevassa vesienhal-

linnan YVA -menettelyssä esitetyllä tavalla. Vaikutukset kalastoon ja kalastukseen kuvataan myös lyhyesti.

Pölypäästöjen mahdolliset vaikutukset lähialueen järvien ja lampien veden laatuun arvioidaan asiantuntija-arviona tähänastisten tarkkailutulosten perusteella. Kyseisiin vesistöihin ei tule suoria jätevesipäästöjä.

6.5 Vaikutukset maankäyttöön

Arvioinnissa selvitetään onko hankkeen toteuttamisella vaikutuksia hankealueen tai lähiympäristön maankäyttöön. Vastaavasti tutkitaan hankkeen suhde voimassaa oleviin tai vireillä oleviin kaavoihin, muihin suunnitelmiin ja tavoitteisiin. Välittömiä maankäyttövaikutuksia tarkastellaan rakentamiseen osoitettujen alueiden osalta. Lisäksi huomioidaan esimerkiksi melun aiheuttamat vaikutukset ympäröivään maankäyttöön. Yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön laaditut vaikutusarviointit laaditaan asiantuntijatyönä.

6.6 Vaikutukset maisemaan

Vaikutusten arviointi maiseman ja kulttuuriympäristön osalta perustuu olemassa oleviin selvityksiin sekä kartta- ja ilmakuvatarkasteluihin. Sivukivialueen KL2 ympäristölupahakemusta varten on laadittu havainnekuvia, joita käytetään työssä. Sivukivialuetta KL1 ei ole vielä suunniteltu. Sille on olemassa aluevaraus (Kuva 3-1). Vaikutukset maisemaan arvioidaan asiantuntijatyönä.

6.7 Liikennevaikutukset

Vaikutuksia liikenteeseen arvioidaan asiantuntija-arviona tarkastelemalla toimintaan liittyvien kuljetusten määriä ja käytettyjä reittejä. Kuljetusmääriä verrataan teiden nykyisiin liikennemääriin. Raskaan liikenteen lisääntyminen tarkastellaan erikseen. Tarkastelualueena ovat kaivosalueen sisäinen liikenne sekä kaivosalueelle suuntautuvat tiet. Laajennushankkeen aiheuttamat muutokset nykyisiin liikennemääriin arvioidaan.

Työkoneiden, kuljetusten ja muun liikenteen pakokaasupäästöt arvioidaan ominaispäästökertoimien ja liikenne/konemäärien perusteella. Arviointi tehdään asiantuntija-arviona.

6.8 Vaikutukset ilmanlaatuun ja ilmasto

Ilmastovaikutusten tarkastelussa lähdetään liikkeelle tuotantoprosessien, tukitoimintojen ja liikenteen päästölähteiden tunnistamisesta. Ilmatoon ja ilmanlaatuun kohdistuvat vaikutukset (pöly ja haju) arvioidaan asiantuntijatyönä nykyisen toiminnan tarkkailutulosten, alueen ilmasto-olosuhteiden ja kokemuksen perusteella. Vaikutukset kuvataan sanallisesti sekä laskennallisesti (mm. päästömäärät). Päästöjen leviämistä arvioidaan sanallisesti alueen ilmasto-olosuhteet huomioiden. Piippupäästöjen leviämistä arvioidaan alueen ilmasto-olosuhteet huomioiden ja kuvataan sanallisesti.

6.9 Meluvaikutukset

Melun nykytila (VE0) mallinnetaan nykytilalaskelmaksi käyttäen äänilähteiden mitattuja tai mallinnettuja melutietoja.

Melun levimäismallinnus tehdään hankkeen laajennusvaihtoehdolle VE1b pohjoismaisen teollisuus- ja tieliikennemelulaskelman mukaisesti. Ohjelmanä käytetään CadnaA-

tai SoundPlan-ohjelmistoja (uusimmat versiot). Melumallinnuksen tuloksena saadaan keskiäänitason LAeq leviämisyöhykkeet 5 dB:n välein esitettynä normaalitoiminnan aikana sekä raporttiteksti liitettäväksi YVA selostukseen. Tuloksia verrataan Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaisiin keskiäänitason ohjearvoihin ulkona.

6.10 Tärinävaikutukset

Eri vaihtoehtojen tärinävaikutuksia arvioidaan sanallisesti vertaamalla nykytilanteen tuloksiammittaustuloksia ja tehtyjä ympäristöhavaintoja ja mahdollista tärinän muutosta eri vaihtoehtoisissa.

6.11 Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin

Hanke on muuttanut kaivospiirin alueella pysyvästi maa- ja kallioperää. Terrafamen kaivostoiminnassa tapahtunut malmin ja muun kiviaineksen louhinta, liuotusalueet ja alueen rakentaminen ovat aiheuttamat laaja-alaisia maankamaraan muutoksia. Toisaalta on muodostunut louhosalueita ja toisaalta läjitysalueita, jotka ovat muuttaneet alueen topografiset piirteet luonnonmaiseman muodoista teollisuustoiminnan muodoiksi.

Jatkossa hankealueen maa- ja kallioperä muuttuvat lähinnä maa- ja pohjarakentamistöiden vaikutuksesta, jotka vaativat vähäisissä määrin myös kallioperän louhintaa. Aiemmin suunnitellut sivukivialueet otetaan käyttöön ja sekundaarialue 2 rakennetaan. Vaihtoehdossa VE1a primäärivaiheen liuotusalueelle rakennetaan uudet liuotuslohkot nro: 5 ja 6 sekä uudet kipsisakka-altaan lohkot nro: 7 ja 8 ja vaihtoehdossa VE1b rakennetaan myös pasutto ja rikkihappotehdas. Louhintamäärän kasvattaminen Kuusilammen louhoksella muokkaa louhosaluetta edelleen. Muutosten sijoittuminen ja vaikutukset kuvataan selostuksessa ja esitetään kartalla.

Toiminnan laajentuessa hankkeella voi olla paikallisesti vaikutuksia myös pohjavesiolosuhteisiin, mutta vaikutukset kohdistuvat ennalta arvioiden kaivospiirin alueelle. Kohteen alueella ja läheisyydessä ei ole pohjavesialueita.

Uraanin talteenotosta ei normaalitilanteessa aiheudu päästöjä tai vaikutuksia maaperään. Talteenoton seurauksena kaivoksen louhintamäärään ei tule muutosta, joten hankkeella ei ole myöskään välillisiä vaikutuksia maa- ja kallioperään lisääntyneen louhintamäärän takia.

Pölyn ja ilmapäästöjen mukana ympäristön maaperään ja pintavesiin voi levitä haitta-aineita. Terrafamen tarkkailussa on tällä hetkellä käytössä 16 pölyseurannan pistettä eri puolilla kaivosaluetta ja lähiympäristöä. Toteutetun pölyseurannan perusteella voidaan arvioida myös uusien toimintojen pöly vaikutuksia ja siten vaikutuksia alueen maaperään.

Vaikutuksia kallioperään, maaperään sekä pohjavesiin arvioidaan asiantuntijatyönä olemassa olevien selvitysten sekä vastaavista toiminnoista kertyneen kokemuksen ja tiedon avulla. Lisäksi hyödynnetään uusia primääriliuotusalueen keskikaistan tutkimuksia sekä pohjaveden riskiselvitystä, jotka valmistuvat syksyllä 2016 (Pöyry Finland Oy).

Luonnollisesti mm. öljyvuodot, kemikaalionnettomuudet ja liikenteen kuljetukset muodostavat riskin pohjaveden kannalta ja niihin varaudutaan suojarakenteilla ja toimintaohjeilla nykyiseen tapaan.

6.12 Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimistöön ja luontotyyppeihin

Kaivospiiri ei laajene ja tuotannon kasvusta ja uusista prosessiratkaisuista (pasutto, rikkihappolaitos) ei aiheudu sellaisia vaikutuksia, joiden vuoksi kasvillisuuteen, luonto-

tyyppeihin, eläimistöön ja luonnon monimuotoisuuteen kohdistuvan vaikutusarvion pohjaksi olisi tarpeen tehdä lisäselvityksiä. Vaikutusarvioinnin pohjaksi kerätään tietoa hankealueelle tehdyistä perustilaselvityksistä ja tarkkailuraporteista sekä ympäristöhallinnon paikkatietojärjestelmistä.

Alueella on aiemmin toteutettu mm. kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitys, liito-oravaselvitys, sekä kartoitettu lintulajistoa pesimälinnuston, vesi- ja rantalinnuston sekä petolinnuston osalta. Toiminnan aloittamisen jälkeen lajistotarkkailuja on jatkettu liito-oravan ja lepakoiden osalta (Pöyry 2008; 2009; 2010). Nykyisen 110 kV voimajohdon ja teollisuusrautatien osalta on laadittu luonto- ja ympäristöselvityksiä (LVT 2005c; 2006; 2007b).

Hankkeen välittömät ja välilliset vaikutukset kasvillisuuteen ja eläimistöön, suojeltavien lajien esiintymiin sekä luonnon monimuotoisuuteen arvioidaan asiantuntija-arviona Suomen ympäristökeskuksen ympäristöoppaan 109 (Söderman 2003) periaatteita noudattaen.

Vaikutusarvioinnissa tarkastellaan erityisesti luontoarvojen sijoittumista suhteessa hankkeiden vaihtoehtoihin ja niihin liittyviin rakenteisiin. Arvioinnissa huomioidaan vaikutukset rakentamisesta sulkemiseen.

6.13 Vaikutukset Natura- ja muihin suojelualueisiin

Hankkeen lähimmille Natura-alueille Talvivaara, Korsurinne, Losonvaara, Ketrinsaaren ja Noronvaaran sekä Isonahon Natura-alueille laaditaan YVA-selostusvaiheessa Natura-arvioinnin tarveselvitys. Mikäli siinä todetaan, että hankkeesta saattaa aiheutua merkittäviä heikentäviä vaikutuksia Natura-alueen suojeluperusteina oleville luontoarvoille, laaditaan asiantuntijatyönä varsinainen luonnonsuojelulain 65 §:n mukainen Natura-arviointi. Natura-arvioinnissa arvioidaan hankkeen suorat ja välilliset vaikutukset Natura-alueen suojeluperusteina oleviin luontotyypeihin sekä lintudirektiivin liitteen I lajeihin. Lisäksi arvioidaan vaikutusten lieventämismahdollisuuksia.

Lisäksi YVA-selostuksessa arvioidaan hankkeen vaikutuksia muihin lähialueilla sijaitseviin luonnonsuojelualueisiin ja luonnonsuojeluohjelmiin kuuluviin alueisiin ja niiden suojelutavoitteiden toteutumiseen.

6.14 Vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen, terveyteen ja virkistyskäyttöön

Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi (IVA) on vuorovaikutteinen prosessi, jossa arvioidaan ennalta sellaisia yksilöön, yhteisöön tai yhteiskuntaan kohdistuvia vaikutuksia, jotka aiheuttavat muutoksia ihmisten elinoloissa, viihtyvyydessä, hyvinvoinnissa tai hyvinvoinnin jakautumisessa. Ihmisiin kohdistuvat vaikutukset liittyvät muihin hankkeen aiheuttamiin vaikutuksiin joko välittömästi tai *välillisesti*. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2015, Sosiaali- ja terveysministeriö 1999). *Osana* ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointia arvioidaan myös hankkeen vaikutuksia virkistyskäyttömahdollisuuksiin.

Arviointiselostuksessa esitetään hankealueen läheisyydessä ja vaikutusalueella sijaitsevat mahdolliset häiriintyvät kohteet, kuten asuinkiinteistöt ja virkistysalueet. Hankkeen vaikutuksia ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen, terveyteen ja virkistyskäyttöön arvioidaan erilaisten ympäristössä tapahtuvien fyysisten muutosten, kuten ilman laadun muutosten, melupäästöjen aiheuttamien vaikutusten kautta. Vaikutuksia arvioidaan myös virkistysalueiden hyödyntämisessä tapahtuvien muutosten kautta. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointiin kuuluu myös ns. koettujen vaikutusten selvittäminen. Koettuja vaikutuksia selvitetään asukaskyselyn ja yleisötilaisuuksissa kerätyn palautteen avulla. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi tuottaa arvokasta tietoa eri si-

dosryhmien tarpeista arviointiprosessin aikana sekä hankkeen myöhemmissä vaiheissa ja toimii tiedon jakamisen kanavana.

Arvioinnissa yhdistyy kokemusperäisen, eli subjektiivisen tiedon analyysi ja asiantuntija-arvio. Arviointiaineistona hyödynnetään muiden arvioinnin osioiden tuloksia sekä asukaskyselyllä kerättyä tietoa. Asukaskysely toteutetaan postitse lähil alueen vakituksille ja vapaa-ajan asukkaille kohdistettavalla lomakekyselyllä. Lomakekysely lähetetään noin 500 vastaajalle. Kyselyn avulla kartoitetaan eri sidosryhmien yleistä suhtautumista hankkeeseen sekä siihen mahdollisesti liittyviä omakohtaisia huolenaiheita. Kyselyllä selvitetään alueen nykyistä käyttöä ja arvioidaan hankkeen mahdollisia vaikutuksia sekä etsitään vaikutusten lieventämiskeinoja. Kyselyn avulla kerättyä kokemusperäistä tietoa voidaan peilata muilla menetelmillä arvioituihin vaikutuksiin. Kysely palvelee myös hankkeesta tiedottamista ja sen avulla tavoitetaan hankealueen lähimmät asukkaat ja loma-asukkaat. Kyselyaineiston analyysissä hyödynnetään keskeisiä tilastollisen aineiston analyysimenetelmiä, kuten ristiintaulukointia ja erilaisia korrelaatioita, sekä tuloksia täsmentäviä laadullisen aineiston analyysimenetelmiä.

Lisäksi arvioinnissa hyödynnetään kirjallisuutta, kartta-aineistoja, yleisötilaisuuksissa saatua tietoa, arviointiohjelmasta annettuja mielipiteitä sekä mediassa esitettyyn hankkeen kannalta oleellista tietoa ja keskustelua. YVA-selostuksessa käsitellään hankkeen yleinen hyväksyttävyyttä sekä osallisten hankkeeseen liittyviä pelkoja ja huolenaiheita.

Terveysteen kohdistuvia vaikutuksia arvioidaan vertaamalla hankkeen arvioituja vaikutuksia kunkin vaikutuksen terveysperusteiseen ohjearvoon tai suositukseen. Terveysteen kohdistuvia vaikutuksia saattavat aiheuttaa esimerkiksi melu, pöly tai ilmapäästöt. Koettuja terveysvaikutuksia arvioidaan asukaskyselyllä kerätyn palautteen avulla.

6.15 Vaikutukset elinkeinoihin

Hankkeen elinkeinovaikutusten arvioinnin yhteydessä selvitetään millaista elinkeinotoimintaa hankkeen vaikutusalueelle sijoittuu ja millainen elinkeinorakenne hankkeen sijaintikunnassa on. Elinkeinoin ja työllisyyteen kohdistuvia vaikutuksia arvioidaan asiantuntija-arvoina hyödyntäen mm. alueen elinkeinoja, työllistävyyttä ja talousvaikutuksia käsitteleviä tilastoja ja tutkimuskirjallisuutta. Työllisyysvaikutusten arviointi laaditaan tuotantosuunnitelmiin perustuen. Ramboll Finland Oy on laatinut aluetalousselvityksen syksyllä 2016, jota käytetään lähtöaineistona tarkastelussa. Hankkeen vaikutuksia vaikutusalueen muuhun elinkeinotoimintaan arvioidaan olemassa olevan tiedon ja muiden vaikutusten arviointiosioiden tulosten perusteella. Arvioinnissa kuvataan hankkeen myötä alueella syntyviä työtehtäviä. Edellämainitun asukaskyselyn yhteydessä kysytään vastajilta myös vaikutusalueen elinkeinotoiminnasta ja mahdollisista vaikutuksista heidän elinkeinotoimintaansa.

6.16 Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa

Yhteisvaikutukset tunnistettujen muiden hankkeiden (esim. Mondo Minerals B. V. Branch Finlandin Uutelan kaivos) kanssa arvioidaan sillä tasolla kuin se on mahdollista hankkeiden suunnittelutilanne ja saatavilla olevan tiedon taso huomioon ottaen. Terrafamen ja Uutelan kaivoksen yhteisvaikutukset kohdistuvat ensisijaisesti vesistöön. Yhteisvaikutuksia vesistöön tarkastellaan vireillä olevassa Terrafamen vesienhallinnan YVA-menettelyssä.

6.17 Vaihtoehtojen vertailuperiaatteet

Ympäristövaikutusten arvioinnissa arvioidaan vaikutuksia, jotka ovat kunkin tarkastellun vaikutuksen osalta muutos nykytilasta tarkasteluhetkeen. Ympäristövaikutuksia tarkas-

tellaan vertaamalla nollavaihtoehdon (VE 0) eli käytännössä ympäristön nykytilan ja nykyisen luvan mukaisen toiminnan ja sen kehittymisen aiheuttamia vaikutuksia suhteessa suunnitelman mukaisiin laajennusvaihtoehtoihin (VE1a ja b) sekä kaivoksen sulkemiseen (VE2).

Vaihtoehtoja vertaillaan sekä erittelevää että yhdistelevää menetelmää hyödyntäen, jossa eri vaihtoehtojen vaikutuksia vertaillaan kvalitatiivisen vertailutaulukon avulla. Tähän kirjataan havainnollisella ja yhdenmukaisella tavalla vaihtoehtojen keskeiset, niin myönteiset, kielteiset kuin neutraalitkin ympäristövaikutukset. Samassa yhteydessä arvioidaan vaihtoehtojen ympäristöllinen toteutettavuus ympäristövaikutusten arvioinnin tulosten perusteella.

6.18 Epävarmuustekijät

Käytössä oleviin ympäristötietoihin ja vaikutusten arviointiin liittyy aina oletuksia ja yleistyksiä. Arviointityön aikana tunnistetaan mahdolliset epävarmuustekijät mahdollisimman kattavasti sekä arvioidaan niiden merkitys vaikutusarvioiden luotettavuudelle. Nämä asiat kuvataan arviointiselostuksessa.

6.19 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn yhtenä tarkoituksena on selvittää mahdollisuuksia ehkäistä ja lieventää hankkeesta syntyviä haitallisia ympäristövaikutuksia. Arviointityön aikana selvitetään mahdollisuudet ehkäistä ja rajoittaa hankkeen haittavaikutuksia suunnittelun, teknisten ratkaisujen ja toteutuksen keinoin. Selvitys lieventämistoimenpiteistä esitetään arviointiselostuksessa.

7 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTA

7.1 Seurannan periaatteet

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

Tarkkailuohjelmat laaditaan yhteistyössä ympäristöviranomaisten kanssa ja niissä määritellään suoritettavan päästö- ja ympäristötarkkailun sekä raportoinnin yksityiskohdat.

Ympäristövaikutusten tarkkailuohjelma on suunnitelma tietojen keräämisestä säännöllisin aikaväleihin hankkeen aiheuttamista päästöistä ympäristöön, ympäristövaikutuksista sekä ympäristön muutoksista hankkeen vaikutusalueella. Seurannan tavoitteita ovat:

- tuottaa systemaattista tietoa toiminnan ympäristöpäästöistä ja –vaikutuksista hankkeen elinkaaren aikana
- selvittää, mitkä ympäristön tilan muutokset ovat seurauksia kaivoksen toiminnasta ja mitkä aiheutuvat mahdollisista muista tekijöistä
- selvittää, miten ympäristövaikutusten ennuste- ja arviointimenetelmät vastaavat todellisuutta
- hankia tietoa haittojen ehkäisyyn ja lieventämiseen käytettyjen toimien tehokkuudesta
- käynnistää tarvittavat toimet, jos esiintyy ennakoimattomia haittavaikutuksia

Tarkkailun tuloksista raportoidaan määrääjain, yleensä vuosittain ja raportit toimitetaan tarkkailuvelvolliselle, ympäristöviranomaisille ja muille tarkkailusuunnitelmassa sovituille tahoille. Tarkkailuraportit ovat julkisia asiakirjoja.

7.2 Ympäristövaikutusten tarkkailu

Terrafamen kaivoksen ympäristövaikutusten tarkkailu suoritetaan Terrafamen voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti (Pöyry Finland Oy 2013, täydennetty 27.6.2014). Kainuun ja Pohjois-Savon ELY-keskus ovat hyväksyneet ohjelman 24.2.2014.

Edellä mainitun ohjelman lisäksi Kainuun ja Lapin ELY-keskukset ovat 18.12.2015 Terrafame Oy:lle antamallaan päätöksellä hyväksyneet hakijan esittämän purkuputken ympäristövaikutusten tarkkailusuunnitelman päätöksessä annetuin lisämääräyksiin. Hyväksymispäätöksessä purkuputken tarkkailuohjelmaan tuli lisäyksiä, jotka on otettu huomioon tarkkailussa vuodesta 2016 alkaen. Tarkkailu sisältää käyttö- ja päästötarkkailun, vesistötarkkailun (jatkuvatoiniset mittausasemat, leviämiskartoituksen, pintaveden laadun tarkkailu, kasviplankton ja pohjaeläintarkkailu), pohjavesitarkkailun, sedimentin laadun tarkkailun ja kalataloustarkkailun.

7.3 Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten seuranta

Yhteistyö sidosryhmien, kuten lähiasukkaiden, kanssa on tärkeä osa yrityksen toimintaa. Avoimella tiedonvaihdolla lähialueen asukkaiden kanssa hankevastaava voi saada

tietoa hankkeen vaikutuksista ja keinoista, joilla näitä haitallisia vaikutuksia voisi lieventää tai ehkäistä. Terrafame Oy järjestää lähiasukkaille tupailtoja säännöllisin väliajoin sekä seuraa lähialueen asukkaiden raportoimia poikkeamia.

8 HANKKEEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT, SUUNNITELMAT JA PÄÄTÖKSET

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn päätyttyä hanke etenee lupavaiheisiin. Hankkeesta vastaava päättää YVA-menettelyn tuloksiin ja muihin jatkotutkimuksiin ja -selvityksiin perustuen, mille vaihtoehdolle lupia haetaan. YVA-selostus sekä siitä annettu yhteysviranomaisen lausunto liitetään lupahakemuksiin.

Ympäristövaikutusten arviointia koskevan lainsäädännön lisäksi kaivostoimintaa ohjaavat useat eri luvat ja suunnitelmat, joiden tarpeesta ja kattavuudesta säädetään useissa laeissa ja asetuksissa. Tärkeimpiä kaivostoimintaa koskevia ympäristöön liittyviä säädöksiä on käsitelty alla.

8.1 Ympäristövaikutusten arviointi

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto antoi 30.4.2014 päätöksen koskien Talvivaaran kaivokselle 29.3.2007 myönnetyn ympäristö- ja vesitalouslupan muuttamista. Aluehallintovirasto yhdisti Talvivaaran kaivoksen uraanin talteenottolaitoksen ympäristölupaa koskevan hakemuksen kaivoksen lupamääräysten tarkistamista koskevaan hakemukseen. Vaasan hallinto-oikeus (VHO) antoi 28.4.2016 päätöksen valituksista koskien Talvivaaran kaivoksen ympäristö- ja vesitalouslupan lupamääräysten tarkistamista ja uraanin talteenottolaitoksen ympäristölupaa koskevassa ympäristölupa-asiassa. VHO:n päätöksen mukaan 2014 lupapäätös on määräaikainen ja uutta lupaa on haettava 31.8.2017 mennessä. Tämän seurauksena Terrafame Oy on aloittanut koko toimintaa koskevan YVA-menettelyn.

8.2 Ympäristö- ja vesilupa

Kaivostoimintojen luvanvaraisuus perustuu ympäristönsuojelulakiin (527/2014) ja sen nojalla annettuun ympäristönsuojeluasetukseen (713/2014). Ympäristölupa kattaa 1.3.2000 voimaan tulleen lakiuudistuksen jälkeen kaikki ympäristövaikutuksiin liittyvät osa-alueet, kuten päästöt ympäristöön, jätteet sekä muut ympäristövaikutuksiin liittyvät asiat. Ympäristönsuojelulain 6 luvun 35 §:n mukaan lupahakemukseen on liitettävä YVA-selostus ja tarvittaessa Natura-arvioni. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn on oltava loppuun suoritettu ennen lupahakemuksen käsittelyä (YSL 527/2014).

Ympäristölupa haetaan Pohjois-Suomen aluehallintovirastolta. Ympäristölupa tulee myöntää, mikäli toiminta täyttää ympäristönsuojelulain ja jätelain sekä niiden nojalla annettujen asetusten vaatimukset.

8.3 Turvallisuus- ja kemikaaliviraston myöntämät luvat

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) valvoo kaivostoimintaa kaivoslainsäädännön, kemikaalilainsäädännön ja räjähdelain kautta. Näiden lupien pääasiallinen tarkoitus on työturvallisuuden varmistaminen ja aineellisten vahinkojen estäminen. Tukes ratkaisee kaivoslain mukaisia oikeuksia, kaivospiiriä ja lupia koskevat hakemukset sekä ylläpitää kaivosrekisteriä.

Kaivoslupahakemuksessa tulee esittää mm. kuvaus malminetsinnästä ja esiintymistä, hankkeen taloudelliset edellytykset, hankkeen tekninen toteutus sekä sulkemistoimenpiteet ja alueen jälkikäyttö. Hakemukseen liitetään ympäristövaikutusten arviointiselostus. Kaivosturvallisuuslupahakemuksessa esitetään mm. alue- ja rakentamissuunnitel-

mat, louhintasuunnitelmat sekä luotettava selvitys kaivosturvallisuusvaatimusten huomioon ottamisesta ja muista kaivosturvallisuuden kannalta merkityksellisistä seikoista.

Lisäksi Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle tehdään teollisuuskemikaaliasetuksen (59/1999) mukaiset kemikaalien laajamittaista käyttöä ja varastointia koskevat lupahakemukset. Kemikaaliasetuksen mukaiset luvat tulee uusien kemikaalien käyttömäärän lisääntyessä merkittävästi. Tukes toimii myös REACH-asetuksen (kemikaalien rekisteröinti) ja CLP-asetuksen (kemikaalien luokitus, merkinnät ja pakkaaminen) mukaisena toimivaltaisena viranomaisena. Räjäheteiden käsittely, räjäytys- ja louhintatyöt, nostolaitteet, sähkölaitteet yms. edellyttävät omat lupansa Turvallisuus- ja kemikaalivirastolta.

8.4 Patoturvallisuus

Patoturvallisuusviranomaisena toimii patoturvallisuusasioissa toimivaltainen Kainuun ELY-keskus (Patoturvallisuuslaki 26.6.2009/494). Lakia sovelletaan patoihin niihin kuuluvine rakennelmineen ja laitteineen riippumatta siitä, mistä aineesta tai millä tavalla pato on rakennettu tai mitä ainetta sillä padotaan. Kaivospatojen osalta viranomaisvalvonta kuuluu Kainuun ELY-keskukselle. Viranomaisen on vesilain, ympäristönsuojelulain sekä maankäyttö- ja rakennuslain mukaista padon rakentamista ja käyttöä koskevaa viranomaispäättöstä ratkaistessaan pyydettävä lausunto patoturvallisuusviranomaiselta lain mukaisten patoturvallisuusvaatimusten täyttymisestä. Patoturvallisuusviranomaisen on lausunnossaan esitettävä tarvittaessa arvio padon mitoituksesta patoturvallisuuden kannalta. Lisäksi ennen käyttöönottoa pato on luokiteltava ja sille on hyväksyttävä vahingonvaaraselvitys ja tarkkailuohjelma patoturvallisuusviranomaisella.

8.5 Muinaisjäännöksiin kajoamiseen liittyvä lupamenettely

Muinaisjäännökset ovat suojeltuja, mutta yhteiskunnan kannalta merkittävien hankkeiden yhteydessä suojelusta on mahdollista poiketa riittävien tutkimusten jälkeen, mikäli muinaisjäännöskohteen säilyttäminen on esteenä hankkeen toteuttamiselle (Muinaismuistolain 11 § (22.12.2009/1443)). Tarkemmat tutkimukset edellyttävät ELY-keskukselta kajoamislupaa. Museovirasto antaa asiasta lausunnon ja määrittelee tulevat tutkimus- ja neuvottelutarpeet. Riittävien tutkimusten ja dokumentoinnin jälkeen, mikäli kohde ei osoittaudu erityisen arvokkaaksi, se voidaan hävittää.

Tämän YVA -menettelyn vaihtoehtojen rakentamistoimet eivät suuntaudu uusille alueille vaan rajoittuvat kaivospiirin alueelle, joten muinaisjäännöksiä koskeva lupamenettely ei ole tarpeen.

8.6 Uraanin talteenotto

Uraanin talteenottolaitoksen kaltainen hanke edellyttää toiminnalleen useita eri lupia ja viranomaiskäsittelyjä:

Lupa tai menettely	Tilanne
YVA-menettely	Päätyi yhteysviranomaisen lausuntoon 1.3.2010
Ympäristölupa	Päätös 36/2014/1 saatu huhtikuussa 2014. Valituksenalainen KHO:ssa
Valtioneuvoston lupa	Haetaan aikaisintaan vuonna 2017
Kemikaalilupa	Tukes myöntänyt luvan huhtikuussa 2014

STUK:in lausunto	STUK:in lausunto tarvitaan ennen kuin laitos voidaan käynnistää
Uraanin kuljetus	Euratomin lupaa haetaan aikaisintaan vuonna 2017
Uraanin myynti	Lupaa haetaan ulkoasianministeriöltä aikaisintaan vuonna 2017

9

LÄHDELUETTELO

Huttunen, S. 2010. Mitä Talvivaaran bioindikaattoritutkimuksen tulokset kertovat.

Ilmasto-opas 2013. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/29c54af0-8e5b-49e8-9137-8b818dd6d63f/kainuu-tyypillista-mannerilmastoa.html>

Ilmatieteenlaitos 2012. Tilastoja Suomen ilmastosta 1981-2010.

Ilmatieteenlaitoksen avoin datapalvelu.

Kainuun liitto 2014. Kainuun maakuntaohjelma 2014–2017, Ympäristöselostus. Luonnos 20.5.2014.

Kainuun liitto 2015. Kainuu-ohjelma. Hyvinvoiva ja elinvoimainen Kainuu.

Kainuun liitto 2016. Maakuntakaavakartta. www.infokartta.fi/kainuunliitto. Haettu 15.7.2016

Kainuun ulkoilukartta 2016. <http://infogis.infokartta.fi/infogis-kainuu/> 20.7.2016

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto 2014. Talvivaaran kaivoksen ympäristö- ja vesitalousluvan muuttaminen, Sotkamo ja Kajaani. Lupapäätös Dnro PSAVI/58/04.08/2011, 30.4.2014

Pöyry Finland Oy 2009. Talvivaaran alueen ilmanlaadun bioindikaattoritutkimus 2009, 10.11.2009

Pöyry Finland Oy 2011. Talvivaaran kaivoksen tarkkailu v.2010. Osa IV d biologinen tarkkailu maa-alueilla.

Pöyry Finland Oy 2014a. Talvivaaran kaivoksen tarkkailu v.2013. Osa V Biologinen tarkkailu maa-alueilla.

Pöyry Finland Oy 2014b. Talvivaaran kaivoksen tarkkailusuunnitelma.

Pöyry Finland Oy 2016. Terrafame Oy. Alustava sulkemissuunnitelma.

Ramboll Finland Oy 2010. Talvivaara. Uraanin talteenoton ympäristövaikutusten arviointi. Arviointiselostus.

Ramboll Finland Oy 2012. Talvivaaran kaivoksen laajennuksen ympäristövaikutusten arviointi. Arviointiohjelma.

Ramboll Finland Oy 2014. Talvivaara. Purkuputken luontoselvitys.

Ramboll Finland Oy 2015. Talvivaaran kaivoksen ympäristötarkkailuraportit vuodelta 2014.

Ramboll Finland Oy 2016. Terrafamen kaivoksen ympäristötarkkailuraportit vuodelta 2015. <http://www.terrafame.fi/ymparisto/ymparisto-vesien-hallinta/ymparistotarkkailuraportit.html>

Sosiaali- ja terveysministeriö 1999. Ympäristövaikutusten arviointi. Ihmisiin kohdistuvat terveydelliset ja sosiaaliset vaikutukset. Oppaita 1999:1.

Suomen mineraalistrategia 2010. <http://projects.gtk.fi/mineraalistrategia/>

Suomen ympäristökeskus ja ELY-keskukset 2016. Pintavesien tilan tietojärjestelmä, vedenlaatu PIVET. <http://www.syke.fi/avointieto> Lokakuu 2016

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi - käsikirja. <http://www.stakes.fi/FI/Etusivu.htm>

Vuokatti 2016. www.vuokatti.fi 20.7.2016

Ympäristöhallinnon avoimet ympäristötietojärjestelmät. http://www.syke.fi/fi-FI/Avoim_tieto/Ymparistotietojarjestelmat

Ympäristökarttapalvelu Karpalo. http://www.syke.fi/fi-FI/Avoim_tieto/Ymparistotietojarjestelmat