

18.8.2017

YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTISELOSTUS

Terrafame Oy

Kaivostoiminnan jatkaminen ja kehittäminen tai vaihtoehtoinen sulkeminen



YHTEYSTIEDOT JA NÄHTÄVILLÄOLO

Hankkeesta vastaava:

Terrafame Oy
Talvivaarantie 66
88120 Tuhkakylä

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

Yhteysviranomainen:

Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus)
Riina Pääta
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

Arviointiselostus on nähtävillä seuraavissa paikoissa:

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

Arviointiselostus ja sen liitteet ovat saatavissa sähköisesti:

www.ymparisto.fi/yva → YVA-hankkeet

SISÄLLYSLUETTELO

YHTEYSTIEDOT JA NÄHTÄVILLÄOLO	3
SISÄLLYSLUETTELO	4
YVA-TYÖRYHMÄ	10
TERMIT JA LYHENTEET	11
TIIVISTELMÄ	13
1 JOHDANTO	22
2 YVA-MENETTELY	23
2.1 YVA-menettelyn tarve ja tavoite	23
2.2 YVA-menettelyn osapuolet	23
2.3 YVA-menettelyn päävaiheet ja aikataulu	24
2.3.1 Arviointiohjelmavaihe	24
2.3.2 Arviointiohjelmasta annetut lausunnot ja mielipiteet	25
2.3.3 Arviointiselostusvaihe	25
2.3.4 YVA-menettelyn aikataulu	26
2.4 Viestintä ja osallistuminen	27
2.4.1 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet yleisölle	27
2.4.2 Seurantaryhmä	27
2.4.3 Asukaskysely	28
2.4.4 Muu viestintä	28
3 HANKKEEN KUVAUS JA ARVIOITAVAT VAIHTOEHDOT	29
3.1 Hankkeesta vastaava	29
3.2 Hankkeen tausta ja tarkoitus	29
3.3 Arvioitavat vaihtoehdot	30
3.4 Hankkeen liittyminen muihin hankkeisiin	33
3.5 Hankkeeseen mahdollisesti liittyvät luvat, suunnitelmat ja päätökset	35
3.5.1 Ympäristövaikutusten arviointi	35
3.5.2 Ympäristö- ja vesilupa	35
3.5.3 Turvallisuus- ja kemikaaliviraston myöntämät luvat	35
3.5.4 Patoturvallisuus	36
3.5.5 Muinaisjäännöksiin kajoamiseen liittyvä lupamenettely	36
3.5.6 Uraanin talteenotto	36
3.5.7 Rakennuslupa	37
3.5.8 Hankkeen liittyminen luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin	37
4 TOIMINNAN KUVAUS ERI VAIHTOEHDOLISSA	40
4.1 Kaivoksen nykyinen toiminta (VE0)	40
4.1.1 Yleiskuvaus tähänastisesta toiminnasta	40
4.1.2 Toiminta jatkossa	44
4.1.3 Mineraalivarannot ja malmivarat	44
4.1.4 Louhintä	44
4.1.5 Murskaus ja agglomerointi	46
4.1.6 Kasaliuotus	48

4.1.7	Metallien talteenotto.....	54
4.1.8	Kemikaalien valmistus	58
4.1.9	Kaivoksen vesikierto ja vesivarastot	62
4.1.9.1	Vesikierto.....	62
4.1.9.2	Vesivarastot.....	65
4.1.9.3	Vesienhallinta-YVA:n huomioiminen	66
4.2	Tukitoiminnot	69
4.2.1	Energia	69
4.2.2	Toiminnassa käytettävät kemikaalit ja polttoaineet sekä niiden varastointi.....	71
4.2.2.1	Kemikaalien nykyinen käyttö.....	71
4.2.2.2	Kemikaalien määrät eri hankevaihtoehdoissa	73
4.2.2.3	Räjähdyksineiden nykyinen käyttö ja määrät eri hankevaihtoehdoissa	77
4.2.2.4	Poltto- ja voiteluaineet sekä niiden varastointi ja jakelu.....	77
4.2.3	Jätteet.....	78
4.2.3.1	Sivu- ja tarvekivi	79
4.2.3.2	Esineutralointisakka.....	80
4.2.3.3	Raudansaostuksen ja loppuneutraloinnin sakat.....	81
4.2.3.4	2. vaiheen liuotusjäännös (loppuun liuotettu malmi).....	82
4.2.3.5	Vesienkäsittelyssä syntyvät sakat.....	83
4.2.3.6	Muut jätteet.....	83
4.2.3.7	Jätealueiden luokittelun nykytilanne.....	84
4.2.3.8	Liuotusalueiden sekä jätealueiden pohjarakenteet sekä suunnitellut pintarakenteet	84
4.2.4	Kuljetukset.....	92
4.3	Kaivoksen toiminnan kehittäminen (VE0+).....	93
4.3.1	Vaihtoehdon VE0+ vaikutus kaivoksen nykyisiin toimintoihin	93
4.3.1.1	Uraanin talteenottolaitoksen hankekuvaus.....	95
4.3.1.2	Uraanin talteenottolaitoksen jätteet.....	97
4.3.2	Kaivoksen uraanitase ja radioaktiivisuusmääritykset.....	98
4.3.2.1	Kaivoksen uraanitase	98
4.3.2.2	Radioaktiivisuusmääritykset.....	100
4.3.3	Vaihtoehdon VE0+ vaikutukset toiminnan ympäristönäkökohtiin.....	101
4.4	Kaivoksen toiminnan kehittäminen (VE1a).....	102
4.4.1	Vaihtoehdon VE1a vaikutus kaivoksen toimintoihin	102
4.4.2	Vaihtoehdon VE1a vaikutukset toiminnan ympäristönäkökohtiin	106
4.5	Kaivoksen toiminnan kehittäminen (VE1b).....	106
4.5.1	Vaihtoehdon VE1b vaikutus kaivoksen toimintoihin	107
4.5.1.1	Pasuton hankekuvaus	108
4.5.1.2	Rikkihappotehtaan hankekuvaus	110
4.5.2	Vaihtoehdon VE1b vaikutukset toiminnan ympäristönäkökohtiin	111
4.6	Kaivoksen toiminnan kehittäminen (VE1c).....	112
4.6.1	Vaihtoehdon VE1c vaikutus kaivoksen toimintoihin.....	113
4.6.1.1	Sulaton hankekuvaus	113
4.6.2	Vaihtoehdon VE1c vaikutukset toiminnan ympäristönäkökohtiin	116
4.7	Kaivoksen sulkeminen (VE2)	117
4.7.1	Yleistilanne	117
4.7.2	Kaivoksen sulkemista koskeva lainsäädäntö ja lupapäätökset.....	118
4.7.3	Sulkemisen tavoitteet.....	120
4.7.4	Suljettavia toimintoja.....	121
4.7.5	Sulkemisvaiheen vesien hallinta	121
4.7.6	Sulkemisaikataulu.....	121
5	ARVIOITAVAT VAIKUTUKSET	123
5.1	Yleistä.....	123
5.2	Tehdyt selvitykset	123

5.3	Vaikutusten merkittävyyden arviointi.....	124
5.4	Tarkastelu- ja vaikutusalueen raja.....	124
5.5	Muutokset hankkeessa YVA-ohjelmaan verrattuna.....	125
6	KAAVOITUS JA MAANKÄYTTÖ.....	126
6.1	Nykytila.....	126
6.1.1	Kaavoitus	126
6.1.1.1	Maakuntakaava 2020	126
6.1.1.2	Osayleiskaavat.....	134
6.1.1.3	Asemakaavat.....	135
6.1.2	Maankäyttö.....	135
6.2	Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät	138
6.3	Vaikutukset kaavoitukseen ja maankäyttöön	138
6.3.1	Hankkeen suhde valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin.....	138
6.3.2	Hankkeen suhde voimassa oleviin kaavoihin	140
6.4	Vaihtoehtojen vertailu	140
6.5	Epävarmuudet	140
6.6	Haittojen ehkäisy ja lieventäminen.....	140
7	MAISEMA JA KULTTUURIYMPÄRISTÖ.....	142
7.1	Nykytila.....	142
7.1.1	Maisema.....	142
7.1.2	Kulttuuriympäristö ja muinaisjäännökset.....	143
7.2	Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät	145
7.3	Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön	145
7.4	Vaihtoehtojen vertailu	146
7.5	Epävarmuudet	146
7.6	Haittojen ehkäisy ja lieventäminen.....	147
8	LIIKENNE.....	148
8.1	Nykytila.....	148
8.1.1	Liikennemäärät ja kuljetusreitit.....	148
8.1.2	Tiestön kunto.....	149
8.1.3	Asutus, pohjavesialueet ja luonnonsuojelualueet.....	150
8.1.4	Tieliikenneonnettomuudet.....	150
8.2	Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät	151
8.3	Vaikutukset tieliikenteeseen	152
8.3.1	Liikennemäärät.....	152
8.3.2	Asutus, pohjavesialueet ja luonnonsuojelualueet.....	153
8.3.3	Liikenneturvallisuus	153
8.3.4	Liikenteen päästöt	155
8.4	Vaikutukset raideliikenteeseen	156
8.5	Vaihtoehtojen vertailu	157
8.6	Epävarmuudet	157
8.7	Haittojen ehkäisy ja lieventäminen.....	157
9	ILMASTO JA ILMANLAATU.....	159
9.1	Nykytila.....	159
9.1.1	Ilmasto.....	159
9.1.2	Ilman laatu.....	160
9.1.3	Päästöt ilmaan ja päästöjen vaikutukset	163
9.1.3.1	Pistemäiset päästöt	163

9.1.3.2	Pöly	165
9.1.3.3	Haju	175
9.1.4	Ilmanlaadun bioindikaattoritutkimukset	176
9.2	Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät	178
9.3	Vaikutukset ilmastoon ja ilmanlaatuun	180
9.3.1	Pöly	180
9.3.2	Haju	184
9.3.3	Liikenteen päästöt	185
9.3.4	Muut päästöt ilmaan	185
9.4	Vaihtoehtojen vertailu	188
9.5	Epävarmuudet	189
9.6	Haittojen ehkäisy ja lieventäminen	190
10	MELU	191
10.1	Nykytila	191
10.2	Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät	191
10.2.1	Melun ohjeavrot ulkona ja toimenpiderajat sisätiloissa	192
10.2.2	Ympäristöluvan melumääräykset	193
10.2.3	Melumallinnusmenetelmät	193
10.3	Vaikutukset ympäristömeluun	195
10.3.1	Meluvaikutukset läheisiin luonnonsuojelualueisiin	197
10.4	Vaihtoehtojen vertailu	198
10.5	Epävarmuudet	199
10.6	Haittojen ehkäisy ja lieventäminen	200
11	TÄRINÄ	202
11.1	Nykytila	202
11.2	Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät	203
11.3	Vaikutukset tärinään	204
11.4	Vaihtoehtojen vertailu	206
11.5	Epävarmuudet	206
11.6	Haittojen ehkäisy ja lieventäminen	206
12	MAA- JA KALLIOPERÄ SEKÄ POHJAVEDET	207
12.1	Nykytila	207
12.1.1	Maa- ja kallioperä	207
12.1.2	Pohjavedet	210
12.1.2.1	Pohjavesien virtaukset	210
12.1.2.2	Pohjavesialueet	211
12.1.2.3	Pohjavesitarkkailu ja pohjaveden laatu	211
12.2	Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät	217
12.3	Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin	217
12.4	Vaihtoehtojen vertailu	220
12.5	Epävarmuudet	221
12.6	Haittojen ehkäisy ja lieventäminen	221
13	VESISTÖT	222
13.1	Nykytila	222
13.1.1	Yleiskuvaus	222
13.1.2	Purkureittien vedenlaatu ja vesistöjen tila	223
13.1.3	Veden laatu kaivoksen lähialueen lammissa ja järvissä	226
13.1.4	Virkistyskäyttö ja vesistöjen muu käyttö	232

13.2	Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät	233
13.3	Vaikutukset vesistöihin	235
13.4	Vaihtoehtojen vertailu	236
13.5	Epävarmuustekijät	237
13.6	Haittojen ehkäisy ja lieventäminen	237
14	LUONTO, SUOJELUALUEET JA ELÄIMISTÖ	238
14.1	Nykytila	238
14.1.1	Luonnon yleispiirteet	238
14.1.2	Eläimistö	238
14.1.3	Suojelualueet	239
14.2	Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät	241
14.3	Vaikutukset luontoon, suojelualueisiin ja eläimistöön	242
14.3.1	Vaikutukset luontoon ja eläimistöön	242
14.3.2	Vaikutukset suojelualueisiin	243
14.3.2.1	Natura-arvioinnin tarveselvitykset	243
14.3.2.2	Vaikutukset muille suojelualueille	244
14.4	Vaihtoehtojen vertailu	245
14.5	Epävarmuudet	245
14.6	Haittojen ehkäisy ja lieventäminen	246
15	IHMISTEN ELINOLOT JA VIIHTYVYYS SEKÄ ALUEEN VIRKISTYSKÄYTTÖ	247
15.1	Nykytila	247
15.1.1	Asuminen ja väestö	247
15.1.2	Työllisyys	248
15.1.3	Kainuun kehitysnäkymät	249
15.1.4	Virkistyskäyttö	250
15.1.5	Matkailu	251
15.2	Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät	254
15.3	Asukaskysely	255
15.4	Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen sekä alueen virkistyskäyttöön	259
15.4.1	Elinolot ja viihtyvyys, virkistyskäyttö	259
15.4.2	Elinkeinot ja talous	262
15.5	Vaihtoehtojen vertailu	264
15.6	Epävarmuudet	264
15.7	Haittojen ehkäisy ja lieventäminen	265
16	TERVEYS	266
16.1	Nykytila	266
16.2	Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät	266
16.3	Vaikutukset terveyteen	267
16.3.1	Melu	267
16.3.2	Tärinä	267
16.3.3	Ilmapäästöt	268
16.3.4	Liikenne	269
16.3.5	Pohjavesi	269
16.3.6	Koettu terveys	269
16.4	Vaihtoehtojen vertailu	269
16.5	Epävarmuudet	270
16.6	Haittojen ehkäisy ja lieventäminen	270
17	RISKIT	272

17.1	Bioliuotuskasan rakennus ja pohjan rikkoutuminen	272
17.2	Neutralointiaineen puute tai ajo väärään paikkaan	272
17.3	Altaiden vuodoista/ylivuodoista aiheutuvat päästöt	272
17.4	Sähkökatkot ja pumppausten pysähtyminen	273
17.5	Pesurien ja suodattimien toimintahäiriöt	273
17.6	Pasutto, rikkihappotehdas ja sulaton toimintahäiriöt/riskit/aiheutuvat päästöt	273
17.7	Avoimista kuljettimista tai kuljetuksesta johtuvat variseminen ja pölyäminen	274
17.8	Kuljetusonnettomuudet	274
17.9	Luonnonilmiöt	274
18	YHTEISVAIKUTUKSET	275
18.1	Liikenne	275
19	VAIHTOEHTOJEN VERTAILU, VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYS JA HANKKEEN TOTEUTTAMISKELPOISUUS	276
20	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTA	279
20.1	Seurannan periaatteet	279
20.2	Ympäristövaikutusten tarkkailu	279
20.3	Uraanin talteenottolaitoksen, pasuton, rikkihappotehtaan ja sulaton tarkkailu	280
20.4	Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten seuranta	280
21	LÄHDELUETTELO	281

Liitteet

1. Yhteysviranomaisen lausunnot YVA-ohjelmasta
2. Yhteysviranomaisen lausunnon huomioiminen
3. Pölymallinnusraportti
4. Ilmapäästöjen mallinnusraportti
5. Maisemaselvitys sekä havainnekuvia maisemoiduista (VE2) läjitysalueista
6. Melumallinnusraportti
7. Asukaskyselyn tulokset
8. Viljelymaiden ja kasvien haitta-aineselvitys
9. Ympäristöriskien seurausvaikutusten arviointi –raportti
10. Sulkemissuunnitelma
11. Bioindikaattoritutkimus vuosina 2012 ja 2016
12. Aluetalousselvitys
13. Pohjavesiselvitys

YVA-TYÖRYHMÄ

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen laatimisesta on vastannut konsulttityönä Pöyry Finland Oy. Vaikutusten arviointityöhön on osallistunut laaja joukko asiantuntijoita. YVA-työryhmän asiantuntijat on esitetty oheisessa taulukossa

Projektipäällikkö	DI (ympäristötekniikka) Hanna Tirkkonen
YVA-selostuksen kokoaminen	DI (ympäristötekniikka) Hanna Tirkkonen DI (ympäristötekniikka) Kaisa Kettunen
Melu	DI (energiatekniikka) Carlo Di Napoli
Maankäyttö ja kaavoitus	DI (ympäristötekniikka) Kaisa Kettunen MARK (Maisema-arkkitehti) Sirkku Huisko
Ilmasto ja ilmanlaatu	DI (ympäristötekniikka), FM (ympäristötiede) Mari Kangasluoma DI Hannu Lauri FM (maantiede) Susanna Ylitervo Enwin Oy
Luonto	FM (biologia) Ella Kilpeläinen
Maa- ja kallioperä ja pohjavedet	FM (geologia) Pekka Keränen
Liikenne	FM (luonnonmaantiede) Ari Nikula
Ihmiset, yhteiskunta ja terveys	FM (luonnonmaantiede) Ari Nikula FM (suunnittelumaantiede) Ville Koskimäki DI (ympäristötekniikka) Hanna Tirkkonen DI (ympäristötekniikka), FM (ympäristötiede) Mari Kangasluoma
Maisema	Ramboll Finland Oy
Vesistöt	FM (biofysiikka) Pirkko Virta

TERMIT JA LYHENTEET

YVA-selostuksessa on käytetty seuraavia termejä ja lyhenteitä:

Agglomerointi	Hienojakoisen materiaalin rakeistaminen, jolloin malmipöly kiinnittyy suurempiin malmirakeisiin
AVI	Aluehallintovirasto
BKT	Bruttokansantuote
Bioindikaattori	Eliö tai osa eliötä, jonka rakenteen, toiminnan, kemiallisen koostumuksen tai alku-ainepitoisuuden muutoksen perusteella voidaan osoittaa esimerkiksi epäpuhtauksien esiintymistä, levinneisyyttä ja vaikutuksia ympäristössä.
Bioliuotus	Malmin sisältämät metallisulfidit hapetetaan mikrobiotoiminnan kautta liukoiksi yhdisteiksi.
CaCO ₃	Kalsiumkarbonaatti
Ca(OH) ₂	Kalsiumhydroksidi eli sammutettu kalkki. Saadaan sekoittamalla poltettua kalkkia ja vettä.
CaSO ₄	Kalsiumsulfaatti
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Flokkulantti	Saostus/selkeytyskemikaali
H ₂ SO ₄	Rikkihappo
Hydrometallurgia	Hydrometallurgia on metallien valmistustekniikka, johon kuuluu vesikemian käyttö (uuttaminen liuokseen ja liuosten rikastus).
Hönnäkaasu	Hönnäkaasu on kaasua, jota muodostuu nestettä sisältävän altaan nestepinnan yläpuolelle tai neste- tai kaasusäiliön ilmatilaan. Hönnäkaasu on neste- tai kaasupinnasta ilmaan haihtuvaa kaasua jota muodostuu itseksensä jonkin verran.
IVA	Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi
KHO	Korkein hallinto-oikeus
Käänteisosmoosi	Prosessi, jossa paineen avulla pakotetaan liuos liikkumaan puoliläpäisevän kalvon läpi. Käänteisosmoosin tuloksena käsitelty vesi jakaantuu puhdistettuun veteen ja rejektiin
LAeq	A-taajuuspainotettu ekvivalentti keskiäänitaso [dB]
Leq	Taajuuspainottamaton ekvivalentti keskiäänitaso
LoNe	Loppuneutralointi
LW	Taajuuspainottamaton äänitehotaso [dB]
LWA	A-taajuuspainotettu äänipäästöaso [dB]
LZeq	Taajuuspainottamaton ekvivalentti keskiäänitaso [dB]
MeSO ₄	Metallisulfaatti

Nm ³ /h	Normikuutiolla (Nm ³) tarkoitetaan kuutiota kaasua normaaliolosuhteissa. Normaa- liolosuhteilla (NTP) tarkoitetaan tilaa, jossa kaasun lämpötila on 0 °C (273,15K) ja paine 1,01325 bar.
Pasutto	Pasutossa kiinteä materiaali reagoi kaasun kanssa korkeassa lämpötilassa
PLS-liuos	Pregnant Leach Solutions, bioliuotuksen tuoteluos
PM ₁₀	Hengitettäviksi hiukkasiksi (PM10 eli P articulate M atter <10) kutsutaan halkaisijal- taan alle 10 mikrometrin (µm) hiukkasia. Tämän kokoiset hiukkaset kulkevat hengitysilman mukana ihmisen keuhkoputkiin asti.
Raffinaatti	Metallien talteenottolaitoksen paluuliuos
RaSa	Raudan saostus
Redox-potentiaali	Redox kuvaa liuoksen taipumusta vastaanottaa tai luovuttaa elektrodeja, eli poten- tiaalia hapettaa tai pelkistää yhdisteit.
SVA	Sosiaalisten vaikutusten arviointi
TDS	Total dissolved solids, liuenneiden aineiden kokonaismäärä
TOC	Total organic carbon, orgaanisen hiilen kokonaismäärä
TSP	Leijuvien hiukkasten kokonaismäärä (T otal S uspended P articles)
TVA	Terveysvaikutusten arviointi
VHO	Vaasan hallinto-oikeus
VPSA	VPSA- prosessissa (Vacuum Pressure Swing Adsorption) puristettu ilma ohjataan ensiksi säiliöihin. Paine lasketaan seuraavaksi ilmanpaineen alapuolelle ja tyh- jiöpumpulla poistetaan jäännöskaasu samalla, kun pedit regeneroidaan. Tämän jälkeen säiliöihin johdetaan taas paineistettu ilma.
Weibull-jakauma	Tuuli on Weibull-jakautunut (ei Gaussin mukainen). Todennäköisyysjakauma, jota käytetään esim. tietyn tuulennopeuden todennäköisyyden arviointiin
YVA	Ympäristövaikutusten arviointi
Äänemäinen melu	Kapeakaistainen melu. Melu jossa on selviä kuultavia soivia ääniä (selvästi erottu- va taajuus), esim. uliseva, sireenimäinen, vinkuva tai soiva melu.

TIIVISTELMÄ

Hankkeen tausta ja tarkoitus

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 (PSAVI/58/04.08/2011) päätöksen koskien Talvivaaran kaivokselle 29.3.2007 myönnetyn ympäristö- ja vesitalouslupan muuttamista. Aluehallintovirasto yhdisti kaivoksen uraanin talteenottolaitoksen ympäristölupaa koskevan hakemuksen kaivoksen lupamääräysten tarkistamista koskevaan hakemukseen. Korkein hallinto-oikeus (KHO) antoi 9.5.2017 päätöksen valituksista koskien kaivoksen ympäristö- ja vesitalouslupan lupamääräysten tarkistamista ja uraanin talteenottolaitoksen ympäristölupaa koskevassa ympäristölupa-asiassa. KHO piti voimassa Vaasan hallinto-oikeuden (VHO) 28.4.2016 antaman ratkaisun, jonka mukaan Terrafamen on haettava toiminnalle uutta ympäristölupaa 31.8.2017 mennessä.

Tämän seurauksena Terrafame Oy on vienyt läpi koko toimintaa koskevan YVA-menettelyn. YVA:ssa on tarkasteltu tuotannon jatkamista sekä kehittämistä Terrafamen suunnitelmien mukaisesti. Lisäksi on tarkasteltu myös ennenaikaisen sulkemisen vaihtoehtoa, koska YVA-ohjelmavaiheessa syksyllä 2016 sulkemisen katsottiin olevan yksi vaihtoehto, mikäli kaivokselle ei löytyisi jatkorahoitusta. Toiminnan ylösajon turvaava jatkorahoitus varmistui vuoden 2017 alkupuolella, joten ennenaikainen sulkeminen ei ole tällä hetkellä todellinen vaihtoehto. Se on kuitenkin pidetty mukana myös YVA-selostuksessa ja arvioitu niiltä osin kuin on ollut mahdollista. Vesistökuormitusta ja vesistövaikutuksia on tarkasteltu erillisessä vesienhallinnan YVA-menettelyssä, joten tässä YVA-menettelyssä vesistövaikutuksia on käsitelty lähinnä rakentamisen, maankäytön (esim. pölyvaikutukset) yms. näkökulmasta.

YVA-menettelyssä arvioitavat vaihtoehdot

YVA-menettelyn vaihtoehtoina tarkastellaan kuutta eri vaihtoehtoa (VE0, VE0+, VE1a, VE1b, VE1c ja VE2) (taulukko 1).

Taulukko 1. Arvioitavat toteutusvaihtoehdot.

VE0	• Kaivostoiminta jatkuu nykyisellään. • Malmin louhinta on 15 M t/a, sivukiven louhinta pysyy nykyisen toteutuman tasolla eli noin 15-20 Mt/a • Nikkelituotanto 30 000 t/a, nikkeliutuote myydään nykyisenä nikkelisulfidituotteena. • Uusia alueita ei oteta käyttöön
VE0+	• Kaivostoiminta jatkuu siten, että toimintaa kehitetään Terrafamen suunnitelmien mukaisesti. • Rakennetaan erilliset sivukivialueet KL1 ja KL2, sekundääriliuotuslohkot 5-8 sekä kipsisakka-altaan lohkot 7-8. • Malmin louhintamäärää kasvatetaan tasolle 18 M t/a sivukiven louhintamäärien ollessa lainvoimaisen luvan mukaisella tasolla eli 18–30 Mt/a riippuen louhintatilanteesta. • Uraanin talteenotto käynnistetään aiemmin luvitetun kokonaisuuden mukaisesti.
VE1a	• Vaihtoehto sisältää kaiken sen mikä on mukana vaihtoehdossa VE0+ sekä lisäksi seuraavat: • Primäärivaiheen liuotusalueelle rakennetaan uudet liuotuslohkot nro: 5 ja 6. • Malmintuotannon kasvattamisesta ja primääriliuotusalueen laajentamisesta johtuen nikkelin vuosituotanto nousee tasolle 35 000 - 37 000 t/a. • Sivukiven louhintamäärä tasolla 18–45 Mt/a riippuen louhintatilanteesta. • Uraanin talteenotto käynnistetään aiemmin luvitetun kokonaisuuden mukaisesti.
VE1b	• VE1a:n mukainen tuotanto + seuraavat toiminnot: • Vaihtoehtoon VE1a mukaisen tuotantotason noston lisäksi metallien talteenottolaitoksen tuotantoprosessiin lisätään pasutto, jonka jälkeen 50–100 % nikkeliutuotteesta myydään nikkelioksidina. • Pasuton (nikkelisulfidista -> nikkelioksidia) kanssa samaan aikaan rakennetaan myös rikkihappotehdas, joka mahdollistaa osittaisen omavaraisuuden bioliuotuksessa käytettävän rikkihapon suhteen. Pasutto mahdollistaa rikkivetytypitoisten hönkäkaasujen polton, jonka jälkeen lipeän käyttö vähenee, millä on positiivisia vaikutuksia myös vesipäästöihin.
VE1c	• VE1b:n mukainen tuotanto + lisätään sulatto, jonka jälkeen tuote myydään nikkeli-granulituotteena (Ni-Fe).
VE2	• Kaivostoiminta päätetään lopettaa ennenaikaisesti ja kaivos suljetaan hallitusti vaiheittain. • Ensimmäisessä vaiheessa lopetetaan malmin louhinta. Bioliuotus ja metallien talteenotto lopetetaan asteittain noin neljän vuoden kuluessa. • Sekundääriliuotusalueen ja kipsisakka-altaiden viimeisten osien arvioidaan olevan peitettynä noin 5–7 vuoden kuluttua lopettamispäätöksestä. • Lopettamispäätöksen jälkeen nikkeliutuotanto pysyy merkittävänä arviolta 1,5 vuotta.

YVA-menettely

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyä koskevan lain tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja arvioinnin yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa. Tavoitteena on myös lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia. YVA-menettelyllä pyritään ehkäisemään tai lieventämään haitallisten ympäristövaikutusten syntymistä, sekä soveltamaan yhteen eri näkökulmia ja tavoitteita. Ympäristövaikutusten arviointimenettely ei ole päätöksenteko- tai lupamenettely, joten arvioinnin aikana ei tehdä päätöstä hankkeen toteuttamisesta.

YVA-laki uudistui 5.5.2017, mutta tämä YVA-menettely on käynnistynyt vanhan YVA-lain aikana, joten se viedään loppuun vanhan lain mukaan. YVA-menettelyyn sisältyy ohjelma- ja selostusvaihe. YVA-ohjelma on suunnitelma ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä. YVA-selostuksessa esitetään hankkeen ominaisuudet ja arviointimenettelyn tuloksena muodostettu yhtenäinen arvio hankkeen ympäristövaikutuksista. YVA-menettely päättyy, kun yhteysviranomainen antaa lausuntonsa YVA-selostuksesta.

Tiedottaminen ja vuorovaikutus

YVA-lain yhtenä tavoitteena on lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumista. Kansalaisilla on mahdollisuus vaikuttaa suunniteltuun hankkeeseen YVA-menettelyn eri vaiheissa. Yhteysviranomaisena toimiva Kainuun ELY-keskus kuuluttaa arviointiselostuksen nähtävillä olostä kaupungin ilmoitustauluilla, sanomalehdissä sekä Internet-sivuillaan. Kuulutuksessa kerrotaan tarkemmin, miten mielipiteitä voi esittää. Kansalaiset voivat osallistua hankkeeseen myös esittämällä mielipiteensä ja näkemyksensä suoraan hankevastaavalle tai YVA-konsultin edustajille.

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen nähtäville asettamisen jälkeen yleisölle järjestetään avoin tiedotus- ja keskustelutilaisuus. Tilaisuudessa esitellään suunniteltu hanke, YVA-menettely ja hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnin tuloksia. Yleisöllä on mahdollisuus esittää näkemyksiään tehdystä arviointityöstä sekä sen riittävydestä.

Aikataulu

Hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettely on aloitettu syksyllä 2016 YVA-ohjelman laatimisella. YVA-menettely käynnistyi virallisesti, kun YVA-ohjelma jätettiin yhteysviranomaiselle marraskuussa 2016. Ohjelmaa päivitettiin toukokuussa 2017. Ympäristövaikutusten arviointiselvitykset tehtiin kevään 2017 aikana. YVA-selostus on jätetty yhteysviranomaiselle elokuussa 2017, ja hankkeen YVA-menettely päättyy yhteysviranomaisen lausuntoon loppuvuodesta 2017.

Yhteenveto hankkeen ympäristövaikutuksista

Vaikutukset maankäyttöön

Terraframen kaivoalue sijoittuu noin 25–30 km Kajaanin keskustasta kaakkoon ja 20–25 km Sotkamon keskustasta lounaaseen. Kaivospiirin läheisyydessä ei ole asuinalueita eikä muita teollisuuskeskittymiä. Kaivospiirillä tai sen välittömässä läheisyydessä ei myöskään ole tuotantokäytössä olevia peltoalueita. Sekä lähin asuintalo että lähin loma-asuntokäytössä oleva rakennus sijaitsevat

noin kahden kilometrin päässä louhoksesta. Lähin kylä, Tuhkakylä sijaitsee noin seitsemän kilometrin päässä louhoksesta.

Hankevaihtoehtojen suorat maankäytölliset vaikutukset eivät poikkea toisistaan, koska kaikki hankevaihtoehdot sijoittuvat kaivospiirin alueelle. Hankevaihtoehdoista VE0-VE1c ympäristöön kohdistuvat vaikutukset voivat vaikuttaa välillisesti myös maankäyttöön, mm. virkistyskäyttöön.

Hanke tukee pääsääntöisesti alueidenkäyttötavoitteiden toteutumista ja toisaalta hankkeen huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella voidaan estää se, ettei alueidenkäyttötavoitteiden toteutuminen vaarannu. Maakuntakaavoitukseen hanke ei aiheuta muutostarpeita. Yleis- ja asemakaavan tarpeellisuudesta alueiden käytön, liikennejärjestelyjen ja mahdollisten muiden rakenteiden tarkemmaksi suunnitteluksi päättää kaavoituksesta vastaava viranomainen.

Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön

Maisemaan ja kulttuuriympäristöön kohdistuvat keskeisimmät vaikutukset aiheutuvat ympäröivää maastoa korkeammalle kohoavista sivukiven läjitysalueista ja liuotusalueista. Vaikka suunnitellut uudet toiminnot vaikuttavat suhteellisen suureen alueeseen, toimintojen näkyvyys ympäristössä on hyvin rajallinen. Arvokkaihin maiseman ja kulttuuriympäristön arvoihin kohdistuu pääosin vähäisiä vaikutuksia ja paikoin kohtalaisia vaikutuksia. Muutamain pihapiiriin kohdistuu kohtalaisia vaikutuksia, muutoin asutukseen kohdistuvat vaikutukset ovat pieniä tai merkityksettömiä. Muinaisjäännöksiä ei sijoitu suunniteltujen toimintojen alueille joten vaikutuksia ei aiheudu. Hankevaihtoehtojen VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c maisema- ja kulttuuriympäristövaikutuksissa ei ole juuri eroavaisuuksia hankevaihtoehtojen välillä. Hankevaihtoehdossa VE2 tuotantotoiminnasta aiheutuvat vaikutukset maisemaan vähenevät asteittain sitä mukaa kun alueita maisemoidaan. Sulkemishetkellä olemassa olevat 2. vaiheen liuotusalueet ja sivukivialueet jäävät paikoilleen ja niillä on vastaavia maisemavaikutuksia kuin muissakin vaihtoehtoisissa valmiilla kasoilla.

Vaikutukset liikenteeseen

Kaivoksen jatkamisen ja kehittämisen myötä kaivokselle suuntautuva tieliikennemäärä lisääntyy hankevaihtoehdossa VE0+ hieman ja vaihtoehtoisissa VE1a, VE1b ja VE1c selvästi. Suurimmat liikennemäärien muutokset ja sitä myötä vaikutukset kohdistuvat kaivokselle johtavan tien 8 714 lisäksi seututielle 870 pohjoisen suuntaan. Suurimmillaan vaikutukset ovat vaihtoehdossa VE1c, jossa raskaan liikenteen määrä tiellä 870 välillä Viinämäki – Mustolanmutka lisääntyy 24 % ja kokonaisliikennemäärä 16 %. Erityisesti lisääntyvä raskas liikenne heikentää liikenneturvallisuutta, ellei parantavia toimenpiteitä tehdä, mutta laskennallisesti liikenneonnettomuuksien määrän lisääntyminen on vähäistä kaikissa hankevaihtoehtoisissa. Kaivoksen kehittämisen seurauksena junakuljetusten määrä lisääntyy maksimivaihtoehdossa (VE1a) noin viidellä junalla viikossa. Kaivoksen lopettaessa toimintansa (VE2) tieliikennemäärät ja junakuljetukset vähenevät asteittain.

Vaikutukset ilmastoon ja ilmanlaatuun

Toiminnan pölyvaikutuksia selvitettiin pölymallinnuksella, missä käytettiin pölyn leviämisen kannalta ongelmallisinta tilannetta ja suurinta mahdollista louhinta- ja kuljetusmäärää. Mallinnuksen perusteella, mikäli teiden kastelu ei olisi käytössä, tuotannon kasvaessa nykytasosta hengitettävien hiukkasten sallittu raja-

arvo saattaisi ylittyä kaivospiirin ulkopuolella melko laajalla alueella, missä on jonkin verran asutusta. Kuitenkin jo nykyisillään käytössä olevalla teiden kastelulla pölyvaikutukset jäävät huomattavasti lievemmiksi, eivätkä raja-arvot ylitä kaivospiirin ulkopuolella. VE1a-c vaihtoehdot poikkesivat pölykuormituksen osalta vain vähän vaihtoehdosta VE0+, joten niitä ei mallinnettu erikseen. Kuljetuksista aiheutuu suurimmat toiminnasta aiheutuvat pölykuormitukset, ja pölykuormitusta on mahdollista vähentää merkittävästi kuljetusreittien kastelulla.

Metallien talteenottolaitokselta voi aiheutua rikkivedyn hajua; päästöjen ja hajuvaikutusten ei arvioida lisääntyvän nykytasosta tuotannon kasvaessa. Pasuton toimiessa (VE1b-c) hajukaasuja voidaan polttaa pasutusuunissa, mikä voi vähentää rikkivetypäästöjä. Rikkihappotehtaalta aiheutuu rikkidioksidi- ja happosumupäästöjä (VE1b-c), jotka voivat lisätä rikkilaskeumaa ympäristössä. Sulaton toiminta (VE1c) aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä nykytilanteeseen verrattuna huomattavasti enemmän. Liikenteen päästöt lisääntyvät nykytasosta melko paljon vaihtoehdoissa VE1a-c. Päästöt ilmaan loppuvat kaivoksen sulkemisen (VE2) jälkeen.

Vaikutukset meluun

Nykytilanteessa ympäristömelua kaivosalueelta ympäristöön aiheuttavia toimintoja ovat liuotuskasojen ilmapuhaltimien toiminta, louhinta (malmi- ja tarvekivilouhinta sekä rakennustyömaat), sekundäärikasan rakentaminen sekä raskas liikenne.

Teollisuusmelun laskentatulosten perusteella ympäristöluvan melun raja-arvo 50 dB yöaikaan voi laskennan perusteella ylittyä hankevaihtoehdossa VE0+ Tuhkalantie 89 loma-asuinrakennuksen luona Hakosen järven rannalla sivukivikasan KL2 rakentamisvaiheen aikana (lopussa, mikäli läjittäminen aloitetaan etelästä päin) sekä Kalliojärvellä lähimmän loma-asuinkohteen piha-alueella sekundäärikasojen 5-8 rakentamisen aikana. Mallinnuksessa ei ole huomioitu sivukivialueen itäreunaan mahdollisesti rakennettavaa louhepengertä. Muiden lähellä raja-arvoa tai raja-arvolla olevien kohteiden osalta melutilanne voi laskennan tulosten ja epävarmuustarkastelun jälkeen ylittää yöajan raja-arvon kasojen rakentamisenvaiheessa, mutta todennäköisesti jääden alle pidemmän aikajakson keskiäänitason tarkastelussa. Muiden hankevaihtoehtojen (VE1a-VE1c) osalta muutokset ovat laskennan perusteella vähäisiä, eikä niillä ole lisääviä meluvaikutuksia altistuviin kohteisiin, sillä vaikutus kohdistuu vain nykyisen teollisuusalueen meluun.

Alueen läheisten suojelualueiden osalta melu voi joissain tapauksissa ylittää 45 dB:n raja-arvon päivällä sekä 40 dB yöllä. Suojelualueiden yhtenä perusteenä on mm. liito-orava, joka on kuitenkin myös kaupunkialueilla elävä ei-meluherkkä laji.

Yhdistetty tie- ja raideliikenteen laskentatulosten perusteella päiväajan tiemelu ei valituissa reseptoripisteissä aiheuta ympäristöluvan raja-arvon ylityksiä.

Melumallinnuksissa ei ole erikseen optimoitu melulähteitä toimintojen aiheuttaman melun kannalta. Meluntorjuntaa voidaan kuitenkin huomioida monella tavalla uusien toimintojen suunnittelun yhteydessä mm. laite- ja vaimenninvalinnoilla sekä esim. kasojen täyttöaikoja ja muotoja optimoimalla. Meluvaikutusten lieventämiseksi sivukiven täyttö KL2 alueella tehdään tarvittaessa siten, että läjittävän alueen itäreunaan täytetään ensin 10-20 metriä korkea louhepengeri.

Sen tarkoituksena on toimia meluvallina sisäosia täytettäessä ja pienentää toiminnasta syntyvää melua.

Vaikutukset tärinään

Nykytilanteessa tärinää kaivosalueelta ympäristöön aiheuttavia toimintoja ovat louhinta (malmi- ja tarvekivilouhinta sekä rakennustyömaat) ja raskas liikenne. Toiminnan jatkaminen ja kehittäminen Terrafamen kaivoksella lisäävät tärinää nykyisestä hankevaihtoehdossa VE0+ hieman, johtuen isommista vuosittaisista louhintamääristä ja kasvavasta liikenteestä. Louhintaräjäytyksiä on tarkoitus tehdä isommilla räjäytyskentillä niin että kerralla räjäytettävän malmikiven määrä kuitenkin pysyy suunnilleen nykytasolla. Näin heilahdusnopeus ei kasva nykyisestä, sen sijaan kunkin räjäytyksestä aiheutuvan tärinän kesto on pitempi. Hankevaihtoehdoissa VE1a, VE1b ja VE1c tärinävaikutukset kasvavat edellisestä, johtuen kasvavasta räjäytystarpeesta sekä louhinnassa että rakennustyömailla, ja selvästi kasvavasta liikenteestä. Koetussa tärinässä voi esiintyä eroja paikallisesti, sillä heilahdusnopeuden pienenemiseen vaikuttaa eniten etäisyys - jännitysaalto menettää energiaansa etäisyyden kasvaessa eksponentiaalisesti. Hankevaihtoehdossa VE2 kaivoksen toiminnan loppuessa, räjäytystoiminta lakautuu heti louhinnan loputtua, ja liikenteen määrä pienenee vähitellen tulevien vuosien aikana, jolloin tärinävaikutus vähenee asteittain.

Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin

Vaikutukset maaperään ja kallioperään kohdistuvat pääosin louhosalueelle ja rakentamisalueille. Pinta-alallisesti merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat sivukivialueille ja sekundääriliuotusalueelle. Tehdasalueelle sijoittuvien pasuton, rikkihappotehtaan (VE1b) ja sulaton (VE1c) vaikutukset ovat hyvin paikallisia. Myös uraanilaitos sijoittuu tehdasalueen läheisyyteen ja sen vaikutus on paikallinen. Maanpinnan ja kalliopinnan muutosten lisäksi hankkeella on paikallisia vaikutuksia pohjaesiolosuhteisiin louhoksen ympäristössä ja mahdollisesti myös jäte-/toimintoalueilla. Ko. alueille tulee kuitenkin mm. tiiviit pohjarakenteet, jolloin merkittäviä vaikutuksia pohjaveteen ei ole odotettavissa.

Hankkeen vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjaveteen lisääntyvät luonnollisesti hankkeen laajuuden mukaisesti. Siten vaihtoehdossa VE2 vaikutukset olisivat pienimmät ja suurenisivat toiminnan laajetessa vaihtoehdosta VE0 → VE1c.

Vaikutukset vesistöihin

Lähialueen lampiin ja järviin ei ole tullut eikä tule suoria vesipäästöjä missään tässä YVA:ssa tarkasteltavissa YVA-vaihtoehdoissa. Osa kaivospiirin alueella olevista lammista jää uusien toimintojen alle ja tuhoutuu. Suurimpia tuhoutuvia lampia ovat Eteläinen Kuusilampi (6,4 ha), Hoikkalampi (3 ha), Valkealampi (3,1 ha) ja Mustalampi (2,4 ha). Uusien toimintojen myötä ja alueiden laajentuessa alueen vesitase muuttuu. Muutoksen suuruus on riippuvainen vuosittaisesta sadannasta. Alueelta muodostuvien vesien määrä on suurimmillaan vuoden 2021 tilanteessa jolloin vesienkäsitteilyyn kuuluvan valuma-alueen pinta-ala on tämän hetkisten suunnitelmien mukaan suurimmillaan, kun uusia tuotantoalueita on otettu käyttöön, mutta vanhoja ei ole vielä ehditty sulkea kokonaan.

Kaivoksen toiminnoista lähivesistöjen veden laatuun vaikuttaa lähinnä pölyäminen ja rakentamisen aikaiset vesipäästöt. Vaihtoehtojen VE1a-c pölypäästöt poikkeavat vain vähän vaihtoehdosta VE0+. Vaihtoehdoissa VE1b mukaan tu-

levan pasuton ja rikkihappotehtaan ja vaihtoehdossa VE1c mukaan lisättävän sulaton rakentaminen ja toiminta eivät aiheuta pölypäästöjä. Pölypäästöjä on vähennetty ja vähennetään myös jatkossa kastelujärjestelmillä sekä erilaisilla kohdepölynpoistoilla.

Selvimmät pölypäästöjen vaikutukset tulevat kohdistumaan ilmeisesti Munnin-lampeen, joka jää kokonaan kaivostoimintojen ympäröimäksi. Pölyämisen seurauksena mm. sulfaatti- ja metallipitoisuudet, kuten mangaanin ja nikkelin pitoisuudet voivat kasvaa. Mäkijärven vedenlaatu voi hieman heiketä primääriliuotusalueen laajentuessa. Iso-Savonjärveen ja Hakoseen tulevat pölyvaikutukset riippuvat paljolti vallitsevista sää- ja tuuliolosuhteista, eikä niiden vedenlaadussa arvioida tapahtuvan merkittäviä muutoksia. Pölyvaikutusten lisäksi maanrakennustöistä voi kohdistua lähimpiin puroihin väliaikaisia vaikutuksia, jotka voivat näkyä hetkellisenä kiintoainepitoisuuden nousuna.

Vaikutukset luontoon, eläimistöön ja suojelualueisiin

Suunnitellun sivukivialueen KL2 keskiosassa esiintyy erityisesti suojeltavan rotokokehräjäkälän esiintymispaikka. Toimenpiteet asian suhteen ovat parhaillaan viranomaisen ratkaistavana.

Kaivospiirin alueella on toiminnan aloittamisen jälkeen tarkkailtu luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeista liito-oravaa ja lepakoita. Seurannassa on huomattu, että kaivostoiminnalla ei ole ollut vaikutusta liito-oravien asuinalueisiin. Primääriliuotusalueen laajennuksen johdosta yksi liito-oravien elinympäristöistä tulee todennäköisesti tuhoutumaan. Lepakoista ei ole tehty havaintoja millään suunnitellulla aluevarauksen alueella.

Hankkeen lähialueella on useita Natura- ja suojelualueita. Mikään hankevaihtoehto ei kuitenkaan heikennä yhtäkään Natura-alueita. Melumallinnuksen mukaan melutaso voi jossain tapauksissa nousta yli 45 dB:n ohjearvon päivällä sekä yli 40 dB yöllä lähimmillä suojelualueilla, Pitkämäen (MRA230812) määräaikaisella rauhoitusalueella sekä Savonmäen yksityisellä luonnonsuojelualueella (YSA207793). Suojelualueiden yhtenä perusteena on mm. liito-orava. Laji ei kuitenkaan ole tutkimusten mukaan meluherkkä.

Vaikutukset luontoon, suojelualueisiin ja eläimistöön ovat joka hankevaihtoehdossa samansuuruisia. Vaihtoehdoissa VE1b ja VE1c rakennettavasta rikkihappotehtaasta aiheutuu normaalitoiminnan aikana rikkidioksidi- ja haposumupäästöjä, jotka voivat lisätä rikkilaskeumaa lähialueella. Päästöjen ei ole arvioitu heikentävän ilmanlaatua. Vähäisimmät vaikutukset ovat vaihtoehdossa VE2, jolloin pöly-, metalli- ja hajupäästöt loppuvat.

Vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön

Vaihtoehdossa VE0+ ihmisiin kohdistuvat vaikutukset aiheutuvat pääosin lisääntyvästä liikenteestä, sekä melu- ja pölyvaikutuksista. Vaikutukset kohdistuvat etenkin kaivospiirin itäpuolelle sekä kuljetusreittien varrelle. Ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia arvioitaessa vaikutuksen voimakkuus on riippuvainen etäisyydestä kaivosalueeseen tai päästölähteisiin. Vaikutusten voimakkuus onkin usein alhaisempi kaivoksen läheisyydessä kuin etäämmällä kaivoksesta. Lisääntyvä melu saattaa aiheuttaa elinolojen ja viihtyvyyden heikentymistä Hakosenjärven ja Kalliojärven rannoilla olevissa kohteissa. Lisääntyvä melu todennäköisesti heikentää myös kaivospiirin lähialueiden virkistyskäyttöarvoa melumallinnusra-

portissa esitetysti. Sivukivialueilla läjitysjärjestelyillä voidaan vaikuttaa jossain määrin meluvaikutuksiin.

Kaivostoiminnan jatkamisen ja kehittämisen vaihtoehdoissa (VE0+, VE1a, VE1b, VE1c) ihmisiin kohdistuvat vaikutukset aiheutuvat pääosin lisääntyvästä liikenteestä, sekä melu- ja pölyvaikutuksista. Elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön kohdistuvat kielteiset vaikutukset lisääntyvät vaihtoehdossa VE0+ nykytilaan verrattuna. Vaihtoehdoissa VE1a, VE1b ja VE1c vaikutukset ovat puolestaan merkitykseltään hieman suuremmat kuin vaihtoehdossa VE0+.

Kokonaisuutena vaihtoehdon VE2 ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön kohdistuvat vaikutukset ovat nykytilaan verrattuna pienempiä (pienenevät asteittain). Muutos on voimakkain niillä alueilla, joille nykyisellään kohdistuu merkittävimmät vaikutukset, eli alueilla, jotka sijaitsevat kaivospiirin ja kuljetusreittien läheisyydessä.

Vaikutukset elinkeinoihin ja talouteen

Terraframien kaivoksella on todella suuri taloudellinen merkitys Kainuun maakunnalle. Kaivoksen ja metallien jalostuslaitoksen vaikutukset BKT:een vastaa 0,21 % Suomen BKT:sta vuonna 2015 ja 10,89 % Kainuun BKT:sta vuonna 2013. Hanke vaikuttaa koko Kainuun sosioekonomiseen toimintaympäristöön.

Myös matkailu ja ravitsemustoiminta hyötyvät kaivostoiminnan ympärivuotisista vaikutuksista. Kainuun matkailu perustuu suurelta osin luontomatkailulle. Vaikutusten arvioinnin mukaan hankkeen vaikutukset keskittyvät kaivospiiriin ja sen lähialueille, jolloin merkittäviä ympäristövaikutuksia matkailun painopistealueille ei aiheudu. Merkittävimmät kaivospiirin läheisyydessä oleva elinkeinotoiminta perustuu metsätalouteen. Lisäksi alueella on mökkivuokraustoimintaa. Hankkeella ei ole vaikutusta alueen metsätalouteen, mutta kaivostoiminnan mahdolliset häiriövaikutukset saattavat heikentää vuokramökkien vetovoimaa.

Hankevaihtoehtojen myönteiset elinkeino- ja talousvaikutukset kasvavat kaivostoiminnan jatkamisen ja kehittämisen vaihtoehdoissa (VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c) asteittain investointien kasvaessa. Vaikutukset ovat merkittävimmät vaihtoehdossa VE1c.

Kaivoksen sulkemisella (VE2) olisi merkittäviä kielteisiä taloudellisia vaikutuksia Kainuussa ja myös Suomen tasolla. Vaikutukset ulottuisivat useille toimialoille. Sulkemispäätöksen jälkeen kaivostoimintaan liittyvät tehtävät vähenevät vaiheittain ja korvautuvat sulkemiseen liittyvillä työtehtävillä. Sulkemispäätöksen jälkeen kaivoksen myönteiset työllisyys- ja talousvaikutukset vähenevät vaiheittain. Muutos on merkittävä yksittäisten työntekijöiden tasolla ja vaikutukset ulottuvat maakunnallisen tason lisäksi kansalliselle tasolle. Kielteiset vaikutukset näkyvät esimerkiksi massatyöttömyytenä Kainuussa ja kuntien verokertymän pienentymisenä.

Vaikutukset terveyteen

Kaivostoimintaan liittyvä tärinä on ensisijaisesti viihtyvyyshaitta, mutta usein toistuvana se saattaa aiheuttaa tärinään reagoiville myös terveysvaikutuksia.

Vaihtoehtojen VE0-VE1c pölyvaikutukset lisääntyvät. Hengitettävien hiukkasten kadmium-, nikkeli- ja arseenipitoisuudet ovat olleet kuitenkin niin matalia, että toiminnan laajentamisella ei arvioida aiheutuvan ilmanlaadun tavoitearvojen ylityksiä. Ilman teiden kastelua PM₁₀-hiukkasten vuorokausiarvon rajapitoisuus

saattaa ylittyä kaivosalueen ulkopuolella useampana päivänä kuin asetuksen mukaan vuositasona on sallittu. Kuitenkin kun mallinnettiin teiden kastelun vaikutus, pölyvaikutukset jäivät huomattavasti lievemiksi, eikä raja-arvot ylity kaivospiirin ulkopuolella. Teiden kastelu on jo nykyisin käytössä. Nikkeli- ja raskasmetallipitoisuudet ympäröivässä maastossa ovat olleet niin pieniä, että niiden ei arvioida lisäävän viljely- ja ravintokasvien kautta saatavaa altistumista. Rikkilaskeuma voi toimintojen laajentuessa kasvaa vaihtoehtoisissa VE1b ja VE1c, ja rikkilaskeumalle annettu pitkäaikainen tavoitetaso saattaa alueella ylittyä. Mahdollisen ylittymisen ei kuitenkaan arvioida aiheuttavan ihmisille terveysvaikutuksia.

Liikenteen lisääntyminen voi vaikuttaa ihmisten terveyteen ilmapäästöjen ja onnettomuuksien kautta. Suurimmat pakokaasupäästöt rajoittuvat kaivosalueen sisälle ja maanteiden välittömään läheisyyteen, joten terveysvaikutuksia alueen ulkopuolella ei arvioida olevan. Onnettomuuksia on sattunut vähän ja arvioidut onnettomuuksien määrien lisääntyminen ovat kaikissa vaihtoehtoisissa pieniä.

Terveysvaikutuksia pohjaveden välityksellä ei aiheudu hankkeen vuoksi, koska pohjavesivaikutukset kohdistuvat kaivospiirin alueelle. Kaivospiirin alueella ja purkuputkilinjauksella tai niiden läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita. Talousvesikaivojen (lähiasutuksen yksityiset talousvesikaivot) tarkkailun perusteella ei ole havaittu kaivostoiminnan vaikuttaneen pohjaveden laatuun tai määrään.

Kaivostoimintaan (räjäytyksiin ja raskaaseen liikenteeseen) liittyvä melu on ensisijaisesti viihtyvyyshaitta ulkona, mutta usein toistuvana se saattaa aiheuttaa herkästi meluun reagoiville myös terveysvaikutuksia etenkin, jos melu pääsee tunkeutumaan rakennusten sisätiloihin. Eri hankevaihtoehtojen mukaisten melumallinnuksien sekä ilmoitettujen meluhaittojen perusteella voidaan kaivostoiminnan meluhaittojen arvioida lisääntyvän lähtökohtaisesti ulkona. Hiljaisen ympäristön sekä eri säätilanteiden johdosta, melu saattaa joissain tapauksissa kuulua myös rakennusten sisätiloissa. Tarkempia sisätilan melumittauksia ei ole alueen rakennuksissa kuitenkaan suoritettu, mutta voidaan arvioida, että kaikki ulkomelun ohjearvot alittava melu ei todennäköisesti ylitä Sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajoja (Sosiaali- ja terveysministeriö, 2015) myöskään asuntojen sisätiloissa.

1 JOHDANTO

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto antoi 30.4.2014 (PSAVI/58/04.08/2011) päätöksen koskien Talvivaaran kaivokselle 29.3.2007 myönnetyn ympäristö- ja vesitalouslupan muuttamista. Aluehallintovirasto yhdisti kaivoksen uraanin talteenottolaitoksen ympäristölupaa koskevan hakemuksen kaivoksen lupamääräysten tarkistamista koskevaan hakemukseen.

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. KHO antoi 9.5.2017 päätöksen valituksista koskien kaivoksen ympäristö- ja vesitalouslupan lupamääräysten tarkistamista ja uraanin talteenottolaitoksen ympäristölupaa koskevassa ympäristölupa-asiassa. KHO piti voimassa Vaasan hallinto-oikeuden (VHO) 28.4.2016 antaman ratkaisun, jonka mukaan Terrafamen on haettava toiminnalle uutta ympäristölupaa 31.8.2017 mennessä.

Tämän seurauksena Terrafame Oy on vienyt läpi koko toimintaa koskevan YVA-menettelyn. YVA:ssa on tarkasteltu tuotannon jatkamista sekä kehittämistä Terrafamen suunnitelmien mukaisesti. Lisäksi on tarkasteltu valtion aiemmin linjaaman päätöksen mukaisesti sulkemismahdollisuutta, jonka tueksi laadittiin alustava sulkemissuunnitelma. Tämä YVA-menettely koskee lähinnä kaivoksen muita vaikutuksia, vesistövaikutuksia on tarkasteltu erillisessä vesienhallinnan YVA-menettelyssä.

Hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettely on aloitettu syksyllä 2016 YVA-ohjelman laatimisella. YVA-menettely käynnistyi virallisesti, kun YVA-ohjelma jätettiin yhteysviranomaiselle marraskuussa 2016. YVA-ohjelmaa täydennettiin toukokuussa 2017. Ympäristövaikutusten arviointiselvitykset tehtiin kevään 2017 aikana ja YVA-selostus jätettiin yhteysviranomaiselle elokuussa 2017. YVA-menettely päättyy yhteysviranomaisen lausuntoon loppuvuodesta 2017.

2 YVA-MENETTELY

2.1 YVA-menettelyn tarve ja tavoite

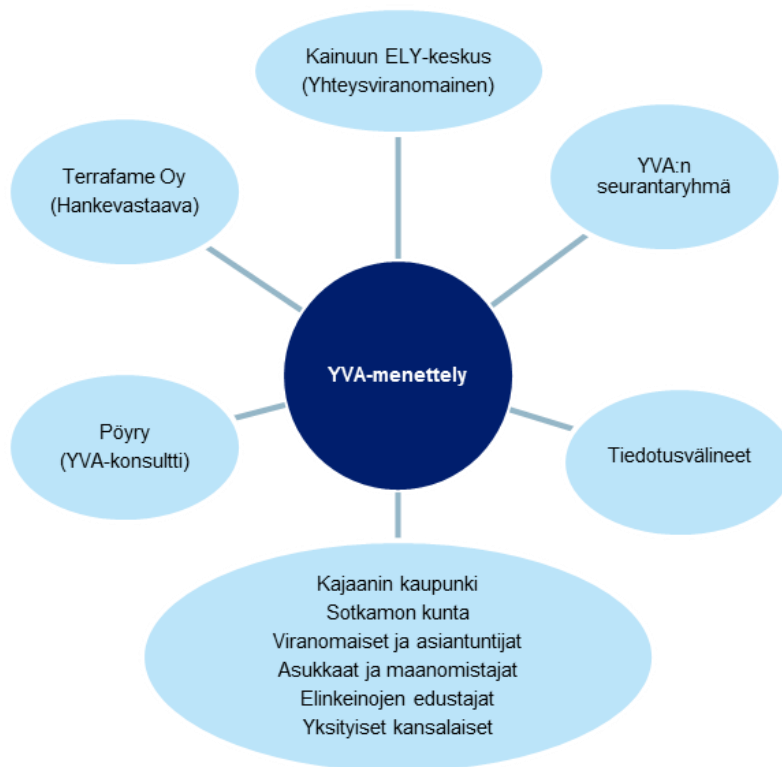
Euroopan yhteisöjen (EY) neuvoston antama, ympäristövaikutusten arviointia koskeva direktiivi (85/337/ETY) on Suomessa pantu täytäntöön Euroopan talousalueesta tehdyn sopimuksen liitteen kaksikymmentä nojalla YVA-lailla (468/1994, 267/1999, 458/2006, 1584/2009, 252/2017) ja -asetuksella (713/2006, 277/2017). YVA-laki uudistui toukokuussa 2017, mutta uutta lakia sovelletaan niihin hankkeisiin joiden YVA-menettely tulee vireille 16.5.2017 jälkeen. Tämä Terrafamea koskeva YVA-menettely on tullut vireille marraskuussa 2016.

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.

2.2 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 2-1).



Kuva 2-1. YVA-menettelyyn osallistuvat tahot.

2.3 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.

2.3.1 Arviointiohjelmavaihe

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 tutkitavista vaihtoehtoista sekä suunnitelma tiedottamisesta hankkeen aikana ja arvio hankkeen aikataulusta.

YVA-menettely käynnistyi virallisesti, kun YVA-ohjelma jätettiin yhteysviranomaiselle marraskuussa 2016. Tässä hankkeessa yhteysviranomaisena toimii Kainuun ELY-keskus. Yhteysviranomaisen kuulutti hankkeesta ja YVA-ohjelman nähtävillä olosta, sekä pyysi lausuntoja ohjelmasta eri viranomaisilta ja intressiryhmiltä. Yhteysviranomaisen kokosi ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antoi niiden perusteella oman lausuntonsa hankkeesta vastaavalle.

YVA-ohjelman teon jälkeen Terrafame on vienyt suunnitelmia eteenpäin ja suunnitellut alueelle sulaton, jota alkuperäinen YVA-ohjelma ei sisältänyt. Yh-

teysviranomaiselle jätettiin YVA-ohjelman täydennys, koskien hankevaihtoehtoa VE1c, toukokuussa 2017, jonka viranomainen kuulutti erikseen.

2.3.2 Arviointiohjelmasta annetut lausunnot ja mielipiteet

Määräaikaan mennessä ohjelmasta annettiin kaikkiaan 18 lausuntoa ja 12 mielipidettä. Kainuun ELY-keskus kokosi ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antoi niiden perusteella oman lausuntonsa 1.3.2016. Lausunto on esitetty liitteessä 1.1.

Lausunnot YVA-ohjelmasta	
Elintarviketurvallisuusvirasto	Säteilyturvakeskus
Geologian tutkimuskeskus	Terveiden ja hyvinvoinnin laitos
Kainuun sosiaali- ja terveydenhuollon kuntayhtymä, ympäristöterveydenhuolto	Ylä-Savon SOTE kuntayhtymä, ympäristölautakunta
Kajaanin kaupunki, ympäristöteknisen lautakunnan lupajaosto	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
Kajaanin kaupungin hallitus	Jormasjärvi-Korholanmäki osakunta
Kainuun Liitto	Sotkamon kunnan hallitus
Paltamon lupa- ja valvontalautakunta	Sotkamon Yrittäjät ry
Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus	Sotkamon luonto ry, Kajaanin seudun Luonto ry, Suomen luonnonsuojeluliitto Kainuun piiri ry sekä Schroderus Leo
Sonkajärven kunta, kunnanhallitus	Sotkamon kunta, ympäristö- ja tekninen lautakunta

YVA-ohjelman täydennyksestä (hankevaihtoehto VE1c) annettiin 10 lausuntoa ja 2 mielipidettä. Lausunto on esitetty liitteessä 1.2.

Lausunnot YVA-ohjelman täydennyksestä	
Geologian tutkimuskeskus	Suomen luonnonsuojeluliitto ry
Kainuun sosiaali- ja terveydenhuollon kuntayhtymä, ympäristöterveydenhuolto	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
Kajaanin kaupunki, ympäristöteknisen lautakunnan lupajaosto	Ylä-Savon SOTE kuntayhtymä, ympäristölautakunta
Sonkajärven kunta, kunnanhallitus	Jormasjärvi-Korholanmäki osakunta
Sotkamon kunta, ympäristö- ja tekninen lautakunta	Sotkamon luonto ry

2.3.3 Arviointiselostusvaihe

YVA-ohjelman sekä siitä annettujen mielipiteiden ja lausuntojen pohjalta laaditun arviointityön tulokset on koottu tähän YVA-selostukseen. Selostuksessa on esitetty:

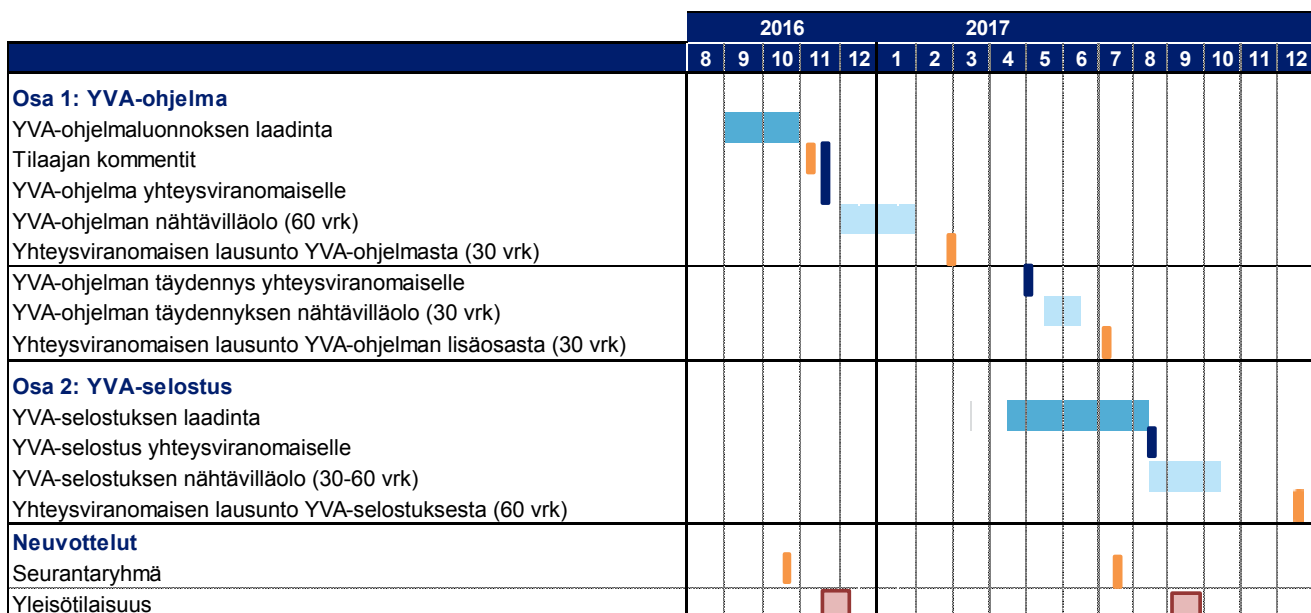
- arvioitavat vaihtoehdot
- hankkeen kuvaus ja tekniset tiedot
- ympäristön nykytilan kuvaus
- vaihtoehtojen ja nollavaihtoehdon ympäristövaikutukset ja niiden merkittävyys
- selvitys hankkeen suhteesta oleellisiin suunnitelmiin ja ohjelmiin
- arvioitujen vaihtoehtojen vertailu
- haitallisten vaikutusten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

Vanhan lain mukaan yhteysviranomaisen kuuluttaa valmistuneesta arviointiselostuksesta samalla tavoin kuin arviointiohjelmasta. Arviointiselostus on nähtävillä 30–60 vuorokauden 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 koskevas-
ta lupapäätöksestä on käytävä ilmi, miten arviointiselostus ja siitä annettu lausunto on päätöksessä otettu huomioon.

2.3.4 YVA-menettelyn aikataulu

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



Kuva 2-2. YVA-menettelyn suunniteltu aikataulu.

2.4 Viestintä ja osallistuminen

2.4.1 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet yleisölle

Ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta järjestettiin yleisölle avoin tiedotus- ja keskustelutilaisuus 24.11.2016 Sotkamossa. Tilaisuudessa esiteltiin hanketta ja arviointiohjelmaa. Yleisöllä oli tilaisuudessa mahdollisuus esittää näkemyksiään ympäristövaikutusten arviointityöstä, saada tietoa sekä keskustella YVA-menettelystä hankkeesta vastaavan, yhteysviranomaisen ja YVA-ohjelman laatineiden asiantuntijoiden kanssa.

Toinen tiedotus- ja keskustelutilaisuus järjestetään ympäristövaikutusten arviointiselostuksen valmistuttua syksyllä 2017. Tilaisuudessa esitellään ympäristövaikutusten arvioinnin tuloksia. Yleisöllä on mahdollisuus esittää näkemyksiään tehdystä ympäristövaikutusten arviointityöstä ja sen riittävydestä.

2.4.2 Seurantaryhmä

YVA-menettelyä seuraamaan koottiin seurantaryhmä, jonka tarkoituksena on edistää tiedonkulkua ja -vaihtoa hankkeesta vastaavan, viranomaisten ja muiden sidosryhmien kanssa. Seurantaryhmä seuraa ympäristövaikutusten arvioinnin kulkua sekä esittää mielipiteitä ympäristövaikutusten arviointiselostuksen sekä sitä tukevien selvitysten laadinnasta. Seurantaryhmään kutsuttiin seuraavat tahot:

- Hankkeesta vastaava (Terrafame Oy)
- YVA-konsultti (Pöyry Finland Oy)
- 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, Vuokatin Matkailukeskus Oy
- Urakoitsijan edustaja, E.Hartikainen Oy
- Urakoitsijan edustaja, Kaitos Oy
- Kainuun ELY-keskus

Seurantaryhmä kokoontui ensimmäisen kerran 20.10.2016 YVA-ohjelman laatimisvaiheessa. Tilaisuudessa esiteltiin hanketta ja arviointiohjelmaa. Seurantaryhmällä oli tilaisuudessa mahdollisuus esittää näkemyksiään, saada tietoa sekä keskustella YVA-menettelystä hankkeesta vastaavan, yhteysviranomaisen ja YVA-konsultin kanssa.

Toisen kerran seurantaryhmä kokoontui 20.7.2017 keskustelemaan YVA:a varten tehdyistä erillisselvityksistä.

2.4.3 Asukaskysely

YVA-menettelyn yhteydessä osana ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointia toteutettiin keväällä 2017 asukaskysely. Vakituksille asukkaille ja loma-asukkaille suunnattu lomakekysely kartoitti eri ryhmien yleistä suhtautumista hankkeeseen sekä siihen mahdollisesti liitettäviä omakohtaisia huolenaiheita. Kyselyllä selvitettiin alueen nykyistä käyttöä ja hankkeen mahdollisia vaikutuksia. Asukaskyselyä on tarkemmin kuvattu luvussa 15 ja tulokset on esitetty liitteessä 7.

2.4.4 Muu viestintä

Hankkeesta ja sen ympäristövaikutusten arvioinnista tiedotetaan myös yleisen tiedonvälityksen yhteydessä, kuten lehtiartikkelien ja hankkeesta vastaavan internet-sivujen kautta (terrafame.fi → Ympäristö → Ympäristövaikutusten arviointi (YVA)) välityksellä.

3 HANKKEEN KUVAUS JA ARVIOITAVAT VAIHTOEHDOT

3.1 Hankkeesta vastaava

YVA-lain mukaisena hankkeesta vastaavana toimii Terrafame Oy. Terrafame Oy on suomalainen kaivosyhtiö, joka tuottaa biokasaliuotusmenetelmällä ensisijassa nikkeliä ja sinkkiä Sotkamossa sijaitsevalla kaivoksellaan. Terrafame Oy osti elokuussa 2015 Talvivaara Sotkamo Oy:n liiketoiminnan ja omaisuuserät Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesältä, ja jatkaa näin kaivostoimintaa Sotkamossa.

3.2 Hankkeen tausta ja tarkoitus

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto antoi 30.4.2014 (PSAVI/58/04.08/2011) 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.

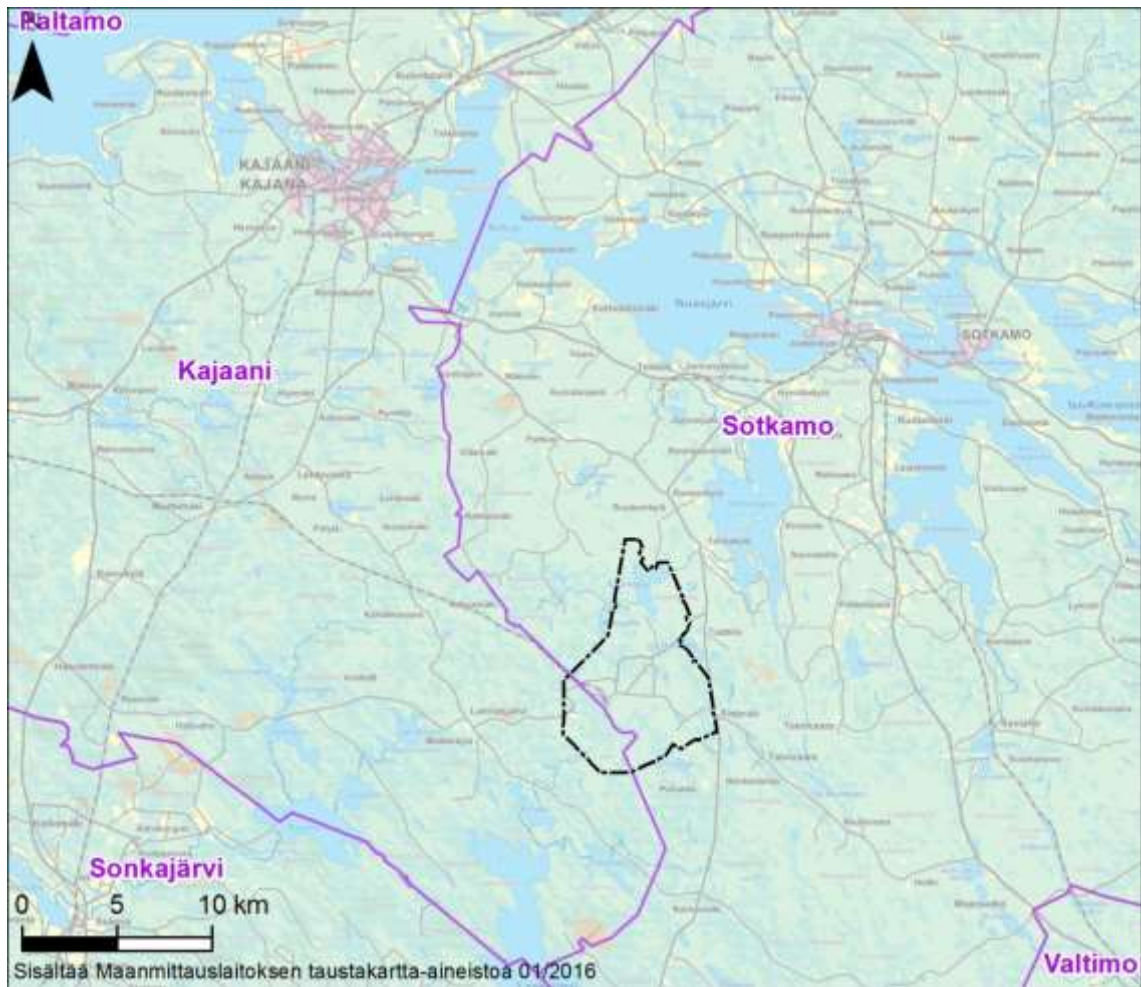
Luvassa mm. määrättiin hakemaan erillisillä lupahakemuksilla lupaa uusille jätealueille. Lisäksi AVI muutti alkuperäisen luvan ympäristövakuuksia sekä mm. jätteiden luokitusta. Vuoden 2014 koko toimintaa ohjaava ympäristö- ja vesitalouslupa annettiin siten, että sitä noudatetaan vasta, kun lupapäätös on lainvoimainen (lupaa ei annettu ns. aloittamisluvalla vakuutta vastaan). Käytännössä tämä tarkoittaa, että koko toimintaa koskeva ympäristölupa on lainvoimainen vasta valituskierron jälkeen korkeimman hallinto-oikeuden (KHO) antamalla päätöksellä. KHO antoi 9.5.2017 päätöksen valituksista koskien kaivoksen ympäristö- ja vesitalousluvan lupamääräysten tarkistamista ja uraanin talteenottolaitoksen ympäristölupaa koskevassa ympäristölupa-asiassa. KHO:n päätöksen mukaan 2014 lupapäätös on määräaikainen ja uutta lupaa on haettava 31.8.2017 mennessä. Tältä osin lupapäätös vastaa Vaasan hallinto-oikeuden keväällä 2016 antamaa päätöstä.

Keväällä 2016 VHO:lta saadun päätöksen johdosta kaivoksen koko toimintaa koskeva uusi luvitusprosessi aloitettiin YVA:lla syksyn 2016 aikana. YVA:ssa tarkasteltiin tuotannon jatkamista sekä kehittämistä Terrafamen suunnitelmien mukaisesti. Metallitehtaan tuottama nikkelisulfidi on suhteellisen puhdasta ja sen jatkojalostaminen on moniin muihin raaka-aineisiin nähden edullista. Tämän vuoksi kaivosyhtiö on aloittanut selvityksen jatkojalostusmahdollisuuksista. Paus- ja sulattohankkeen tarkoituksena on nostaa lopputuotteen jalostusarvoa ja samalla tuotteesta saatavaa hintaa. Samalla saadaan valmistettua rikkihappoa omassa rikkihappolaitoksessa, jolloin ulkoa ostettavan rikkihapon määrää voidaan vähentää.

Lisäksi tarkasteltiin YVA-ohjelmavaiheessa tehdyn linjauksen mukaisesti ennenaikaisen sulkemisen vaihtoehtoa, jonka tueksi laadittiin myös alustava sulkemissuunnitelma. Koko toimintaa koskeva ympäristölupahakemus jätetään AVI:lle VHO:n päätöksen mukaisesti 31.8.2017 mennessä

VHO:n päätöksen jälkeen myös uraanin talteenotolle on olemassa lainvoimainen ympäristölupa. Uraanin talteenotto edellyttää myös Valtioneuvoston luvan, jota Terrafame Oy valmistautuu

olosuhteiden niin salliessa, hakemaan aikaisintaan vuoden 2017 jälkipuoliskolla.



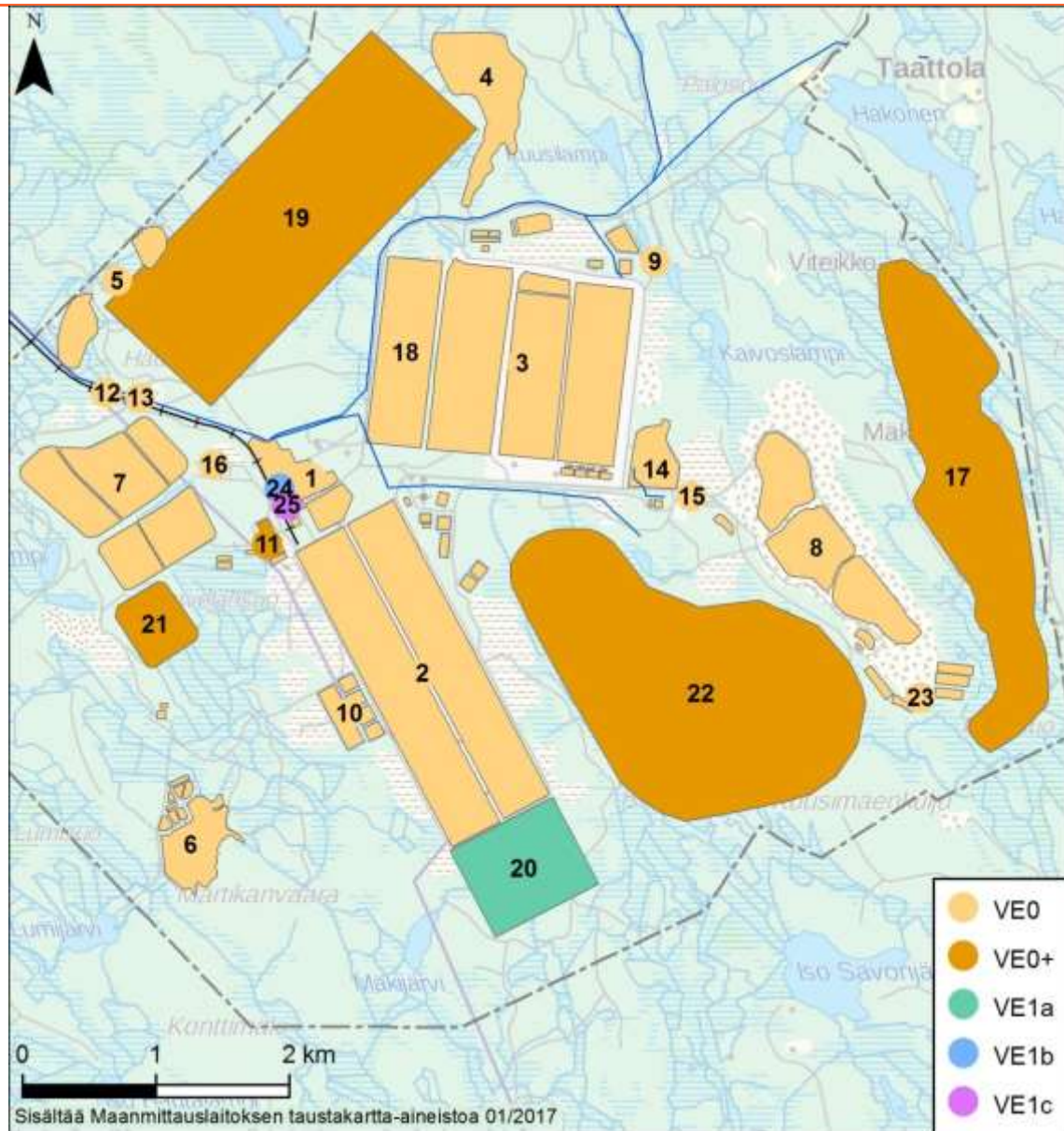
Kuva 3-1. Terrafamen kaivoksen sijainti ja kaivospiirin raja.

3.3 Arvioitavat vaihtoehdot

YVA-menettelyn päävaihtoehtoina on tarkasteltu kuutta eri vaihtoehtoa (VE0, VE0+, VE1a, VE1b, VE1c ja VE2) (Taulukko 3-1 ja Kuva 3-2).

Taulukko 3-1. Arvioitavat toteutusvaihtoehdot.

VE0	• Kaivostoiminta jatkuu nykyisellään. • Malmin louhinta on 15 M t/a, sivukiven louhinta pysyy nykyisen toteutuman tasolla eli noin 15–20 Mt/a • Nikkelituotanto 30 000 t/a, nikkelituote myydään nykyisenä nikkelisulfidituotteena. • Uusia alueita ei oteta käyttöön
VE0+	• Kaivostoiminta jatkuu siten, että toimintaa kehitetään Terrafamen suunnitelmien mukaisesti. • Rakennetaan erilliset sivukivialueet KL1 ja KL2, sekundääriliuotuslohkot 5-8 sekä kipsisakka-altaan lohkot 7-8. • Malmin louhintamäärää kasvatetaan tasolle 18 Mt/a sivukiven louhintamäärien ollessa lainvoimaisen luvan mukaisella tasolla eli 18–30 Mt/a riippuen louhintatilanteesta. • Uraanin talteenotto käynnistetään aiemmin luvitetun kokonaisuuden mukaisesti.
VE1a	• Vaihtoehto sisältää kaiken sen mikä on mukana vaihtoehdossa VE0+ sekä lisäksi seuraavat: • Primäärivaiheen liuotusalueelle rakennetaan uudet liuotuslohkot nro: 5 ja 6. • Malmintuotannon kasvattamisesta ja primääriliuotusalueen laajentamisesta johtuen nikkelin vuosituotanto nousee tasolle 35 000 - 37 000 t/a. • Sivukiven louhintamäärä tasolla 18–45 Mt/a riippuen louhintatilanteesta. • Uraanin talteenotto käynnistetään aiemmin luvitetun kokonaisuuden mukaisesti.
VE1b	• VE1a:n mukainen tuotanto + seuraavat toiminnot: • Vaihtoehtoon VE1a mukaisen tuotantotason noston lisäksi metallien talteenottolaitoksen tuotantoprosessiin lisätään 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 rikkivetypitoisten hönkäkaasun polton, jonka jälkeen lipeän käyttö vähenee, millä on positiivisia vaikutuksia myös vesipäästöihin.
VE1c	• VE1b:n mukainen tuotanto + lisätään sulatto, jonka jälkeen tuote myydään nikkeligranulituotteena (Ni-Fe).
VE2	• Kaivostoiminta päätetään lopettaa ennenaikaisesti ja kaivos suljetaan hallitusti vaiheittain. • Ensimmäisessä vaiheessa lopetetaan malmin louhinta. Bioliuotus ja metallien talteenotto lopetetaan asteittain noin neljän vuoden kuluessa. • Sekundääriliuotusalueen ja kipsisakka-altaiden viimeisten osien arvioidaan olevan peitettynä noin 5–7 vuoden kuluttua lopettamispäätöksestä. • Lopettamispäätöksen jälkeen nikkelituotanto pysyy merkittävänä arviolta 1,5 vuotta.



- | | |
|--|--|
| 1 Tehdasalue | 13 Sähkölinja |
| 2 Primäärioliuotusalue, lohkot 1-4 | 14 Varikkoalue |
| 3 Sekundäärioliuotusalue, lohkot 1-3 | 15 Esimurskain |
| 4 Latosuon allas | 16 Keskusvedenpuhdistamo |
| 5 Pohjoinen jälkikäsittely-yksikkö | 17 Sivukiven läjitysalue, KL2 |
| 6 Eteläinen jälkikäsittely-yksikkö | 18 Sekundäärioliuotusalue, lohko 4 |
| 7 Kipsisakka-altaat, lohkot 1-6 | 19 Sekundäärioliuotusalueen laajennus, lohkot 5-8 |
| 8 Kuusilammen avolouhos | 20 Primäärioliuotusalueen laajennus, lohkot 5 ja 6 |
| 9 Puhtaiden valumavesien käsittely-yksikkö | 21 Kipsisakka-altaat laajennus, lohkot 7 ja 8 |
| 10 Primäärioliuoksen (PLS) keräysaltaat | 22 Sivukiven läjitysalue laajennus, KL1 |
| 11 Uraanilaitos | 23 Geotuubikentät |
| 12 Rautatie | 24 Pasutto ja rikkihappotehdas |
| | 25 Sulatto |

Kuva 3-2. Kaivoksen toiminnot eri hankevaihtoehdoissa.

3.4 Hankkeen liittyminen muihin hankkeisiin

Metallitehtaan tuottama nikkelisulfidi on suhteellisen puhdasta ja sen jatkojalostaminen on moniin muihin raaka-aineisiin nähden edullista. Tämän vuoksi kaivosyhtiö on aloittanut selvityksen jatkojalostusmahdollisuuksista. Pasutto- ja sulattohankkeen tarkoituksena on nostaa lopputuotteen jalostusarvoa ja samalla tuotteesta saatavaa hintaa. Samalla saadaan valmistettua rikkihappoa omassa rikkihappolaitoksessa, jolloin ulkoa ostettavan rikkihapon määrää voidaan vähentää.

Vesienhallinnan kehitysprojekti, Ariel-hanke:

Kaivoksen vesienkäsittelyratkaisun etsiminen aloitettiin edellisen toimijan aikana keväällä 2011, jolloin VTT kartoitti kirjallisuustyöllä (VTT 2011) erilaisia sulfaattinpoistomenetelmiä kaivosvesistä. Työssä keskityttiin jo käytössä oleviin ja toimiviksi todettuihin teknologioihin. Selvityksen perusteella parhaiten toimivaksi ratkaisuksi arvioitiin käänteisosmoosi, joka otettiin kaivoksella käyttöön vuonna 2013 kalkkineutraloinnin rinnalle puhdistamaan kaikkein sulfaattipitoisimpia vesiä.

Terrafame Group Oy käynnisti syksyllä 2015 vesienpuhdistustekniikkaan liittyvän kehityshankkeen Ariel, jossa etsittiin innovatiivisia ratkaisuja kaivoksen vesienkäsittelyyn.

Arielissa tutkitut menetelmät ovat liittyneet erityisesti sulfaattien talteenottoon tai kierrätykseen. Tuotteistuksessa lähtökohta on kalvoprosessit ja näiden jälkeinen konsentrointi. Kalvoprosesseista kyseeseen tulevat UF (ultrasuodatus), NF (nanosuodatus) ja/tai RO (käänteisosmoosi). Näitä pilotoidaan Arielissa. Konsentrointi tapahtuisi haihdutuksella, kiteytyksellä tai molemmilla. Kaikissa näissä tapauksissa nykyään käsiteltyihin purkuvesiin päätyvä sulfaatti päätyisi prosessin sivutuotteena lannoitteiden raaka-aineeksi. Kierrätyksessä ensisijaisena vaihtoehtona olisi bioreaktori. Bioreaktorissa sulfaatti kierrätettäisiin rikkivetynä takaisin metallitehtaalte korvaamaan rikistä ja vedystä tuotettua rikkivetyä.

Hanke eteni kevään 2016 aikana koetoimintavaiheeseen, jossa ratkaisuehdotuksia kokeiltiin Terrafame Oy:n kaivoksella käytännössä. Vesienhallinnan kehityshankkeen ohjausryhmässä on ollut mukana Suomen johtavia vesialan osajia useista organisaatioista, kuten VTT, GTK, Finnish Water Forum, Aalto-yliopisto, Lappeenrannan teknillinen yliopisto sekä Oulun yliopisto.

Lupatilanne

Kaivoksen toimintaan liittyen on annettu useita eri ympäristö- ja vesitalouslupia sekä muita lainvoimaisia päätöksiä ja sopimuksia. 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). Ympäristölupien toteutumista valvoo Kainuun Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY). Terrafamella on tällä hetkellä sekä lainvoimaisia ympäristölupia sekä lupia, jotka odottavat lainvoimaista päätöstä. Lisäksi yhtiöllä on useita ympäristölupasasioita, jotka ovat luvitusprosessin alkuvaiheessa.

Terrafame osti Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesän hallussa olleet omaisuuserät ja liiketoiminnat 14.8.2015 ja jatkoi kaivostoimintaa Sotkamossa 15.8.2015 alkaen silloisten lainvoimaisten ja/tai täytäntöönpanokelpoisten lupien mukaisesti. Terrafamen aloitettua toiminnan, olivat keskeisimmät ympäristölu-

paprosessit 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 valitti VHO:n päätöksistä korkeimpaan hallinto-oikeuteen (KHO), joka antoi asiassa päätöksensä 9.5.2017. Päätöksessään KHO piti pääosin voimassa VHO:n ratkaisun. Tämän myötä edellä mainitut valituksenalaiset päätökset saivat lainvoiman.

Kaivoksen toiminnan alkuperäinen ympäristölupa on vuodelta 2007 (29.3.2007, nro 33/07/1 Dnro PSY-2006-Y-47). Päätös on tullut lainvoimaiseksi Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä (nro 2953) 24.11.2008. Päätöstä on myöhemmin täydennetty ja/tai muutettu eri päätöksillä. Tämän lisäksi kaivoksen tukitoiminnoille, kuten polttoaineen jakeluasema, happilaitos ja lämpökattila, on haettu erilliset ympäristöluvat. Pohjois-Suomen aluehallintoviraston koko kaivostoimintaa sekä uraanin talteenottoa koskeva päätös 36/2014/1 (30.4.2014), joka siis tuli lainvoimaiseksi KHO:n päätöksellä 9.5.2017, pääosin korvasi nämä päätökset. Luvan haltijan on kuitenkin edelleen noudatettava ympäristölupaviraston päätöksessä nro 33/07/1 annettua vesitalouslupamääräystä ja sen vesitalouslupamääräyksiä.

Muita kaivoksen keskeisiä toimintoja koskevia ympäristölupia ovat mm. keskitehtyn vedenpuhdistamon ympäristölupa (annettu 4.1.2017, päätös nro 3/2017/1) sekä veden varastointia avolouhoksessa koskeva ympäristölupa (annettu 5.12.2014, päätös nro 141/2014/1).

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), uutta sivukivialuetta KL2 (PSAVI/2827/2016) ja kolmatta rikkivedyn tuotantoyksikköä (PSAVI/1419/2017). KHO:n ratkaisussaan edellyttämällä tavalla yhtiö on myös jättänyt selvityksen sekoittumisvyöhykkeen määrittämiseksi Nuasjärvellä (PSAVI/2010/2017). Lisäksi vireillä on erilaisia hakemusasiana toimitettuja selvityksiä ja korvausasioita. Yhtiö tekee myös erilaisia tutkimuksia, joista se jättää ympäristönsuojelulain (527/2014) 119 §:n mukaisen koetoimintailmoituksen.

Terrafame on jatkanut velvoitetarkkailua aiempien toimijoiden tarkkailuohjelmien mukaisesti ja tarvittaessa niitä täydentäen. Kaivoksen ympäristövaikutusten tarkkailu toteutetaan 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.

Lisäksi Kainuun ja Lapin ELY-keskukset ovat 18.12.2015 Terrafame Oy:lle antamallaan päätöksellä hyväksyneet hakijan esittämän purkuputken ympäristö-

vaikutusten tarkkailusuunnitelman päätöksessä annetuin lisämääräyksin. Tarkkailuohjelmia on täydennetty aina tarvittaessa mm. pohja- ja pintavesitarkkailun osalta.

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

3.5 Hankkeeseen mahdollisesti liittyvät luvat, suunnitelmat ja päätökset

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn jälkeen hanke etenee lupavaiheisiin. Hankkeesta vastaava päättää YVA-menettelyn tuloksiin ja muihin jatkotutkimuksiin ja -selvityksiin perustuen, mille vaihtoehdolle lupia haetaan. Kaivoksen toiminta edellyttää useita eri lupapäätöksiä joita on kuvattu seuraavissa kappaleissa. Mainittujen lupien lisäksi toimintaa varten voidaan tarvita poikkeamispäätöksiä suojeltavien lajien osalta.

3.5.1 Ympäristövaikutusten arviointi

Ympäristövaikutusten arviointia on käsitelty kappaleessa 3.2.

3.5.2 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-arviointi. 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.

Terrafame tulee hakemaan Pohjois-Suomen aluehallintovirastolta uutta ympäristölupaa 31.8.2017 mennessä.

3.5.3 Turvallisuus- ja kemikaaliviraston myöntämät luvat

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) valvoo kaivostoimintaa valvoo Terrafame Oy:n toimintaa kaivoslain (621/2011) ja kemikaaliturvallisuuslain (390/2005) sekä näiden lakien alaisten asetusten perusteella. Valvonnan tarkoitus on ehkäistä ja torjua vaarallisten kemikaalien sekä räjähteiden käsittelystä ja varastoinnista aiheutuvia henkilö-, ympäristö- ja omaisuusvahinkoja sekä edistää kaivosturvallisuutta. YVA-menettelyssä arvioidut uudet prosessit kuten paahtus ja rikkihappotehdas (VE1b) sekä sulatto (VE1c) edellyttäisivät kemikaaliturvallisuuslain (390/2015) mukaisen muutoslupien hakemista Tukesilta.

Kaivoslupahakemuksessa on esitetty 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 rakentamissuunnitelmat, louhintasuunnitelmat sekä luotettava selvitys kaivosturvallisuusvaatimusten huomioon ottamisesta ja muista kaivosturvallisuuden kannalta merkityksellisistä seikoista. Terraframella on voimassa TUKES:n kaivosviranomaisen myöntämä lupa kaivostoiminnalle.

3.5.4 Patoturvallisuus

Patoturvallisuusviranomaisena toimii patoturvallisuusasioissa toimivaltainen viranomainen 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 viranomaispäätöstä 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.

Terraframien alueella olevat patorakenteet (27 kpl) on luokiteltu patoturvallisuuslain mukaisesti ja niistä on laadittu tarvittavat patoasiakirjat sekä ympäristöriskinarviointi. Lisäksi kaivoksella on joitain patorakenteita, joita ei toistaiseksi ole luokiteltu. Patoja myös seurataan säännöllisesti. Mikäli tuotannon edetessä tarvitaan uusia patorakenteita, ne luvitetaan patoviranomaisen edellyttämällä tavalla.

3.5.5 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 kaivospiiriin alueelle, joten muinaisjäännöksiä koskeva lupamenettely ei ole tarpeen.

3.5.6 Uraanin talteenotto

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

Lupa tai menettely	Tilanne
YVA-menettely	Päätyi yhteysviranomaisen lausuntoon 1.3.2010
Ympäristölupa	Päätös 36/2014/1 saatu huhtikuussa 2014. (.VHO:n päätös asiassa 28.4.2016)
Valtioneuvoston lupa	Haetaan aikaisintaan vuoden 2017 jälkipuoliskolla.
Kemikaalilupa	Tukes myöntänyt luvan huhtikuussa 2014 joka on voimassa toistaiseksi. Talteenottolaitoksen käyttöönotto edellyttää Tukesin käyttöönotto-tarkastusta ennen vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin aloittamista.
STUK:in lausunto	STUK:in lausunto tarvitaan ennen kuin laitos voidaan käynnistää
Uraanin kuljetus	Euratomin lupaa haetaan aikaisintaan vuoden 2017 jälkipuoliskolla.
Uraanin myynti	Lupaa haetaan ulkoasianministeriöltä aikaisintaan vuoden 2017 jälkipuoliskolla.

3.5.7 Rakennuslupa

Lähes kaikkeen rakentamiseen tarvitaan rakennuslupa tai muu viranomaisen hyväksyntä. Lupaa haetaan kirjallisesti kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta. Uudet rakennukset (pasutto, rikkihappotehdas, sulatto) tarvitsevat rakennuslupan.

3.5.8 Hankkeen liittyminen luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin

Hankkeen kannalta keskeisimmät luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskevat suunnitelmat ja ohjelmat (Taulukko 3-2) eivät yleensä suoraan velvoita toiminnanharjoittajia, mutta niiden tavoitteet voidaan tuoda toiminnanharjoittajatasolle esimerkiksi lupien kautta.

Taulukko 3-2. 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 ministeriyrhmän 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 kestävän 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	Valtioneuvoston valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita koskevassa päätöksessä tavoitteet on jaettu alueidenkäyttöä ja alueiden käytön suunnittelua ohjaavien vaikutusten perusteella yleis- ja erityistavoitteisiin. Yleistavoitteet ovat luonteeltaan alueidenkäyttöä ja sen suunnittelua koskevia periaatteellisia linjauksia. Erityistavoitteet ovat puolestaan yleistavoitteita tarkentavia alueidenkäyttöä ja suunnittelua koskevia velvoitteita. Yleistavoitteita sovelletaan maakuntakaavoihin ja muuhun maakunnan suunnitteluun, valtion viranomaisten toimintaan ja yleiskaavoihin. Erityistavoitteita sovelletaan kohdistumaan kaikkeen kaavoitukseen, ellei tavoitetta ole kohdennettu koskemaan vain tiettyä kaavamuotoa. 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.	Hankkeen suhdetta valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin on arvioitu kappaleessa 6.3.	Valtioneuvosto päätti valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista, tulivat voimaan vuonna 2001 ja niitä tarkistettiin vuonna 2009.

4 TOIMINNAN KUVAUS ERI VAIHTOEHDOLISSA

4.1 Kaivoksen nykyinen toiminta (VE0)

4.1.1 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.

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. Tällä hetkellä käytössä olevat tuotantoalueet ovat Kuusilammen louhos (tällä hetkellä n.223 ha), primääriliuotus (n. 200 ha), sekundääriliuotus (n. 200 ha), pintamaiden läjitysalue (n. 190 ha), kipsisakka-allas (n. 100 ha) ja tehdasalue (Kuva 4-1 - Kuva 4-3). Sivukiveä ei ole vielä läjitetty, koska se on hyödynnetty sekundääriliuotusalueen rakentamisessa. Sivukivikasasta KL2 on jätetty ympäristölupahakemus aluehallintovirastoon lokakuussa 2016. Lupapäätöstä odotetaan alkusyksyllä 2017.

Louhinta kaivoksella alkoi vuonna 2008 ja kaupallinen metallintuotanto alkoi vuonna 2009. Eri vuosien louhintamäärät ja malmintuotantomäärät on esitetty taulukossa (Taulukko 4-1).

Taulukko 4-1. Louhinta- ja malmintuotantomäärät kaivoksella eri vuosina.

	Kokonaislouhinta (Mt)	Malminlouhinta (Mt)	Nikkelintuotanto (t)	Sinkkituotanto (t)
2008	3,9	2,5		
2009	12,8	8,5	735	3133
2010	30	13,3	10382	25462
2011	28,3	11,3	16087	31815
2012	14	8,7	12916	25867
2013	11,3	8,1	8662	17251
2014	0	0	9602	19187
2015	8,5	4,1	2877	7080
2016	32,6	14,2	9544	22575

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 toi-

misto-, huolto- ja sosiaalitalat mukaan lukien saniteettijätevedenpuhdistamo. Pääosin prosessivedet kierrätetään suljetussa kierrossa, jonka lisäksi prosessivesiä puhdistetaan tuotantolaitoksen käyttövesiksi käänteisosmoosi-laitteiston avulla. Tuotantoon käytetään myös järvestä johdettua raakavettä, mikäli käänteisosmoosista ei saada riittävästi raakavettä.

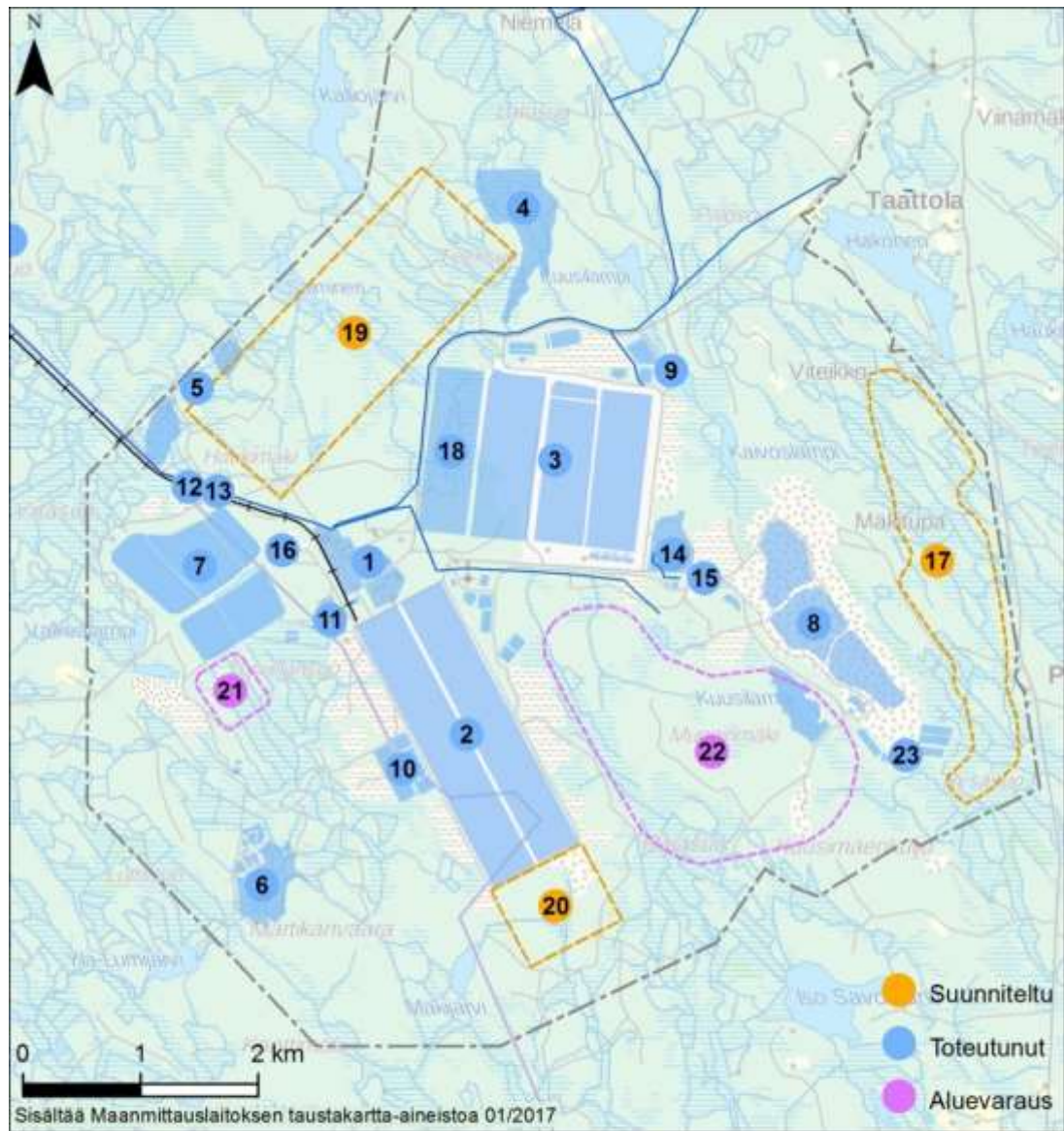
Kaivosalueella on varastoituneena ylimääräisiä vesiä $2,95 \text{ Mm}^3$ (tilanne 17.7.2017). Näistä osa ($0,8 \text{ Mm}^3$) on jo puhdistettuja, ympäristölupapäätösten pitoisuusraja-arvot alittavia vesiä. Osa vesistä, kuten avolouhoksessa varastoitavat vedet, vaativat käsittelyä ennen kuin ne voidaan johtaa vesistöihin. Käsittelyä vaativien vesien neutralointi tapahtuu ensisijaisesti keskusvedenpuhdistamolla. Lisäksi kaivosalueelle on jätetty aiemmin käytössä olleet vesien neutralointiyksiköt, jotka ovat käyttöönnettävissä mahdollisissa keskusvedenpuhdistamon häiriötilanteissa. 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.

Merkittävimmät muutokset kemikaaleissa on lipeän käytön lisääntyminen lipeäpesurien myötä sekä vetyperoksidin käyttö uutena kemikaalina rikkivedyn hapetukseen. Voimassa olevasta ympäristöluvasta poiketen kalkinpolttua 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 Primääriliuotusalue, lohkot 1-4 | 13 Sähkölinja |
| 3 Sekundääriliuotusalue, lohkot 1-3 | 14 Varikkoalue |
| 4 Latosuon allas | 15 Esimurskain |
| 5 Pohjoinen jälkikäsittely-yksikkö | 16 Keskusvedenpuhdistamo |
| 6 Eteläinen jälkikäsittely-yksikkö | 17 Sivukiven läjitysalue, KL2 |
| 7 Kipsisakka-altaat, lohkot 1-6 | 18 Sekundääriliuotusalue, lohko 4 |
| 8 Kuusilammen avolouhos | 19 Sekundääriliuotusalueen laajennus, lohkot 5-8 |
| 9 Puhtaiden valumavesien käsittely-yksikkö | 20 Primääriliuotusalueen laajennus, lohkot 5 ja 6 |
| 10 Primääriliuoksen (PLS) keräysaltaat | 21 Kipsisakka-altaat laajennus, lohkot 7 ja 8 |
| 11 Uraanilaitos | 22 Sivukiven läjitysalue laajennus, KL1 |
| | 23 Geotuubikentät |

Kuva 4-1. Kaivoksen toteutuneiden (sininen) ja suunniteltujen (oranssi) toimintojen sijainti kaivospiirin alueella sekä aluevaraukset.



Kuva 4-2. Yleiskuva alueesta (Terrafame 2015)



Kuva 4-3. Teollisuusalue, primääriliuotusalue oikealla, sekundääriliuotusalue ylhäällä vasemmalla ja Kuusilammen avolouhos ylhäällä oikealla (Terrafame 2015)

4.1.2 Toiminta jatkossa

Vaihtoehdon VE0 mukaan kaivostoiminta jatkuu nykyisellään. Malmin louhinta on 15 M t/a, sivukiven louhinta vastaisi aiempina vuosina toteutunutta tasoa 15–20 Mt/a ja nikkelituotanto on 30 000 t/a. Nikkelin lisäksi tuotetaan sinkkiä, kobolttia ja kuparia. Tuotteet myydään metallisulfideina.

VE0 mukaisessa vaihtoehdossa ei oteta käyttöön uusia läjitys- eikä liuotusalueita, mikä johtaa siihen että tuotanto päättyy noin vuonna 2020, eikä kaikkia malmivaroja päästä hyödyntämään. Ilman sivukivialuetta KL2 malmin tuotanto päättyy jo vuonna 2017. Näin ollen vaihtoehto VE0 johtaisi käytännössä vaihtoehtoon VE2, eikä vaihtoehtoa VE0 siten voida pitää toteuttamiskelpoisena.

4.1.3 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.

4.1.4 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/a ja sivukiven louhintamäärä 30 Mt/a. 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 rikkipitoisuus on 9,1 %.

Alueen mustaliuskeen uraanipitoisuus on 15–20 mg/kg, joka ei ole erityisen korkea Suomen kallioperässä. Varsinaiseksi uranimalmiksi luokitellaan malmi, jonka pitoisuus on 1 000 mg/kg. Malmin- ja sivukivenlouhinnan pölypäästöissä on urania 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 (Kolmisoppi on suunniteltu avattavaksi myöhemmin, edellyttää myös erillistä ympäristölupaa). 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.

Louhittavia kenttiä suunniteltaessa pyritään siihen, että malmi- ja sivukivikentät louhitaan erikseen, mutta malmin geometrian ja suurten louhintamäärien takia se ei ole aina mahdollista. Kenttien rajoja suunniteltaessa käytetään hyväksi tiemanttikairauksesta saatuja tutkimustietoja sekä aikaisemmissa kentissä toteutuneita rajoja. Louhinnan ohjaaminen pelkkien tutkimuskairauksiin perustuvien malmirajojen avulla on osoittautunut hankalaksi kenttämittakaavassa, koska tutkimuskairaustiheys on parhaimmillaankin Kuusilammen louhoksen alueella noin 50 x 50 metrin ruudukkoon tehty, mikä ei ole riittävän tarkka kenttäkohtaisten malmirajojen määrittämiseen.

Tuotantokenttien pitoisuuden hallinta eli grade control Terrafamessa perustuu käsikäyttöisen XRF:n (analyysaattori, jonka toiminta perustuu kemialliseen ilmiöön nimeltä röntgenfluoresenssi) ja GPS-laitteiston muodostamaan laitekokoaisuuteen. Käsikäyttöisen XRF:n avulla tietoa tarkoista malmi- ja sivukivirajoista saadaan tarkennettua nopeasti ja helposti.

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

Räjäytyksissä käytetään emulsioräjähteitä (tällä hetkellä Riomex 7000), joka valmistetaan työmaalla tankkiautossa ja pumpataan porareikiin. Emulsio herkityy räjähdysaineeksi porareiässä 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 klo 14:30–15:00. Koska räjäytysajankohta on vakio, räjäytyksestä ei tiedoteta yleisesti etukäteen, kaivoksen räjäytystauluja lukuun ottamatta.

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 käytössä 11 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 kiviaineskuljetuksista 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 4-4. Avolouhos.

4.1.5 Murskaus ja agglomerointi

Malmilouheen esimurskaus tapahtuu maan pinnalla, louhoksen välittömässä läheisyydessä sijaitsevalla kiinteällä esimurskausasemalla (Kuva 4-5). Louhoksesta 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 malmin ei voida kipata suoraan 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 hiukkaspitoisuusmittauksia.

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 malmin 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 4-6), joiden pohja on valettu siten, että valuma- ja suotovedet saadaan kerättyä ja

hyödynnettyä liuoskiertoon. Hienomurskauksessa käytetään säädettävää kolmi-vaiheista 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 hihnakuuljettimella 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 toiminnan alkuvuosina aiheutunut lähinnä pöly- ja melupäästöjä, jotka on kuitenkin saatu hallintaan pölynpoistojärjestelmillä sekä sijoittamalla hienomurskaus-, seulonta- ja agglomerointi-laitteistot katettuihin tiloihin.

Jatkossa on mahdollista, että esimurskausta tapahtuu myös louhoksessa. Louhokseen sijoitettava murskaamo tulee olemaan joko kiinteärakenteinen tai purettavissa oleva, joka voidaan siirtää seuraavaan kohteeseen. Malmi nostetaan louhoksen murskaamolta todennäköisesti hihnakuuljettimella nykyiselle kuusilampikuljettimelle. Tämä edellyttää kuitenkin louhinnan edistymistä niin, että murskalle on kaivosturvallisuuden kannalta järkevä sijoituspaikka.



Kuva 4-5. Esimurskain (Ramboll Finland Oy 2012).



Kuva 4-6. Seulonta ja hienomurskaamo (Ramboll Finland Oy 2012).

4.1.6 Kasaliuotus

Murskauksen ja agglomeroinnin jälkeen malmi kasataan 6-12 metriä korkeiksi kasoiksi, joissa sitä liutetaan 1-3 vuoden ajan ensimmäisen vaiheen liuotuksessa. Nykyisellään malmi kasataan 7-10 metriä korkeiksi kasoiksi ja liutetaan noin 1,5 vuotta. Bioliuotuksessa malmin sisältämät metallisulfidit hapetetaan mikrobitoiminnan kautta liukoiksi yhdisteiksi. Murskattu ja agglomeroitu malmi siirretään sähkökäyttöisillä hihnakuuljettimella ensimmäisen vaiheen liuotusalueelle eli primäärikasalle. Malmin kasausta tapahtuu sähkökäyttöisellä kasauslaitteistolla (ns. stakkeri), joka kasaa malmin tasaisesti haluttuun kasan muotoon (Kuva 4-7). Järjestelmän pääkomponentti on useiden satojen metrien pituinen siltakuuljetin, jonka alle on asennettu määräväleihin tela-alustoja. Siltakuuljetin suuntaisesti kulkee malmin purkulaite, joka ohjaa malmivirran kasalle. Ensimmäisen vaiheen yhden liuotuskentän koko on 400 m x 1 200 m ja liuotuskenttiä on neljä (Kuva 4-8).

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 vastavasti rakennetaan uutta kasaa poistetun vanhan kasan paikalle.

Ensimmäisen vaiheen kasan purkaminen tapahtuu tällä hetkellä (heinäkuu 2017) pintajyrsimillä. Tulevaisuudessa myös muita kasan purkamisen murskaus- ja jysintävaihtoehtoja voidaan tarkastella. Malmi siirretään hihnakuuljettimella toisen vaiheen kasa-alueelle, joka on myös sen loppusijoituspaikka (Kuva 4-9). Hihnakuuljettimella toisen vaiheen kasalle tuleva malmi ohjataan sähköto-

miselle 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 4-7. Primääriliuotuskasan täyttö sähkökäyttöisellä kasauslaitteistolla (ns. stakkerilla) (Ramboll Finland Oy 2012).



Kuva 4-8. Primääriliuotusalue (Terrafame 2015). Yhden kentän koko 400 m x 1 200 m ja malmikerroksen korkeus 7...10 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 luomiseksi. Happaman vesiliuoksen metallipitoisuuksien noustua riittävän korkeaksi liuos johdetaan metallien talteenottoon. Kaste-lussa käytetään suurimmalta osin kierrätettävää liuotusliuosta ja loppuosa tarvittavasta vedestä saadaan mm. louhosten kuivatusvedestä ja metallien talteenot-toilaitokselta palautettavasta vedestä. Kasaan asennetun putkiston läpi puhalletaan malmikasaan alhaisella paineella ilmaa.

Biokasaliuotus suoritetaan kahdessa vaiheessa. Noin 1-3 vuotta kestävän ensimmäisen vaiheen liuotuksen (primääriliuotus, Kuva 4-8) jälkeen kasa siirretään toisen vaiheen liuotusalueelle (sekundääriliuotus, Kuva 4-9), 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 väli-ilmastusputkistot. 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 4-9. Sekundäärialue ja kuljetinhihna 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 malmikerroksen päälle, mikäli tämä katsotaan tarpeelliseksi. Myös pohjailmastuksen kunto arvioidaan ja lisäputkia asennetaan tarpeen mukaan.

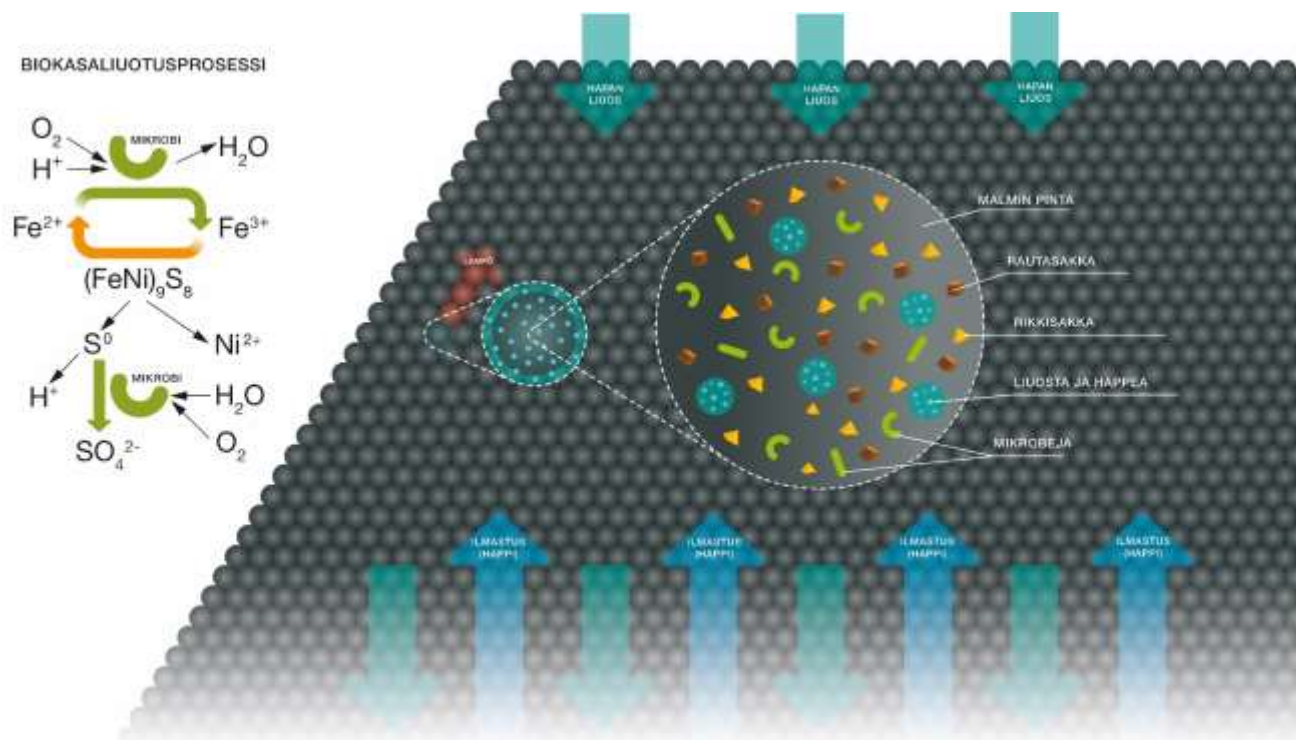
Toisen vaiheen liuotuskasan pohjarakenteen salaojakerroksena käytettävä louhe on kiviainesta, jossa ei voi tapahtua haponmuodostumisreaktioista johtuvaa materiaalin merkittävää rapautumista tai muista kiviaineksen ominaisuuksista johtuvaa salaojakerroksen toiminnan vaarantumista kasan oletetun käyttöiän 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 maise- moidaan.

Liuotusprosessi

Bioliuotuksessa malmissa luonnostaan kasvavat mikrobit katalysoivat malmin sisältämän raudan ja rikin hapettumista saadakseen energiaa kasvuunsa. Kiinteät metallisulfiidit muuntuvat vesiliukoisiksi metallisulfaateiksi ja liukenevat. Liuotuksessa lähes kaikki malmin sisältämät metallit liukenevat noudattaen tiet-

tyä liukenemisjärjestystä. Talvivaaran malmin bioliuotus on voimakkaasti lämpöä tuottava prosessi ja siksi soveltuu käytettäväksi myös kylmissä olosuhteissa. Kasarakenteen poikkileikkaus on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 4-10). Bioliuotuksessa veden pH nousee kasan läpi valuessaan. Liuoksen happamuus ylläpidetään lisäämällä siihen tarvittava määrä rikkihappoa (H_2SO_4).



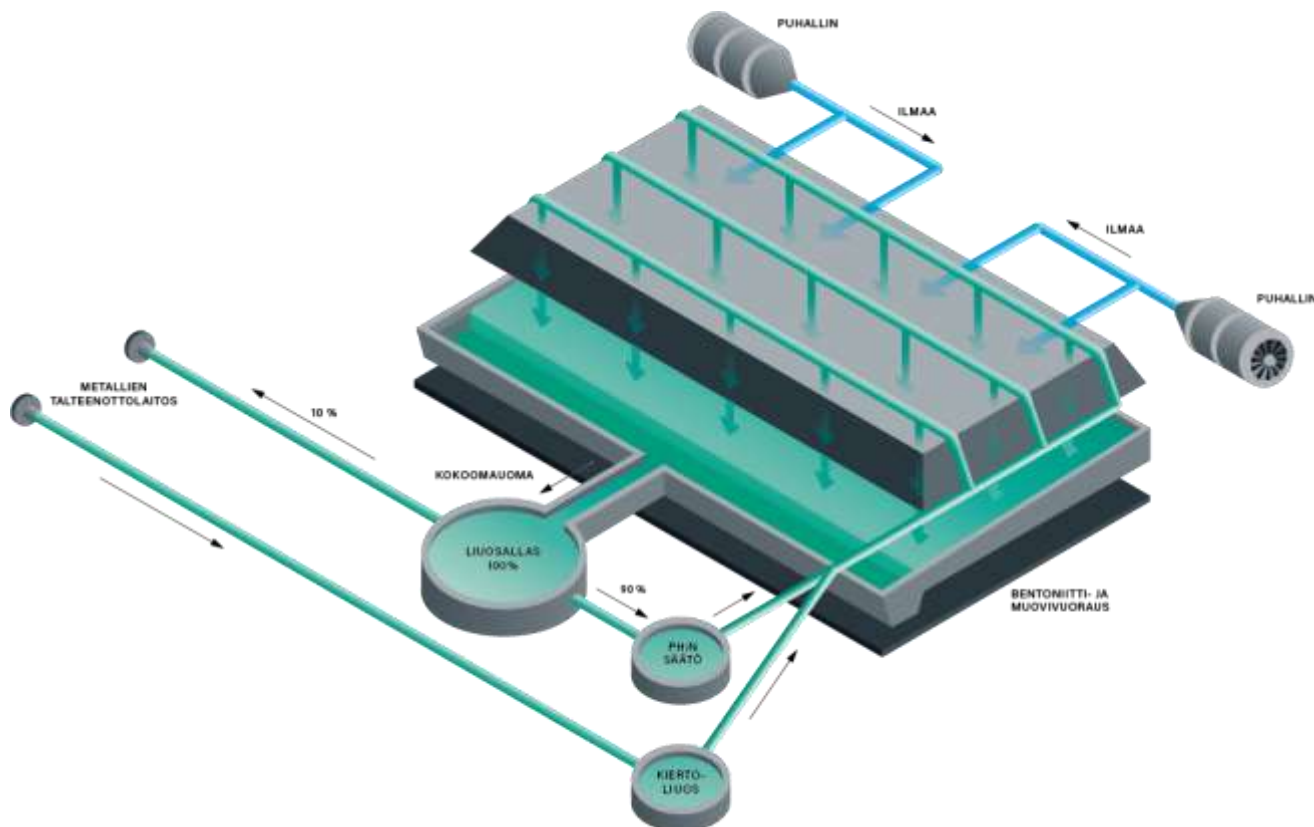
Kuva 4-10. Bioliuotuskasan poikkileikkaus. (Ramboll Finland 2012)

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 4-11). 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 malmikerrokseen. 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 arvoarvometallit on otettu talteen, johdetaan kastelualtaaseen. Raffinaatin pH-arvo säädetään talteenottolaitoksella kasan kasteluun sopivalle tasolle. Molemmassa 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 arvioi-

daan kasan olosuhteita, mineraalien liukenemista ja rautaa hapettavien bakteerien toimintaa.



Kuva 4-11. 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. Terrafame aloitti kasaamaan primäärille tuoretta malmia syksyllä 2015 ja alkukesällä 2017 primäärillä on tehty täysi kierros. Sekundäärikasalla on muodostunut kesällä 2016 ensimmäisen kerran loppuun liuennutta malmia. Terrafame on teettänyt kairaustutkimuksia sekundääriliuotusalueella. Alustava arvio analyysituloksista on, että useamman vuoden liuotuksen tuloksena nikkeli- ja sinkki ovat lienneet hyvin kasatusta malmista.

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 liuotusjäännöksessä.

4.1.7 Metallien talteenotto

Metallien talteenottolaitos sijaitsee ensimmäisen vaiheen liuotuskasan pohjoispuolella olevalla tehdasalueella (Kuva 4-12), joka on aidattu.



Kuva 4-12. 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 600-1800m³/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:

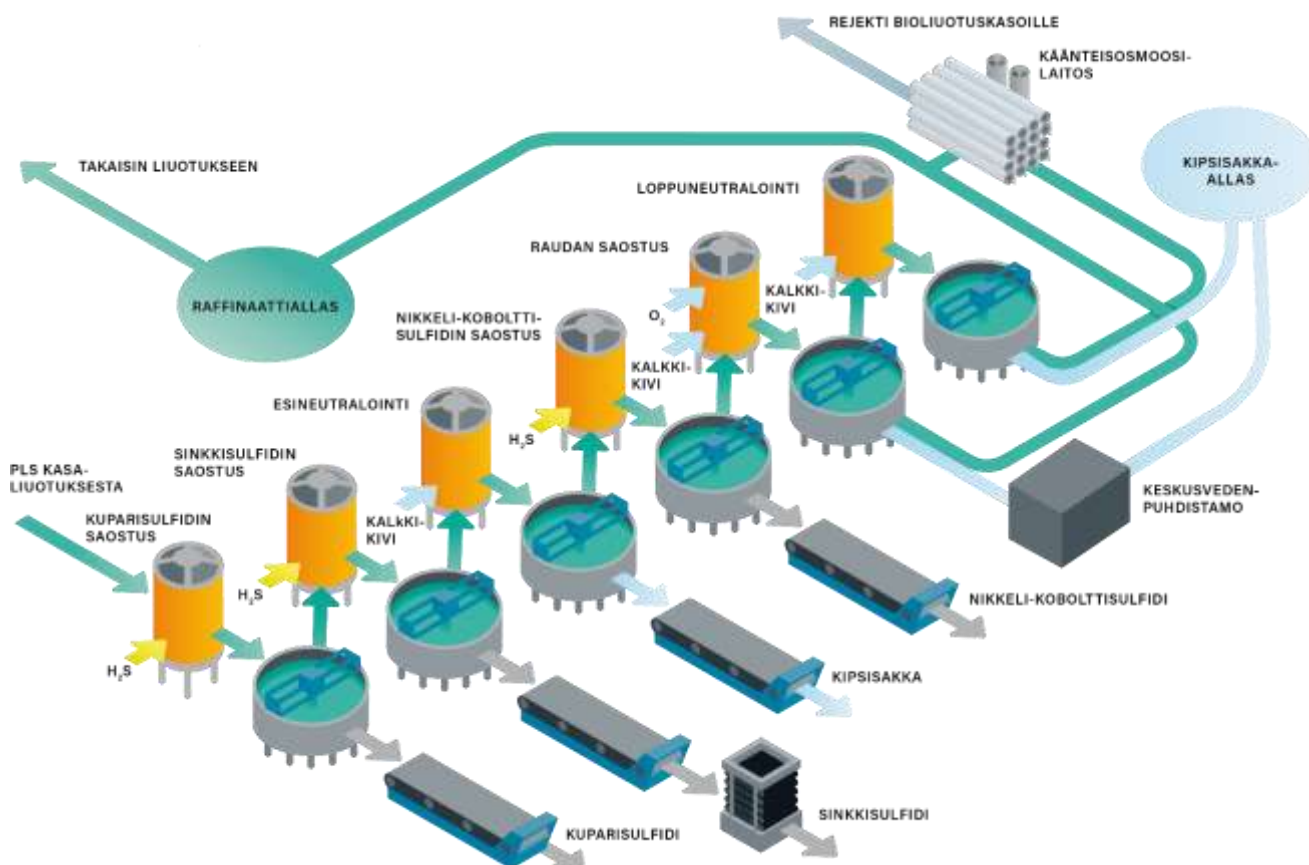
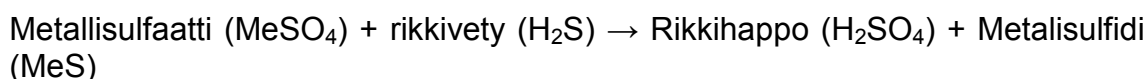
- nikkeliä 1,0 - 4,0 g/l
- sinkkiä 2,0 - 10,0 g/l
- kuparia noin 0,0 - 0,5 g/l
- kobolttia alle 0,0 - 0,5 g/l
- uraania 0,01 – 0,07 g/l
- rautaa 5 - 40 g/l,
- mangaania 3 - 15 g/l,
- magnesiumia 3 - 10 g/l
- alumiinia 3 - 9 g/l
- kalsiumia 0,5 – 1,0 g/l

- 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, nikkeli- ja kobolttisulfidien yhteissaostus, ja prosessiliuoksen loppusaostus, johon kuuluu raudan saostus ja loppuneutralointi. Sulfidisäostukset tehdään kahdella erillisellä säostuslinjalla, jotka ovat prosessivaiheiden suhteen lähes identtisiä. Sakat erotetaan liuksesta säkeuttimessa. Osa sakasta kierrätetään takaisin säostusprosessiin, mutta suurin osa siitä suodatetaan tuotteeksi. Kuvassa (Kuva 4-13) on esitetty metallien talteenottolaitoksen yksinkertaistettu prosessikaavio. Kuvassa on mukana myös uraanin talteenotto.

Metallien talteenoton pääreaktio on:

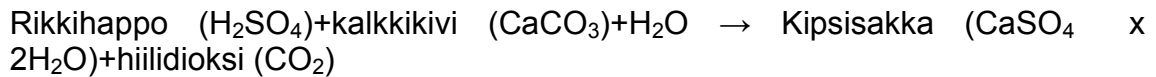


Kuva 4-13. Metallien talteenotto.

Nykyisellä tuotannolla kuparin tuotantomäärä on 500 - 1 500 t/a, sinkin 66 000 – 80 000 t/a nikkelin 30 000 t/a ja koboltin n. 1500 t/a.

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:



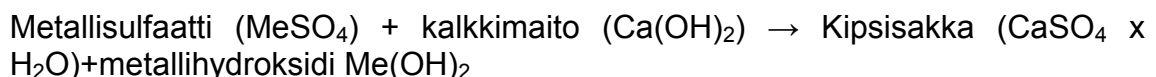
Nikkelin ja koboltin yhteissaostus tehdään korkeammassa pH:ssa (2,5–3,88) kuin kuparin ja sinkin saostus. Neutralointiaineena käytetään lipeää.

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 varastotaille.

Raudansaostusvaiheessa liuoksen pH nostetaan kalkkikivilietteen avulla. Loppuneutralointi-vaiheen saostus toteutetaan nostamalla liuoksen pH selkeästi emäksiselle tasolle (pH=10) kalkkimaidolla (Ca(OH)₂), mikä mahdollistaa jännös- ja muiden metallien saostamisen hydroksidina. Mangaaninpoisto vedestä vaatii riittävän korkean pH:n, jolloin se käytännössä tarkoittaa käsitellyn veden pH:n nostoa alkuperäisessä ympäristöluvassa määrätyn vaihteluvälin (6–9,5) ylärajalle. Sakeuttimien alitteet pumpataan kipsialtaalle, jossa kipsisakka laskeutuu ja kirkas liuos pumpataan aikanaan liuospuhdistuksen kautta takaisin liuotuskasoille.

Keskitetty vedenpuhdistamo otettiin käyttöön talvella 2017 ja raudansaostuksen aliteliete pumpataan nykyään kipsisakka-altaan sijasta keskusvedenpuhdistamolle, jossa sen pH nostetaan niin, että sakka vastaa laadultaan loppuneutraloinnin alitetta. Loppuneutraloinnin alite johdetaan edelleen sellaisenaan kipsisakka-altaalle.

Loppuneutraloinnin päärektio on:



Syntyvän kipsisakan määrä on riippuvainen prosessin ja erityisesti raudansaostuksen ja loppuneutraloinnin prosessivaiheiden ajomallista. Nykyisen luvan mukaisella maksimituotantomäärällä 30 000 tonnia nikkeliä vuodessa, kipsisakka-altaalle johdettavia sakkoja syntyy enimmillään 1 500 000 t/a, jos mainittuja liuospuhdistuksen prosessivaiheita ajetaan täydellä kapasiteetilla.

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 var-

ten. 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.

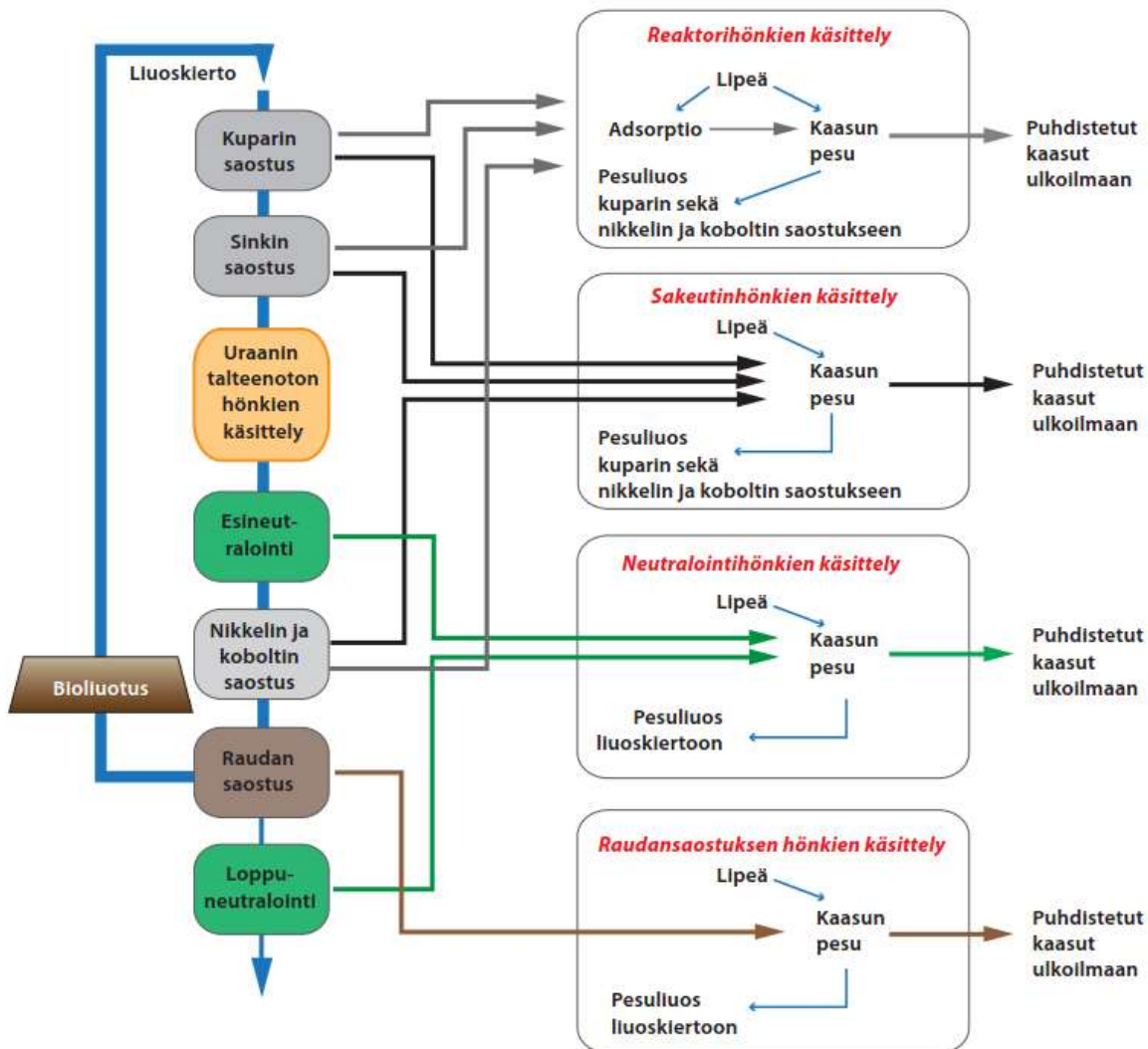
Sulfidisaostusreaktoreista kerätään muodostuvat hönkäkaasut imeytysreaktoriin. Saostuksen hönkäkaasuton epäpuhtautena rikkivetyä. Imeytysreaktorissa on lipeäliuosta (natriumhydroksidi, NaOH), johon saostuksesta tulevan hönkäkaasun rikkivety liukenee tehokkaasti. Rikkivetysaostusten sakeuttimet ja suodattimet ovat katettuja ja sakeuttimen hönkäkaasut käsitellään pesureilla, joissa hönkäkaasujen sisältämä rikkivety poistetaan lipeäliuoksella.

Esineutralointireaktoreilta kerättävissä hönkäkaasuissa esiintyy epäpuhtauksina rikkivetyjämiä, vaikka reaktoreihin ei syötetäkään rikkivetyä. Pesureiden liuoskierrossa yllpidetään riittävää lipeäpitoisuutta pesun varmistamiseksi. Loppuneutralointireaktorin hönkäkaasut johdetaan käsittelyyn pesuriin.

Raudan saostuksen (RaSa) reaktorien kaasussa on esineutraloinnin tapaan rikkivetyjämiä. RaSalla on oma lipeäpesuri, johon reaktorien hönkäkaasut johdetaan ja pestään. Loppuneutralointireaktorin hönkäkaasut johdetaan käsittelyyn esineutraloinnin pesuriin.

Lisäksi hönkäkaasujen rikkivetypitoisuuden pienentämiseksi on kehitetty prosessiliuoksen peroksidikäsittely, jossa prosessiliuoksesta hapetetaan siihen rikkivetysaostuksessa liuennut rikkivety vetyperoksidilla elementtirikiksi ja/tai sulfaatiksi. Tällä tavalla vähennetään seuraavan prosessivaiheen hönkäkaasujen rikkivetypitoisuutta. Vetyperoksidia syötetään nikkeli-kobolttisulfidisaostuksen sakeuttimen ylitteeseen. Prosessin optimoimiseksi tehdään vielä peroksidin annostelun hienosäätöä. Vetyperoksidille on myös mahdollista ottaa käyttöön syöttö sinkkisulfidisaostuksen sakeuttimen ylitteeseen. Lisäksi vetyperoksidia voidaan syöttää RaSalle.

Nauhasuotimien hönkäkaasut johdetaan omalle lipeähönkäpesurilleen.



Kuva 4-14. Metallien talteenoton hönkien puhdistus. Mukana on varaus uraanin talteenoton hönkien käsittelylle.

Edellä mainittujen pesureiden lisäksi Zn-, NiCo- ja raffinaattivarastosäiliöiden hönkäkaasut johdetaan varastosäiliöiden hönkäpesurille.

Rikin sulatuksessa ja käsittelyssä syntyvät hönkäkaasut johdetaan käsiteltäväksi omalla kaskadipesurilla.

4.1.8 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 Terrafamen 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. Tällä hetkellä happilaitos ei ole käytössä, mutta voidaan tarvittaessa ottaa käyttöön eli siinä vaiheessa, mikäli alueelle tulee pasutto.

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

Metallien talteenotto perustuu rikkivetysaostukseen, jossa liuotuskasoilta saatavasta PLS-liuoksesta saostetaan metallit rikkivedyllä hydrometallurgisella prosessilla.

Rikkivedyn valmistus tapahtuu rikkivetylaitoksissa kaivoksen tehdasalueella (Kuva 4-15). Alueella on kaksi rikkivetylaitosta (RV1 ja RV2) ja kolmannelle (RV3) on haettu ympäristölupaa toukokuussa 2017. Rikkivetyä ei merkittävästi varastoida alueella, vaan sitä valmistetaan vain prosessin vaatima määrä.

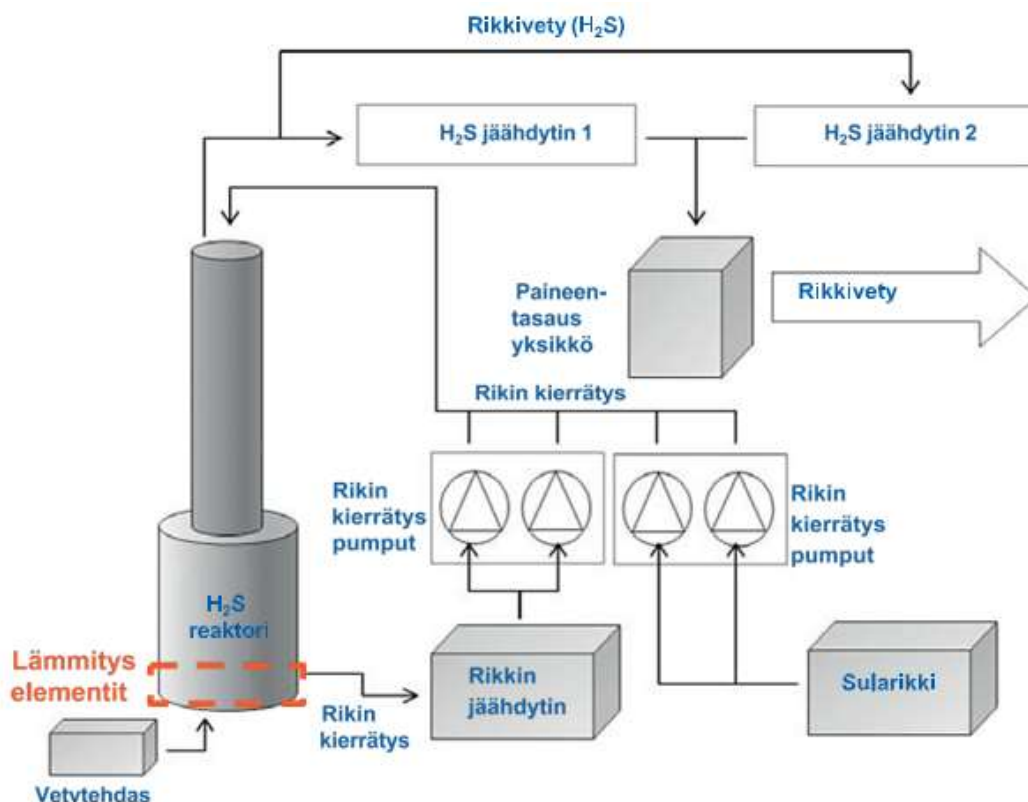
Rikkivety valmistetaan Terrafamen kaivoksella sularikin (= sulatettu alkuaainerikki) ja vetykaasun välisenä reaktiona (Kuva 4-16). Sularikkiä tulee sivutuotteena esim. metallurgisissa laitoksissa tai öljyn puhdistamoilla. Sularikki toimitetaan kaivokselle säiliöautoilla, ja osa myös kiinteänä paikan päälle. Kiinteä rikki sulatetaan tehdasalueella.



Kuva 4-15. Rikkivetylaitosten sijainti teollisuusalueella.

Rikkivetylaitos koostuu seuraavista laitteista:

- H_2S -kehitin, jossa vetykaasu ja sularikki reagoivat tuotteena H_2S
- Vastuskammio, jossa sähkövastuksilla nostetaan rikin lämpötilaa
- H_2S -torni, jossa syntynyt rikkivety jäähdytetään kiertorikillä
- H_2S -kaasun jäähdytin
- Paineentasaussäiliö, syöttösäiliö, syöttöpumppu, muut pumput



Kuva 4-16. 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 pääosin junakuljetuksena. Poikkeuksena on hienonnettu poltettu kalkki, joka tuodaan autolla. Junakuljetukset puretaan katetulla purkupaikalla kuljettimelle, joka vie materiaalin katettuun varastoon. Varastosta kalkkikivi siirretään kuljettimilla kaksivaiheisen murskauksen sekä seulonnan kautta kuulamylyjauhaukseen ja lopuksi lietetään kalkkikivilietteeksi (raekoko n. 20 µm). Liele pumpataan varastosäiliöön, josta se syötetään prosessiin neutralointiaineena. Poltettu kalkki siirretään varastosta kuljettimilla jauhatuksen kautta sammuttimeen, jossa kalsiumoksidi reagoi veden kanssa muodostaen kalsiumhydroksidia (kalkkimaito). Kalkkimaito pumpataan varastosäiliöön, josta se annostellaan neutralointiaineena loppuneutralointiprosessiin. Kalkkimaitoa voidaan valmistaa myös sammutetusta kalkista ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

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

Kalkkitalon toiminta

Kalkkilaitos on MTO:n tukiprosessi, jossa tuotetaan raaka-aineina kalkkikiviliettä ja kalkkimaitoa MTO:n tarpeisiin. Kalkkimaitoa tuotetaan myös keskuspuhdistamoa varten. Kalkkikiveä kulutetaan n. 350-400 tn/vrk ja poltettua kalkkia n. 400-450 tn/vrk. kalkkilaitoksella on pölynpoistoyksiköitä, joiden avulla pölyä poistetaan kohdepoistoina useista eri kohteista sekä palapoltetun kalkin käsittelystä että kalkkikiven käsittelystä. Hienopoltetun kalkin käsittelyssä siiloilla käytetään myös tärysuodattimia pölyn torjunnassa.

4.1.9 Kaivoksen vesikierto ja vesivarastot

4.1.9.1 Vesikierto

Terrafamen kaivosalueelle kertyy yhtiön arvion mukaan keskimääräisellä sadannalla vuosittain noin 6 Mm³ vettä, joka tulee voida käsitellä ja johtaa pois kaivosalueelta. Terrafamen kaivosalueen vesienhallintasuunnitelma käsittää kaivosalueelle tulevat vedet sekä kaivosalueella näistä vesistä muodostuvien erilaatuisten vesien määrät ja laadut sekä kuvauksen vesienkäsittelystä ja vesitaseeseen liittyvien riskien hallitsemisesta.

Kuvassa (Kuva 4-17) on esitetty kaivoksen toteutunut vesitase vuonna 2016.

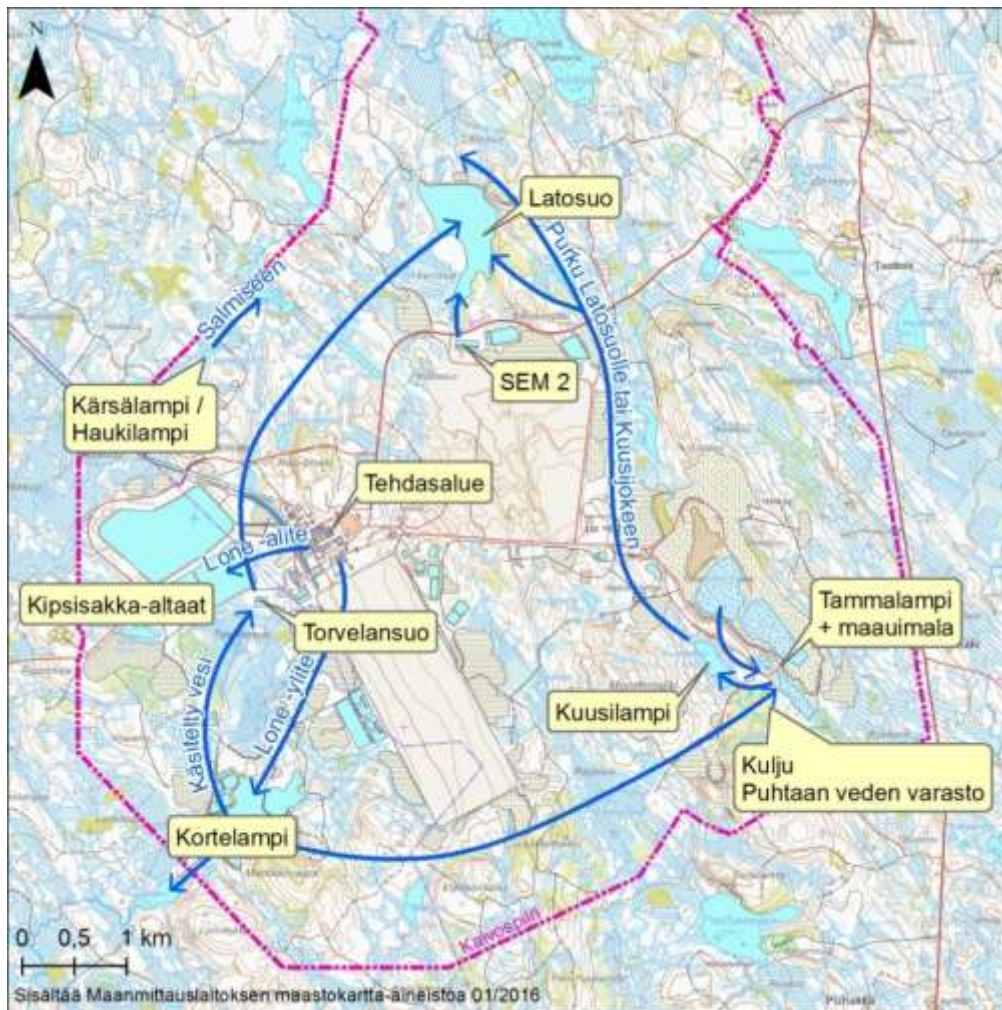


Kuva 4-17. Terrafamen kaivosalueen toteutunut vesitase vuonna 2016.

Kaivoksen vesikierto on esitetty kuvassa (Kuva 4-18).



Kuva 4-18. Kaivosalueen vesien johtaminen keskuspuhdistamon käyttöönoton jälkeen.



Kuva 4-19. Kaivosalueen vesien johtaminen ennen keskuspuhdistamon käyttöönottoa etelään Vuoksen ja pohjoiseen Oulujoen vesistöön.

Kaivosalueelle rakennettiin vuonna 2013 kenttäpuhdistamoja, joiden kapasiteetti on ollut yhteensä n. 3000–4000 m³/h. Vesiä on käsitelty Kortelammen, SEM2-altaan, Torvelansuon ja Tammalammen käsittelypisteissä (Kuva 4-19). Käsittävät vedet ovat alueen suojapumppaus-, hule- ja sadevesiä, kipsisakka-altaan ylitevettä (kiintoaineen laskeutumisen jälkeen vapautunutta vettä) sekä alueella varastoituja, kipsisakka-altaan vuodosta kontaminoituneita vesiä. Neutralointia käsittely-yksiköillä on tehty kalkkimaidolla, jolloin metallit saostuvat pH:n nousun myötä hydroksideina ja sulfaatti kipsinä. Vesienkäsittelyn sakka on erotettu laskeuttamalla ulos laskettavasta vedestä.

Vuoden 2017 alussa Terrafamen kaivosalueella on otettu käyttöön uusi keskuspuhdistamo, jolla on korvattu edellä mainitut eri puolilla kaivosaluetta sijaitsevat vesienkäsittely-yksiköt. Sakkojen käsittely on keskitetty kipsisakka-altaille. Näin keskuspuhdistamon käyttöönotto mahdollistaa myös valuma-alueen pienentämisen, kun vesienkäsittelyalueet on tyhjennetty ylimääräisestä vedestä ja niiden maaperä on kunnostettu.

Keskitetty puhdistamo on helpottanut puhdistamon käyttöön liittyvää logistiikkaa (kalkkimaito (Ca(OH)₂, lietteenkäsittely), mahdollistanut prosessin entistä hallitummalla operoinnilla ja tuonut myös käyttöön liittyviä kustannussäästöjä sekä parantanut työturvallisuutta. Vesienkäsittelyn käyttövarmuus on parantunut näin

merkittävästi aiemmasta. Keskuspuhdistamon toiminta perustuu kaivoksella jo aiemmin käytettyyn kalkkineutralointitekniikkaan, joka on todettu tehokkaaksi menetelmäksi kaivosvesien puhdistamisessa. Vanhat kenttäpuhdistamoyksiköt pidetään toistaiseksi käyttöön otettavissa.

4.1.9.2 Vesivarastot

Alueella on varastoituna vettä n. 2,95 Mm³ (tilanne 17.7.2017), josta 0,88 Mm³ puhdistettua, ympäristölupapäätösten 43/2015/1 ja 52/2013/1 pitoisuusraja-arvot alittavaa vettä (Taulukko 4-2). Varastoiduista kontaminoituneista vesistä n. 57 prosenttia (1,19 Mm³) on varastoitu Kuusilammen avolouhokseen, sen eteläiseen avaukseen. Kontaminoituneista vesijakeista loput ovat jakautuneena pääosin Majavan, Haukilammen ja Kortelammen patoaltaisiin. Käsitellyt vesijakeet eli kaivosalueen käsitellyt sade- ja sulamisvedet, jotka täyttävät ympäristölupapäätösten 43/2015/1 ja 52/2013/1 pitoisuusraja-arvot, on varastoitu pääosin Kuljun (0,41 Mm³), Latosuon (0,28 Mm³) ja Kuusilammen (0,19 Mm³) varastoaltaisiin.

Taulukko 4-2. Terraframen kaivospiirin sisälle varastoidut vesimäärät 17.7.2017 sekä eri varastointialueiden varastointikapasiteetit.

Allas	Pinta 17.7.2017	Liustilavuus 17.7.2017	HW-pinta	HW-tilavuus
Kortelampi*	199,43	401 516	204,2	1 833 000
Majava	206,92	344 735	207	399 225
Kipsisakka-altaat		465 721		
Haukilampi	208,05	95 416	208,5	124 000
Kärsälampi	206,64	43 840	207	49 000
Louhos	197,69	1 185 720		
Likaantuneet vedet yhteensä		2 071 227	(pl. kipsisakka-altailla oleva vesi)	
Latosuo	189,26	279 312	191,7	1 239 000
Kuusilampi	228,84	193 852	232,7	793 000
Kulju	229,96	408 200	232	1 000 000
Puhdistetut vedet yhteensä		881 364		
Yhteensä koko alueella		2 952 591		

* Tilavuudessa mukana myös Urkin allas

HW = padon ylivedenkorkeus

Kaivosalueelta johdetaan käsiteltyä vesiä Nuasjärveen Latosuon patoaltaalta lähtevän purkuputkilinjan kautta (Kuva 4-20). Vuonna 2016 vettä juoksutettiin pois kaivosalueelta yhteensä 9,16 Mm³, josta 7,1 Mm³ johdettiin purkuputkea pitkin Nuasjärveen, ja 2,06 Mm³ johdettiin ns. vanhoille purkureiteille Vuoksen ja Oulujoen suuntaan. Oulujoen suuntaan vettä voidaan juoksuttaa joko Latosuon, Kärsälammen tai Kuusilammen purkupisteistä. Näistä Latosuo ja Kuusilampi laskevat Kuusijoen kautta Kalliojokeen ja edelleen Kolmisoppeen. Kärsälammen purkupiste laskee Salmiseen, josta edelleen Salmisenpuron kautta Kalliojärveen ja Kalliojokeen. Vettä voidaan johtaa myös Vuoksen vesistöön Kortelammen purkupisteistä Ylä-Lumijärven ohittavaan uomaan, joka laskee Lumijokeen.



Kuva 4-20. Terrafamen purkuputken linjaus kaivosalueelta Nuasjärveen.

4.1.9.3 Vesienhallinta-YVA:n huomioiminen

Seuraavassa taulukossa on esitetty kuinka vesienhallinnan YVA –menettely liittyy tähän YVA-menettelyyn.

Taulukko 4-3. Vesienhallinta YVA:n huomioiminen

Vaihtoehto	Kuvaus	Vaikutus vesitaseeseen	Vesienhallinta-YVA:n vaihtoehto
VE0	Kaivostoiminta jatkuu nykyisellään.	Vesitaseeseen ei tule muutoksia nykyisestä.	VE0, VE1a, VE1b
VE0+	Rakennetaan erilliset sivukivi-alueet KL1 ja KL2, sekundääri-liuotuslohkot 5-8 sekä kipsisakka-altaan lohkot 7-8. Malmin louhintamäärää kasvataan tasolle 18 Mt/a sivukiven louhintamäärien ollessa tasolla 18–30 Mt/a riippuen louhintatilanteesta. Uraanin talteenotto käynnistetään aiemmin luvitetun kokonaisuuden mukaisesti.	Kappaleessa 4.4.1 on esitetty kaivoksen toimintojen laajenemisen vaikutus eli vesitaseeseen kuuluvan valuma-alueen kasvun vaikutus vesitaseeseen.	VE0, VE1a, VE1b
VE1a	Vaihtoehto sisältää kaiken sen mikä on mukana vaihtoehdossa VE0+ sekä lisäksi seuraavat: Primäärivaiheen liuotusalueelle rakennetaan uudet liuotuslohkot nro: 5 ja 6. Malmintuotannon kasvattamisesta ja primääriliuotusalueen laajentamisesta johtuen nikkelin vuosituotanto nousee tasolle 35 000 - 37 000 t/a. Sivukiven louhintamäärä tasolla 18–45 Mt/a riippuen louhintatilanteesta.	Kappaleessa 4.4.1 on esitetty kaivoksen toimintojen laajenemisen vaikutus eli vesitaseeseen kuuluvan valuma-alueen kasvun vaikutus vesitaseeseen.	VE0, VE1a, VE1b
VE1b	Vaihtoehdon VE1a mukaisen tuotantotason noston lisäksi metallien talteenottolaitoksen tuotantoprosessiin lisätään pasutto, jonka jälkeen 50–100 % nikkeli-tuotteesta myydään nikkelioksidina. Pasuton (nikkelisulfidista -> nikkelioksidia) kanssa samaan aikaan rakennetaan myös rikkihappotehdas, joka mahdollistaa osittaisen omavaraisuuden bio-	Metallien talteenottolaitoksen H ₂ S-kaasuja voidaan todennäköisesti johtaa pasuttoon, jolloin natriumin ja sulfaatin määrä vesissä pienenee. Rikkihappotehtaalla on kaasupesurit joissa käytetään vetyperoksidia (H ₂ O ₂). Pesureista tulee laimeaa rikkihappoliuosta joka voidaan kierrättää bioliuotuskasoi-	VE0, VE1a, VE1b

	liuotuksessa käytettävän rikkihapon suhteen. Pasutto mahdollistaa rikkivetypitoisten hönkäkaasun polton, jonka jälkeen lipeän käyttö vähenee, millä on positiivisia vaikutuksia myös vesipäästöihin.	le. Vesistöön johdettava vesimäärä ei kasva.	
VE1c	Lisätään sulatto, jonka jälkeen tuote myydään nikkeligranulit tuotteena (Ni-Fe).	Prosessissa käytetään vettä lähinnä uunien jäähdytykseen sekä ferronikkelin ja kuonan granulointiin. Tarvittavat vesimäärä on noin 20 m ³ /h. Lähes kaikki vesi kuluu sulan metallin ja kuonan tuoman lämpöenergian aiheuttamaan veden höyrystymiseen. Pieni osa poistuu kostean granulin mukana. Lisäksi prosessissa syntyy kuumaa vettä (jäähdytysvettä), joka ei likaannu prosessissa. Tämä kuuma vesi kierrätetään lämmitykseen.	VE0, VE1a, VE1b
VE2	Kaivostoiminta päätetään lopettaa ja kaivos suljetaan hallitusti vaiheittain.	Vesitaselaskelmat päivittyvät lopullisen sulkemissuunnitelman myötä.	VE2

Taulukko 4-4. Vesienhallinta YVA-menettelyssä tarkastellut vaihtoehdot.

VE0	- Kaivostoiminta jatkuu. - Nykyiset, VHO:n päätöksen mukaiset päästökiintiöt (esim. sulfaattikiintiö purkuputkelle 15 000 t/a ja vanhoille purkureiteille 1 300 t/a). - Myös pitoisuusrajat nykyisen luvan mukaiset (nyt sulfaatille 4000 mg/l ja vuoden 2018 alusta 2000 mg/l).
VE1a	- Kaivostoiminta jatkuu. - Kolme ensimmäistä vuotta sulfaattikiintiö 30 000 t/a purkuputkelle ja noin 5 000 t/a vanhoille reiteille (vanhoille reiteille johdettava vesi- ja kuormitusmäärä voi tarkentua YVA:n aikana tehtävien mallinnusten aikana). - Neljännestä vuodesta alkaen 15 000 t/a purkuputkelle ja noin 5 000 t/a vanhoille reiteille. - Pitoisuusrajat sulfaatin osalta 4 000 mg/l kolme ensimmäistä vuotta, jonka jälkeen 2000 mg/l.
VE1b	- Kaivostoiminta jatkuu. - Kolme ensimmäistä vuotta sulfaattikiintiö 15 000 t/a purkuputkelle ja 15 000 t/a vanhoille reiteille. - Neljännestä vuodesta alkaen 15 000 t/a purkuputkelle ja 5 000 t/a vanhoille reiteille. - Pitoisuusrajat sulfaatin osalta 4 000 mg/l kolme ensimmäistä vuotta, jonka jälkeen 2000 mg/l.
VE2a	- Kaivostoiminta ajetaan alas ja alasajovaihe kestää noin 5-10 vuotta. - Vesien johtamistarpeen arvioidaan olevan alkuun nykyistä suurempi bioliuotuksen haihdunnan hiipueissa ja veden malmiin sitoutumisen loppuessa. - Louhos tyhjenetään sinne nyt varastoiduista kontaminoituneista vesistä. Vedet johdetaan neutralointikäsittelyyn. Louhosta aletaan heti vuoden 2017 alkupuolella täyttää puhdistetuilla vesillä. Puhdistettuja vesiä johdetaan louhokseen noin 3 Mm³, minkä jälkeen louhoksen annetaan täyttyä sadannan ja pohjavesipurkauman vaikutuksesta. Louhoksen täyttyminen ajoittuisi noin vuoteen 2025.
VE2b	- Kaivostoiminta ajetaan alas ja alasajovaihe kestää noin 5-10 vuotta. - Vesien johtamistarpeen arvioidaan olevan alkuun nykyistä suurempi bioliuotuksen haihdunnan hiipueissa ja veden malmiin sitoutumisen loppuessa. - Louhos tyhjenetään sinne nyt varastoiduista vesistä. Vedet johdetaan neutralointikäsittelyyn. Louhos pidetään kuivana vuoden 2018 loppuun asti. Tämän jälkeen louhoksen annetaan täyttyä sadannan ja pohjavesipurkauman vaikutuksesta.
Purkupaikka	Vaikutustarkastelussa on huomioitu nykyisen purkupaikan lisäksi kaksi vaihtoehtoista purkupaikkaa Nuasjärvessä (Rimpilänsalmi ja Petäisenniska).

4.2 Tukitoiminnot

4.2.1 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 pumppausten 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 ja vuonna 2016 n. 315 GWh.

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 työkonien 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 työkonien 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. Sähkölina 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 työkonien polttoaineena sekä kaivosvarikon lämmitykseen ja sen varastointi keskittyy kaivoskonevarikolle. Vedyn ja edelleen rikkivedyn valmistusprosessin lämmityksessä käytetään propaania.

Höyryn tuotantoa ja rakennusten lämmitystä varten talteenottolaitoksen yhteyteen on rakennettu lämpölaite. Lämpölaite 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 käytävä höyrykontti on suunniteltu vara- ja huipputehokapasiteetiksi.

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

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

4.2.2 Toiminnassa käytettävät kemikaalit ja polttoaineet sekä niiden varastointi

4.2.2.1 Kemikaalien nykyinen käyttö

Terraframien 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 käyttömääristä vuosina 2010–2015 on esitetty taulukossa (Taulukko 4-5).

Ympäristölupaan 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 4-5. 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
*Sularikki tai kiinteäriikki joka sulatetaan kaivosalueella				

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 esi-neutraloinnin hönkäpesurien toimintaan ei kuulunut NaOH, vaan vesipesu kiintoaineen poistamiseksi. Toiminnan alkaessa havaittiin tarve puhdistaa esi-neutraloinnin 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 varoallasteissa 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 esi-neutralointiin (alumiinin poisto), raudan saostukseen ja liuoksen loppuneutralointiin. Käytettävän kalkkikiven pitää olla reaktiivista. Kalkkikivi jauhetaan raekokoon <30 µm kaivoksella. Loppusaostuksessa pH on nostettava arvoon 10,5, 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 varastosiilokapasiteettia.

Flokkulantit. Syntyneet sakat (tuotteet, jätesakat) sakeutetaan ennen suodatuksia. Tähän käytetään flokkulanteja. 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**. Rikkivedylle ei ole varastosäiliötä, vaan tuotettava kaasu menee paineen tasauksen varmistavista säiliöistä suoraan käyttöön prosessissa. Vedylle on prosessissa 50 m³:n säiliö. Propani varastoidaan kahdessa 300 m³:n maapeitteisessä säiliössä. **Rikki** tuodaan paikan päälle autolla tai junalla. Rikki on sularikkiä tai kiinteää granulirikkiä, joka sulatetaan tehdasalueella. 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 päiväsäiliöön, joista se annostellaan sakeuttimien ylitteisiin.

Edellä olevassa taulukossa (Taulukko 4-5) 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.

4.2.2.2 Kemikaalien määrät eri hankevaihtoehtoissa

Tuotannon kasvaessa myös kemikaalien käyttö lisääntyy. Kemikaalien määrät hankevaihtoehtoinen on esitetty taulukossa (Taulukko 4-6). VE1a, VE1b ja VE1c vaihtoehtoissa natronlipeän, kalkkikiven, poltetun kalkin, rikin ja propaanin käyttö lisääntyy verrattuna VE0 tai VE0+ vaihtoehtoihin. Lisäksi Uraanilaitoksella käytettävien kemikaalien määrä lisääntyy VE0+ ja VE0 vaihtoehtojen välillä.

Poltetun kalkin kulutus on riippuvainen metallien talteenottolaitoksen ja vesienkäsittely-yksiköiden ajomalleista. Taulukossa 4-5 on esitetty nykykapasiteetin mukainen arvio (180 000 ja 55 000 t/a) kulutuksesta. Kulutus voi vaihdella riippuen raudansaostuksen, loppuneutraloinnin ja keskuspuhdistamon käyttöasteista sekä saostettavien aineiden pitoisuuksista. Kulutus voisi nousta jopa tasolle 280 000 + 55 000 t/a, joka kuitenkin edellyttäisi kalkinkäsittelyn ja kalkkimaidon tuotannon kapasiteetin nostamista.

Uraanin talteenottolaitoksella käytettävät kemikaalit

Uraanin talteenottolaitoksella käytetään kaivoksella jo käytetyistä kemikaaleista rikkihappoa ja natriumhydroksidia. Lisäksi käytetään orgaanista uuttoliuotinta, uuttoreagenssia, modifiointiainetta, natriumkarbonaattia, vetyperoksidia ja flokkulanttia. Lisäksi uuttolaitteiden kaasutiloissa käytetään typpikaasua. Laitoksen jäähdytys järjestetään suljetussa jäähdytysvesikierrossa. Jäähdytysveden käsittelyssä kaivoksen olemassa olevalla vesilaitoksella käytetään mikrobiston kasvua ehkäiseviä vedenkäsittelykemikaaleja.

Rikkihappo (H₂SO₄, 93 %) tuodaan uraanin talteenottolaitokselle putkea pitkin kaivoksen nykyisistä varastosäiliöistä ja se laimennetaan vedellä noin 20-prosenttiseksi liuokseksi. Laimennetun rikkihapon varastosäiliön tilavuus uraanin talteenottolaitoksella on noin 15 m³. Varastosäiliö sijaitsee laitoksen pihalla alueella ja se sijoitetaan varoaltaaseen. Laimennetun rikkihapon kokonaismäärä talteenottolaitoksella (varastosäiliö+ prosessilaitteet) on noin 200 m³.

Natriumhydroksidi (NaOH, 50 %) eli lipeä tuodaan uraanin talteenottolaitokselle putkea pitkin kaivoksen nykyisistä varastosäiliöistä. Lipeä laimennetaan talteenottolaitoksella vedellä käyttö- ja varastointipitoisuuteen 10–30 %. Lipeän varastosäiliön tilavuus on alle 10 m³ ja se sijaitsee laitoksen sisätiloissa.

Typpikaasua (N₂) käytetään uuttoalueella laitteiden kaasutilassa metalli-ionien hapettumisen ehkäisemiseksi. Tarvittava määrä on pyritty minimoimaan suunnittelemalla uuttolaitteet mahdollisimman pienen kaasutilan omaaviksi.

Uuttoliuotin (esim. NESSOL-LIAV 270 tai muu vastaava valmiste) on maaöljypohjainen suoraketjuinen ja aromaattivapaa hiilivety. Liuottimen höyrynpaine on alle 0,01 kPa (20 °C), joten aine ei ole erityisen helposti haihtuva. Liuotin kiertää laitoksen putkistoissa ja sen määrä laitoksella on noin 1400 m³. Käytön aikana lisättävä uuttoliuotin toimitetaan säiliöautolla noin 50 m³ kokoiseen varastosäiliöön. Varastosäiliö sijoitetaan varoaltaaseen uraanin talteenottolaitoksen ulkopuolelle, erilleen laitoksesta. Uuttoliuotin kiertää laitoksen putkistoissa ja prosessissa suljetussa kierrossa.

Uuttoreagenssia [bis(2-etyyliheksyyli)fosforihappo(C₁₆H₃₅O₄P), D2EHPA] käytetään noin 5 til-% liuoksena laimennettuna edellä kuvattuun orgaaniseen liuottimeen. Käyttöönottovaiheessa uuttoliuoskiertoon sekoitettava määrä on noin 85 m³. Toiminnan aikana ainetta lisätään tarpeen mukaan liuottimen suljettuun kiertoon. Aine toimitetaan liuoksena 1 m³ kemikaalikoneteissa ja varastoidaan laitoksen sisätiloissa.

Modifiointiainetta (esim. Cyanex 923 tai muu vastaava valmiste) sekoitetaan käyttöönottovaiheessa uuttoliuottimeen noin 70 m³. Modifiointiaine on fosfiinioksidiseos sisältäen monooktyyliidiheksyylifosfiinioksidia 28–32 p-%, tri-n-oktyylifosfiinioksidia 12–16 p-%, dioktyylimonoheksyylifosfiinioksidia 40–44 p-% ja triheksyylifosfiinioksidia 7,5–16 p-%. Aine toimitetaan laitokselle liuosmuodossa 1 m³ kemikaalikoneteissa ja varastoidaan laitoksen sisätiloissa.

Natriumkarbonaatti (Na₂CO₃) eli sooda toimitetaan kaivokselle kiinteänä jauheena ja sitä varastoidaan kiintoaineena noin 45 tonnia riippuen kemikaalitoimittajan eräkoosta. Kiinteänä jauheena toimitettava natriumkarbonaatti liuotetaan sekoitussäiliössä demineralisoituun veteen ja käytetään vesiliuoksena. Natriumkarbonaattiliuoksen valmistus- ja varastosäiliön yhteenlaskettu tilavuus on noin 100 m³ ja liuoksen kokonaistilavuus laitoksella on noin 140 m³. Aineen pölyäminen estetään toteuttamalla varastointi suljetussa siilossa laitoksen sisätiloissa. Annostelu siilosta sekoitussäiliöön tapahtuu automaattisesti.

Vetyperoksidia (H₂O₂) käytetään uraanin saostamiseen uraanioksidiksi. Vetyperoksidi toimitetaan 30–50 % liuoksena säiliöautolla ja täytetään erilliseen 100 m³ varastosäiliöön, joka sijaitsee uraanin talteenottolaitoksen piha-alueella varoaltaassa. Säiliöstä liuosta annostellaan putkia pitkin prosessin saostusvaiheeseen, jota ennen se laimennetaan putkisekoittimessa 15–30 massaprosenttiseksi liuokseksi.

Flokkulantteja käytetään saostumista tehostavina apuaineina. Uraanin talteenotossa voidaan käyttää esimerkiksi FLOPAM-merkkisiä anionisia ja kationisia flokkulantteja tai muita vastaavia valmisteita. Flokkulantteja käytetään laajalti teollisissa prosesseissa, elintarvikkeiden valmistuksessa sekä vedenpuhdistamoilla. Flokkulanttia lisätään selkeytettävään ja suodatettavaan liuokseen vähäisiä määriä (alle 1 %). Flokkulantti voidaan toimittaa joko liuoksena koneteissa tai kiintoaineena, jolloin se liuotetaan paikan päällä sopivaan pitoisuuteen. Käyttömäärät ovat pieniä, joten myös mahdollinen flokkulantin liuotuslaitteisto on pieni.

Mikrobien kasvua estävää kemikaalia (esimerkiksi Acticide PT tai muu vastaava valmiste) käytetään suljetussa jäähdytysvesikierrossa. Nykyisellä laitoksella kemikaalia lisätään panoksittain jäähdytysveteen, kun tarvetta ilmenee, eli kun jäähdytysvedessä on havaittavissa leväkasvustoa. Mikrobien kasvun estämiseksi ainetta annostellaan veteen noin kaksi kertaa viikossa siten, että pitoisuudeksi tulee 60–80 mg/l. Kemikaalin käyttöliuoksen pitoisuudella 2,5 % on aineen kulutus noin 0,3 m³/vko.

Taulukko 4-6. Kemikaalien käyttö hankevaihtoehdoittain.

Kemikaalit		VE0 t/a	VE0+ t/a	VE1a t/a	VE1b t/a	VE1c t/a
Natronlipeä/NaOH/48 p-% liuos	Saostuksen pH:n säätö/rikkivedyn imeytysreagenssi	170 000	170 000	220 000	220 000	220 000
Rikkihappo/H ₂ SO ₄ /93-96 p-% liuos	PLS-liuoksen pH-säätö	220 000	220 000	220 000	220 000*	220 000*
Kalkkikivi/CaCO ₃ /kiinteä	Saostuksen pH:n säätö	260 000	260 000	300 000	300 000	300 000
Poltettu kalkki/CaO/kiinteä	Saostuksen pH:n säätö	160 000	160 000	180 000	180 000	180 000
Poltettu kalkki/CaO/kiinteä	Vesienkäsittely	55 000	55 000	55 000	55 000	55 000
Poltettu kalkki/CaO/kiinteä						9 000
Elementtirikki/S/kiinteä tai nestemäinen	Rikkivedyn valmistus	80 000	80 000	101 000	101 000	101 000
Propani/C ₃ H ₈ /100 p-% neste	Vedyn valmistus	25 000	25 000	32 000	32 000	32 000
Flokkulantti/-kiinteä säkkitavara	Saostuskemikaali	330	330	360	360	360
Polyalumiinikloridi/PAX-18/liuos	Vesilaitos flokkulointi	80	80	80	80	80
Hapenpoistokemikaali Tri-ACT® 1801, liuos		3	3	3	3	3
Typpi/N ₂ /neste	Inertointikaasu	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000
Vetyperoksidi/H ₂ O ₂ /neste/50 p-% liuos	Rikkivedyn hapetus	11 000	11 000	11 000	11 000	11 000
Rikkidioksidi/SO ₂ /Kaasu(Nesteen paineistettuna)	Raudan pelkistys ennen Cu-vaihetta	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000
Kvartsi	Sulatto, prosessin raaka-aine					11 700
Antrasiitti	Sulatto, prosessin raaka-aine					12 000
Dolomiitti	Sulatto, prosessin raaka-aine					9 000
Rikkihappo	Uraanilaitos, pH-arvon säätö, uuton apuaine, pesut		10 000	10 000	10 000	10 000
Natriumhydroksidia, NaOH	Uraanilaitos, pH-arvon säätö, uuton apuaine, uuttoalueen kaasunpesurit		7 200	7 200	7 200	7 200
Uuttoliuotin	Uraanilaitos, uuttokemikaalin liuotin		330	330	330	330
Uuttoreagenssi, dioktyylifosfaatti	Uraanilaitos, uuttokemikaali		20	20	20	20
Modifointiaine	Uraanilaitos, uuton apuaine		16	16	16	16
Natriumkarbonaatti Na ₂ CO ₃	Uraanilaitos, takaisinuutto		1 300	1 300	1 300	1 300
Vetyperoksidi	Uraanilaitos, saostus		230	230	230	230
Flokkulantti	Uraanilaitos, saostuksen apuaine		10	10	10	10

* Rikkihapon käyttömäärä pysyy samana (220 000 t/a), mutta ulkoa ostettava rikkihappomäärä vähenee 70 000 t/a, eli ulkoa ostetaan 150 000 t/a, kun rakennetaan oma rikkihappolaitos.

4.2.2.3 Räjähdyksaineiden nykyinen käyttö ja määrät eri hankevaihtoehdoissa

Malmin ja sivukiven louhinnassa käytettävien räjähdysaineiden räjähdemikaaalit ovat emulsioita (Riomex 7000). Räjähdyksaine valmistetaan kaivoksella sekoittamalla räjähdysaineen ainesosat (ammoniumnitraattiliuos, natriumnitriittiliuos ja kiinteä ammoniumnitraatti) keskenään. Räjähdyksaineet tuodaan kaivokselle autokuljetuksilla. Räjähdeiden raaka-aineet varastoidaan erikseen kaivospiirin alueella tarkoitukseen soveltuvalla alueella. Käyttöturvallisuustiedotteen mukaan räjähdysaine-emulsion vaaralliset ainesosat ovat ammoniumnitraattiliuos, NH_4NO_3 , (varoituserkit O ja Xi, hapettava ja ärsyttävä) sekä muurahaishappo (varoituserkki C, syövyttävä). Emulsioon sekoitetaan kiinteä ammoniumnitraatti, AN-PP, (varoituserkki O, hapettava) ja natriumnitriittiliuos, NaNO_2 (varoituserkki R8, aiheuttaa tulipalon vaaran palavien aineiden kanssa; R25, myrkyllistä nieltynä; R50, erittäin myrkyllinen vesiliöille). Emulsio on niukka-liukoinen eikä se ole ekotoksinen. Räjähdyksaineista tulevat jäämät ovat samantyyppisiä yhdisteitä kuin lannoitteissa käytettävät typen yhdisteet eivätkä ole ihmiselle tai eläimille vaarallisia.

Taulukossa (Taulukko 4-7) on esitetty räjähdysaineiden käyttömäärät hankevaihtoehdoittain.

Taulukko 4-7. Räjähdyksaineiden käyttömäärät hankevaihtoehdoittain.

	Louhittava malmi- määrä (Mt/a)	Louhittava sivukivimäärä (Mt/a)	Räjähdyksaineiden käyttömäärä (t/a)
VE0	15	20	12 000
VE0+	18	30	16 000
VE1a, VE1b ja VE1c	18	45	21 000

4.2.2.4 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 malmin tuotanto on ollut keskeytettyä.

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 sekä suurteho-pumppu moottoripolttoöljyn tankkaukseen. 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 sekä urakoitsijoiden säiliöautot, jotka hoitavat louhosalueella olevien telakoneiden (poravaunut, kaivinkoneet, puskutraktorit) polttoainehuollon.

Lämmöntuotannossa kuluvat polttoaineet on esitetty edellä kohdassa 4.2.1 Energian tuotanto.

Lisäksi kaivososastolla käytetään muita kemikaaleja kuten voitelurasvoja, vaihteistoöljyjä, moottoriöljyjä, hydraulioöljyjä ja pesuaineita. Ajoneuvojen huolloissa käytettävä glykoli varastoidaan erillisessä ns. öljyvarastossa säiliössä. Samassa allastetussa varastossa varastoidaan omissa säiliöissään öljyt, joiden käyttömäärä on suuri. Voiteluaineet varastoidaan myyntipakkauksissaan varikolla kaivosvarikon varastossa. Tämä on erillinen tila.

4.2.3 Jätteet

Terrafamen kaivoksen toiminnassa syntyy suuria määriä erilaisia jättejakeita. Suurimmat jakeet ovat kaivannaisjättejakeet eli louhittava sivukivi ja liuotuksen jälkeen jäljelle jäävä malmimurske. Metallien talteenottolaitoksella sekä alueen vesienkäsittelyssä muodostuvista jätteistä suurimpia jakeita ovat esineutralointisakka sekä kipsisakka-altaalle johdettavat sakat, eli metallien talteenottolaitoksella muodostuva LoNe ja keskuspuhdistamon sakka, joka sisältää neutraloidun raudansaostuksessa muodostuvan sakan, joka aiemmin johdettiin kipsisakka-altaille sellaisenaan. Syntyvän kipsisakan määrä on riippuvainen prosessin ja erityisesti raudansaostuksen ja loppuneutraloinnin prosessivaiheiden ajomallista. Nykyisen luvan mukaisella maksimituotantomäärällä 30 000 tonnia nikkeliä vuodessa, kipsi-sakka-altaalle johdettavia sakkoja syntyy enimmillään 1 500 000 t/a, jos mainittuja liuospuhdistuksen prosessivaiheita ajetaan täydellä kapasiteetilla.

Malmin tuotantomäärän lisäys nykyisen luvan mukaisesta määrästä ei sinänsä vaikuta sakkojen määrän lisääntymiseen, koska sakat ovat liuosvirtaamariippuvaisia ja liuosvirtaama on suurimmillaan jo nykytuotannossa. Loppuneutraloinnin kautta johdettavan liuoksen virtaamaa voidaan kuitenkin joutua säätelemään osin sen mukaan, millä tasolla liuoksen saostettavien aineiden pitoisuudet ovat.

Osa jättejakeista 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 vaaralliseksi jätteeksi.

Toiminnassa muodostuvat pääjättejakeet ovat valtioneuvoston asetuksen (179/2012) jätteistä liitteen 4 nimikkeiden mukaisesti esitetty taulukossa (Taulukko 4-8).

Taulukko 4-8. Terrafamen kaivoksen toiminnassa muodostuvat pääjätejakeet vuosien 2010-2016 tietoina (Lupapäätös 30.4.2014) sekä tietoa mihin toimitetaan nykyisin ja mahdollisesti jatkossa.

Jätelaji	Jäte-numero	Määrä vuosittain	Minne toimitetaan nykyisin ja mahdollisesti jatkossa
Malmin louhinnassa muodostuva sivukivi	01 01 01	15-18 Mt	Hyödynnetään rakenteissa mahdollisuuksien mukaan ja jatkossa osa hyödynnetään ja muutoin läjitetään sivukivialueelle
Poistettava maa-aines	01 01 01	1,29 Mm3 (2016)	Pintamaat, jotka läjitetään ja hyödynnetään maisemoinnissa
Toisen vaiheen liuotuskasalle liuotuksen jälkeen jäävä mineraali	01 03 07	15-20 Mt	Läjitys ja loppusijoitus sekundäärialueella
Esineutralointisakka (ent. välineutralointisakka)	11 02 02	82 000-120 000 t (vuosina 2010-2016)	Mahdollisesti hyötykäyttö sekundääriliuotuksessa, toissijaisesti loppusijoitus jätteen luokituksen mukaisella alueella
Raudansaostuksen sakka	11 02 07	186 000-550 000 t (vuosina 2010-2016)	Johdetaan käsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolla.
Loppuneutraloinnin sakka	11 02 07	88 000-276 000 t (vuosina 2010-2016)	Läjitys kipsisakka-altaalle.
Vesienkäsittelyn sakat (muut kuin metalli tehtaan prosesseissa muodostuvat), jotka sisältävät vaarallisia aineita (geotuubeissa ja vesienkäsittelyalueilla muodostuneet sakat)	19 02 05	109 000 t (vuonna 2016)	Loppusijoitus alueelle rakennettavalle erilliselle jätealueelle tai kipsisakka-altaalle, erillinen lupahakemus vireillä.
Keskusvedenpuhdistamolla muodostuvat sakat		ei vielä toteutumätietoa	Läjitys kipsisakka-altaalle.

4.2.3.1 Sivu- ja tarvekivi

Kaivostoiminnan aikana syntyvistä kaivannaisjätteistä **sivukiveä** muodostuu määrällisesti selvästi eniten. Maksimituotannolla sivukiveä muodostuu vuosittain hankevaihtoehdosta riippuen noin 30–45 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 pääasiassa mustaliusketta. Malmin ja mustaliuske-sivukiven raja onkin lähinnä taloudellisesti määritelty ja perustuu nikkeliipitoisuuteen.

Sivukivi sisältää hiilen ja rikin lisäksi mm. seuraavia metalleja: arseeni, kadmi-um, 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 kalvotetuille alueille, joista suotove-

det kerätään talteen. Puhtaaksi sivukiveksi luokitellaan esimerkiksi alueella esiintyvä kiilleliuske.

Tällä hetkellä Terrafamen kaivoksella louhittava sivukivi sijoitetaan sekundääri-lohkojen 1-4 tuotantokentän pohjarakenteeseen. Alueelle sijoitetaan sivukiveä arviolta 16 Mt. Suunniteltujen uusien lohkojen 5-8 alueelle voitaisiin sijoittaa noin 70 Mt sivukiveä.

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

4.2.3.2 Esineutralointisakka

Metallien 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.

Esineutraloinnin sakkaa muodostuu metallitehtaan kapasiteetin mukaisella enimmäistuotannolla noin 300 000 t/a (kuivana). Syntyvän sakan määrä riippuu prosessin ajosta. Sakkaa on muodostunut vuosina 2010–2016 vaihdellen n. 60 000–120 000 t/a. Sakan koostumusta ja siinä olevien metallien liukoisuutta seurataan kolmannesvuosittain analysoitavien näytteiden avulla.

Vuoden 2016 tarkkailutulosten perusteella (Ramboll Finland Oy 2017) esineutralointisakka on sinkkipitoisuutensa perusteella ympäristölle vaaralliseksi luokiteltavaa jätettä. Kupari-, sinkki- sekä kadmiumpitoisuuksissa pitoisuuksissa oli huomattavaa vaihtelua. Kadmiumin pitoisuudet ovat pääosin nousseet vuodesta 2013 lähtien, mutta vuoden 2016 tulosten mukaan esineutralointisakan kadmiumpitoisuudet ovat alentuneet vuosien 2013 - 2015 maksimipitoisuuksista. Koboltin pitoisuudet olivat vuoteen 2015 verrattuna alhaisempia. Hehkutushäviö ja TOC olivat alhaiset. Esineutralointisakan pH oli alhainen, ja sen haponneutralointikapasiteetti (ANC) olikin edellisvuosien tapaan alhainen.

Kadmiumin liukoisuus oli tammi-huhtikuun näytteessä alle määritysrajan, mutta ylitti touko-elokuun ja syys-joulukuun näytteissä pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Liukoisuudet olivat alhaisempia kuin vuonna 2015 ja huomattavasti alhaisempia kuin vuonna 2014, jolloin liukoisuudet ylittivät reilusti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Koboltin liukoisuus oli edellisvuosien tasolla. Nikkelin ja sinkin liukoisuudet ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin edellisvuosien tapaan. Sulfaatin, DOC:n ja TDS:n liukoisuudet olivat edellisvuosien tasolla.

Suodatuksen jälkeen esineutralointisakka ajetaan loppusijoitukseen 2. vaiheen liuotusalueelle sivukivitäyttöön. Terrafamen tavoitteena on hyötykäyttää esineutralointisakkaa ja sen sisältämät metallit mahdollisimman hyvin hakemalla lupaa sijoittaa esineutralointisakkaa jatkossa tuotantokenttään 2.vaiheen liuotusalueelle, jossa esineutralointisakkaa voitaisiin hyödyntää liuotuksessa kasattavaan malmiin sekoitettuna.

Mikäli suunnitelma sijoittaa esineutraloinnissa muodostuva sakka sekundääri-liuotuksen tuotantolohkoihin ei toteudu, selvitetään mahdollisuuksia parantaa sakan laatua:

- a) nykyprosessissa,
- b) uraanin talteenottolaitoksen käynnistyksen avulla ja
- c) nykyprosessista ulkopuolisella ratkaisulla.

Terrafamen aikana on onnistuttu jatkuvasti parantamaan tuotannon tehokkuuksia, mikä on jo johtanut siihen, että sinkin saanti on parantunut prosessissa. Tästä on seurannut, että esineutralointisakan sinkkipitoisuus on laskenut aiemmasta kohti vaarallisen jätteen luokittelun ylärajaa (2500 mg/kg). Pitoisuus on vielä kesästä 2017 yli tämän rajan, mutta kehitys on lupaavaa ja prosessin kehitystä tullaan jatkamaan.

Uraanin talteenottolaitos uuttaa uraanin lisäksi sinkkiä laitokselle tulevasta liuoksesta. Koska laitos sijaitsee prosessissa ennen esineutralointia, se näin vähentää merkittävästi esineutralointiin päätyvää sinkkimäärää. Arvio on, että sinkin määrä vähenee alle vaaralliselle jätteelle määritellyn rajan esineutralointisakassa, kun uraanin talteenottolaitos käsittelee koko metallitehtaan virtaaman.

Esineutralointisakan vaarallisen jätteen pitoisuusrajan ylittävät komponentit ovat alustavien laboratoriokokeiden perusteella liuotettavissa. Mikäli sekundääriliuotuksen tuotantolohkot eivät ole tähän soveltuva paikka, selvitetään eri liuotusratkaisuja. Ylittävien komponenttien poiston jälkeen sakan pH:n nosto kalkkikivilietteellä lähelle neutraalia tasoa voisi mahdollistaa sen läjittämisen vaarallisen jätteen sakkana.

Toinen suunnitelluista kipsisakka-altaan lisälohkoista voidaan tarvittaessa rakentaa vaarallisen jätteen jätealueeksi, mikäli sakan hyötykäyttö prosessissa ei ole mahdollista. Lähtökohta kuitenkin on, että esineutralointisakan sisältämät metallit tulisi hyödyntää bioliuotuksessa.

4.2.3.3 Raudansaostuksen ja loppuneutraloinnin sakat

Metallien talteenoton jälkeen raffinaatti johdetaan alumiinin ja raudan poistoon (RaSa). **Raudan saostuksessa** käytetään kalkkikiveä. Kiintoaine erotetaan liuoksesta sakeuttimissa, minkä jälkeen sakka pumpataan keskusvedenpuhdistamolle, jossa sen pH nostetaan niin, että sakka vastaa laadultaan loppuneutraloinnin alitetta. Raudan saostuksessa muodostuneen sakan määrä on vuosina 2010–2016 vaihdellut välillä 186 000–550 000 t/a.

Kipsisakka-altaalle johdettavien sakkojen määrä on riippuvainen prosessin ajotavasta eli kuinka paljon prosessista ajetaan ulos rautasakkaa ja loppuneutralointisakkaa. Nykyisen luvan mukaisella maksimituotantomäärällä 30 000 tonnia nikkeliä vuodessa sakkoja syntyy enimmillään noin 1 500 000 t/a.

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 2010–2016 ollut n. 88 000–278 000 t/a.

Vuonna 2016 loppuneutralointisakan nikkelin liukoisuus oli alhainen edellisvuosien tapaan, myös muiden metallien liukoisuudet olivat alhaisia. Sulfaatin liukoisuudet olivat samalla tasolla kuin vuonna 2015, liukoisuudet ylittivät tavanomaisen jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet olivat samalla tasolla kuin vuonna 2015. Liuenneiden aineiden kokonaismäärät (TDS) olivat samalla tasolla kuin vuosina 2012–2015.

Nykyisten jäteluokitusperiaatteiden mukaisesti loppuneutraloinnin sakka on tavanomaiseksi luokiteltavia jätteitä.

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 niukkaliukoissa 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. Tämä on tärkeää erityisesti, jotta kapasiteettia riittää myös ajaksi, joka tarvitaan uuden altaan ympäristölupaprosessiin ja sen rakentamiseen. Suunnitelmien mukaan järkevin ratkaisu olisi täyttää kipsisakka-altaan 1 lohkoja 2-3 maksimitäyttötasoon. Sen lisäksi kipsisakka-allas 2 tulisi korottaa että se olisi enintään 2014 luvan mukaisessa korossa. Kun allas 2 olisi täytetty korotetun tason maksimitasoon, olisi kipsisakka-allas 3 käyttöön otettavissa. Kipsisakka-altaan 2 ensimmäinen korotus valmistuu syksyllä 2017 ja toinen korotus 2020.

Alueelle on suunniteltu kolmas kipsisakka-allas, jossa olisi kaksi lohkoa (lohkot 7 ja 8).

4.2.3.4 2. vaiheen liuotusjäännös (loppuun liuotettu malmi)

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

Sekundäärिकासalle on siirretty malmia vuosina 2011–2016 vuosittain n. 4,1–13,5 Mt/a pois lukien vuosi 2014, jolloin primäärिकासaa ei purettu siirrettäväksi sekundääriliuotukseen.

Kaivoksen alkuperäisessä pilot-kokeessa liuotusjäännöksen rikkipitoisuus oli 7 %-w, joten sillä on edellytyksiä muodostaa happamia suotovesiä päästessään vapaasti kontaktiin hapen ja kosteuden kanssa. Tästä syystä kasojen maise-moinnissa otetaan huomioon hapen ja sadevesien pääsyn esto kontaktiin liuotusjäännöksen kanssa. Vuoden 2017 aikana on toteutettu sekundääriliuotusalueella kairaustutkimuksia, joissa on selvitetty metallien jäännöspitoisuuksia eri-

ikäisissä kasan osissa. Tutkimuksen alustavien tulosten perusteella sekundäärin vanhimmilla osilla (liuotuksessa n. 5 vuotta) nikkelin ja sinkin jäännöspitoisuudet ovat alhaisia.

Ympäristöluvassa loppuun liuotetun malmin varastoalueet on luokiteltu suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi kaivannaisjätealueiksi, koska jätteiden osalta ei ole käytössä riittäviä tietoja niiden tarkemmaksi luokittelemiseksi. Liuotusjäännöksen voidaan olettaa sisältävän edelleen sulfidisia mineraaleja, jotka voivat edelleen muodostaa happoa ja aiheuttaa metallien liukenemistä. Materiaalin käyttäytymisestä läjityksessä ei ole myöskään vielä riittävästi kokemusta. Loppuun liotettu malmi on jätehuoltosuunnitelmassa esitetyn jäteluokituksen mukaan 01 03 07* (muut metallimineraalien fysikaalisessa ja kemiallisessa käsittelyssä syntyvät jätteet, jotka sisältävät vaarallisia aineita) (Ramboll Finland 2017d).

4.2.3.5 Vesienkäsittelyssä syntyvät sakat

Syksyllä 2016 valmistuneen keskuspuhdistamo on korvannut eri puolilla kaivosaluetta sijaitsevat vesienkäsittely-yksiköt sekä keskittänyt sakkujen käsittelyn kipsisakka-altaille. Keskuspuhdistamon käyttöönoton jälkeen ns. kenttäpuhdistamojen käyttö on ollut hyvin vähäistä, jolloin niillä ei ole juuri muodostunut sakkaa ja siten vesienkäsittelyssä syntyvien sakkujen sijoittaminen eripuolilla kaivosta sijaitseviin väliaikaisiin varastoihin on voitu lopettaa. Tämä on myös 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.

Keskuspuhdistamolla käsitellään tällä hetkellä alueella muodostuvia sekä siellä jo varastoituja vesijakeita sekä raudanosastouksen alite. Keskuspuhdistamolla on myös mahdollisuus käsitellä raudansaostuksen ylitettä sekä käänteisomoosilaitoksen rejektiä, mikäli liuoskierron turvallisen tilavuuden ylläpitäminen vaatii. Keskuspuhdistamon vesienkäsittelysakan ensimmäisille käytön aikana otetuilla näytteillä tehtyjen kokonaispitoisuusmääritysten perusteella jäte voitaisiin luokitella tavanomaiseksi jätteeksi. Näytteille tehdyissä yksivaiheisissa ravistelutesteissä myös haitta-aineiden liukoisuudet olivat vähäiset eikä tavanomaisen jätteen kaatopaikalle sijoitettaville jätteille asetettujen liukoisuusrajojen ylityksiä todettu.

4.2.3.6 Muut jätteet

Kaivoksen toiminnasta syntyy lisäksi tavanomaisia yhdyskuntajätteitä ja teollisuustoimintaan liittyviä jätteitä. Isompia jäte-eriä ovat bioliuotuksen primäärikasalta sekundääriskasalle siirrettäessä syntyvät ilmastukseen käytetyt muoviputket, kasteluletkut ja alueiden suojarakenteisiin liittyvät HDPE-kalvot. Vaaralliseksi jätteeksi luokiteltuja ovat tyypillisesti tuotanto- ja kunnossapitotoimintoihin liittyvät öljyt ja kiinteät öljyiset jätteet, loisteputket, akut ja pesuaineliuottimet se-

kä esimerkiksi laboratoriojätteet. Jätteet toimitetaan vaarallisia jätteitä keräävän yrityksen toimesta loppusijoitukseen.

Prosessiperäiset jätteet, esimerkiksi epäkurantit tuotteet, palautetaan tuotanto-prosessiin, jossa ne voidaan käyttää hyödyksi.

4.2.3.7 Jätealueiden luokittelun nykytilanne

Nykyisessä ympäristöluvassa jätealueet luokitellaan suuronnettomuuden vaaraa aiheuttaviksi kaivannaisjätteen jätealueiksi (2. vaiheen liuotusalueet), muiksi kaivannaisjätteen jätealueiksi (sivukivialueet) tai vaarallisen jätteen kaatopaikoiksi (kipsisakka-altaat). Suuronnettomuuden vaaraa aiheuttava jätealue luokitellaan Valtioneuvoston asetuksen 717/2009 liitteen 2 mukaisesti. Luokitteluun vaikuttavat alueelle sijoitettavien ongelmajätteiden määrä, sijoittamisen lyhytaikaisuus 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.

Nykyisessä ympäristöluvassa Terrafamen sivukivialueet 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.

Jätteiden ja jätealueiden luokituksesta päättää viranomainen. Terrafamen viimeisimpien velvoitetarkkailutulosten mukaan kipsisakka-altaalle johdettavat sakkat eli loppuneutraloinnin alitesakka sekä vesienkäsittelyssä keskuspuhdistamolla muodostuva vesienkäsittelysakka olisivat tavanomaiseksi luokiteltavia jätteitä. Tämä näkemys perustuu 1.6.2015 voimaan tulleeseen jätteiden luokittelua koskeviin EU-säädöksiin. Komission asetuksella EU no 1357/2014 muutettiin jätedirektiivin liitettä III. EU:n kemikaalilainsäädäntö on muuttunut, joten jätesäätelyä on muokattu EU:n tasolla uuden kemikaalilainsäädännön kanssa yhteensopivaksi. Komission asetus on sellaisenaan voimassa olevaa lainsäädäntöä kaikissa EU:n jäsemaissa. Tähän perustuen Terrafame tulee arvioimaan tarpeen hakea muutosta ko. sakkoja sisältävien jätealueiden luokitukseen.

4.2.3.8 Liuotusalueiden sekä jätealueiden pohjarakenteet sekä suunnitellut pintarakenteet

Kaivoksen jätealueiden rakenteet on toteutettu ja suunniteltu kaivoksen nykyisen ympäristöluvan vaatimustason täyttäväksi.

Sivukivialueet (VE0+ - VE1c)

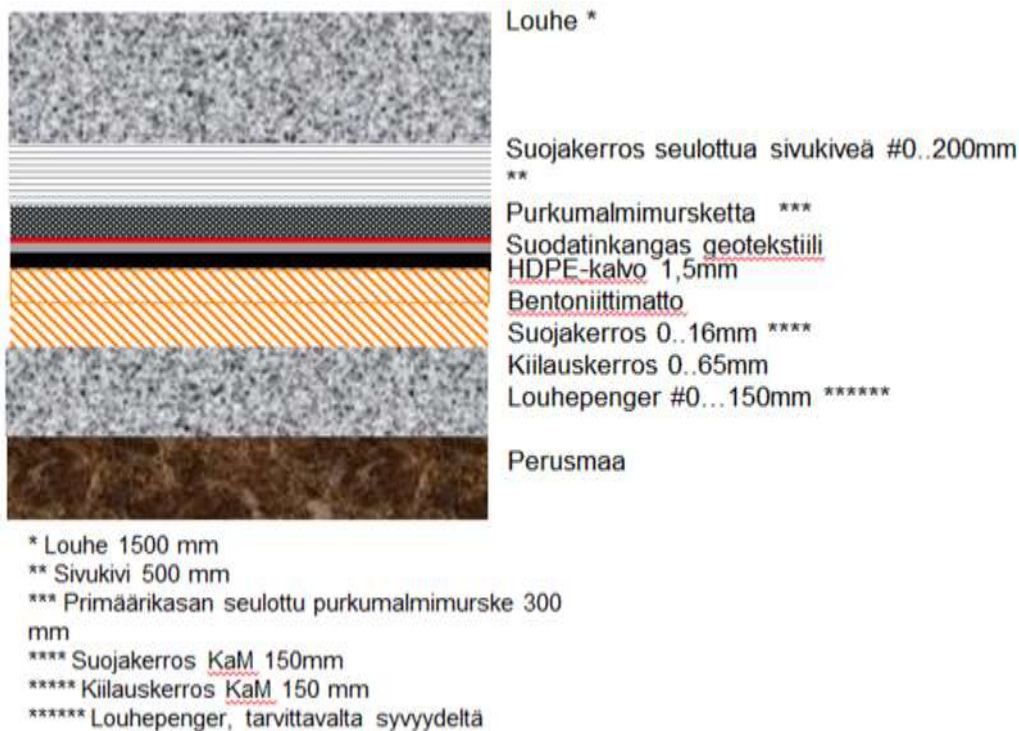
Sivukivialueiden pohja tasataan ja muotoillaan siten, etteivät pohja- tai pintavedet valu sivukivikasaan. Pohja tiivistetään vettä ja ilmaa läpäisemättömäksi muovikalvolla, joka suojataan rikkoutumiselta sekä ylä- että alapuolelle rakennettavilla suojakerroksilla (Kuva 4-24). Suojakerrosten materiaalina käytetään geotekstiiliä ja hiekkaa, hienoa murskettua, tai hienoksi murskattua primäärivaiheen liuotuksen läpikäynyttä malmia. Alueen reunoille tehdään pintamaista ma-

talat 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 peitetään ja maisemoidaan pintamailla.

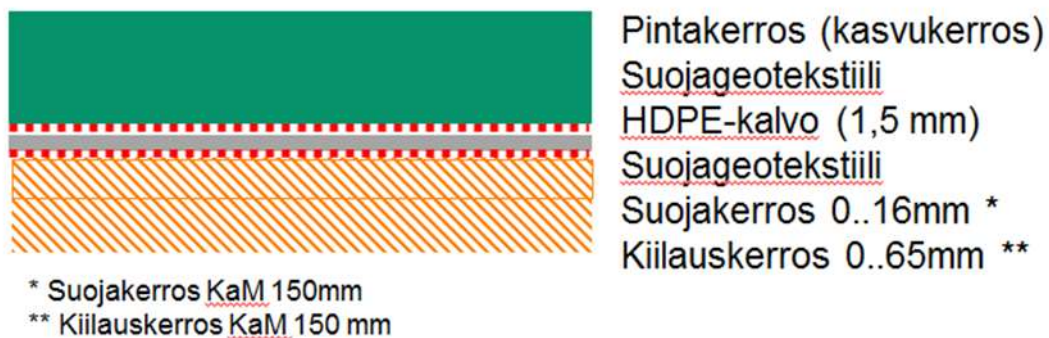
Jätealueiden rakenteisiin on tehty ja tehdään parannuksia alueiden alkuperäisiin suunnitelmiin verrattuna mm. suunnitellulle ja parhaillaan luvitettavana olevalle sivukivialueelle KL2 on lisätty bentoniittimatto. Pohjarakenteet ylhäältä alaspäin on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 4-21). Mikäli rakenne tehdään louhepenkereen tai kallion päälle, rakennetaan bentoniittimaton alle louhepenger, murskekerros sekä suojakerros. Mikäli rakenne toteutetaan moreenin päälle, ei em. rakennekerroksia tehdä.

Sivukivialueiden KL1 ja KL2 suunnitellut rakenteet ovat samanlaiset. Ensin toteutetaan rakenteilla oleva sivukivialue KL2 ja vasta myöhemmin KL1. KL2 sivukivialuetta rakennetaan parhaillaan.

Sivukivialueiden sulkeminen toteutetaan vaiheittain. Peittorakenteiden suunnittelu pohjautuu sivukiven karakterisointitietoon ja vuoden 2014 lupapäätöksen määräykseen 111. Kiven ominaisuudet vaativat tiivistä peittoa sivukiven sulfidimineraalien hapettumisen estämiseksi. Tiivis peite minimoi myös läpivirtaaman, jolloin happamia ja metallipitoisia suotovesiä muodostuu pienempinä määrinä. Lisäksi pohjarakenteen tiiviys edellyttää tiivistä pintarakennetta. Lupamääräysten valossa jätteiden läjitysalueille tehdään tiivis pintarakenne heti alueiden täytyttyä loppuunsa. Suotovesien muodostumisen estämiseksi muotoillun jätetäytön päälle rakennetaan yhtenäinen 1,5 mm:n HDPE-muovikalvosta tehty eriste suoja-/kasvukerroksineen (0,5 m). Lisäksi kalvo suojataan pistekuormilta. Nykyisen suunnitelman mukainen sivukivialueen K2 peittorakenne on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 4-22). Alustavia maisemointikuvia sivukivialueista on esitetty liitteessä 10 (Ramboll Finland Oy 2017).



Kuva 4-21. Sivukivialueen KL2 ja KL1 pohjarakenne.

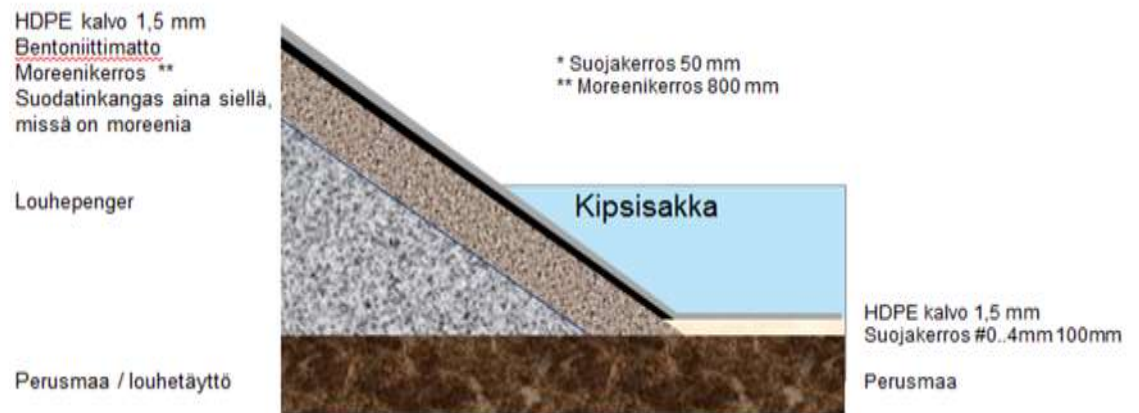


Kuva 4-22 Sivukivialueen tuleva peittorakenne

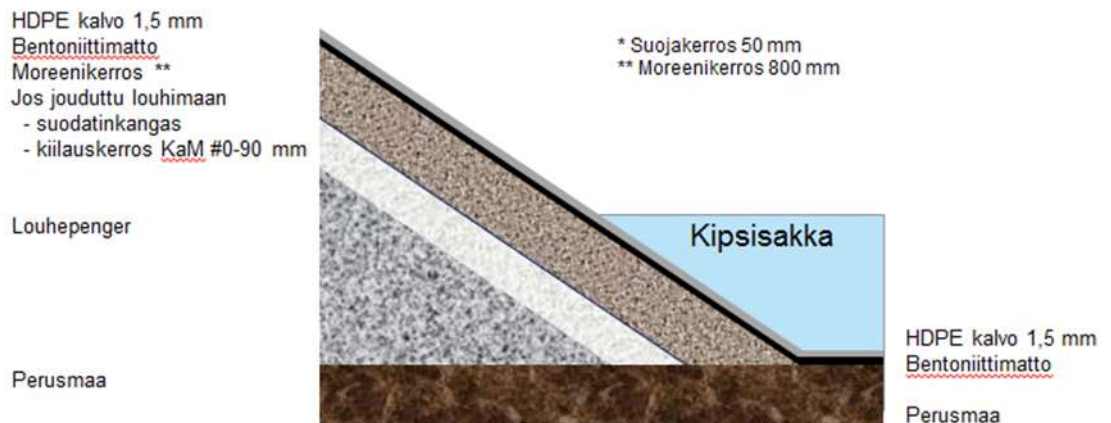
Kipsisakka-altaat (VE0 - VE1c)

Kipsisakka-altaiden lohkoissa 3 – 6 (Kuva 4-24) on käytetty lohkoihin 1-2 verrattuna (Kuva 4-23) pohjan tiivisrakennekerroksessa HDPE-kalvon lisäksi bentonitiittimattoa. Kipsisakka-altaiden reunapadot on rakennettu louheesta. Pohjarakenteen tiivistämisessä käytetty HDPE-kalvo on ulotettu myös reunapatojen alueelle. Altaan ympärillä on ympärysoja, jolla estetään puhtaiden vesien valuminen altaan rakenteisiin. Nykyisten kipsisakka-altaiden eteläpuolelle on tehty aluevaraus uudelle kipsisakka-altaalle lohkoille 7 ja 8 (VE0+ - VE1c) (Kuva 3-2). Uudelle altaalle rakennetaan sama pohjarakenne kuin lohkoille 3-6. Toinen suunnitelluista kipsisakka-altaan lisälohkoista voidaan osoittaa vaarallisen jätteen jätealueeksi, johon esineutralointisakka voitaisiin vaihtoehtoisesti sijoittaa.

Tällöin tämä allas rakennettaisiin vaarallisen jätteen kaatopaikkarakenteiden mukaisesti.



Kuva 4-23. Kipsisakka allas lohkot 1-2

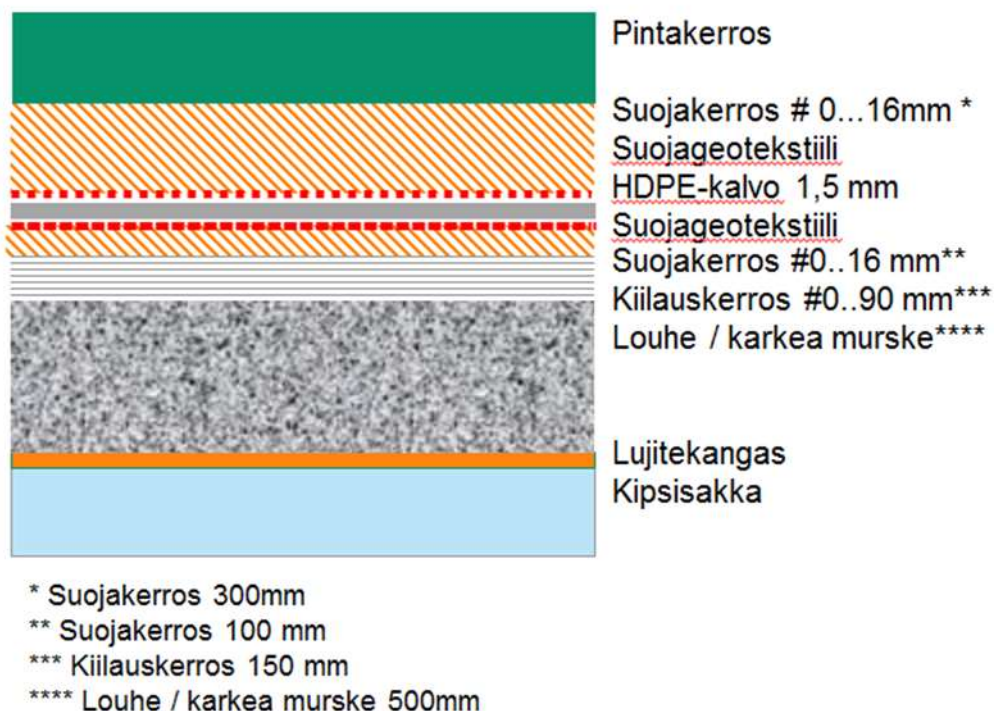


Kuva 4-24. Kipsisakka allas lohkot 3-6 korotusosat sekä uudet tulevat lohkot 7 ja 8.

Kipsisakka-altaan lohkolle 1 on sijoitettu kipsisakan päälle louhoksen kenttäpuhdistamolla syntynyttä kipsipohjaista sakkaa, jota on kuivattu ennen altaisiin sijoittamista geotuubeissa. Geotuubeissa toimii 1. loholla välitäytönä ennen lopullista sulkemista. Geotuubeja varten on rakennettu louhokselle väli-varastoksi geotuubikenttiä, joiden pohjarakenteessa on HDPE-kalvo, joka on asennettu 20 cm paksun suojakerroksen päälle. Suojakerros on tehty kivituhkasta.

Yhtiö on jättänyt erillisen ympäristölupahakemuksen koskien geotuubeissa olevan sekä hajautetussa vesienkäsittelyssä alueille muodostuneiden ja siellä väli-varastoitujen sakkojen loppusijoittamisesta alueella.

Nykyinen suunnitelma kipsisakka-altaiden sulkemisesta on peittää altaat HDPE-kalvoon perustuvalla tiivisrakenteella ja sen suojakerroksilla (Kuva 4-25). Terrafame on lisäksi aloittanut vuonna 2016 koetoiminnan, jossa se tutkii vaihtoehtoisia peiterakenteita. Koetoiminta on toteutettu kipsisakka-altaan 1 lohkolle 1, jossa testataan neljää eri peiterakennetta. Peiterakennekokeiden päätavoitteena on tutkia eri rakennevaihtoehtojen vedenläpäisevyyttä.



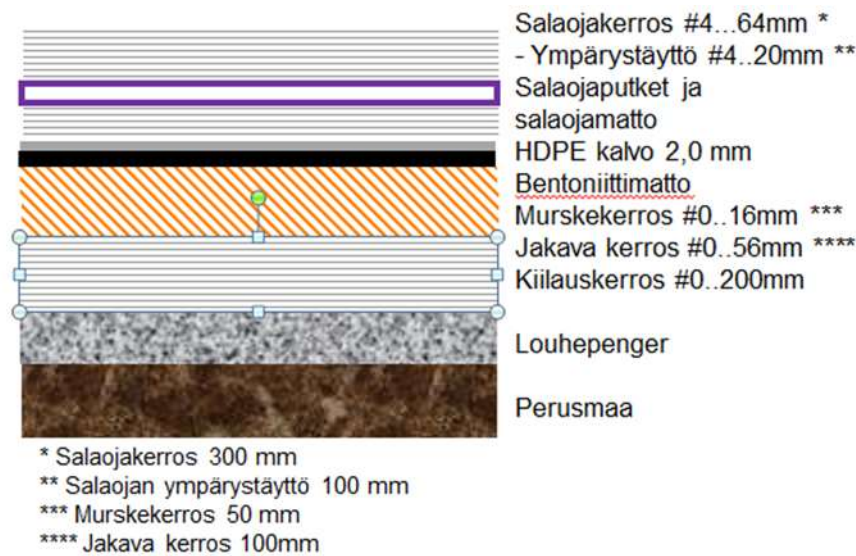
Kuva 4-25. Kipsisakka-altaiden tuleva peittorakenne.

Primääriliuotusalue

Primääriliuotusalueen pohja on tasattu rinteeseen n. 3-5% viettokaltevuuteen. Tasatun, kantavan kerroksen päälle on rakennettu tiivisrakenne, joka koostuu alhaalta lukien bentoniittimatosta, jonka vedenläpäisevyys vastaa suunnitellulla kuormituksella tavanomaisen jätteen kaatopaikan maaperän vedenläpäisevyydelle ja paksuudelle asetettuja vaatimuksia, ja sen päälle asennettavasta 2,0 mm:n HDPE-muovista tehdystä yhtenäisestä keinoitekoisesta eristeestä. Tämän päälle asennetaan liuosvedet keräävä salaojitus ja kuivatuskerros.

Myös uusien primäärilohkojen 5 ja 6 (VE1a) pohjarakenne tulee olemaan lohkojen 1-4 mukainen sillä erotuksella, että lohkojen välialueelle, jossa on malmikultjetin, tullaan myös tekemään tiivisrakenne.

Primääriliuotusalueiden pohjarakenteet ovat esitetty kuvassa Kuva 4-26.



Kuva 4-26. Primääriliuotusalueiden pohjarakenne lohkot 1-4 sekä uudet lohkot 5 ja 6.

Kun kaivos suljetaan ja bioliuotus lopetetaan, kaikki ensimmäisen vaiheen liuotuskasalla oleva malmi siirretään toisen vaiheen liuotuskasalle loppuun liuotettavaksi. Ensimmäisen vaiheen liuotusalueen alla olevat salaojakerrokset, salaojitukset ja ilmastusputkisto poistetaan. Maa-ainekset sijoitetaan kipsisakka-altaaseen, toisen vaiheen bioliuotusalueelle tai muuhun ainekselle soveltuvaan sijoituspaikkaan. Purettava putkimateriaali kuljetetaan sille soveltuvaan sijoituspaikkaan käsiteltäväksi tai loppusijoitettavaksi.

Jäljelle jäävien rakenteiden ja alla olevan maaperän mahdollinen pilaantuneisuus ja happamuus tutkitaan. Tarvittaessa suoritetaan puhdistus- tai neutralointitoimenpiteitä. Saastuneet tiivisteet ja materiaalit poistetaan.

Puhdistustoimenpiteiden jälkeen vedenpitävät rakenteet puhkaistaan, jolloin maaperän kosteusolosuhteet ja kasvittumisen edellytykset parantuvat. Tätä kautta myös stabiliteetti parantuu. Alueelle levitetään 0,5 metriä paksu maakerros hyödyntäen lähialueelle varastoituja rakennusvaiheen maanpoistomaita. Alue siirtyy vähitellen metsätalouksikäyttöön. Sulkemisen aikataulussa ensimmäisen vaiheen bioliuotusalueen purkaminen sijoittuu toimenpiteiden alkupäähän, vuosille 1 ja 2 sulkemistyön aloittamisesta.

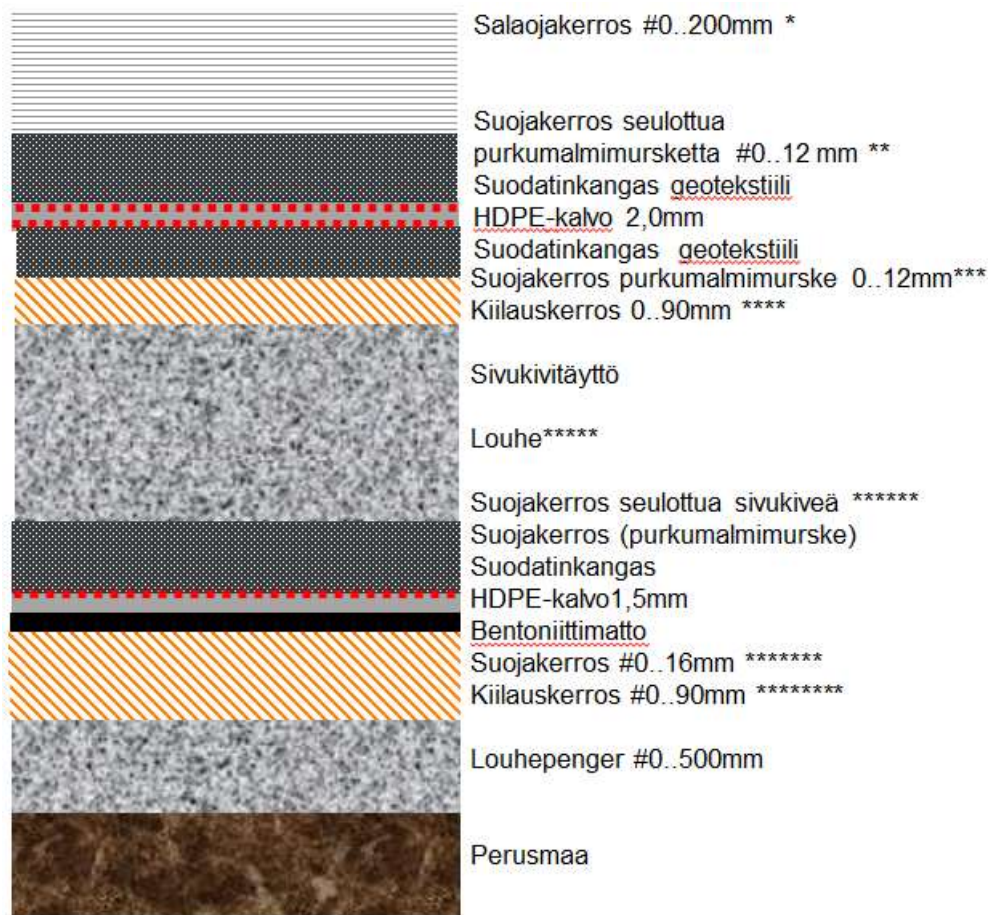
Sekundääriliuotusalue

Toisen vaiheen liuotusalue rakennetaan sivukivellä muotoillun pohjan päälle. Tämä sivukivitäyttö rakennetaan perusmaalle, josta pehmeä maa-aines on poistettu. Tämän jälkeen alue täytetään ja muotoillaan haluttuun muotoon louhetäytöllä ja kiilauskerroksella. Tämän päälle asennetaan tiivisrakenne eli bentoniittimatto ja 1,5 mm paksuinen HDPE-kalvo suojakerroksineen. Suojakerroksen päälle rakennetaan vielä suojakerrokset sivukivistä ennen sivukivitäyttöä.

Sivukivitäytön päälle rakennetaan varsinainen toisen vaiheen liuotusalueen pohjarakenne, ns. tuotantokerros, joka on alhaalta lukien seuraava: sivukiven kaivannaisjätteen jätealueesta muodostuva tasattu, täyttövaiheessa tiivistetty ja vähintään 2 %:n viettokaltevuuteen muotoiltu pohja, sen päälle asennettu 2,0 mm:n HDPE-muovista tehty yhtenäinen keinoitekoinen eriste ja metalliliuoksen keräämiseksi salaojitusputkitettu 0,5 m:n paksuinen kuivatuskerros, jonka mate-

riaalin vedenläpäisevyys on vähintään 10^{-4} m/s. HDPE-kalvo on suojattu ylä- ja alapuolelta eristeeseen kohdistuvien haitallisten pistemäisten kuormien estämiseksi geotekstiilillä. Mineraalisena suojakerroksena on käytetty purkumalmimursketta.

Sekundäärialueen lohkolle 4 ja osittain lohkolle 3 on asennettu pohjarakenteeseen alkuperäisistä suunnitelmista poiketen lisätiivistykseksi bentoniittimatto (Kuva 4-27). Lisäksi sekundääri-liuotusalueen pohjarakenteeseen on saatu lupa käyttää kivituhkan sijasta loppuun liuotettua malmia



* Salaojakerros 500 mm ***** Louhe 1,5 m
** Suojakerros 300 mm ***** Suojakerros 300 mm
*** Suojakerros 100 mm ***** Suojakerros 100 mm
**** Kiilauskerros 150 mm ***** Kiilauskerros 150 mm

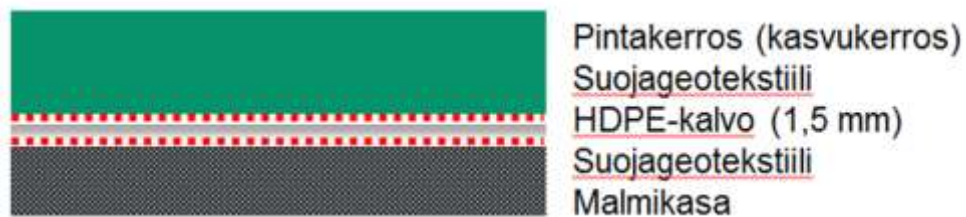
Kuva 4-27. Sekundäärialueen pohjarakenne

Toisen vaiheen bioliotuskasat jätetään paikoilleen kaivostoiminnan päätyttyä ja ne peitetään eristeillä, joilla minimoidaan hapen ja veden kulkeutuminen jätteen. Nykyinen peittorakennesuunnitelma esitetään alla (Kuva 4-28).

Loppuun liuotetun malmin karakterisointituloksia ei ole vielä käytettävissä. Suunnitelmia joudutaan siis tarkistamaan lähtötiedon tarkentuessa. Toisen vaiheen bioliuotusalueet on ympäristöluvassa luokiteltu suuronnettomuuden vaaraa aiheuttaviksi kaivannaisjätealueiksi, jotta jätelaadun epävarmuuteen liittyvät riskit tulevat minimoiduksi.

Jätealueen pohjan ollessa varsin tiivis myös peiterakenteelta vaaditaan mahdollisimman vähäistä vedenjohtavuutta. Suljettua jätealuetta onkin tarkasteltava yhtenäisenä toiminnallisena kokonaisuutena, jossa peiterakenne, jättemateriaali, pohjarakenne, alapuoliset maakerrokset, vallitsevat ilmasto- ja pohjavesiolosuhteet sekä kasvillisuus vaikuttavat toisiinsa.

Sulkemistyön alkaessa pinnat ja luiskat tasoitetaan ja muotoillaan. Lakialueet muotoillaan reunoja kohti viettäviksi, kaltevuuteen 1:3 tai loivemmiksi. Sisäisillä kallistuksilla ja salaojilla varmistetaan, että sadevettä ei kertyisi päälle asennettavien vedenpitävien rakenteiden päälle. Luiskan pysymisen varmistamiseksi ja kasvillisuutta varten tehdään porrastus.



Kuva 4-28. Sekundäärialueen tuleva peittorakenne

Pintamaat

Rakennettavilta alueilta poistetut pintamaat varastoidaan maalajien mukaisesti eroteltuna pintamaiden varastoalueille (Kuva 4-29). Varastointi vastaa tavanomaista maa-ainesten 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 sulkemisvaiheessa esimerkiksi sivukivialueiden, kipsisakka-altaan ja toisen vaiheen bioliuotuskasan peittämisessä ja maisemoinneissa.

Tällä hetkellä pintamaita on läjitettynä 11 Mm³, jotka ovat Kuusilammen louhosalueelta, 1. vaiheen liuotusalueelta, Kuusilammen 2. vaiheen liuotusalueelta sekä kipsisakka-altaan alueelta poistettuja maamassoja. Poistettavan pintamaan lopullinen määrä tarkentuu rakentamisen aikana. Jatkossa läjitettäviä maanpoistomassoja syntyy vielä suuria määriä noin 0,5-1,0 Mm³/a mm. sivukiven läjitysalueilta sekä 2. vaiheen liuotusalueelta. Maat kasataan maannostyypin mukaisesti eri kasoihin.



Kuva 4-29. Pintamaiden läjitysalue (Terrafame 2016)

4.2.4 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. Maantieliikenne 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. Kuljetusmäärät eri hankevaihtoehdoissa on esitetty kappaleessa 8.

Liikenne

Osa kemikaaleista tuodaan kaivokselle maanteitse. Tällaisia ovat flokkulantit, raskas- ja kevyt polttoöljy, vetyperoksidi, sularikki, typpi 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 11 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 (hankevaihtoehtoisissa VE0+ ... VE1c) noudatetaan lakia vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/1994), vaarallisten aiheiden kuljetuksista annettuja ns. VAK-määräyksiä ja kuljetusmuotokohtaisia asetuksia. Koska uraanipuolituotteessa isotoopin (U-235) osuus ei ylitä yhtä prosenttia, ei sen kuljetuksiin sovelleta ydinvastuulain mukaista lupakäytäntöä.

4.3 Kaivoksen toiminnan kehittäminen (VE0+)

4.3.1 Vaihtoehdon VE0+ vaikutus kaivoksen nykyisiin toimintoihin

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 malmia ei olla tämän hetken tiedon valossa ottamassa tuotantoon lähivuosina. Vuosittaisella 15 M t/a malmin louhinnalla Kolmisoppi on suunniteltu avattavan 2029 ja toiminta luvetaan sitä ennen erikseen.

Louhinta

Malmin louhintamäärien noustessa tasolta 15 M t/a tasolle 18 Mt/a kasvaa samassa suhteessa myös vuosittainen sivukivenlouhintamäärä (15-20 Mt/a → 18-30 Mt/a).

Sivukivialueet, sekundääriliuotuslohkot 5-8 ja kipsisakka-altaan lohkot 7-8

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 tul-laan läjittämään alustavan arvion mukaan 400 Mt sivukiveä (korkeudella +330), jolloin KL1 pinta-alaksi tulee arviolta 350 ha, läjitysalueelle KL2 170 Mt, jolloin pinta-ala on noin 210 ha. Läjitysalueiden yhteenlaskettu pinta-ala tulee olemaan arviolta 560 ha. Ensimmäin otetaan käyttöön läjitysalue KL2 ja vasta myöhemmässä vaiheessa KL1. Suunnitelmien mukaan KL2 lohko 1 otetaan käyttöön syksyllä 2017 ja alustavan arvion mukaan KL2 tulee täyteen vuonna 2025. Sivukivialueilta kerättävät suotovedet hyödynnetään kaivoksen raakavetenä.

Uusi sekundääriliuotusalue (lohkot 5-8) tulee sijoittumaan kaivospiirin länsirajalle, nykyisen sekundääriliuotusalueen luoteispuolelle. Uusi kipsisakka-altaan laajennus (lohkot 7-8) tulee sijoittumaan nykyisten kipsisakka-altaiden eteläpuolelle. Uudet alueet on esitetty kuvassa 3-2. Alueen laajentuessa kasan ilmastamiseen käytettävien puhaltimien määrä lisääntyy, jolloin myös puhaltimien sähkönkulutus lisääntyy.

Vesitase ja ylijäämävedet

Pinta-alan kasvaessa ei alueelta syntyvien vesien määrä kuitenkaan lisäännä suorassa suhteessa pinta-alaan nähden, koska määrä, mikä uusilta alueilta tulee vettä, voi korvata osittain Kolmisopesta otettavaa tuoretta vettä (tuoteveden valmistus loppuneutraloinnin ja RO:n avulla) ja siten ei vaikuta suoraan samassa suhteessa bioliuotuskierron ulkopuolella olevaan vesitaseeseen. Nykyisellään vettä otetaan Kolmisopesta n.1,3–1,5 Mm³/a, josta noin puolet on niin sanottua sulanapitovirtaamaa eli vesimäärä, jota talvella pumpataan putkistoa pitkin suoraan kaivosalueen ohi, jotta putkisto ei jäätyisi. Vesitase on ennen kaikkea riippuvainen siitä onko kyse normaalisateisesta vuodesta vai erittäin sateisesta vuodesta. Tätä on avattu otsikon 4.4.1 alla.

Energia

Bioliuotuksen sähkönkulutus kasvaa samassa suhteessa bioliuotuksessa olevan malmimäärän kanssa. Metallien tuotantomäärien lisääntyminen kasvattaa myös metallien talteenoton sähköenergiankulutusta. Sähköntarve saadaan nykyisestä voimajohdosta. Energian kulutus kasvaa vaihtoehdosta VE0 (noin 350 GWh) vaihtoehtoon VE0+ tasolle 520 GWh.

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

Raaka-aineet ja kemikaalit

Koska tuotantomäärä ei kasva vaihtoehdossa VE0+, kemikaalimäärät pysyvät samana kuin vaihtoehdossa VE0. Louhinnan kasvaessa räjähdysainemäärät kasvavat. Kemikaalien ja räjähdysaineiden ja määrät on esitetty hankevaihtoehdoittain kappaleissa 4.2.2.2 ja 4.2.2.3.

Jätteet

Louhinnan kasvaessa sivukiveä muodostuu enemmän kuin hankevaihtoehdossa VE0. Vaihtoehdossa VE0+ rakennetaan sivukiven läjitysalueet, jolloin läjitystila riittää.

Kuljetukset

Koska tuotanto ei kasva vaihtoehdossa VE0+, niin tuotteiden tai raaka-aineiden kuljetusmäärät eivät kasva. Alueen sisäinen liikenne kuitenkin kasvaa maanrakennustöiden seurauksena. Kuljetusmäärät on esitetty kappaleessa 8.

Uraanin talteenottolaitos

Vaihtoehdossa VE0+ käynnistetään uraanin talteenottolaitos aiemmin luvitetun kokonaisuuden mukaisesti. Uraanilaitoksen hankekuvaus on esitetty seuraavissa kappaleissa.

4.3.1.1 Uraanin talteenottolaitoksen hankekuvaus

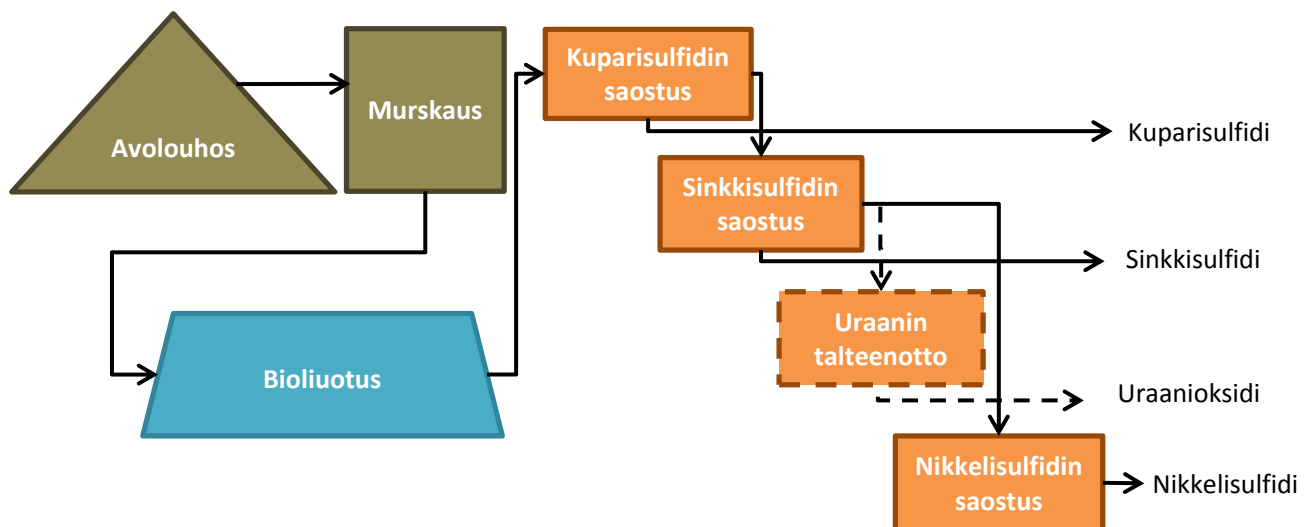
Kaivosalueen kallioperä ja nikkelimalmi sisältävät luonnonuraania pieniä pitoisuuksia. Alkuperäisestä ympäristölupahakemuksesta poiketen uraanin on havaittu liukenevan kasaliuotuksessa päämetallien tapaan. Kasaliuotuskierrosta metallien talteenottolaitokselle johdettavan pääprosessiliuoksen eli PLS-liuoksen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

Suunniteltu uraanin talteenottoprosessilaitos tuottaa 150-250 t/a uraanipuoli- tuotetta .

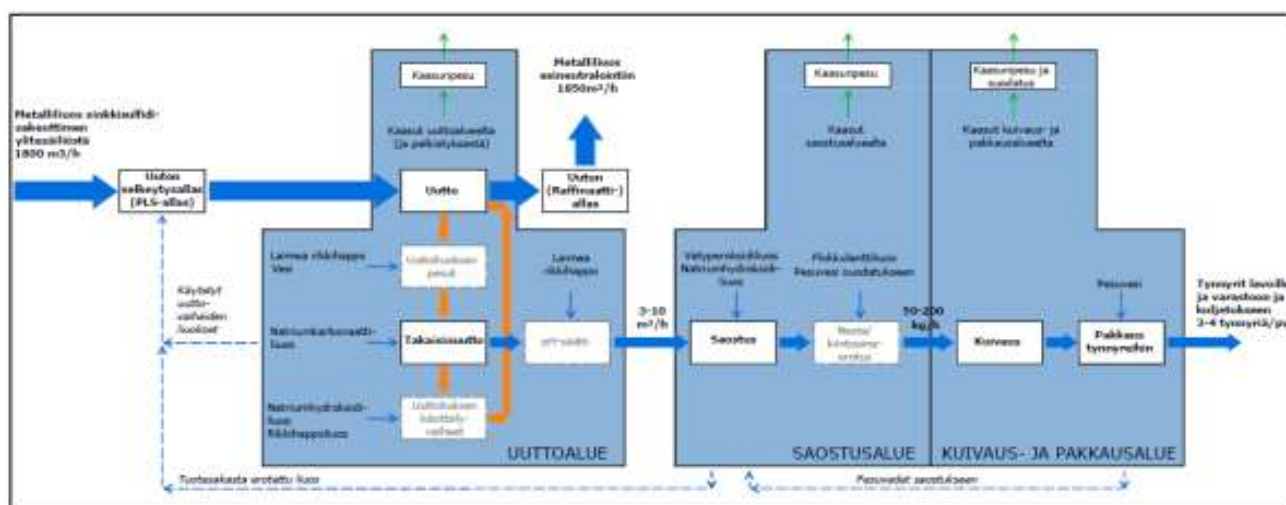
Uraanin talteenottolaitoksen uuton jälkeen PLS-liuos ohjataan altaaseen, mistä se otetaan takaisin metallien talteenottolaitokselle esineutraloinnin kautta seuraavaan metallinsaostusvaiheeseen eli nikkeli-kobolttisaostukseen (Kuva 4-38).

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

Uraanin talteenottolaitosta käytetään uraanin erottamiseen kaivoksen metallin- tuotannon pääprosessiliuoksesta. Uraanin talteen ottamiseksi Terrafamen nykyistä metallien saostusprosessia muutetaan niin, että uraani voidaan erottaa prosessista sinkkisulfidin saostuksen jälkeen (Kuva 4-30). Uraanin pitoisuus prosessiliuoksessa on alhainen (noin 15–25 mg/l), mutta se on riittävä hyödyn- nettäväksi 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 ympäristövaiku- tuksia. Uraanin talteenottolaitokselta ei johdeta vesiä ulos.



Kuva 4-30. Uraanin talteenoton sijoittuminen prosessiin.



Kuva 4-31. Uraanin talteenottolaitoksen prosessikaavio.

Uraanin talteenottolaitos on suunniteltu 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 150–200 t/a uraanipuoli-
tuotetta.

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 uraanimäärä on suurimmillaan 50 tonnia.

Uraanin talteenottolaitos on rakennettu lähes valmiiksi.

Terrafamen mukaan uraanin talteenotto on taloudellisen kannattavuuden lisäksi edullista myös kansallisen energiaomavaraisuuden lisäämisen kannalta. Uraanin talteenotto parantaa myös Terrafamen 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 arviointimenettely (Ramboll Finland Oy 2010). Kainuun ELY-keskus on antanut selostuksesta lausuntonsa 1.3.2011.

Uraanin talteenottolaitokselle on aluehallintoviraston vuonna 2014 antama ympäristölupa. Terrafame Oy valmistautuu, olosuhteiden niin salliessa, hakemaan Valtioneuvoston lupaa aikaisintaan vuoden 2017 loppupuoliskolla.

Terrafame on hakenut STUK:lta toimenpidelupaa ns. SX-pilottia varten, jossa on tavoitteena testata uraanin talteenottoprosessia ja uuttokemikaaleja laboratoriomittakaavassa. Kokeessa on tavoitteena selvittää myös harvinaisten maa-

metallien erottumista uuttoprosessissa. Pilot-kokeet on tavoitteena käynnistää syksyn 2017 aikana.

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

4.3.1.2 Uraanin talteenottolaitoksen jätteet

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

Uuttoprosessien häiriötilanteissa voi syntyä lietettä, jota kutsutaan epäpuhtaus-saostumaksi eli crudiksi (jätenumero 11 02 07). Yleensä saostumassa on mukana nestemäinen ja kiinteä komponentti. Nesteistä on mahdollista erottaa orgaaninen osa ja vesiliuos, jotka voidaan palauttaa prosessiin. Kiintoaine käsitellään turvalliseen muotoon esimerkiksi uuttamalla siitä uraaniyhdisteet orgaaniseen liuokseen, natriumkarbonaattiliuokseen tai rikkihappoon, joita käytetään normaalistikin uraanilaitoksella. Kiintoaineen jäteluokitus sekä kaatopaikkakelpoisuus tutkitaan ennen jakeen loppusijoitusta. Mikäli loppusijoitus kaivoksen olemassaoleville jätealueille ei ole mahdollista, toimitetaan crudi käsiteltäväksi ja loppusijoitettavaksi asianmukaiset luvat omaavalle vastaanottolaitokselle. Epäpuhtausaostumaa muodostuu arvion mukaan 10–50 tonnia vuodessa.

Uraanin talteenoton seurauksena muiden sakkojen ympäristökelpoisuus paranee, koska uraanin määrä sakoissa vähenee.

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

Jätehuolto järjestetään muusta kaivostoiminnasta erillisenä. Huoltojen ja korjausten yhteydessä syntyvät prosessilaitteijätteet säilytetään sekä käsitellään laitoksella säteilyturvallisuusvaatimusten mukaisesti. Kyseiset jätteet toimitetaan asianmukaisesti suojatuissa kuljetuskonteissa asianmukaiset luvat omaavaan vastaanottopaikkaan. Prosessilaitteijätteiden määrä vuositasona on vähäinen.

Uraanin talteenottolaitoksen käydessä suuri osa sinkkisakeuttimen ylitteessä olevasta kiinteästä sinkkisulfidista kerääntyy uraanin talteenottolaitoksen PLS-altaaseen (syöttöallas), E1 ja E2 -settlereihin (tasausaltaihin) 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 saka tullaan poistamaan ajoittain ja palauttamaan takaisin prosessiin. Sakan palauttaminen takaisin sinkin saostukseen tai liuotukseen varmistaa sen, että sa-

kan sisältämä sinkki saadaan hyödynnettyä. Liukoisessa muodossa kulkeutuva sinkki saadaan poistettua uraanilaitoksen prosessissa ja palautettua takaisin prosessiin. Esineutralointisakkaan päätyvä sinkkimäärä tulee näin ollen vähentymään oleellisesti uraanilaitoksen käyttöönoton jälkeen.

Uraanin talteenottolaitoksella muodostuvat jätteet on esitetty taulukossa (Taulukko 4-9).

Taulukko 4-9. Uraanin talteenotossa muodostuvat jätteet (Lupapäätös 30.4.2014).

Jätelaji	Jätenumero	Määrä (t/a)	Toimituspaikka
PLS-altaan liete	06 06 03	3000	Kipsisakka-allas
Epäpuhtaussaostuma	11 02 07*	10-50	Riippuen koostumuksesta ongelmajätelaitokselle, kipsisakka- altaaseen tai takaisin prosessiin.
Metallijäte	20 01 40	vähäinen	Metallinkeräys, hyötykäyttö
Sekalainen yhdyskuntajäte	20 03 01	vähäinen	Jätteen keräys
Loisteputket	20 01 21*	vähäinen	Vaarallisen jätteen käsittelyyn soveltuva laitos
Voiteluöljyjäte	13 02 08*	vähäinen	Vaarallisen jätteen käsittelyyn soveltuva laitos
Liutotinjäte	14 06 03*	vähäinen	Vaarallisen jätteen käsittelyyn soveltuva laitos

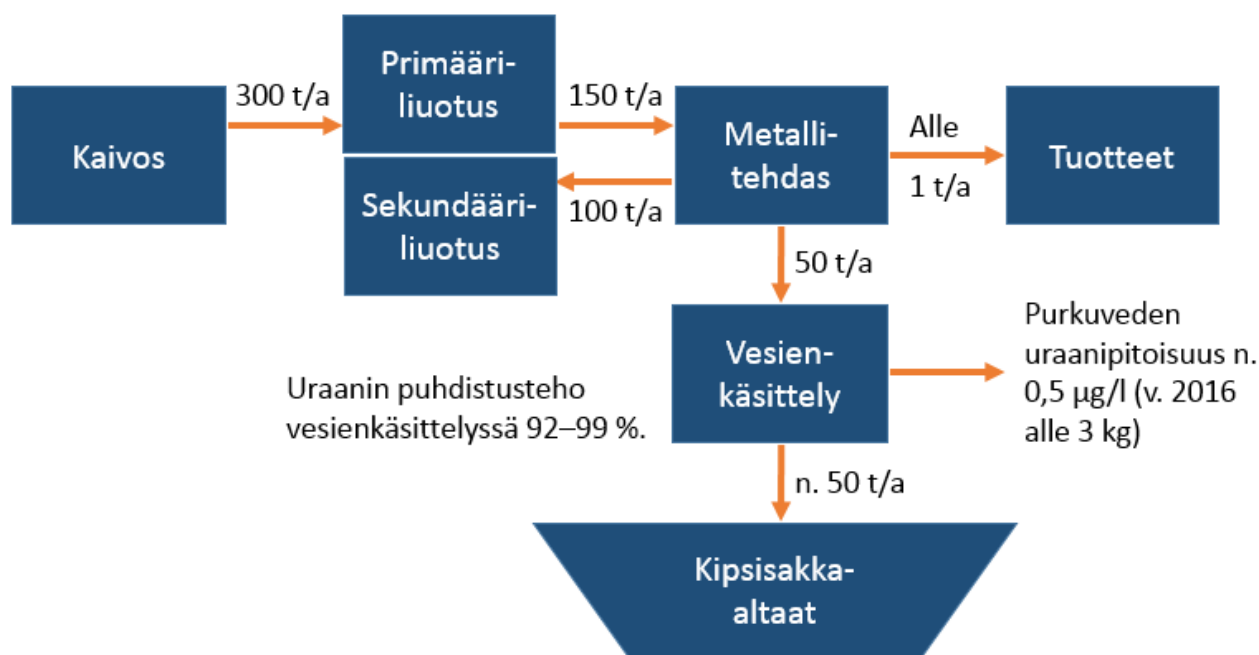
*Vaarallinen jäte

4.3.2 Kaivoksen uraanitase ja radioaktiivisuusmääritykset

4.3.2.1 Kaivoksen uraanitase

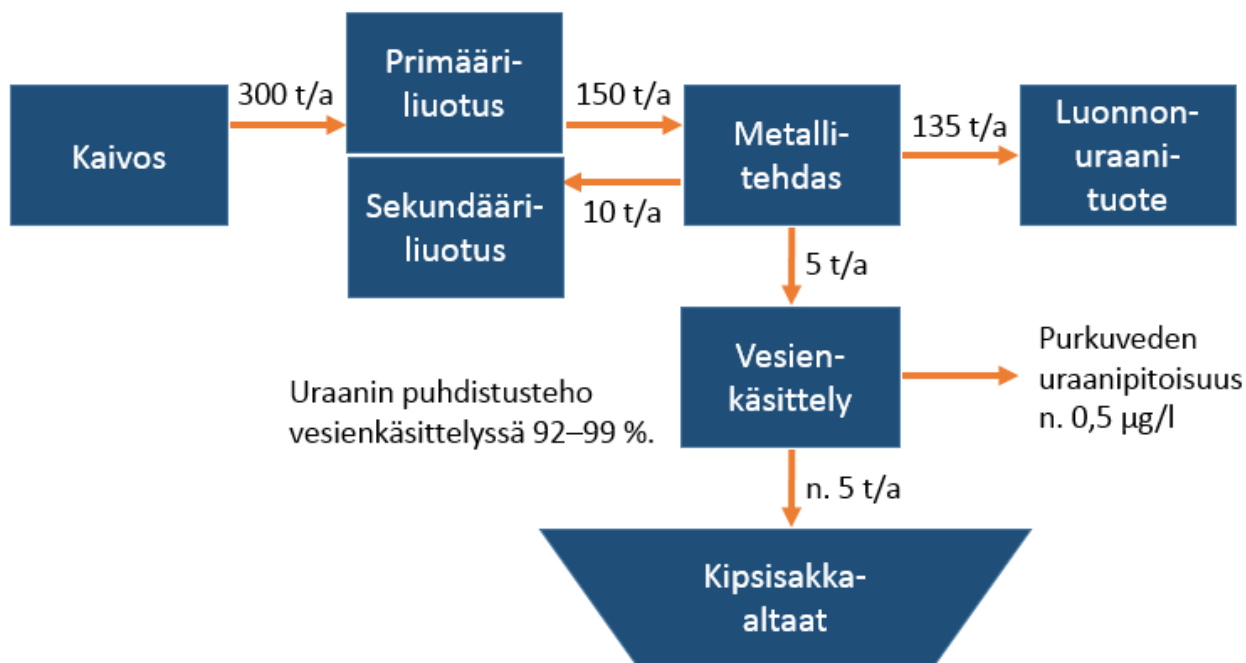
Kaivoksella kasattavassa malmissa on uraania vaihtelevia määriä. Suurin pitoisuus uraania on mustaliuskeessa, jonka uraanipitoisuus on 15-20 mg/kg. Varsinaiseksi uraanimalmiksi luokitellaan malmi, jonka pitoisuus on 1 000 mg/kg (Ydinenergia-asetus 161/1988). Kasattavassa malmissa on uraania noin 200-300 t/a ja uraanin kokonaissaanti bioliuotuksessa on sekundääriliuotuksen jälkeen keskimäärin 50 % (Kuva 4-32). Osa liuenneesta uraanista päätyy takaisin kasoille liuoskiertoon palautettavan raffinaatin mukana. Vuonna 2016 noin 50 t saostui rautasakan ja loppuneutralointisakan mukana kipsisakka-altaalle. Vuonna 2016 otetuista sakkanäytteistä loppuneutralointisakkojen liukoisuudet alittivat analyysin määrittämissä rajan (0,020 mg/kg) ja rautasakassa liukoisen uraanin pitoisuudet olivat alhaisia luokkaa 2,5 - 4,3 mg/kg (Ramboll Finland 2017).

Vesistöön johdettavalle uraanipitoisuudelle on asetettu kaivoksen ympäristöluvassa luparaja, jonka mukaan vesistöön johdettavan veden kokonaispitoisuudet virtaamapainotteisena kuukausikeskiarvona laskettuna pitää olla alle 10 µg/l. Kaivoksen vesistä saadaan puhdistettua uraania tehokkaasti niin, että esimerkiksi vuonna 2016 Nuasjärveen johdettavassa purkuvedessä oli keskimäärin 0,38 µg/l (1µg/l=0,001 mg/l) uraania täyttäen selkeästi uraanille asetetun ympäristöluparajan.



Kuva 4-32. Terrafamen uraanitase ilman uraanin talteenottoa

VE0+ tilanteessa, kun uraanin talteenottolaitos otetaan käyttöön. Kipsisakka-altaalle päätyisi vain noin 10 % vuonna 2016 saostuvan uraanin määrästä (Kuva 4-33).



Kuva 4-33. Kaivoksen uraanitase kun uraanin talteenottolaitos on käytössä.

4.3.2.2 Radioaktiivisuusmääritykset

Kipsisakka-altaalle sijoitettavista jätejakeista määritetään kerran vuodessa myös uraanin tytärnuklidit. Määritykset tehtiin tammi-joulukuun 2015 kokoomanäytteistä. Näytteistä määritettiin polonium (Po-210), lyijy (Pb-210) sekä radium (Ra-226, Ra-228). Vastaavat määritykset on tehty vuoden 2014 touko-elokuun kokoomanäytteistä. Vuoden 2016 tulokset eivät ole vielä valmistuneet. Uraanin tytärnuklideista lyijy-210:n ja polonium-210:n yhteismäärityksen tekeminen kestää noin kahdeksan kuukautta. Analyysiin kuluu kuuden kuukauden sisäänkasvatusaika. Vuosien 2014 ja 2015 tulokset on esitetty taulukossa 4-10. (Ramboll Finland Oy 2017)

Taulukko 4-10. Loppuneutralointisakan ja rautasakan radioaktiivisuusmääritysten tulokset vuosilta 2014 ja 2015. (Ramboll Finland Oy 2017)

	2014 (Bq/kg)	2015 (Bq/kg)
Loppuneutralointisakka (646)		
Ra-226	5,0±3,0	<2,8
Ra-228	1,17±0,21	<0,8
Pb-210	1,14±0,77	6,4±1,6
Po-210	11,5±4,6	<2,2
Rautasakka (645)		
Ra-226	2,0±1,2	<2,8
Ra-228	1,70±0,20	<0,8
Pb-210	1,80±0,87	4,2±0,9
Po-210	12,1±4,9	6,1±1,6

Kaivosalueen ympäristössä on tehty radiologinen perustilaselvitys STUK:n toimesta vuosina 2010–2011 (Säteilyturvakeskus, Talvivaaran ympäristön radiologinen perustilaselvitys, Loppuraportti 31.3.2012), jota on päivitetty alueella tapahtuneen vuodon jälkeen vuonna 2013.), jota on päivitetty alueella tapahtuneen vuodon jälkeen vuonna 2013. Vuoden 2015 tuloksia on seuraavassa verrattu vuosien 2011 ja 2014 tuloksiin. (Ramboll Finland Oy 2017)

Maaperänäytteissä aktiivisuuspitoisuudet vaihtelivat vuosina 2010–2011

- Ra-226: 9,3–40 Bq/kg
- Ra-228: 4,4–31 Bq/kg
- Pb-210: 45–263 Bq/kg
- Po-210: 46–274 Bq/kg.

Raportin mukaan radioaktiivisuuspitoisuudet alueen ympäristössä olivat normaalia tasoa, eivätkä poikenneet muualta Suomesta mitatuista vastaavien näytteiden tuloksista. Lisäksi uraanin talteenottolaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostuksen mukaan kipsisakan radiumin (Ra-226) aktiivisuuspitoisuus oli alle 10 Bq/kg.

Lisäksi radioaktiivisuusmittauksia on tehty kaivosalueelta purettavalle vedelle vuodesta 2014 lähtien kerran vuodessa. Osana yhtiön velvoitetarkkailua ympäristötarkkailukonsultti Ramboll on ottanut vesinäytteet, jotka on johdettu ana-

lysoitavaksi Säteilyturvakeskuksella (STUK). Mittauksilla selvitetään veden pitkäaikaisten alfa- ja beeta-aktiivisten aineiden kokonaisuusaktiivisuutta ja arvioidaan tarvetta määrittää tarkkailuohjelmassa esitetyt uraanin hajoamistuotteet sekä määritetään veden radonpitoisuus. Kaikkina mittaus-vuosina 2014–2016 radioaktiivisuustasot olivat niin alaiset, ettei hajoamistuotteiden analyyseille ilmennyt tarvetta (liite 6). Vuonna 2014 mittaukset tehtiin Kortelampi 2:n, Torrakopuron, Latosuon ja Kuusilammen vesinäytteille. Näissä aktiivisuusindeksit olivat välillä 0,28–0,60. Vuonna 2015 mittaukset tehtiin Latosuon vesinäytteelle ja aktiivisuusindeksi oli 0,47. Turvallisuustavoite toteutuu, kun aktiivisuusindeksin arvo on pienempi tai yhtä suuri kuin 1. Turvallisuustavoitteet toteutuivat jokaisen näytteen osalta. Vuonna 2016 mitattavana olivat Latosuon, Kuusilammen, Kortelammen 1 ja 2, Käräslammen sekä purkuputken vesinäytteet. Mittaustulosten perusteella aktiivisuus-pitoisuudet olivat jokaisessa näytteessä hyvin alaiset, useissa alle mittausrajan. (Ramboll Finland Oy 2015a, -2016 ja -2017).

Sulkemistoimintojen jälkeen ja mahdollisesti niiden aikana tehdään säteilyselvityksiä, joilla varmistetaan että käytetyt sulkemistoimenpiteet ovat riittävät säteilyturvallisuuden kannalta. Sulkeminen toteutetaan siten, ettei myöskään vesiliukoisista aineista tai kaasumaisesta radonista pääse muodostumaan haittaa ihmisille tai ympäristölle. (Ramboll Finland Oy 2010)

Vuonna 2014 bioliuotuskasojen ympäristöstä tehtiin radium- ja radonmittaukset. Näytepaikkojen ja käytettävien menetelmien valinnassa konsultoitiin Säteilyturvakeskusta. Radium-analyysit (Ra-226, Ra-228) tehtiin primääri- ja sekundäärikasojen kiertoliuoksesta. Menetelmänä käytettiin Ra226-analyysissa nestetuikespektrometri ja Ra228-analyysissa gammaspektrometriä. Radon-analyysien mittauspaikat valittiin sekä sekundääri- että primäärioliuotuksen alueelta niin, että ne kattaisivat mahdollisimman laajasti liuotuskasa-alueet. Sekä sekundäärillä että primäärillä sijoitettiin näytepisteet kiertoliuoksen ulostulon lähetyville. Lisäksi mitattiin kasan ulkoreunalta ja aumojen välistä. Myös pumpaamoille tehtiin mittauksia.

Näytteissä ei suoraan pystytty havaitsemaan Ra-226:a tai Ra-228:aa. Nuklidiaktiivisuuspitoisuudet tai niiden havaitsemisraja on arvioitu tytärnuklidien perusteella. Radonmittaukset olivat kaikissa mittauspisteissä $\leq 30 \text{ Bq/m}^3$.

4.3.3 Vaihtoehdon VE0+ vaikutukset toiminnan ympäristönäkökohtiin

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

Vesistövaikutukset on arvioitu vesienhallinnan YVA-menettelyssä. Tässä YVA-menettelyssä erityisesti arvioitavat vaikutukset vaihtoehdossa VE0+ ovat:

- Louhinnassa ja kiviaineksen käsittelyssä muodostuva melu ja pöly
- Energiankulutuksen lisääntyminen
- Liikenteen lisääntyminen
- Sivukivi- ja sekundäärioliuotusalueiden maankäyttö-, melu- ja maisema-vaikutus

4.4 Kaivoksen toiminnan kehittäminen (VE1a)

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

Primäärivaiheen liuotusalueelle rakennetaan uudet liuotuslohkot nro:t 5 ja 6. Malmintuotannon kasvattamisesta ja primääriliuotusalueen laajentamisesta johtuen nikkelin vuosituotanto nousee tasolle 35 000- 37 000 t/a.

4.4.1 Vaihtoehdon VE1a vaikutus kaivoksen toimintoihin

Bioliuotus

Primääriliuotusaluetta laajennetaan lohkoilla 5 ja 6. Uusille primäärilohkoille tulevan malmin määrä on arviolta 5-7 miljoonaa tonnia. Uusien primääriliuotuslohkojen pohjarakenne on kuvattu kappaleessa 4.2.3.8. 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

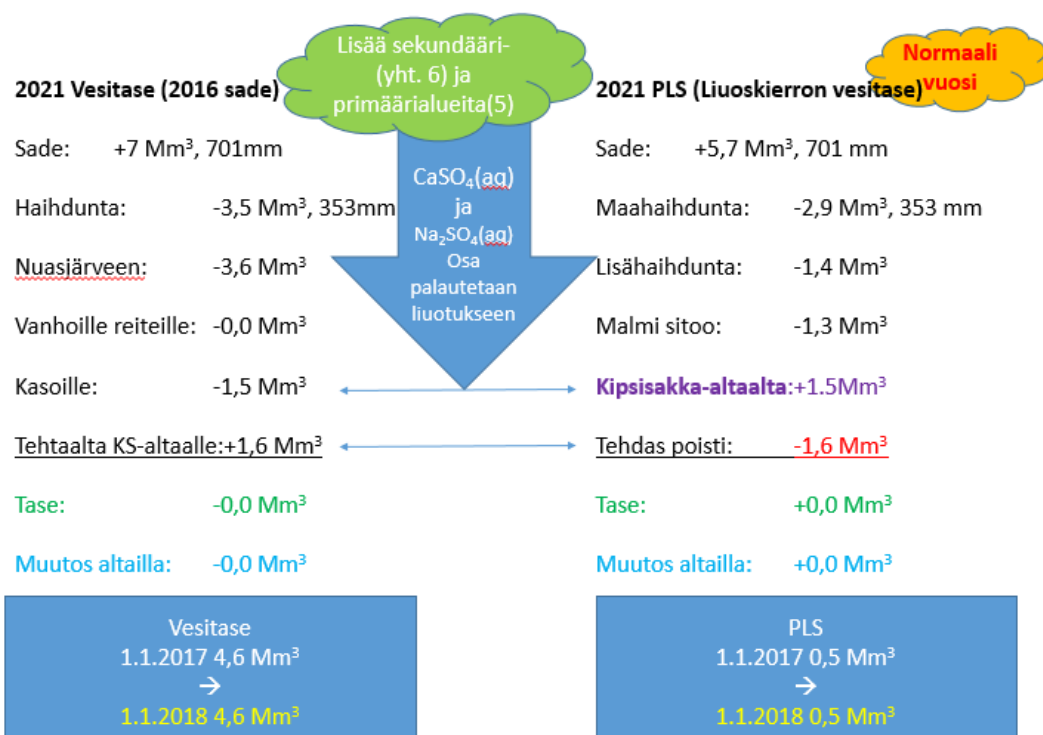
Apuprosesseissa tuotettava tai käsiteltävä kemikaalimäärä kasvaa likimain samassa suhteessa tuotantokapasiteetin kanssa. Rikkivetylaitos 3 on rakennettava 37 000 nikkelitonnin vuosituotannon mahdollistamiseksi, ja laitokselle on haettu ympäristölupaa kesällä 2017. Nykyisten muiden apuprosessien pullonkauloja poistetaan kapasiteetin kasvattamiseksi ja tarvittaessa apuprosesseihin hankitaan lisäksi joitakin lisälaitteita lisääntyneeseen tuotantarpeeseen vastaamiseksi. Apuprosesseista aiheutuviin päästöihin ei laajennuksesta johtuen tule merkittäviä muutoksia.

Vesitase ja ylijäämävedet

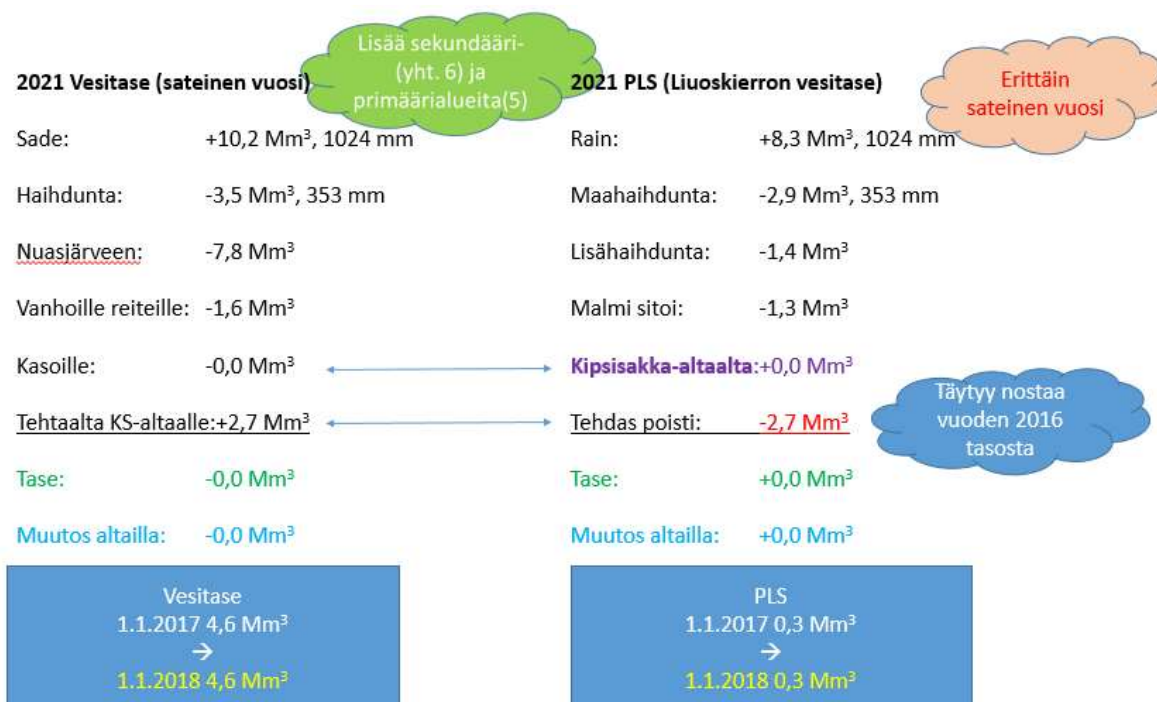
Jäljempänä on esitetty kaivoksen toimintojen laajenemisen vaikutus eli vesitaseeseen kuuluvan valuma-alueen kasvun vaikutus vesitaseeseen ja sen vaikutusta edelleen tarpeeseen juoksuttaa vettä kaivosalueelta.

Kuvissa 4-34 ja 4-35 on esitetty Terrafamen Oy:n laatima vesitasearvio vuoden 2021 tilanteessa. Vuonna 2021 vesienkäsittelyyn kuuluvan valuma-alueen pinta-ala on tämän hetkisten suunnitelmien mukaan suurimmillaan, kun uusia tuotantoalueita on otettu käyttöön (VE1a), mutta vanhoja ei ole vielä ehditty sulkea kokonaan. Kuvan 4-34 laskelmassa on oletettu, että vuodelle 2021 sattuu normaalisateinen vuosi ja kuvan 4-35 laskelmassa on oletettu, että vuodelle 2021 sattuu erittäin sateinen vuosi jolloin sademäärä on vuoden 2015 kaltainen eli hieman yli 1000 mm/a.

Esitetyissä taseissa on huomioitu myös liuoskierron tase eli toimintojen kasvun vaikutus bioliuotuskierrossa kiertävän liuoksen määrään. Tuore bioliuotuska-soille kasattava malmi sitoo vettä ja toimiva bioliuotus haihduttaa vettä. Kuten taseista on nähtävissä, normaalisateisina vuosina (Kuva 4-34) bioliuotuskierron liuostaseeseen voidaan johtaa korvausvettä vesitaseesta, kun taas runsassa-teisena vuonna (Kuva 4-35) bioliuotuskiertoon ei voida johtaa ylimääräistä vettä. Päinvastoin runsassateisena vuonna bioliuotuskierrosta on poistettava vettä puhdistuksen kautta, joka lisää vesitaseeseen kuuluvan veden määrää ja tar-koittaa käytännössä normaalisateista vuotta suurempia juoksutuksia sekä suu-remppaa kuormitusta tai vaihtoehtoisesti veden varastointia.

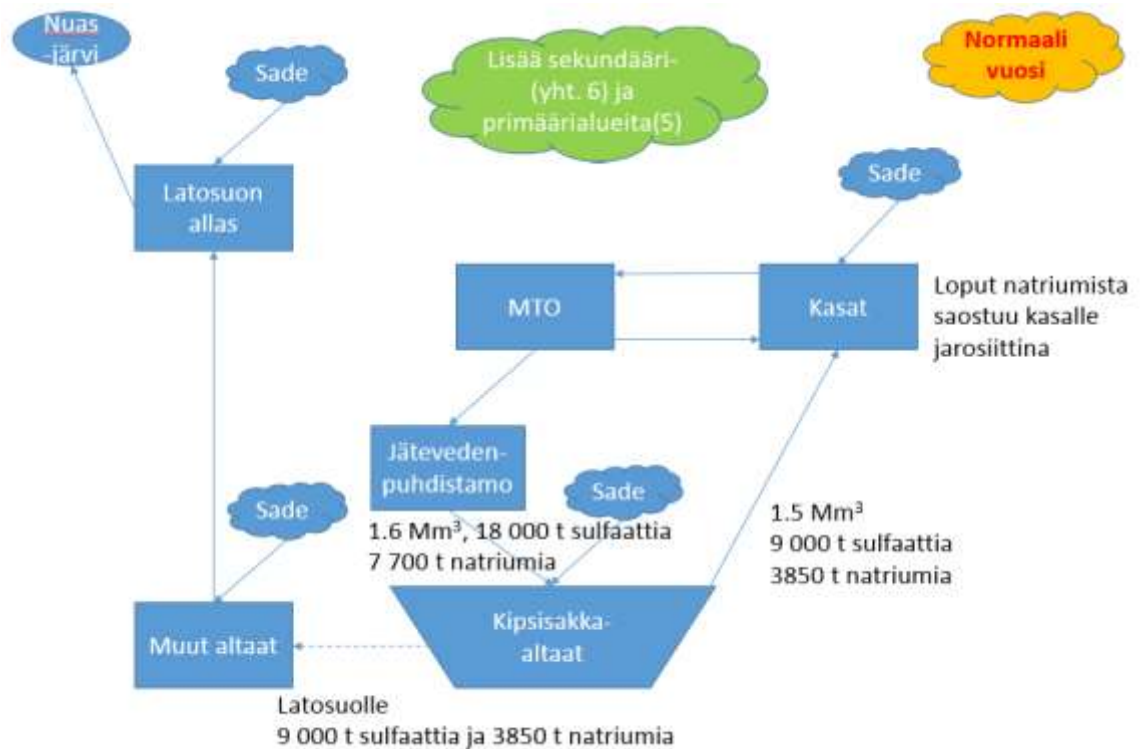


Kuva 4-34. Terrafamen kaivosalueen arvioitu vesitase vuonna 2021, jos on normaalisateinen vuosi (Terrafame Oy).

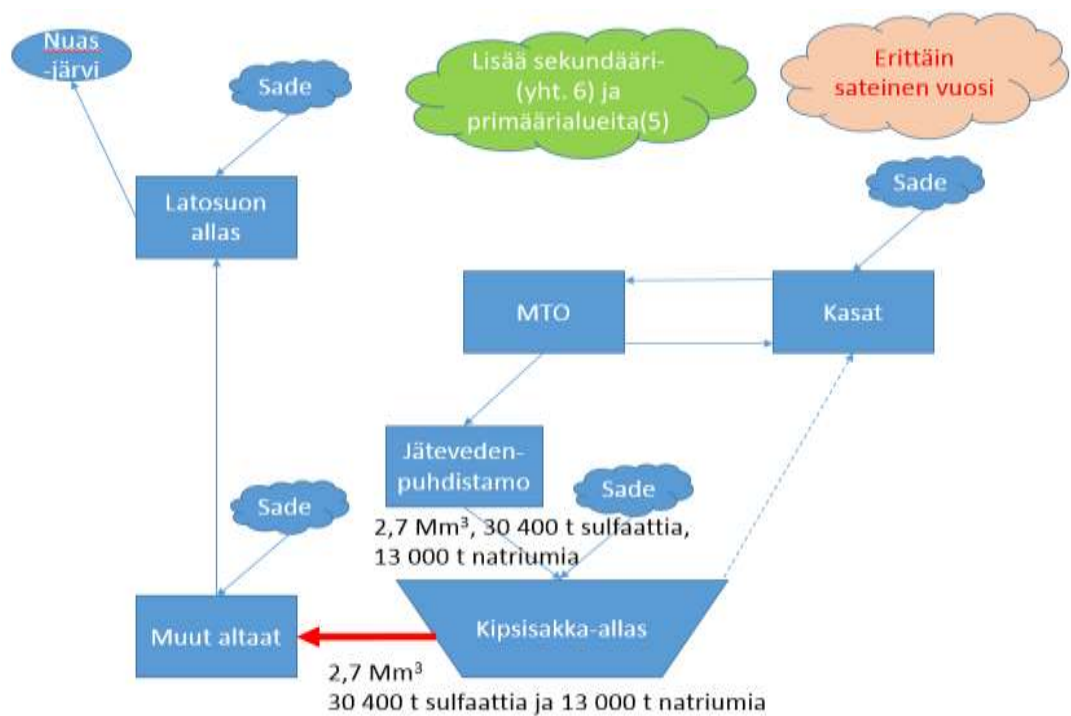


Kuva 4-35. Terrafamen kaivosalueen arvioitu vesitase vuonna 2021, jos on erittäin sateinen vuosi (Terrafame Oy).

Vesitaselaskelmat osoittavat, että normaalisateisina vuosina merkittävä osa sulfaattipitoisista vesistä voidaan ohjata bioliuotuksen liuostaseeseen, jonka jälkeen sulfaattipitoisia vesiä on vielä tarve johtaa pois kaivosalueelta niin, että sulfaattikuormitus on noin 10 000 tonnia vuodessa ja natriumkuormitus noin 4000 tonnia vuodessa (Kuva 4-36). Sateisina vuosina liuoskiertoon ei voida johtaa niin paljon korvausvettä kuin normaalisateisena vuonna, jolloin sulfaattipitoisia vesiä joudutaan ohjaamaan enemmän vesienkäsittelyn kautta purkuvesiin. Tästä johtuen erittäin sateisina vuosina sulfaattipitoisia vesiä joudutaan johtamaan purkuvesiin tai varastoimaan kaivosalueen altaisiin niin, että sulfaattia poistuu liuoskierron taseesta enimmillään noin 30 000 tonnia vuodessa ja natriumia noin 13 000 t vuodessa (Kuva 4-37). Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi 20 000 - 24 000 tonnin vuosittaisella sulfaattikuormituksella seuraavalle vuodelle jää vesitaseen puolelle varastoon noin 10 000 - 6 000 tonnin sulfaattikuorma myöhemmin johdettavaksi joko takaisin bioliuotuskiertoon tai johdettavaksi pois alueelta seuraavien vuosien sulfaattikiintiöiden puitteissa. Jotta alueella varastoitu vesi ei muodostu ympäristöriskiksi, sateisen vuoden johdosta kaivosalueelle varastoidut vedet tulisi voida johtaa normaalisateisena vuonna pois kaivosalueelta.



Kuva 4-36. Terrafamen kaivosalueen arvioitu sulfaattikuorman ja natriumkuorman johtamistarve vuonna 2021, jos on normaalisateinen vuosi eli sadanta on 701 mm/a (Terrafame Oy).



Kuva 4-37. Terrafamen kaivosalueen arvioitu sulfaattikuorman ja natriumkuorman johtamistarve vuonna 2021, jos on erittäin sateinen vuosi eli sadanta on 1024 mm/a (Terrafame Oy).

Energia

Bioliuotuksen sähkönkulutus kasvaa samassa suhteessa bioliuotuksessa olevan malmimäärän kanssa. Metallien tuotantomäärien lisääntyminen kasvattaa myös metallien talteenoton sähköenergiankulutusta. Sähköntarve saadaan nykyisestä voimajohdosta. Energian kulutus kasvaa vaihtoehdosta VE0+ vain primäärilohkojen 5 ja 6 kulutuksen verran (VE0+ n. 560 GWh → VE1a n. 570 GWh).

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 rikin, lipeän ja propaanin kulutusta likimain samassa suhteessa. Rikkihapon kulutuksen ei pitäisi kasvaa. Peroksidin kulutuksen pitäisi pysyä nykytasolla poislukien uraanin talteenoton käyttöönoton vaikutus.

Kemikaalien ja räjähdysaineiden ja määrät on esitetty hankevaihtoehdoittain kappaleissa 4.2.2.2 ja 4.2.2.3.

Jätteet

Sivukivialueet ja kipsisakka-altaat täyttyvät nopeammin kuin vaihtoehdossa VE0+.

Kuljetukset

Tuotteiden tuotantomäärien sekä raaka-ainemäärien kasvaessa myös kuljetusmäärät kaivokselle ja sieltä pois kasvavat. Kuljetusmäärät on esitetty kappaleessa 8.

4.4.2 Vaihtoehdon VE1a vaikutukset toiminnan ympäristönäkökohtiin

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

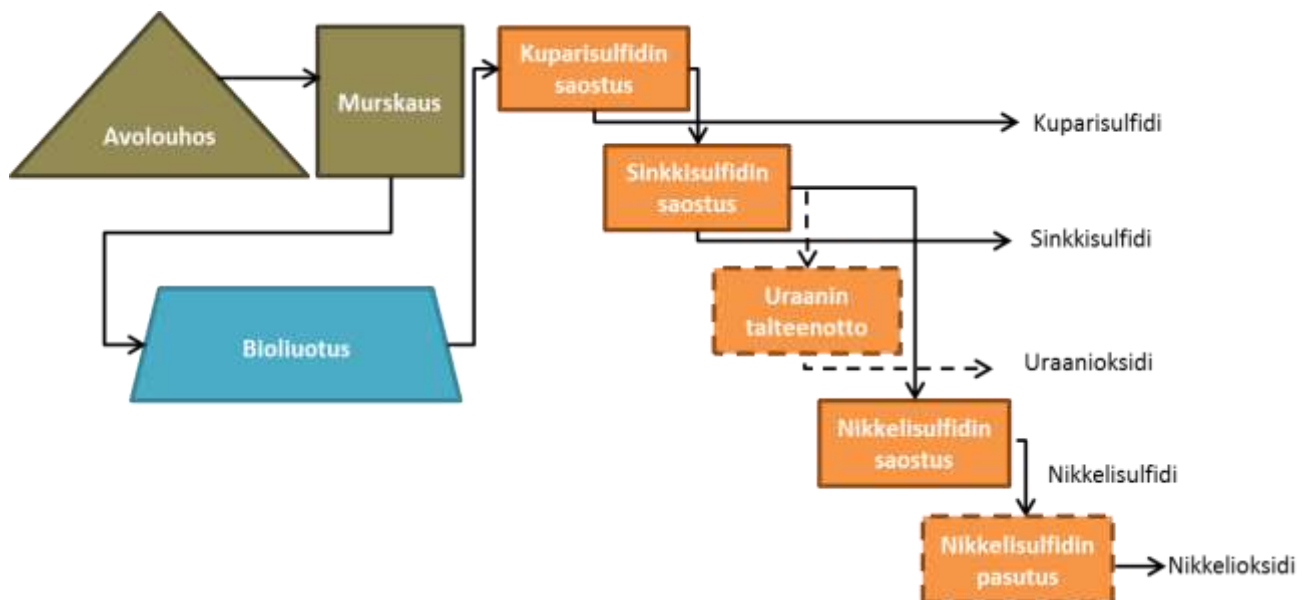
Merkittävimmät arvioitavat vaikutukset vaihtoehdossa VE1a ovat (ei sisällä vesistövaikutuksia):

- Louhinnassa ja kiviaineksen käsittelyssä muodostuva melu ja pöly
- Metallien talteenotossa muodostuvien hönkien lisääntyminen
- Energiankulutuksen lisääntyminen
- Liikenteen lisääntyminen
- Primäärivaiheen liuotuslohkojen 5 ja 6 maankäyttö-, melu- ja maisemavaikutus

4.5 Kaivoksen toiminnan kehittäminen (VE1b)

Vaihtoehdon VE1a mukaisen tuotantotason noston lisäksi metallien talteenotto-laitoksen tuotantoprosessiin lisätään pasutto, ja pasuton kanssa samaan aikaan

rakennetaan myös rikkihappotehdas, joka mahdollistaa osittaisen omavaraisuuden bioliuotuksessa käytettävän rikkihapon suhteen. Pasutto mahdollistaa rikkivetytypitoisten hönkien polton, jonka jälkeen lipeän käyttö vähenee, millä on positiivisia vaikutuksia myös vesipäästöihin. Pasuton sijoittuminen Terrafamen nykyiseen prosessiin on esitetty kuvassa (Kuva 4-38).



Kuva 4-38. Pasuton sijoittuminen nykyiseen prosessiin.

4.5.1 Vaihtoehdon VE1b vaikutus kaivoksen toimintoihin

Pasutto ja rikkihappotehdas tulevat alustavien suunnitelmien mukaan sijoittumaan heti nykyisen tehdasalueen yhteyteen (Kuva 4-12).

Pasuttolaitoksen ja rikkihappotehtaan käyttöönotolla ei ole vaikutusta louhintaan, murskaukseen ja agglomerointiin, bioliuotukseen eikä uraanin talteenottoon.



Kuva 4-39. Teollisuusalue (Terrafame 2010). Pasuton ja rikkihappotehtaan likimääräinen sijainti on esitetty kuvassa punaisella ympyrällä.

4.5.1.1 Pasuton hankekuvaus

Pasutusprosessi sisältää kolme eri osaprosessia (Kuva 4-40)

- Pasutus pasutusuunissa
- Kaasun jäähdytys jätelämpökattilassa
- Poistokaasujen pölynpoisto sähkösuodattimessa

Poistokaasut johdetaan edelleen rikkihappotehtaalle. Rikkihappotehtaan prosessi on käsitelty kohdassa 4.5.1.2 Rikkihappotehtaan hankekuvaus.

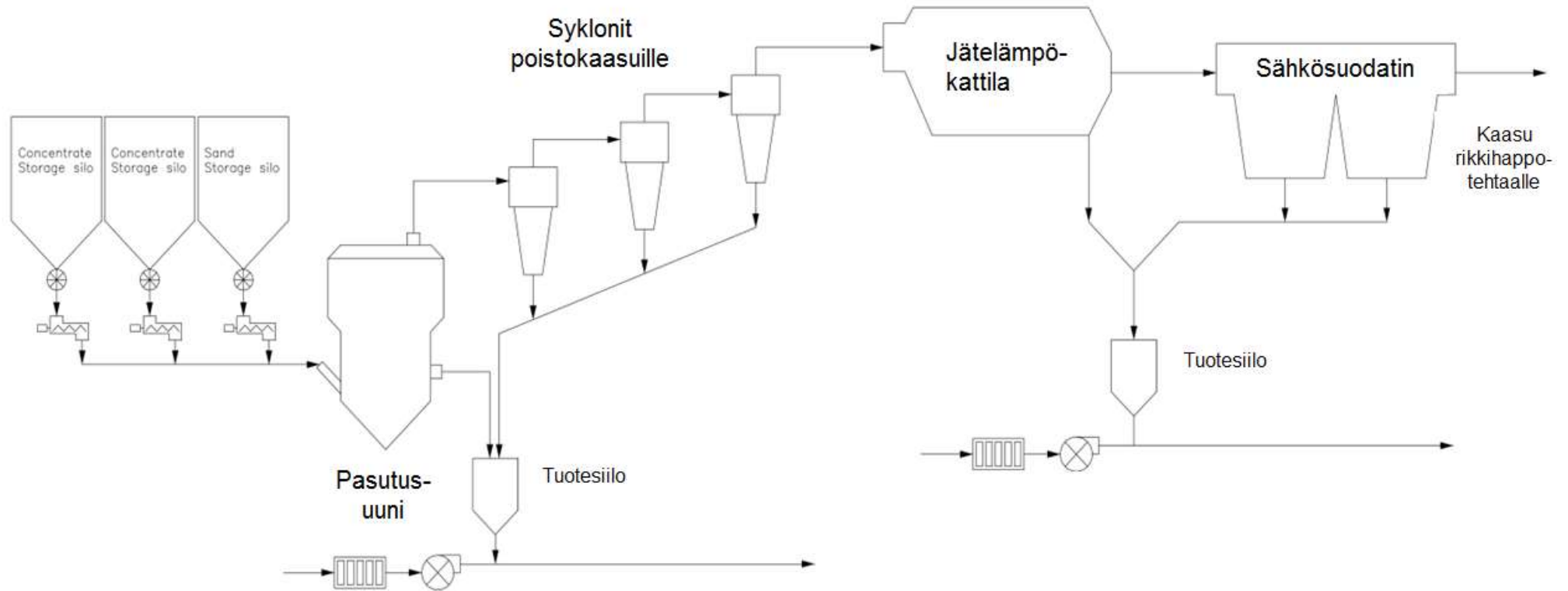
Pasutus-prosessi on kiinteä-kaasu-prosessi. Tässä tapauksessa kyse on leijupetipasutosta. Uunin pohjasta puhalletaan hapella rikastettua ilmaa. Leijupetiuunissa hapetusreaktiot tapahtuvat pääosin uunin leijupedissä uunin alaosassa, missä kiinteä materiaali leijuu ilmavirrassa. Hapettuessaan rikasteen rikki ja metallit hapettuvat rikkidioksidiksi sekä metallioksideiksi. Leijupedin lämpötilaa säädellään hapen syötöllä sekä veden lisäyksellä.

Valmis tuote saadaan kolmesta eri materiaalivirrasta: leijupedin ylite, syklonin alite ja sähkösuodattimelta talteenotettu pöly. Leijupediltä 50–70 % tuotteesta poistuu uunista yläosan ylivuotona ja 30–50 % kiintoaineesta kulkeutuu uunin poistokaasujen mukana sykloneihin, jotka poistavat pölystä yli 90 %. Loput kiintoaineesta erotetaan kaasuvirrasta sähkösuodattimessa. Tämä kiintoaine voidaan tarvittaessa kierrättää takaisin pasutusuuniin. Lisäksi leijupetiuunin pohjalta on mahdollisuus painavien partikkelien poistolle.

Pasutusuunin prosessilämpötilan pitää olla vähintään 1050 °C, tällä varmistetaan nikkelisulfidissa olevan rikin mahdollisimman täydellinen hapettuminen, joka mahdollistaa rikin mahdollisimman täydellisen poistumisen tuotteesta rikkidioksidikaasuksi.

Rikkidioksidi johdetaan edelleen jäähdytyskattilaan, pölynpoistoon (sähkösuodin) ja rikkihappotehtaalle.

Pasutusuunissa on mahdollista käsitellä noin 70 000 tonnia nikkelisulfidia nikkelioksidiksi. Uuni (halkaisija 7-9 m) on kooltaan hieman yli puolet esimerkiksi Bolidenin Kokkolan sinkkitehtaan pasutosta. Vastaavasti Kokkolan sinkkipasutuksen kapasiteetti on noin kuusinkertainen verrattuna Terrafamen suunniteltuun nikkelpasuttoon.



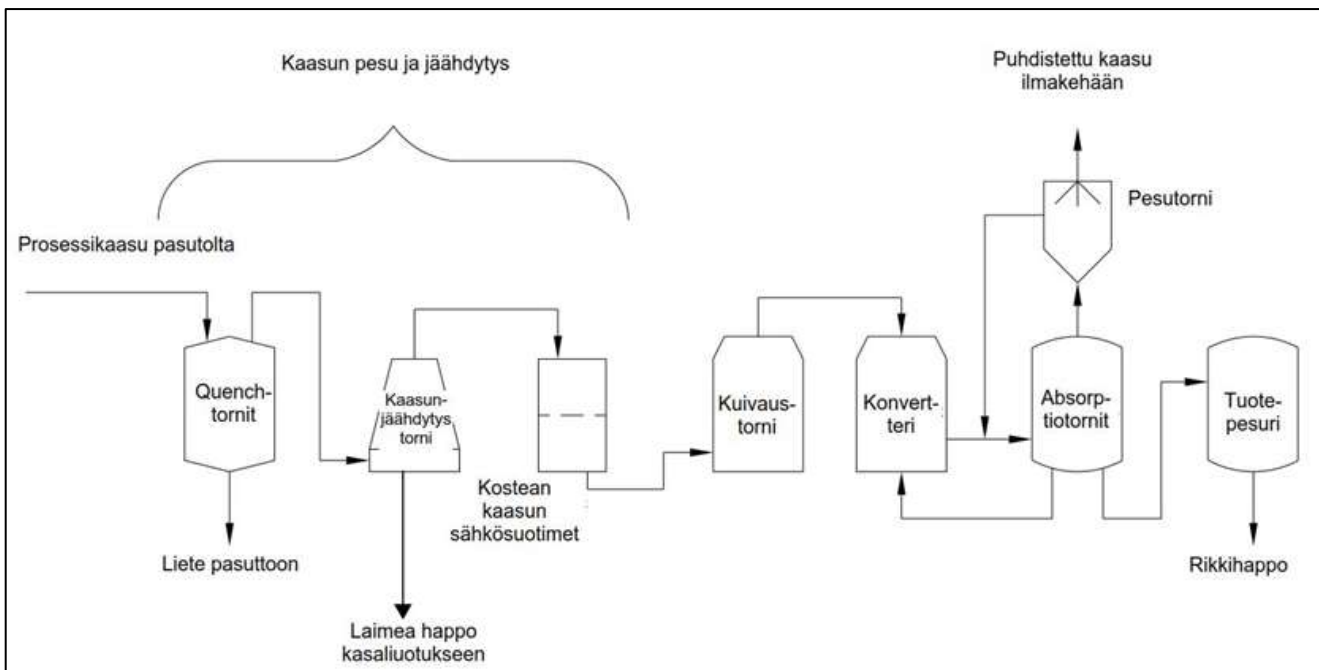
Kuva 4-40. Pasuton alustava prosessikaavio

4.5.1.2 Rikkihappotehtaan hankekuvaus

Pasuton kuuma prosessikaasu johdetaan rikkihappotehtaaseen. Syötettävän kaasun määrä on 20 600 – 24 000 Nm³/h. Rikkidioksidista tuotetaan happotehtaassa rikkihappoa (H₂SO₄). Hapon tuotanto on 6,7 - 11,3 t/h (väkevyys 96 p%) riippuen prosessikaasun SO₂-pitoisuudesta. Tuotettu rikkihappo käytetään laitoksella ja siten vähennetään tarvetta ostaa rikkihappoa muualta. Terrafamelle suunniteltu rikkihappolaitos on varsin pieni (max. 260 t/d), esimerkiksi Harjavallassa tuotetaan rikkihappoa noin 2000 t/d ja Kokkolassa 800 t/d.

Rikkihappotehtaan ensimmäinen vaihe sisältää kaasun pesun ja jäähdytyksen (Kuva 4-41), joka toteutetaan kahdella sarjaan kytketyllä Quench-tornilla (sekä pesua että jäähdytystä), yhdellä jäähdytystornilla ja kahdella rinnan kytketyllä kostean kaasun sähkösuotimella. Kaasun pesuun ja jäähdytykseen käytetään rikkihappotehtaassa syntyvää laimeaa rikkihappoa.

Kaasun pesu on välttämätöntä jatkoprossin toiminnan kannalta, jottei kaasuun mahdollisesti jäävä pöly sekä raskasmetallit likaa prosessia. Prosessikaasun pesuun käytettävä kiertävä rikkihappoliuos kulkee kiintoaineen erotuksen läpi ennen kuin se palautetaan pesutorneihin. Kiintoaineen erotuksessa saatava liete sisältää prosessikaasun mukana tulleen pölyn. Liete voidaan kierrättää takaisin pasuton syöttöön lietteen sisältämän nikkelin talteen saamiseksi.



Kuva 4-41. Rikkihappotehtaan päälaitteet ja sieltä lähtevät virtaukset.

Jotta liukoiset epäpuhtaudet eivät rikastuisi rikkihappotehtaan kiertoihin, johdetaan myös jäähdytystornin liuoskierrosta pieni sivuvirta pois rikkihappotehtaalta. Sivuvirran suuruus on 1,8 -3,6 m³/h ja se voidaan johtaa bioliuotuskasveille missä sivuvirran sisältämä happo tulee hyödynnettyä.

Kun kaasu on pesty ja jäähdytetty n. 30–40°C:een, se johdetaan kuivaustorniin, missä kaasun sisältämä kosteus poistetaan happotehtaan tuottamalla väkevällä

rikkihapolla. Kuivattu kaasu johdetaan sitten konvertteriin, missä V_2O_5 katalyytti hapettaa kaasun sisältämän SO_2 :n SO_3 :ksi.

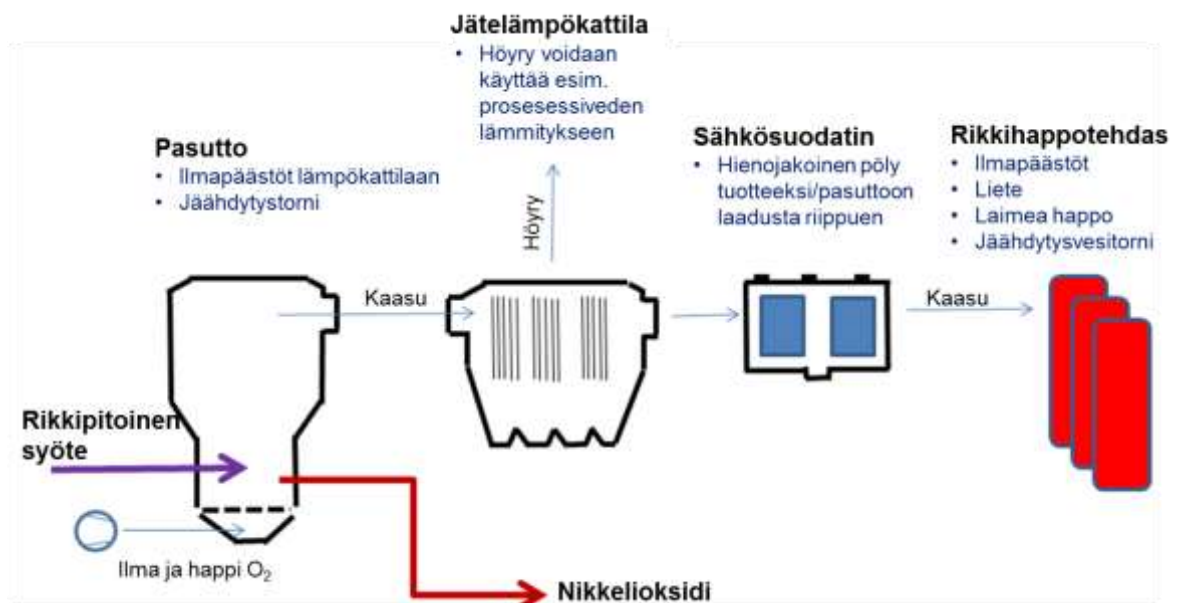
Konvertterin jälkeen kaasu johdetaan absorptiotorneihin, joissa SO_3 reagoi veden kanssa muodostaen rikkihappoa H_2SO_4 . Liuoksia kierrätetään absorptiotorneissa siten, että saavutetaan rikkihapon haluttu väkevyys 96 p%. Valmis happo pumpataan absorptiotorneilta tuotepesurin kautta varastosäiliöön. Tuotepesurissa haposta poistetaan ilmapuhalluksella siihen liuennut reagoimaton SO_2 . Tuotepesurin kaasut palautetaan konvertteriin. Prosessista lähtevä kaasu pestään kaksivaiheisesti ennen ilmakehään purkamista. Ensimmäisessä vaiheessa pesuliuksena on happotehtaassa syntyvä laimea rikkihappo, joka pesuvaiheen jälkeen palautetaan absorptiotorneihin. Toisessa vaiheessa pesuliuksena käytetään vetyperoksidinliuosta. Toisessa pesuvaiheessa viimeisetkin kaasun sisältämät rikkioksidit pestään pois kaasusta ja ne reagoivat vetyperoksidin kanssa muodostaen rikkihappoa, joka voidaan palauttaa absorptiotorneille.

Pesutornissa pesty kaasu kulkee vielä pisaraerottimen läpi ennen kuin se johdetaan piippuun, jonka kautta se vapautetaan ilmakehään. Kaasu sisältää happea ja typpeä ja se on kylläistä vesihöyryn suhteen. Ilmakehään johdettavan kaasun määrä on n. 24 500 Nm³/h. Kaasun SO_2 -pitoisuus on tyypillisesti alle 50 ppm (145 mg/Nm³) ja SO_3 :n ja happosumun yhteenlaskettu pitoisuus on alle 30 mg/Nm³.

Mahdollisissa happotehtaan häiriötilanteissa sekä prosessin ylös- ja alasajojen aikana pesutornista lähtevän kaasun SO_2 ja SO_3 -pitoisuudet saattavat lyhytaikaisesti olla ilmoitettuja suurempia.

4.5.2 Vaihtoehdon VE1b vaikutukset toiminnan ympäristönäkökohtiin

Alustavassa suunnittelussa on tunnistettu seuraavat kuvassa (Kuva 4-42) esitetyt ympäristövaikutukset. Koska kyseessä on täysin uusi laitos, siihen sovelletaan automaattisesti parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa (BAT, Best available technology).



Kuva 4-42. Pasuton ja rikkihappotehtaan päästöt.

Ilmapäästöt

Nykyisestä metallien talteenotto-prosessista vapautuu H_2S -kaasuja. Kaasut käsitellään ja puhdistetaan natriumhydroksidin ($NaOH$) avulla. Nämä kaasut voitaisiin johtaa jatkossa pasuttoon jossa ne poltetaan. Tämä vähentäisi natriumhydroksidin käyttöä arviolta 20 %, jolloin natriumin määrä kaivoksen vesissä vähenisi. Samalla sulfaatti saostuisi vesistä tehokkaammin mikä pienentäisi sulfaatin vesistökuormitusta. Kuuma pasuton prosessikaasu jatkaa matkaa jäte-lämpökattilaan, sähkösuodattimelle ja rikkihappotehtaalle. Rikkihappotehtaalla on kaasupesurit jotta rikkidioksidin ilmapäästöjä saadaan vähennettyä. Normaaliosuhteissa happotehtaalta lähtevä kaasu on vesihöyryllä kyllästettyä ilmaa (tyypeä ja happea), joka voi sisältää pieniä määriä SO_2 :ta, SO_3 :a ja rikkihappopisaroita. Happotehtaan syötteenä olevan prosessikaasun sisältämät kiintoaineet ja kaasuntuuvat epäpuhtaudet poistuvat kaasunpuhdistuksessa.

Vesipäästöt

Koska metallien talteenottolaitoksen H_2S -kaasut voidaan johtaa pasuttoon, natriumin ja sulfaatin määrä vesissä pienenee. Rikkihappotehtaalla on kaasupesurit joissa käytetään vetyperoksidia (H_2O_2). 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

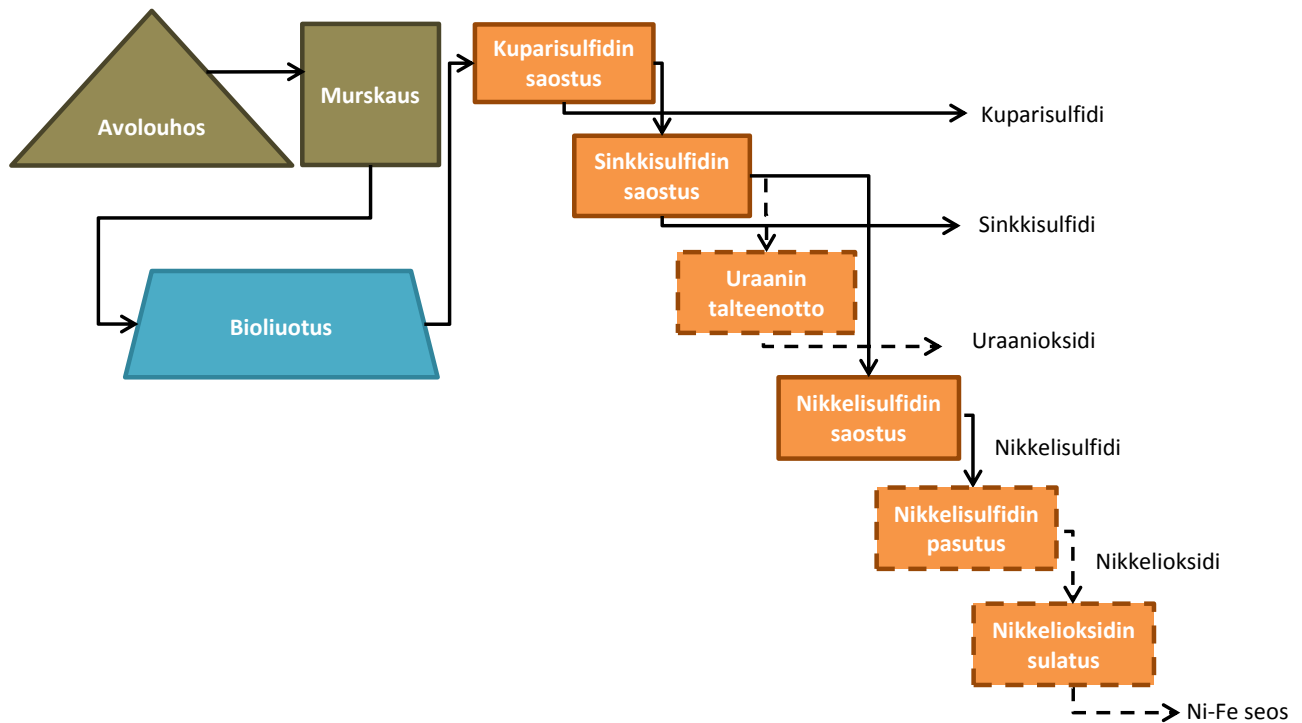
Sähkösuodattimelta kerättävä hieno pöly voidaan johtaa takaisin pasuttoon tai käyttää tuotteena riippuen pölyn laadusta. Kaasujen puhdistuksessa voi syntyä jonkin verran lietettä riippuen pölyn määrästä kaasuvirrassa. Liete syötetään todennäköisesti metallien talteenottoon.

Energia

Energian kulutus kasvaa vaihtoehdosta VE1a pasuton ja rikkihappotehtaan verran (VE1a n. 570 GWh → VE1b n. 580 GWh).

4.6 Kaivoksen toiminnan kehittäminen (VE1c)

Vaihtoehdon VE1a mukaisen tuotantotason noston lisäksi metallien talteenottolaitoksen tuotantoprosessiin lisätään pasuton ja rikkihappotehtaan jälkeen sulatto (Kuva 4-43).



Kuva 4-43. Sulaton sijoittuminen nykyiseen prosessiin.

4.6.1 Vaihtoehdon VE1c vaikutus kaivoksen toimintoihin

Sulatto tulee alustavien suunnitelmien mukaan sijoittumaan heti nykyisen tehdasalueen yhteyteen, pasuton ja rikkihappotehtaan viereen (Kuva 4-39).

Sulaton käyttöönottolla ei ole vaikutusta louhintaan, murskaukseen ja agglomerointiin, bioliuotukseen eikä uraanin talteenottoon.

4.6.1.1 Sulaton hankekuvaus

Sulaton tarkoitus on pelkistää nikkelioksidi metalliseksi nikkeliä sähköuunissa. Sulaton alustava prosessikaavio on esitetty kuvassa (Kuva 4-44). Pelkistimenä käytetään hienoa koksia tai hyvälaatuista hiiltä (antrasiitti). Tässä vaiheessa projektia prosessia suunnitellaan DC-uuniratkaisuun perustuen (direct current). Muut realistiset uuniratkaisut eivät ympäristön kannalta merkittävästi poikkea DC-uunista.

Sulaton toiminta on mallinnettu teollisuusstandardin mukaisesti. Sulattoprosessin toimintaa on simuloitu Outotec HSC sim nimisellä mallinnusohjelmalla. Sulaton mallinnukseen on otettu lähtötiedoksi pasuttoprosessista saatava nikkelioksidi. Muut prosessin raaka-aineet ovat koksi tai antrasiitti, kvartsi, dolomiitti ja kalkki. Keskimääräinen vuosittainen nikkelioksidisyöttö on noin 60 000 tonnia. Tuotannossa tarvittava energia on 1728 kWh syötettyä nikkelioksiditonnia kohti. Terrafamelle suunniteltu sulatto on kokoluokaltaan pieni. Terrafamen sulaton tarvitsema teho on 15 MW, kun esimerkiksi Outokummun Tornion tehtaan neljästä sulatosta suurin sulatto tarvitsee tehoa 160 MW ja pienin 30 MW.

Sulatusuuni on sulapintainen DC-uuni, missä raaka-aineet syötetään painovoimaisesti sulan pintaan elektrodin välittömään läheisyyteen. Materiaalit sulavat ja

reagoivat 1500–1600°C sulassa ja valokaassa. Valokaari muodostuu elektrodin ja sulapinnan välille.

Uunista tulee ulos hiilimonoksidikaasua noin 2700–2800 Nm³/h uunin tuotannosta riippuen. Uunikaasut poltetaan jätelämpökattilassa. Kattilassa hiilimonoksidi hapetetaan hiilidioksidiksi, vety vesihöyryksi ja kaasussa olevat metallit kiinteiksi oksideiksi. Jätelämpökattilan jälkeen kaasun koostumuksen arvioidaan olevan taulukon 4-11 mukainen.

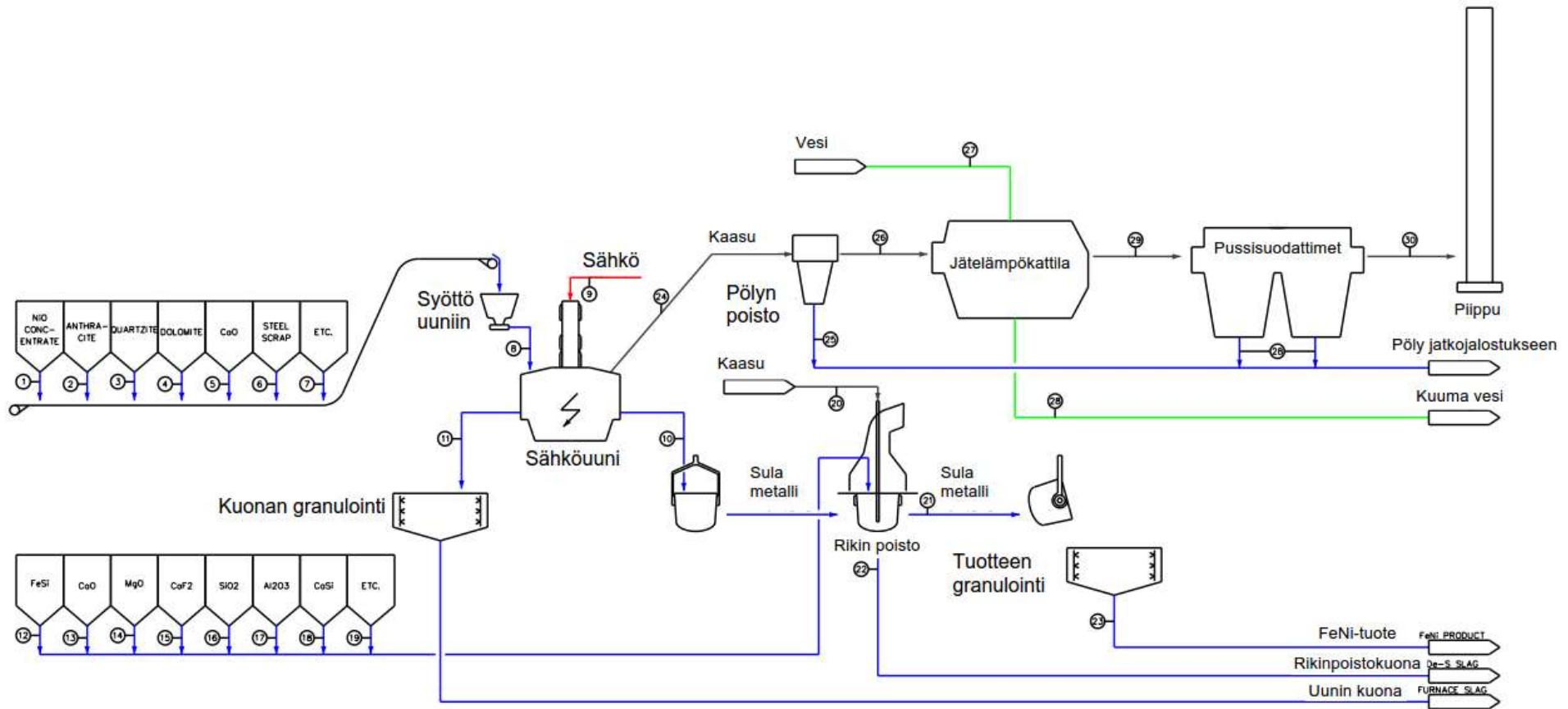
Taulukko 4-11. Laskettu kaasun analyysi jätelämpökattilan jälkeen

N ₂	CO(g)	CO ₂ (g)	SO ₂ (g)	K(g)	Na(g)	Zn(g)	H ₂ O(g)	Si(g)
66 %	0 %	33 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0,9 %	0 %

Jätelämpökattilassa kaasujen lämpötila lasketaan 200-250°C asteeseen. Tämän jälkeen kaasujen lämpötilaa lasketaan jäähdytysilmalla ja/tai vesijäähdytyksellä. Savukaasujen tavoitelämpötila on 130-150°C. Savukaasuissa oleva kiintoaines poistetaan kaasuista pussisuodattimella. Pussisuodattimen jälkeen kaasun kiintoainepitoisuus on alle 1 mg/m³. Poistokaasujen määrä on 10 000 - 18 000 Nm³/h jäähdytysilman määrästä riippuen.

Jätelämpökattilasta saatava höyry hyödynnetään prosessissa höyrynä. Käyttökohteet tulevat todennäköisesti olemaan granulaattirikin sulatuksessa ja kaukolämmön tuotannossa jossa höyry korvaa nykyisin käytettäviä polttoaineita.

Uunikaasujen mukana kulkeutuu suhteellisen suuri määrä syötteestä tulevaa pölyä. Pölyn määrän arvioidaan olevan jätelämpökattilan jälkeen 6-8 % syötetystä nikkelioksidista.



Kuva 4-44. Sulaton alustava prosessikaavio.

Pölyn korkeasta nikkelpitoisuudesta johtuen pöly kannattaa jatkojalostaa. Pöly sulatetaan induktiuunissa, mihin pölyn lisäksi panostetaan harkkorautaa ja/tai hiilipitoista pelkistintä. Nikkeli pelkistyy metalliseksi ja rauta osaksi metalliseksi osan jäädessä kuonaan. Sinkki höyrystyy ja muuttuu hapettuaan takaisin kiinteään olomuotoon. Muut komponentit jäävät pääosin kuonaan. Induktio-uunisulatus on panosprosessi.

Induktiouunin savukaasut puhdistetaan pussisuodattimella ja talteen saatu sinkkioksidipöly (noin 2 500 t/a) toimitetaan sinkin tuotannon raaka-aineeksi. Sulatettu Ni-Fe-seos yhdistetään varsinaisen lopputuotteen käsittelyyn.

Sulattoprosessin tuloksena valmista Ni-Fe-seosta arvioidaan tuotettavan noin 44000 tonnia vuodessa.

Ni-Fe-seos lasketaan uunista laskureiästä senkkaan. Tämän jälkeen senkassa olevalle Ni-Fe-seokselle suoritetaan rikinpoisto. Rikinpoistossa sulaan syötetään rikinpoistoreagenssia, jonka jälkeen syntynyt rikinpoistokuona kaavitaan senkan pinnalta pois. Rikinpoiston jälkeen sula Ni-Fe-seos granuloidaan valmiiksi nikkeligranulituotteeksi.

4.6.2 Vaihtoehdon VE1c vaikutukset toiminnan ympäristönäkökohtiin

Koska kyseessä on täysin uusi laitos, siihen sovelletaan automaattisesti parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa (BAT, Best available technology).

Ilmapäästöt

Sulaton ilmapäästöt koostuvat hiukkaspäästöistä sekä hiilidioksidipäästöistä. Savukaasuissa oleva kiintoainepitoisuus poistetaan kaasusta pussisuodattimella. Pussisuodattimen jälkeen kaasun kiintoainepitoisuus on alle 1 mg/m^3 . Poistokaasujen määrä on 10 000 - 18 000 Nm^3/h jäähdytysilman määrästä riippuen.

Hiilidioksidipäästöjen arvioidaan olevan 39 000–40 000 tonnia vuodessa. Hiukkaspäästöjä pussisuodattimien poistokaasuista arvioidaan tulevan 200 – 300 kg vuodessa.

Vesipäästöt

Prosessissa käytetään vettä lähinnä uunien jäähdytykseen sekä ferronikkelin ja kuonan granulointiin. Tarvittavat vesimäärät ovat noin $20 \text{ m}^3/\text{h}$. Lähes kaikki vesi kuluu sulan metallin ja kuonan tuoman lämpöenergian aiheuttamaan veden höyrystymiseen. Pieni osa poistuu kostean granulin mukana. Lisäksi prosessissa syntyy kuumaa vettä (jäähdytysvettä), joka ei liikaannu prosessissa. Tämä kuuma vesi kierrätetään lämmitykseen.

Päästöt maaperään ja pohjaveteen

Sulatosta ei aiheudu päästöjä maaperään eikä pohjaveteen.

Energia

Energian kulutus kasvaa vaihtoehdosta VE1b sulaton verran (VE1b n. 580 GWh → VE1c n. 690 GWh).

Jätteet

Pöly: Uunikaasujen mukana kulkeutuu suhteellisen suuri määrä syötteestä tulevaa pölyä. Pölyn määrän arvioidaan olevan jätelämpökattilan jälkeen 6-8 % syötetystä nikkelioksidista. Lisäksi uunin laskureiät sekä rikinpoisto on varustettu pölynpoistolla. Pölyn korkeasta nikkelipitoisuudesta johtuen pöly kannattaa hyödyntää. Syntyneet pölyt sulatetaan induktiouunissa.

Kuona: Kuona on masuunikuonan tyyppinen sivutuote, joka on niukkaliukoinen ja sitä voidaan hyödyntää maanrakennuksessa. Sula kuona rakeistetaan lopputuotteeksi, jota voidaan käyttää maanrakennukseen joko kaivoksella tai sen lähialueella. Kuonan kokonaispitoisuudet ja liukoisuudet tullaan tutkimaan tulevaisuudessa koeajoissa syntyvästä kuonasta.

Kuonan laskennallinen analyysi on esitetty taulukossa 4-12. Kuonaa arvioidaan syntyvän prosessissa n. 32 000 t/a.

Taulukko 4-12. Kuonan tyypillinen analyysi.

CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	FeO	Cr ₂ O ₃	NiO
46,9%	10,4%	37,2%	2,2%	0,3%	0,3%	0,0%	0,7%	0,4%	0,4%	0,4%

4.7 Kaivoksen sulkeminen (VE2)

4.7.1 Yleistilanne

Kesällä 2016 valtio-omistaja linjasi, että kaivoksen ennen aikainen sulkeminen voisi olla vaihtoehto, mikäli kaivokselle ei löytyisi yksityistä rahoitusta. Terraframien jatkorahoituksen varmistuttua alkuvuonna 2017, ei kaivoksen ennen aikainen sulkeminen ole enää mukana tämän hetkessä suunnitelmassa, vaan toiminnassa tähdätään tuotannon ylösajoon ja kannattavaan liiketoimintaan. Myös tuotannon kehittäminen on vahvasti mukana tämän YVA:n vaihtoehtojen mukaisesti.

Vaikka ennen aikainen sulkeminen ei olekaan enää ajankohtaista, on sulkemisen vaihtoehto haluttu pitää mukana YVA:ssa, jotta sulkeminen voidaan riittävällä tavalla kuvata ja arvioida. Sulkemisen vaihtoehdossa on kuvattu sulkemisen vaiheet, jotka ovat pääosin samoja myös pitkällä aikavälillä tapahtuvassa sulkemisessa.

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. Sekundääriliuotusalueen ja kipsisakka-aldien viimeisten osien arvioidaan olevan peitettynä noin 5–10 vuoden kuluttua lopettamispäätöksestä.

Lopettamispäätöksen jälkeen nikkelituotanto pysyy merkittävänä arviolta 1,5 vuotta sulkemispäätöksen jälkeen johtuen bioliuotuksen pitkästä viipymästä. Jos lopettamispäätös tehtäisiin esimerkiksi vuoden lopussa, olisi nikkelituotanto seuraavana vuotena todennäköisesti yli 20 000 tonnia.

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

4.7.2 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 päättyttyä 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 päättyttyä toiminnanharjoittaja vastaa edelleen tarvittavista toimista ympäristön pilaantumisen estämiseksi, toiminnan vaikutusten selvittämiseksi 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 vesitalousluvan 30.4.2014, lupapäätös Nro 36/2014/1 Dnro PSAVI/58/04.08/2011. Päätös on tullut lainvoimaiseksi korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä 9.5.2017.

Sulkemistoimiin liittyen lupaehdoissa on määrätty mm. seuraavaa:

109. Luvan haltija vastaa toiminnan päätyttyä edelleen tarpeellisista toimenpiteistä pilaantumisen ehkäisemiseksi, toiminnan vaikutusten selvittämisestä ja tarkkailusta.
110. Luvan saajan on tämän päätöksen lupamääräykset huomioon ottaen päivitettävä Talvivaaran kaivoksen sulkemissuunnitelmaa (19.10.2009) ja toimitettava se aluehallintoviraston hyväksyttäväksi 28.2.2015. Sulkemissuunnitelman on katettava sekä ympäristönsuojelulain että vesilain nojalla toteutetut ja toteutettavat toimet.

Sulkemissuunnitelmaan on liitettävä myös suunnitelma liuotusprosessien hallitukseksi alasajamiseksi sekä jätealueiden ja jätevesipäästöjen hallitsemiseksi tilanteessa, jossa kaivoksen toiminta keskeytyy osittain tai kokonaan normaalia huoltojaksoa pidemmäksi ajaksi.

Jos toiminta loppuu suunniteltua aiemmin, on sulkemista koskeva hakemus ja tilannetta vastaava sulkemissuunnitelma toimitettava viipymättä lupaviranomaisen ratkaistavaksi ympäristönsuojelulain 90 §:n 3 momentin mukaisesti.
111. Luvan saajan on aloitettava jätealueiden ja kaatopaikkojen sekä liuotusalueiden sulkeminen tiiviillä pintarakenteella tuotantotoiminnan aikana sitä mukaa kun jätealueen tai kaatopaikan osa saavuttaa lopullisen kokonsa ja muotonsa tai sen käyttö on muusta syystä lopunut. Sulkemistoimia on jatkettava vuosittain täyttötoiminnan edetessä.

Suoto- ja kaatopaikkavesien muodostumisen estämiseksi muotoiltujen kaivannaisjätteen jätealueiden ja kaatopaikkojen sekä liuotusalueiden päälle on tehtävä 19.10.2009 päivätyn kaivoksen sulkemissuunnitelman mukainen tiivis pintarakenne. Lakialueella pintarakenteessa on oltava alhaalta lukien yhtenäinen 1,5 mm:n HDPE-muovikalvosta tehty keinotekoinen eriste ja sen päälle asennettuna levitettävä vähintään 0,5 m:n paksuinen suoja- ja kasvukerros. Keinotekoinen eriste on suojattava ylä- ja alapuolelta pistemäisiä kuormituksia vastaan.

Luiskissa keinotekoisien eristeen päälle on asetettava sulkemissuunnitelman mukaisesti vähintään 200 mm:n kuivatuskerros, jonka päälle tulee vähintään 0,5 m:n paksuinen suoja- ja kasvukerros.

Kerrokset on tarvittaessa erotettava suojageotekstiilillä.

Kipsisakka-altaan 1 lohkoille 1–3 on rakennettava valtioneuvoston asetuksen kaatopaikoista (331/2013) ja sen liitteen 1 mukainen vaarallisen jätteen kaatopaikkaa koskeva pintarakenne.
112. Ennen toiminnan suunniteltua lopettamista kaikki ensimmäisen vaiheen liuotusalueen malmi on oltava liuotettuna ja siirrettynä toisen vaiheen liuotusalueelle. Toisen vaiheen liuotusta ja metallien talteenottoa on jatkettava siihen asti, kunnes pääosa toiminnan aikana kertyneen kokemuksen mukaan liukenevasta metallista on liuotettu ja otettu talteen.

Liutustoiminnan loputtua ensimmäisen vaiheen liuotusalue ja liuosaltat rakenteineen on poistettava ja mahdollinen pilaantunut maaines sijoitettava luvan saaneelle kaatopaikalle tai muutoin kunnostettava. Ensimmäisen vaiheen liuotusalueelle on malmin poistamisen jälkeen levitettävä kasvukerros alueen kasvittumisen nopeuttamiseksi.

Jätealueiden ja kaatopaikkojen suotovesialtaat on pidettävä vesien käsittelyaltaina toiminnan loppumisen jälkeen.

113. Toisen vaiheen liuotusalueiden, sivukivien jätealueiden ja kaatopaikkojen suotovedet on toiminnan loppumisen jälkeen käsiteltävä ja johdettava vesistöön siten, että pitoisuudet alittavat johdettavien vesien raja-arvot.

Jätealueiden ja kaatopaikkojen tiivistyskerroksen yläpuoliset puhtaat vedet voidaan johtaa suoraan maastoon.

114. Luvan saajan on toiminnan lopettamisen jälkeen käsiteltävä avolouhoksesta ylivirtaava vesi ennen johtamista vesistöön, siten, että pitoisuudet alittavat johdettavien vesien raja-arvot.

115. 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.

Luvan saajan on huolehdittava siitä, että kaivostoiminnan lopettamisen jälkeenkin kaivannaisjätealueista, kaatopaikoista ja muista kohteista aiheutuvien päästöjen rajoittamiseksi tarpeelliset rakenteet ja laitteet ovat käytössä ja pysyvät toimintakuntoisina siihen asti kunnes lupaviranomainen jälkihoitovaiheen päästö- ja vaikutustarkkailutietojen perusteella päättää, että järjestelmät eivät ole tarpeen.

4.7.3 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

4.7.4 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.

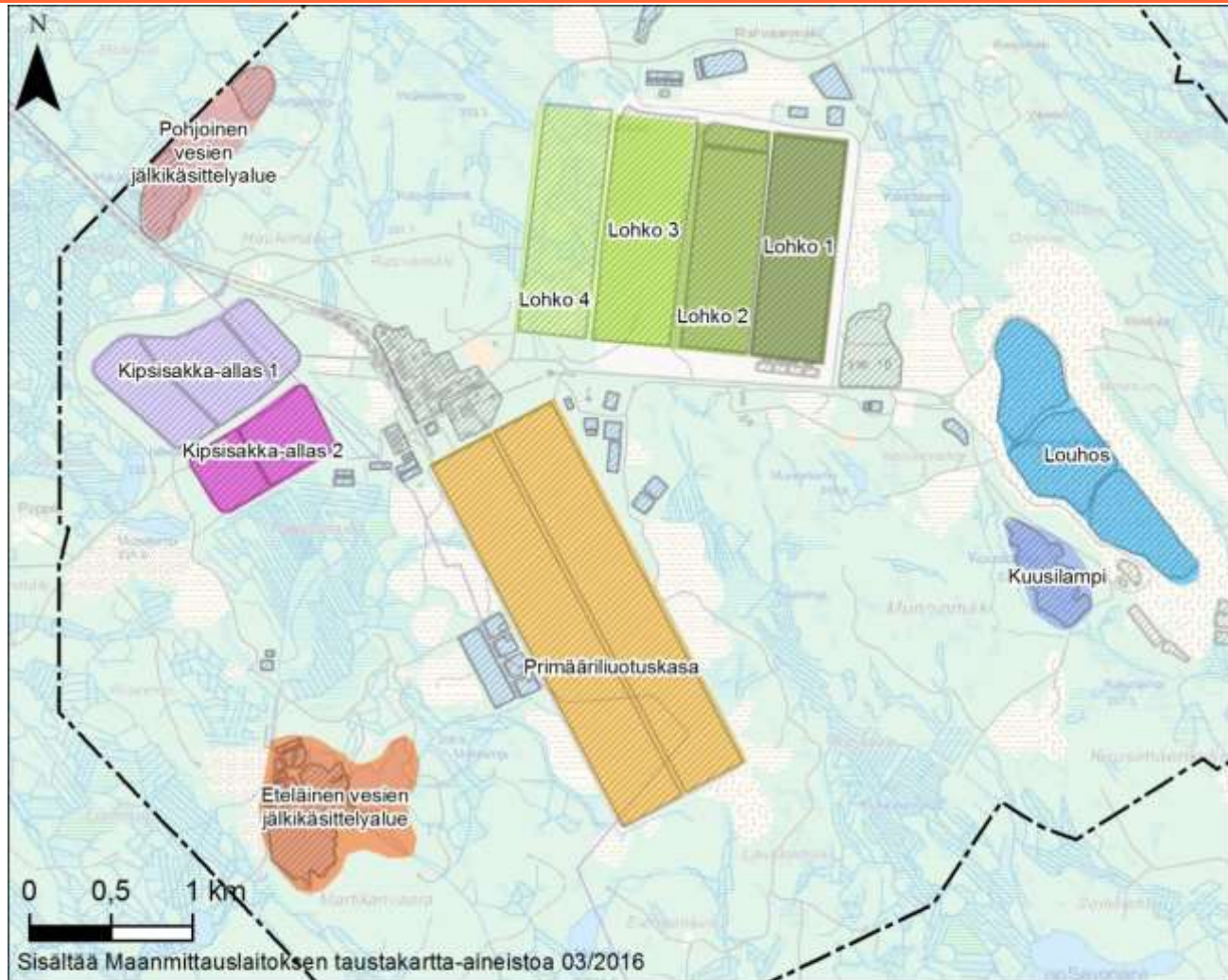
Kaivostoiminnan päätyttyä tehdasalueelle pyritään ensisijaisesti löytämään uusi käyttäjä, jolle rakennukset myydään. Muussa tapauksessa alueelta poistetaan kaikki koneet, laitteet, jätteet, kemikaalit ja tuotteet ja toimitetaan ne luvanvaraiseen vastaanottoaikaan. Tehdasalueen ympärille rakennetaan aita. 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.

4.7.5 Sulkemisvaiheen vesien hallinta

Sulkemisvaiheen kuormituksia on tarkasteltu erillisessä vesienhallinnan YVA-menettelyssä. Aktiivista vesienpuhdistusta varaudutaan jatkamaan noin 10 vuoden ajan metallien talteenoton päättymisen jälkeen (Kuva 4-45). Kipsisakka-altaat suljetaan vaiheittain, mutta lopullisesti kuitenkin vasta keskuspuhdistamon käytön päättyessä. Tarkkailua jatketaan suljetuilla alueilla muodostuvista vesistä.

4.7.6 Sulkemisaikataulu

Sulkemisen alustava aikataulu on esitetty kuvassa (Kuva 4-45). Koska louhinta on ensimmäisiä päättyviä toimintoja, louhoksen jälkihoitotoimet ja vesitäyttö kuuluvat myös ensimmäisiin sulkemistoimenpiteisiin. Primääriliuotusalueiden purkaminen ja sekundääriliuotusalueiden peittäminen suoritetaan vaiheittain liuotusprosessien tullessa päätökseen. Metallien talteenottolaitoksen toiminta jatkuu liuotusprosessin loppuun ja talteenottolaitos suljetaan noin viiden vuoden kuluttua sulkemispäätöksestä.



	vuosi 1	vuosi 2	vuosi 3	vuosi 4	vuosi 5	vuosi 6	vuosi 7	vuosi 8	vuosi 9	vuosi 10
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*										

* lopullinen kipsisakka-altaan sulkeminen riippuu keskuspuhdistamon käytöstä

Kuva 4-45. Alueiden sulkemisen alustavat vaiheet.

5 ARVIOITAVAT VAIKUTUKSET

5.1 Yleistä

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

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

Koska vesienhallinnan YVA-menettely on viety läpi erillisenä prosessina, keskittään tässä YVA-menettelyssä pääasiassa muihin vaikutuksiin, kuten ilmaan, maisemaan ja meluun.

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

5.2 Tehdyt selvitykset

Ympäristövaikutusten arvioinnin tulokset on koottu tähän ympäristövaikutusten arviointiselostukseen. Ympäristövaikutusten arviointia varten on tehty seuraavat erillisselvitykset (tehdyt selvitykset kuvataan tarkemmin osa-alueittain seuraavissa luvuissa):

- Pölymallinnusraportti (Liite 3)
- Ilmapäästöjen mallinnusraportti (Liite 4)
- Maisemaselvitys (Liite 5)
- Melumallinnusraportti (Liite 6)
- Asukaskyselyn tulokset (Liite 7)
- Viljelymaiden ja kasvien haitta-aineselvitys (Liite 8)
- Ympäristöriskien seurausvaikutusten arviointi –raportti (Liite 9)
- Bioindikaattoriselvitys (Liite 11)
- Aluetalousselvitys (Liite 12)
- Pohjavesiselvitys (Liite 13)

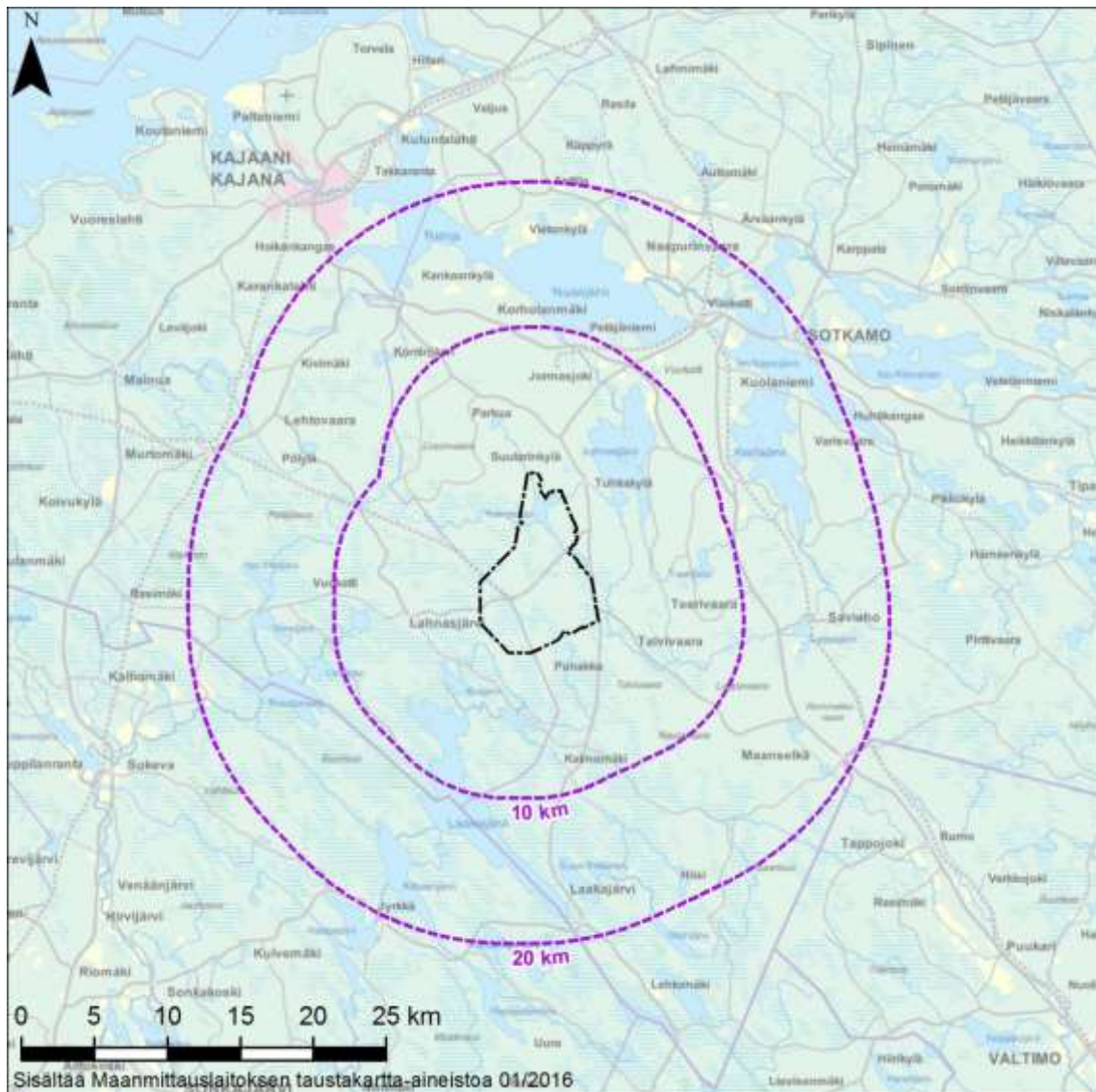
5.3 Vaikutusten merkittävyyden arviointi

Vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa on sovellettu osin Imperia-hankkeessa kehitettyjä merkittävyyden arviointikriteerejä, jossa merkittävyyttä on arvioitu vertaamalla ympäristön sietokykyä ympäristörasituksen suhteen. Ympäristön sietokyvyn arvioimisessa on hyödynnetty muun muassa annettuja ohjearvoja. Lisäksi on huomioitu sidosryhmien merkittäviksi arvioimat ja kokemat ympäristövaikutukset

5.4 Tarkastelu- ja vaikutusalueen raja

Tarkastelualue määritettiin niin suureksi, ettei merkityksellisiä ympäristövaikutuksia voida olettaa ilmenevän alueen ulkopuolella (Kuva 5-1).

Asukaskysely toimitettiin postikyselynä toukokuussa 2017 noin 360 kiinteistön omistajalle 15 km säteellä kaivoksen tehdasalueesta.



Kuva 5-1. Tarkastelualueen raja

5.5 Muutokset hankkeessa YVA-ohjelmaan verrattuna

YVA-ohjelman jälkeen tehtiin seuraavia muutoksia hankevaihtoehtoihin:

- YVA-ohjelmassa vaihtoehto VE0 sisälsi nykyisten toimintojen lisäksi seuraavat laajennukset:
 - malmin louhinnan nosto
 - sivukivialueet KL1 ja KL2
 - sekundäärilohkot 5 ja 6
 - kipsisakka-altaan lohkot 7-8
 - uraanin talteenoton käynnistämisen
- YVA-selostuksessa VE0 sisältää ainoastaan nykyiset toiminnot. Tuotantoon tai alueiden käyttöön liittyvät laajennukset on siirretty YVA-selostuksessa vaihtoehtoon VE0+.
- YVA-ohjelman teon jälkeen Terrafame on vienyt suunnitelmia eteenpäin ja suunnitellut alueelle sulaton (VE1c), jota alkuperäinen YVA-ohjelma ei sisältänyt. Yhteysviranomaiselle jätettiin YVA-ohjelman täydennys touko-kuussa 2017, jonka viranomainen kuulutti erikseen.
- YVA-ohjelman vaihtoehdot VE1a, VE1b ja VE2 ovat pysyneet samoina YVA-selostuksessa

6 KAAVOITUS JA MAANKÄYTTÖ

6.1 Nykytila

6.1.1 Kaavoitus

6.1.1.1 Maakuntakaava 2020

Kainuun maakunta -kuntayhtymän laatima maankäyttö- ja rakennuslain (132/99) mukainen maakuntakaava hyväksyttiin maakuntavaltuustossa 7.5.2007 (Kuva 6-1). Valtioneuvosto vahvisti Kainuun maakuntakaavan 29.4.2009 ja samalla kumosi vuonna 1991 vahvistetun Kainuun 3. seutukaavan. Kainuun maakuntakaava on lainvoimainen (MRL 200 §, MRA 93§).

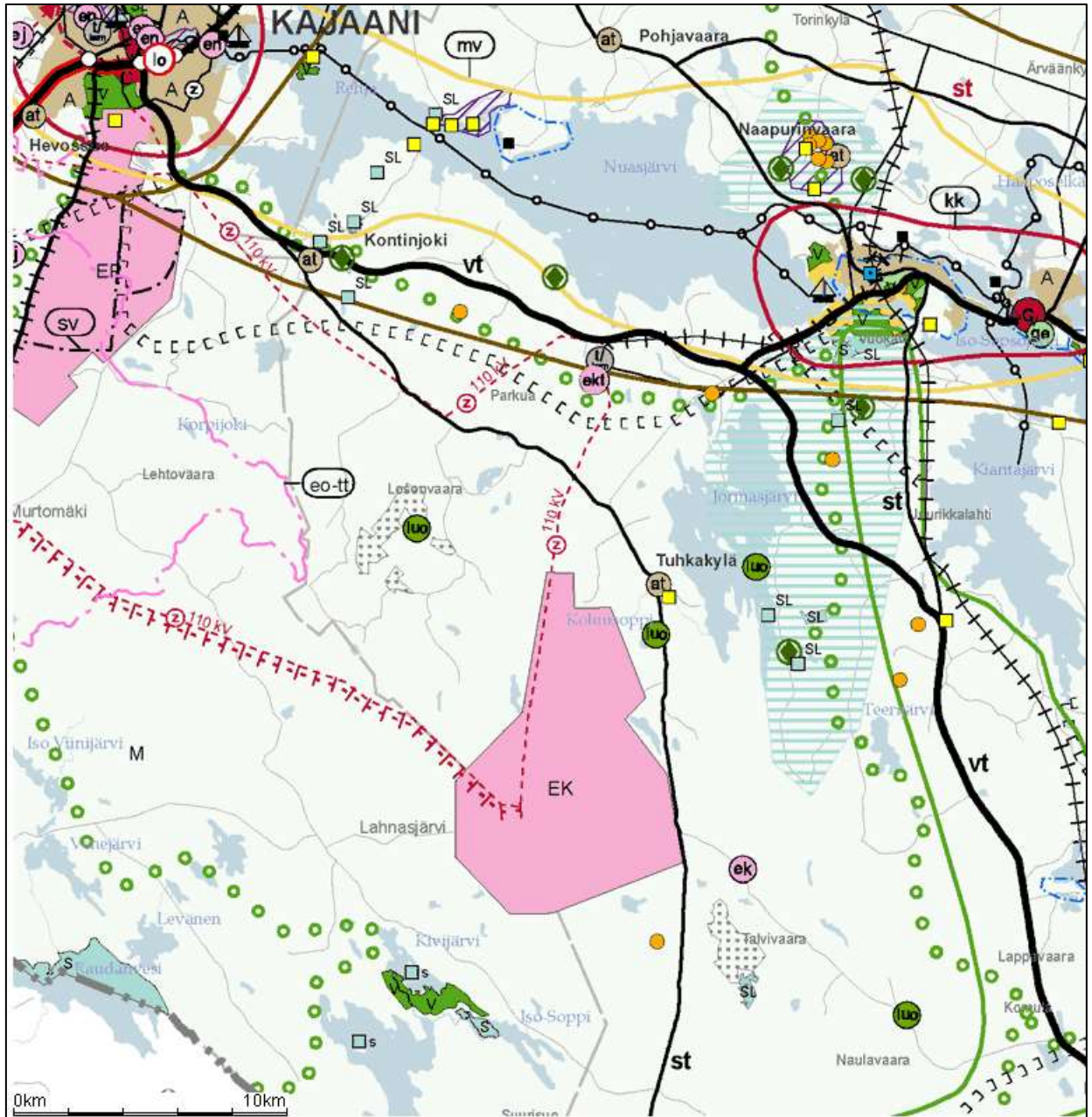
Kainuun maakuntakaava on laadittu koko maakuntaa koskevana kokonaismaakuntakaavana. Maakuntakaava on laadittu osallistavan suunnittelun periaatteiden mukaisesti ja laatimisen eri vaiheissa kaava on ollut kolme kertaa julkisesti nähtävillä.

Terrafamen kaivosalue on maakuntakaavassa osoitettu merkinnällä ek (Kuva 6-1, Taulukko 6-1). Kaivosalueen läpi kulkee sähköjohto. Mondo Mineralsin Uutelan kaivos Terrafamen kaivoksen itäpuolella on osoitettu merkinnällä ek ja saman yhtiön Lahnaslammen kaivosalue Terrafamen kaivoksen pohjoispuolella on osoitettu merkinnällä ekt. Lahnaslammen alueelle on myös osoitettu merkintä t/kem eli alue, jolle sijoitetaan merkittäviä, vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos. Terrafamen kaivoksen lähialue on kaavoitettu pääosin maa- ja metsätalouskäyttöön tarkoitetuksi alueeksi (M). Kaivosalueen länsipuolella sijaitsee luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeä alue (luo), Tuhkakylä (at) sekä maakunnallisesti arvokas kulttuurihistoriallinen kohde, Kainuun (Huovilan) puromyllyt. Terrafamen kaivosalueen luoteispuolella sijaitsee luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeä alue (luo), eteläpuolella perinnemaisemakohde Puhakan laitumet. Kaivosalueen lounaispuolella kulkeulkoilureitti ja Kivijärvelle on merkitty virkistysalue (V).

Nuasjärven alue on osa Matkailun vetovoima-alue -vyöhykettä (mv). Alue kuuluu myös Oulu-Kajaani-Vartius-käytävään (ok), joka on osa Oulu-Karjala-Arkangel-Komi-kehittämisyöhykettä. Suunnittelumääräyksen mukaan Oulu-Kajaani-Vartius-käytävää kehitetään kansainvälisenä liikennekäytävänä, jonka maankäytön suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen, liikenteen ja matkailun palveluihin ja liikenneympäristön laatuun. Maankäytön suunnittelussa on otettava huomioon korkealuokkaisen maantie-, rautatie- ja lentoliikenteen sekä energia- ja tietoliikennejohtojen tilavaraukset ja rajoituksen ympäröivälle maankäytölle. Rimpilänniemen alueella sijaitsee kaivospiiriä lähin pohjavesialue. Niemen länsipuolella sijaitsee Korvaniemen kylä, joka on osoitettu maakuntakaavassa merkinnällä Valtakunnallisesti arvokas kulttuurihistoriallinen kohde tai alue. Kainuun maakuntakaavan yleismääräykset on esitetty taulukossa (Taulukko 6-2).

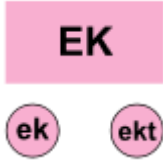
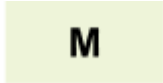
Kainuun maakuntavaltuusto on päättänyt käynnistää maakuntakaavan laatimisen Kainuun kokonaismaakuntakaavan tarkistamiseksi 1.6.2015. Kainuun maa-

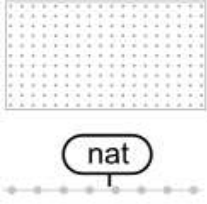
kuntakaavan tarkistamisen tavoitevaiheeseen liittyen on valmistunut Lähtökohdat ja tavoitteet -raporttiluonnos. Raportissa esitetään mm. tiedossa olevat maakuntakaavoituksen muutostarpeet sekä tavoitteet valtakunnallisesti, maakunnallisesti ja paikallisesti. Luonnos oli nähtävillä julkisesti tutustumista varten 16.6.2016–19.8.2016. Raportista oli mahdollista antaa palautetta. Kainuun maakuntahallitus on päättänyt antaa raporttiluonnosta koskeviin lausuntoihin ja mielipiteisiin vastineet ja hyväksyä raportin 24.10.2016. (Kainuun liitto 2016a)

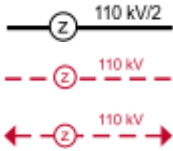
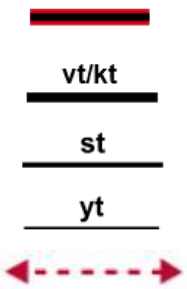


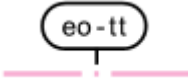
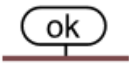
Kuva 6-1. Ote maakuntakaavakartasta (Kainuun liitto 2016b).

Taulukko 6-1. Terrafamen kaivosalueen, Nuasjärven alueen ja Kajaanin Petäisenniskan alueen 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.
	Maa- ja metsätalousvaltaiset alueet Merkinnällä osoitetaan pääasiassa maa- ja metsätalouskäyttöön tarkoitettuja alueita.
	Kajaanin keskustoimintojen alue Merkinnällä osoitetaan Kajaanin kaupunkikeskustan keskustatoimintojen alue, johon sijoittuu keskustahakuisia hallinto-, kauppa-, hyvinvointi- ja vapaa-ajan palveluja sekä asumista. <i>Kaavamerkintä on kumottu Kainuun kaupan vaihemaa-kuntakaavassa 1.12.2014.</i>
	Virkistysalue Merkinnällä osoitetaan vähintään seudullisia virkistysalueita ja seudullisesti merkittäviä virkistysalueita ja virkistyskäytön kehittämisalueita taajama-alueiden ulkopuolella. Maakuntakaavassa virkistysalueeksi osoitetulla alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus.
	Luonnonsuojelualue tai -kohde Merkinnällä osoitetaan luonnonsuojelulain nojalla suojeltuja tai suojeltaviksi tarkoitettuja alueita. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus.
	Puolustusvoimien alue Merkinnällä osoitetaan puolustusvoimien käytössä olevat tai sellaisiksi suunnitellut varuskunta-, varikko-, harjoitus- ja muut vastaavat alueet.

	Taajamatoimintojen alue Merkinnällä osoitetaan asumisen, hallinnon, palveluiden, teollisuuden ym. työpaikka-alueiden ja taajamatoimintojen sijoittumisalueita niihin liittyvine liikenne- virkistys-, puisto- ja erityisalueineen.
	Taajaman alakeskus Merkinnällä osoitetaan taajamien tärkeitä alakeskuksia, jotka ovat muodostuneet taajamien kaltaisiksi asumisen, palveluiden, teollisuuden ym. työpaikka-alueiksi.
	Kylä Merkinnällä osoitetaan kylien peruspalvelujen painopistesijaintia, jonka lähiympäristöä voidaan pitää suotuisana rakentamisalueena.
	Maiseman vaalimisen kannalta valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokas alue Merkinnällä osoitetaan valtakunnallisesti arvokkaat maisemakokonaisuudet.
	Valtakunnallisesti arvokas kulttuurihistoriallinen kohde tai alue Merkinnällä osoitetaan valtakunnallisesti merkittävät rakennetun kulttuuriympäristön kohteet ja rakennetut kulttuuriympäristöt.
	Natura 2000 -verkostoon kuuluva tai ehdotettu alue Merkinnällä osoitetaan valtioneuvoston päätösten mukaiset Natura 2000 -verkostoon kuuluvat alueet. Natura-alueilla ja niiden suojeluarvoja koskevissa hankkeissa noudatetaan luonnonsuojelulain 65 ja 66 §:n säännöksiä.
	Tärkeä pohjavesialue Merkinnällä osoitetaan vedenhankinnan kannalta tärkeät (1. luokan) ja vedenhankintaan soveltuvat (2. luokan) pohjavesialueet.
	Moottorikelkkailureitti Merkinnällä osoitetaan vähintään ylikunnalliset ja maakunnallisesti merkittävät yleisen liikkumisen kannalta tärkeät ohjeelliset moottorikelkkailureitit. Moottorikelkkailureitit voidaan perustaa sopimuksilla tai maastoliikenne-laissa 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.
	Venesatama
	Pääsähköjohto Ohjeellinen sähköjohto Pääsähköjohto, yhteystarve
	Erityisen tärkeä valtatie/runkotie Valtatie/kantatie Seututie tai pääkatu Yhdystie Tieliikenteen yhteystarve
	Päärata ja liikenneasema Yhdysrata/sivurata Ohjeellinen ratalinjaus
	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.

	Turvetuotannon erityisvyöhyke Merkinnällä osoitetaan turvetuotannon erityisvyöhykkeitä, joiden rajaus perustuu valuma-alueiden rajauksiin. Turvetuotannon erityisvyöhykkeet on osoitettu Kainuun järvien ja jokien käyttökelpoisuusluokituksen perusteella. Niitä valuma-alueita, jotka eivät sisälly turvetuotannon erityisvyöhykkeisiin koskee ainoastaan koko maakuntakaava- aluetta koskeva suunnittelumääräys.
	Oulu-Kajaani-Vartius-käytävä Merkinnällä esitetään kansainvälistä Oulu-Kajaani-Vartius-käytävää. Se on osa laajempaa, valtakunnallisesti tärkeää kansainvälistä Oulu-Karjala-Arkangel-Komi- kehittämisvyöhykettä.
	Kaupunkikehittämisen kohdealue Kainuun maakuntakeskuksena yhteisesti kehitettävät Kajaanin ja Sotkamon keskustaajamien alueet.
	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 maankäytöllisten 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.
	Muinaismuistokohde Merkinnällä osoitetaan tiedossa olevat valtakunnallisesti ja maakunnallisesti merkittävät muinaismuistolaitailla (295/1963) rauhoitetut kiinteät muinaisjäännökset.

	Valtakunnallisesti arvokas kulttuurihistoriallinen kohde Merkinnällä osoitetaan valtakunnallisesti merkittävät rakennetun kulttuuriympäristön kohteet ja rakennetut kulttuuriympäristöt.
	Perinnemaisemakohde Merkinnällä osoitetaan valtakunnallisesti ja maakunnallisesti merkittäviä perinnemaisema- ja perinnebiotooppi-kohteita.
	Arvokas kallioalue Merkinnällä osoitetaan Kainuun luonnon- ja maisemasuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaat kallioalueet.
	Teollisuus- ja varastoalue, jolla on merkittävä, vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos Merkinnällä osoitetaan alueet, joille saa sijoittaa merkittäviä, vaarallisia kemikaaleja valmistavia tai varastoivia laitoksia.
	Luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeä alue Kohdemarkinnällä luo osoitetaan suojelualueiden ulkopuolella olevia tärkeitä lintualueita sekä merkittävimmät uhanalaisten kasvien ja hyönteisten esiintymisalueet.
	Energiahuollon alue Merkinnällä osoitetaan maakunnan energiahuollon kannalta tärkeät voimalat sekä erityisen tärkeät suurmuuntamoalueet. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus.
	Logistiikka-alue Merkinnällä osoitetaan maakunnallisesti merkittävät tavaraliikenteen terminaalialueet.

Taulukko 6-2. Kainuun maakuntakaava-aluetta koskevat yleismääräykset.

Yleismääräys	Yleismääräystä koskeva suunnittelumääräys
Rantojen käyttö	Yksityiskohtaisemmassa kaavoituksessa tulee ottaa huomioon luonnon- ja maisema-arvot, vesihuollon järjestäminen sekä maanomistajien välinen tasa-puolisuus. Rantarakentaminen tulee mitoittaa siten, että suunnittelussa turvataan riittävä va-

	paan rantaviivan määrä, viihtyisyys sekä yleisen virkistyskäytön tarpeet ja vesille pääsyn mahdollisuudet.
Turvetuotanto	Turvetuotantoon tulee ottaa ensisijaisesti jo ojitettuja soita tai sellaisia ojittamattomia soita, joiden luonnon- tai kulttuuriarvot eivät ole seudullisesti merkittäviä. Turvetuotantoa tulee harjoittaa siten, että sen aiheuttama paikallinen ja valuma-aluekohtainen vesistön kuormituksen lisäys ei vaaranna vesistöjen tilaa. Suopohjien jälkikäytön suunnittelussa tulee ottaa huomioon alueelliset maankäyttötarpeet
Liikenne-turvallisuus	Yksityiskohtaisemmassa kaavoituksessa ja muussa alueiden käyttöä koskevassa suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota liikenneturvallisuuden edistämiseen sekä sujuvan ja hyvän liikenneympäristön saavuttamiseen.
Liito-oravan esiintymispaikat	Liito-oravien esiintymisalueiden yksityiskohtaisemmassa kaavoituksessa ja metsien käsittelyssä tulee turvata liito-oraville tärkeiden pesäpuiden ja niitä suojaavien puiden sekä liikkumisen kannalta riittävän puuston säilyminen

Kainuun 1. vaihemaakuntakaava

Kainuun maakuntavaltuusto hyväksyi 19.3.2012 maankäyttö- ja rakennuslain mukaisen Kainuun 1. vaihemaakuntakaavan. Ympäristöministeriö vahvisti vaihemaakuntakaavan 19.7.2013, ja kaava tuli lainvoimaiseksi Korkeimman hallinto-oikeuden 16.2.2015 tekemällä päätöksellä.

Vaihemaakuntakaava käsittelee Puolustusvoimien Vuosangan ampuma- ja harjoitusalueita ja niiden melualueita Kuhmon kaupungin ja Ristijärven kunnan rajalla sijaitsevalla alueella. Kainuun 1. vaihemaakuntakaava täsmentää Kainuun maakuntakaavaa, ja se kumoaa maakuntakaavassa osoitettuja maankäyttörajoituksia Vuosangan alueen osalta.

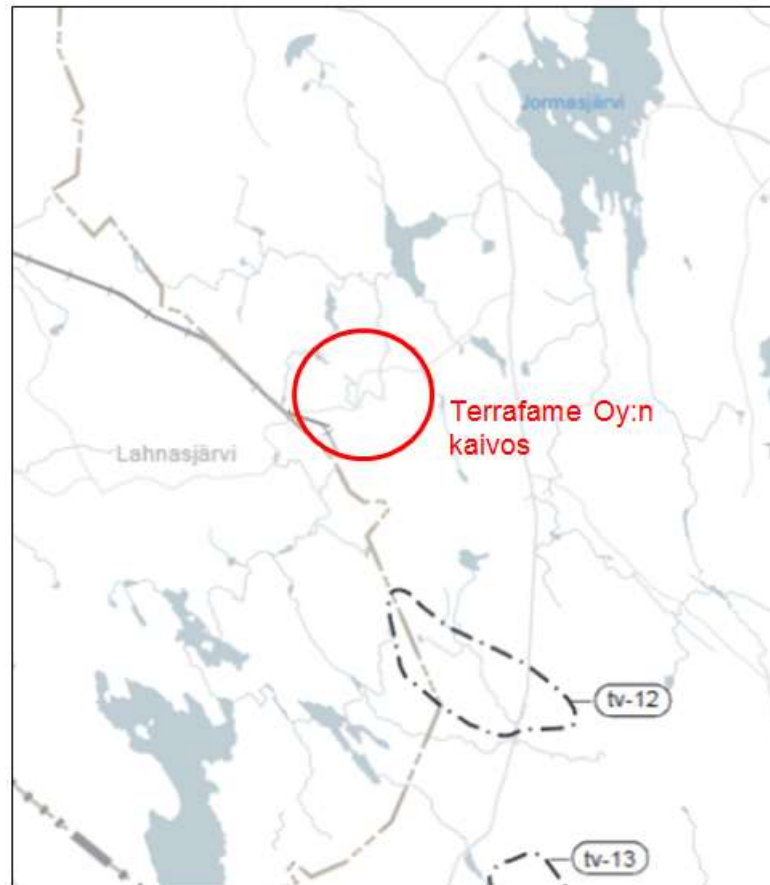
Kainuun kaupan vaihemaakuntakaava

Kainuun maakuntavaltuusto hyväksyi 1.12.2014 Kainuun kaupan vaihemaakuntakaavan. Ympäristöministeriö vahvisti kaupan vaihemaakuntakaavan 7.3.2016. Samalla ministeriö kumosi Kainuun maakuntakaava 2020:ssä osoitetun Kajaanin keskustoimintojen alueen (C) kaavamerkinnän ja -määräyksen. Kaupan vaihemaakuntakaavassa määritellään merkitykseltään seudullisten kaupan suuryksiköiden sijainti, niiden koon alaraja ja enimmäismitoitus. Kaavassa on merkintöjä Kajaanin keskustan sekä Sotkamon keskustan alueella.

Kainuun tuulivoimamaakuntakaava

Kainuun maakuntavaltuusto hyväksyi 30.11.2015 Kainuun tuulivoimamaakuntakaavan. Ympäristöministeriö on vahvistanut kaavan 31.1.2017. Kaavassa osoitetaan valtakunnallisten alueiden käyttötavoitteiden mukaisesti tuulivoiman hyödyntämiseen parhaiten soveltuvat alueet Kainuussa. Tuulivoimakaavassa Terrafamen kaivosaluetta lähinnä sijaitseva kaavamerkintä (tv-12) sijaitsee Sopen-

järven ja Iso-Savonjärven välisellä alueella (Kuva 6-2). Merkinnällä tv osoitetaan alueita, jotka soveltuvat merkitykseltään vähintään seudullisten tuulivoimala-alueiden rakentamiseen. Merkinnällä osoitetaan alueen erityisominaisuutta potentiaalisena tuulivoimatuotantoon soveltuvana alueena. Alueen päämaankäyttöluokka on kuitenkin muu kuin tuulivoimaenergian tuotanto. Kaavamerkinnöillä ei osoiteta yksittäisten tuulivoimaloiden sijaintia, eikä määritetä alueiden kokonaisvoimalamäärää, alueille sijoitettavien voimaloiden suurinta sallittua korkeutta tai voimalatehoa.



Kuva 6-2. Ote Kainuun tuulivoimamaakuntakaavasta.

Pohjois-Savon maakuntakaava 2030

Laakajärven eteläpuolen alue kuuluu Pohjois-Savon maakuntakaava-alueeseen. Pohjois-Savon maakuntavaltuusto on hyväksynyt kaavan 8.11.2010, ja ympäristöministeriö on vahvistanut sen 7.12.2011. Kaavaan on vahvistettu muutoksia 15.1.2014 ja 1.6.2016.

Kiltuanjärven eteläosasta Nurmijoen Koirakoskelle ulottuva vyöhyke on merkitty virkistys- ja matkailuvyöhykkeeksi. Merkinnällä osoitetaan virkistykseen ja luontomatkailuun soveltuvia ja ko. käyttöön vakiintuneita vähintään seudullisesti merkittäviä alueita.

6.1.1.2 Osayleiskaavat

Hankkeen lähialueella ovat voimassa seuraavat osayleiskaavat:

- Vuokatinvaaran osayleiskaava (Sotkamo)

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

Kajaanin keskustaajaman osayleiskaavaa lukuun ottamatta yleiskaavat ovat oikeusvaikutteisia yleiskaavoja.

6.1.1.3 Asemakaavat

Hanke- ja sen lähialueella ovat voimassa seuraavat asemakaavat:

- Talvivaaran kaivoksen tehdasalueen asemakaava
- Neuvolanniemen ranta-asemakaava
- Salkoniemen-Kosinniemen rantakaava
- Mustinniemen ja Autioniemen ranta-asemakaavan muutos ja laajennus
- Kevätyslahden rantakaava
- Kivilahden ranta-asemakaavan muutos
- Pisterinniemi, golfkentän ympäristö
- Paljakan rantakaava, osittainen kumoaminen
- Paljakan ranta-asemakaavan osittainen muutos
- Saunaniemen ranta-asemakaavan muutos
- Karankajärven rantakaava
- Siikalahdenranta, Petäisenniska
- Petäisenranta, asemakaavan muutos, 2. vaihe
- Honkalahden rantakaava
- Laakajärvi-Suuri-Petäinen rantakaava, laajennus
- Hernejärvi-Sälevan ranta-asemakaava

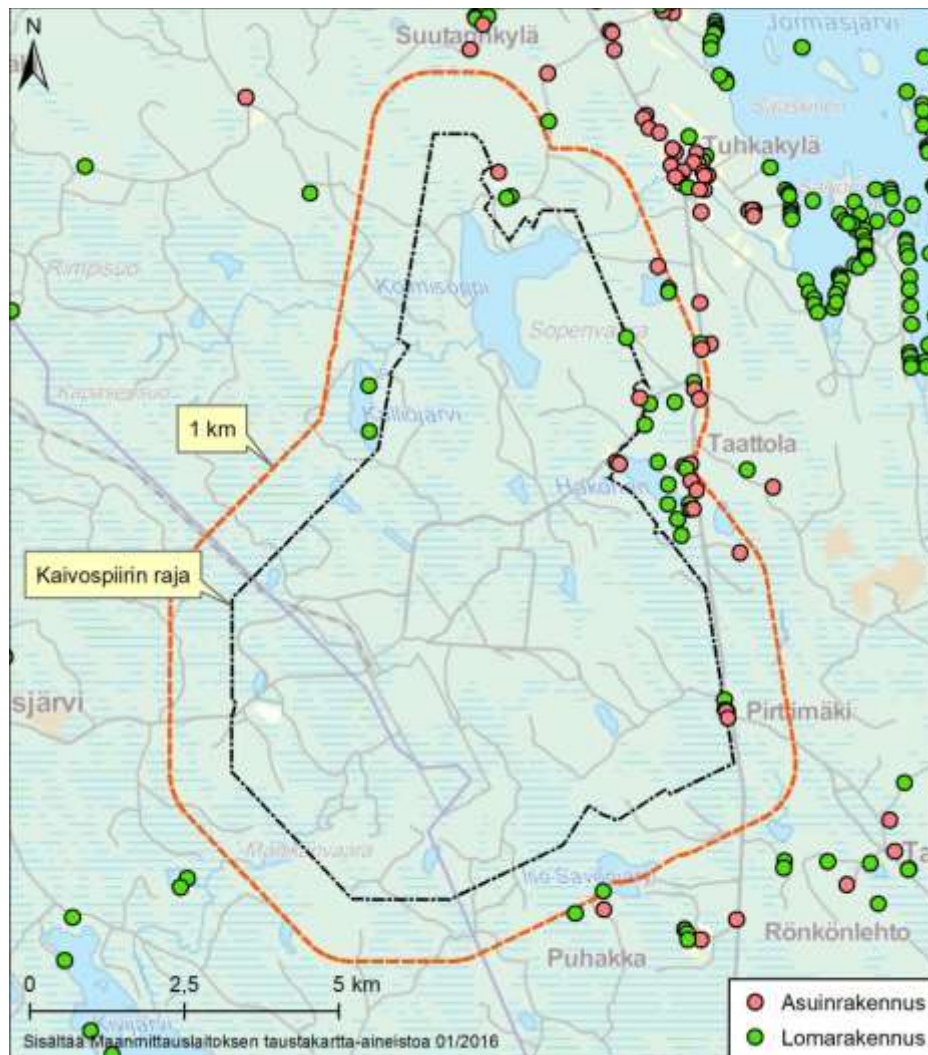
Kajaanin Nuasjärven rantaosayleiskaavan alueelle Venäänniemeen ollaan laatimassa ranta-asemakaavaa.

6.1.2 Maankäyttö

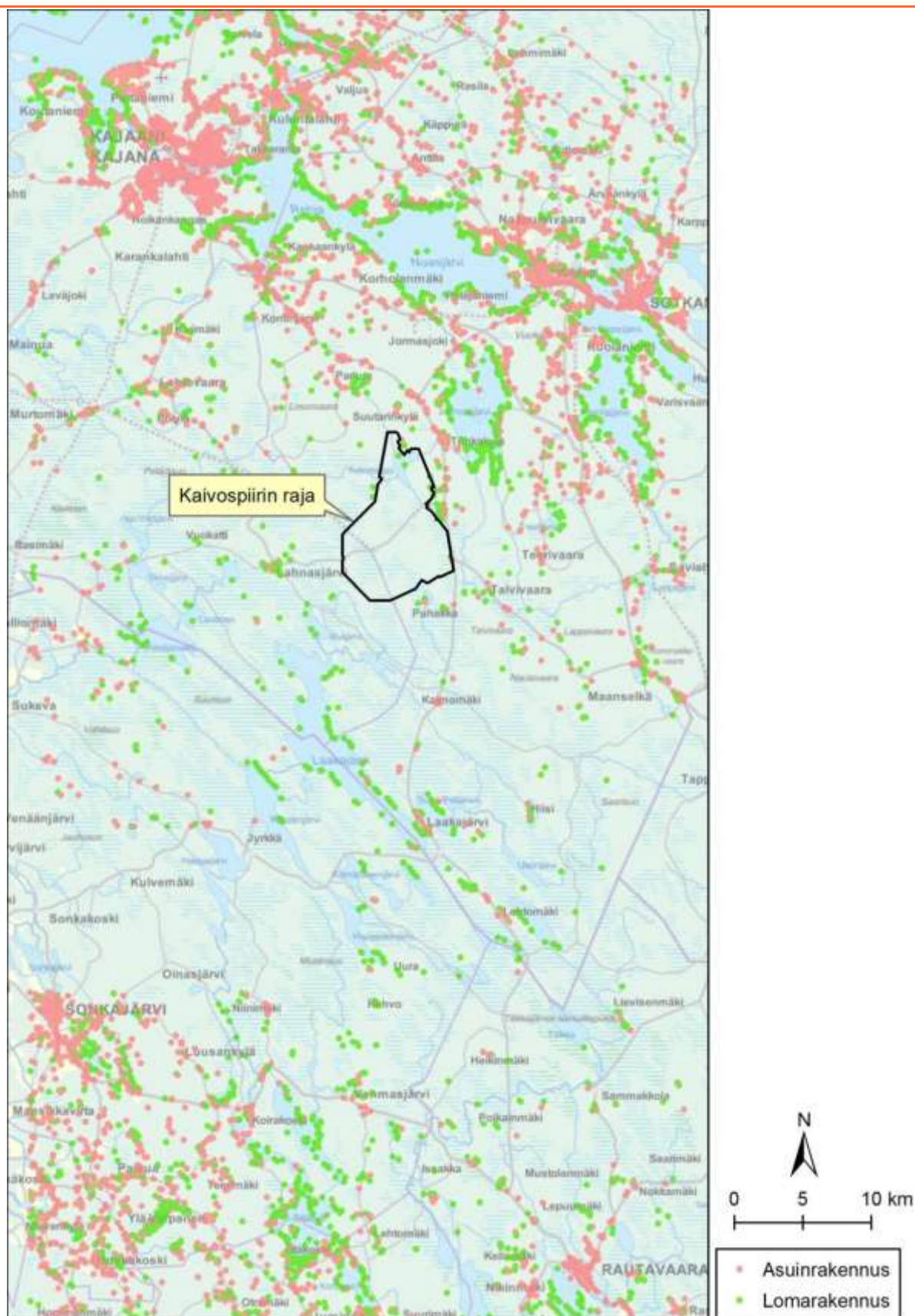
Terrafamen kaivoalue sijoittuu noin 25–30 km Kajaanin keskustasta kaakkoon ja 20–25 km Sotkamon keskustasta lounaaseen (Kuva 6-4). Malmiesiintymät ja laitosalue ovat kokonaisuudessaan Sotkamon kunnan alueella, mutta kaivosalueen läntinen osa sijoittuu Kajaanin kaupungin alueelle.

Kaivospiirin läheisyydessä ei ole asuinalueita eikä muita teollisuuskeskittymiä. Kaivospiirillä tai sen välittömässä läheisyydessä ei myöskään ole tuotantokäytössä olevia peltoalueita. Sekä lähin asuintalo että lähin loma-asuntokäytössä oleva rakennus sijaitsevat noin kahden kilometrin päässä louhoksesta. Lähin kylä, Tuhkakylä sijaitsee noin seitsemän kilometrin päässä louhoksesta. Kaivoksen lähiasutus on esitetty kuvassa (Kuva 6-3) ja kaikki vaikutusalueen vakituinen ja vapaa-ajan asutus on esitetty kuvassa (Kuva 6-4).

Kaivoksen purkuvesien vaikutusalueella olevia osakaskuntia on käsitelty vesienhallinnan YVA-selostuksessa (Pöyry Finland Oy 2017).



Kuva 6-3. Kaivoksen lähiasutus.



Sisältää Maanmittauslaitoksen taustakartta-aineistoa 01/2016

Kuva 6-4. Vaikutusalueen vakituinen ja vapaa-ajan asutus.

6.2 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Arviointia varten on selvitetty hankealueen ja lähialueen tiedot nykyisestä maankäytöstä, sekä voimassa ja vireillä olevat kaavat.

Välittömiä maankäyttövaikutuksia on tarkasteltu rakentamiseen osoitettujen alueiden osalta. Pöly- ja meluvaikutusten arvioinnissa sekä ihmisiin ja yhteiskuntaan kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa on huomioitu seikkoja, joilla on yhteys maankäyttöön. Maankäyttötarkastelu perustuu siis muista vaikutusarviointin osista saatavaan tietoon ja niissä käytettyjä menetelmiä.

6.3 Vaikutukset kaavoitukseen ja maankäyttöön

6.3.1 Hankkeen suhde valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää (tarkistettu 13.11.2008). Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on varmistaa valtakunnallisesti merkittävien asioiden huomioon ottaminen alueidenkäytössä ja sen suunnittelussa. Tavoitteet viedään käytäntöön ensisijaisesti maakuntakaavoituksessa. Muita toteuttamisväyliä ovat mm. maakuntasuunnitelma, maakuntaohjelma sekä yleis- ja asemakaavoitus. Näiden lisäksi ympäristövaikutusten arvioinnissa otetaan huomioon valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet.

Pääsääntöisesti toteutettavien hankkeiden tulisi tukea ja edistää valtakunnallisten alueiden käyttötavoitteiden toteutumista, jotta saadaan muodostettua toimiva yhdyskuntarakenne. Yksittäinen hanke ei luonnollisesti voi edistää kaikkia tavoitteita, mutta toisaalta sen ei tulisi estää merkittävästi tavoitteiden toteutumista.

Terrafamen tuotannon laajentamisen YVA-hankkeeseen liittyvät ainakin seuraavat päätöksessä mainitut tavoitteet:

Yleistavoitteet:

- Tuetaan aluerakenteen tasapainoista kehittämistä sekä elinkeinoelämän kilpailukyvyn ja kansainvälisen aseman vahvistamista.
- Erityisesti harvaan asutulla maaseudulla ja taantuvilla alueilla kiinnitetään huomiota jo olemassa olevien rakenteiden hyödyntämiseen sekä elinkeinotoiminnan ja muun toimintapohjan monipuolistamiseen.
- Alueidenkäytöllä edistetään yhdyskuntien ja elinympäristöjen ekologista, taloudellista, sosiaalista ja kulttuurista kestävyyttä. Olemassa olevia yhdyskuntarakenteita hyödynnetään.
- Alueidenkäytön suunnittelussa olemassa olevat tai odotettavissa olevat ympäristöhaitat ja poikkeukselliset luonnonolot tunnistetaan ja niiden vaikutuksia ehkäistään.
- Alueidenkäytöllä edistetään kansallisen kulttuuriympäristön ja rakennusperinnön sekä niiden alueellisesti vaihtelevan luonteen säilymistä.

- Edistetään luonnonvarojen kestävästä hyödyntämisestä siten, että turvataan luonnonvarojen saatavuus myös tuleville sukupolville. Otetaan huomioon luonnonvarojen sijainti ja hyödyntämismahdollisuudet.
- Edistetään vesien hyvän tilan saavuttamista ja ylläpitämistä.
- Alueiden erityispiirteet tunnistetaan ja alueidenkäyttö (elinkeino ja asuminen) sovitetaan mahdollisimman tasapainoisesti yhteen poikkeuksellisten luonnonolojen, luonnon kestokyvyn ja kulttuuriarvojen turvaamiseksi.

Erityistavoitteet:

- Maakunnan suunnittelussa on selvitettävä maaseudun alue- ja yhdyskuntarakenteen kehittämiseen liittyvät toimenpiteet, joilla edistetään olemassa olevien rakenteiden hyödyntämistä, maaseudun elinkeinotoiminnan monipuolistamista sekä ympäristöarvojen säilymistä
- Alueidenkäytössä on otettava huomioon viranomaisien selvitysten mukaiset tulvavaara-alueet ja pyrittävä ehkäisemään tulviin liittyvät riskit
- Haitallisia terveysvaikutuksia tai onnettomuusriskejä aiheuttavien toimintojen ja vaikutuksille herkkien toimintojen välille on jätettävä riittävän suuri etäisyys.
- Alueidenkäytön suunnittelussa on otettava huomioon alueen maa- ja kallioperän soveltuvuus suunniteltuun käyttöön.
- Alueidenkäytössä on ehkäistävä melusta, tärinästä ja ilman epäpuhtauksista aiheutuvaa haittaa ja pyrittävä vähentämään jo olemassa olevia haittoja.
- Alueidenkäytön suunnittelussa on otettava huomioon jätevesihaittojen ehkäisy.
- Alueidenkäytössä on varmistettava, että valtakunnallisesti merkittävät kulttuuriympäristöjen ja luonnonperinnön arvot säilyvät
- Alueidenkäyttöä on ohjattava siten, ettei näitä aluekokonaisuuksia tarpeettomasti pirstota.
- Alueidenkäytössä on otettava huomioon pohja- ja pintavesien suojelutarve ja käyttötarpeet.

Hanke pääsääntöisesti tukee alueiden käyttötavoitteiden toteutumista ja toisaalta hankkeen huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella voidaan estää se, ettei alueidenkäyttötavoitteiden toteutuminen vaaranna hankkeen johdosta. Alueiden käytön erityistavoitteista (mm. terveys, melu, tärinä ja ilman epäpuhtaudet) on tarkasteltu kappaleissa 7-16.

Suunnittelussa kiinnitetään erityistä huomiota ihmisten terveydelle aiheutuvien haittojen ja riskien ennalta ehkäisemiseen ja olemassa olevien haittojen poistamiseen. Hanketta on suunniteltu elinkeinoelämän tarpeet, ympäristöarvot ja lähiasukkaat huomioiden.

Hankkeessa hyödynnetään olemassa olevaa rakennuskantaa kaivostoiminnan käytössä olevalla teollisella alueella. Erityisesti harvaan asutulla maaseudulla ja

taantuvilla alueilla tärkeää on saada pysyviä asukkaita. Vaihtoehdot VE0+ - VE1c tukevat työllisyyttä alueella. VE2 heikentää tätä tavoitetta, kun toisaalta se edistää pitkällä aikavälillä elinympäristön laadun parantamista.

6.3.2 Hankkeen suhde voimassa oleviin kaavoihin

Maakuntakaava on toiminnan laajentamishankkeen kannalta ajan tasalla, eikä hanke aiheuta maakuntakaavoitukseen muutostarpeita. Kaikki hankevaihtoehdot sijoittuvat kokonaisuudessaan maakuntakaavan EK-merkinnällä osoitetulle alueelle, joka tarkoittaa kaivoslain piiriin kuuluvaa kaivoskivennäisten hyödyntämiseen tarpeellista aluetta.

Yleis- tai asemakaavan tarpeellisuudesta alueiden käytön, liikennejärjestelyjen ja mahdollisten muiden rakenteiden tarkemmaksi suunnitteluksi päättää kaavoituksesta vastaavat Kajaanin ja Sotkamon viranomaiset. Lisäksi Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen on valvottava, että kaavoituksessa, rakentamisessa ja muussa alueiden käytössä otetaan huomioon vaikutuksiltaan valtakunnalliset ja merkittävät maakunnalliset asiat (MRL 18 §). Kaivoksen laajentamisvaihtoehdot voidaan katsoa tällaiseksi asiaksi.

6.4 Vaihtoehtojen vertailu

Hankevaihtoehtojen suorat maankäytölliset vaikutukset eivät poikkea toisistaan, koska kaikki hankevaihtoehdot sijoittuvat kaivospiirin alueelle.

Hankevaihtoehtoilla on jonkin verran välillisiä vaikutuksia maankäyttöön (esim. liikenneturvallisuus, pöly, melu ja värinä), joiden vaikutuksia on kuvattu tarkemmin kappaleissa 9, 10, 0. Hankkeen laajennusvaihtoehtoilla VE0+ ja VE1a-c, ei kuitenkaan ole suuria eroavaisuuksia. Sulkemisvaihtoehdossa VE2 hankkeen tuotantoon ja rakentamiseen liittyvät maankäytölliset vaikutukset vähenevät asteittain alueita suljettaessa. Alueen tehokkaan käytön kannalta, korkeammalla rakentamisella voidaan osaltaan hillitä alueiden käytön kasvua. Korkeammalla rakentamisella on toisaalta maisemavaikutuksia.

6.5 Epävarmuudet

Maankäytön osalta vaikutusten arvioinnin epävarmuudet liittyvät lähinnä vaikutusten arviointiin, jotka on kuvattu luvuissa 7-16. Tarkemman tason kaavoitustarpeen arviointi edellyttää kuitenkin toimia. Mikäli laajennusvaihtoehtojen detajitasoinen kaavoitus nähdään tarpeellisenä, voi kaavoitusprosessista aiheutua viivästyksiä hankkeen toteuttamiselle.

6.6 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Kaavoitus ohjaa maankäyttöä siten, että toiminnoista aiheutuvat haitat olisivat maankäytön näkökulmasta hallittavissa. Nämä haitat on osin otettu huomioon jo kun maakuntakaavaa on tehty, mutta niiden tarkempi suunnittelu on tarpeen joko mahdollisessa asemakaavaprosessissa tai vähintään hankkeen lupakäsittelyjen yhteydessä.

Hankkeesta aiheutuvia haittoja ehkäistään kaivostoiminnasta aiheutuvan liikenteen ja muun toiminnan päästöjen, etenkin pölyn ja melun hallinnan, ympäristövaikutusten seurannan sekä reagoinnin avulla.

7 MAISEMA JA KULTTUURIYMPÄRISTÖ

7.1 Nykytila

7.1.1 Maisema

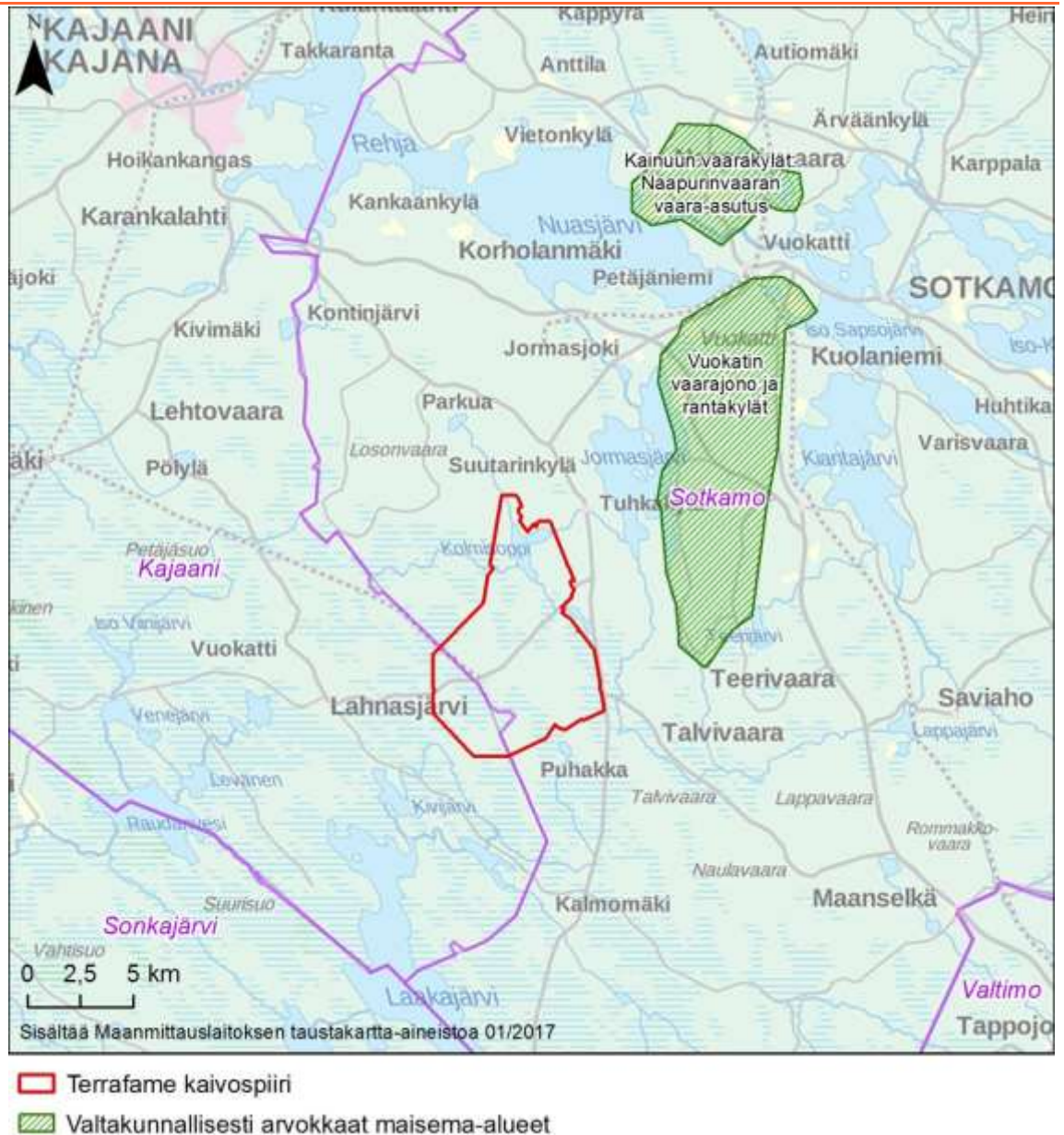
Kaivostoimintojen laajojen maankäyttötarpeiden seurauksena kaivosalueen maisemakuva on muuttunut merkittävästi kaivoksen perustamisvaiheesta. Merkittävimmät maisemavaikutukset ovat aiheutuneet kaivosalueen maaläjituskasoista, bioliuotusaumoista ja avolouhoksesta. Hankealuetta ympäröi usealta puolelta mäet ja vaarat, jotka lieventävät toiminnan kaukomaisemavaikutuksia. Tieyhteys Lahnasjärvelle kulkee nykyisin kaivosalueen läpi ja tiellä kaivos näkyy maisemassa selvästi.

Maisemamaakuntajaossa arviointialue kuuluu osin Vaara-Karjalaan ja osin Kainuun vaaraseutuun.

Valtakunnallisesti arvokas Vuokatin maisema-alue (MAO110131)(Kuva 7-1) 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 laskettelurinteillä ja soranotolla on ollut vaikutusta maisemaan. Pinnanmuodoiltaan vaara-alue on hyvin vaihtelevaa, ja korkeuserot ovat huomattavia.

Nuasjärven pohjoispuolella sijaitsee valtakunnallisesti arvokas Naapurinvaaran maisema-alue (MAO110124), jossa on perinteistä kainuulaista maalaismaisemaa pihapiireineen, laitumineen ja peltoineen.

Nykytilaa on kuvattu lisäksi liitteessä 5.



Kuva 7-1. Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet.

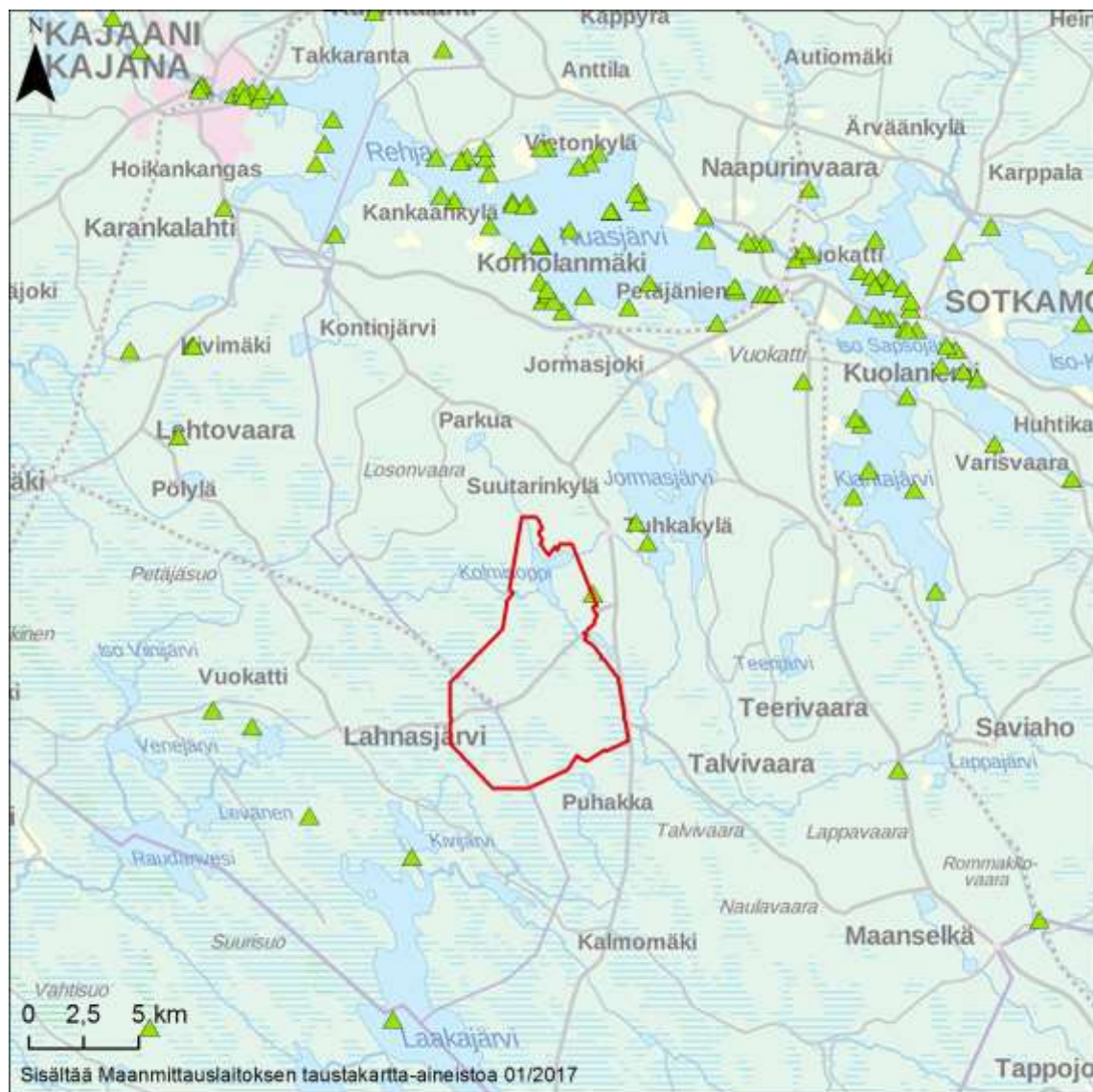
7.1.2 Kulttuuriympäristö ja muinaisjäännökset

Kaivospiirin itäpuolella Tuhkajoen rannalla sijaitseva Kainuun (Huovilan) Puro-myllyn alue on valtakunnallisesti arvokas kulttuurihistoriallinen kohde. Noin 1,5 kilometrin etäisyydellä kaivosalueen eteläpuolella sijaitsee valtakunnallisesti arvokas perinнемaisema, Puhakan laitumet.

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

Kaivosalueen itä-koillis- sekä pohjoispuolella, n. 10 km säteellä, sijaitsee useita kulttuuriympäristöohjelman rakennuskulttuurikohdetta sekä perinnemaisemia (liitteen 5 kuva 3). Kaivosalue sijaitsee kulttuuriympäristöohjelman kylän 14 Talvivaara-Tuhkakylän alueella, jolla on myös vahva vanhan Talvivaara kaivoksen historia. (Kainuun ympäristökeskus, 2008).

Kaivospiirin alueella ei ole muinaisjäännöksiä. Lähellä kaivospiirin länsirajaa sijaitsee Linnakallion kiinteä muinaisjäännös. Nuasjärven rannoilla ja saarissa sijaitsee useita muinaisjäännöksiä (Kuva 7-2). Myös Jormasjärven rannalla ja Kivijoen rannalla on yksittäisiä muinaisjäännöksiä.



- Terrafame kaivospiiri
- ▲ Muinaisjäännöspisteet (Museovirasto)

Kuva 7-2. Muinaisjäännökset.

7.2 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Hankevaihtoehdoissa VE0+-VE1c suoria maisemavaikutuksia aiheutuu uusista läjitysalueista (sivukivialueet, kipsisakka-allas, primääri- ja sekundääriliuotus-alueet) sekä rakennuksista (pasutto, rikkihappotehdas ja sulatto). Uraanin talteenottolaitos on jo rakennettu tehdasalueelle ja on mukana kaivoksen nykyisissä maisemavaikutuksissa.

Arviointi on tehty asiantuntija-arviona käyttäen mahdollisimman paljon kvantitatiivisia menetelmiä. Arviointimenetelminä on käytetty karttatarkasteluja, näkyyvyysanalyysijä, virtuaalimallia ja havainnekuvia. Vaikutuksen kokonaismerkittävyyttä saadaan edellä mainittujen tekijöiden summasta. Vaikutusten arviointi maiseman ja kulttuuriympäristön osalta perustuu olemassa oleviin selvityksiin, hankkeen alustavaan suunnitelma-aineistoon, kartta- ja ilmakuvatarkasteluihin sekä virtuaalimalliin, havainnekuviin ja näkymäanalyyysiin. Tässä on esitetty maisema-arvioinnin tuloksia, erillisselvitys on liitteenä 5.

Arvioinnin on laatinut Ramboll Finland Oy.

7.3 Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön

Sivukiven läjitysalue KL1 on pituudeltaan noin kolme kilometriä ja läjitysalue kohoaa korkeimmillaan noin 100 metriä ympäröivää lähimaastoa korkeammalle. Sivukiven läjitysalue KL2 on pituudeltaan noin 3,7 kilometriä ja läjitysalue kohoaa korkeimmillaan noin 75 metriä ympäröivää lähimaastoa korkeammalle. Sekundääriliuotusalueen laajennus on pituudeltaan noin 2,9 kilometriä ja liuotusalue kohoaa korkeimmillaan noin 125 metriä ympäröivää lähimaastoa korkeammalle. (Liite 5)

VE0+

Vaikka suunnitellut uudet toiminnot vaikuttavat hankevaihtoehdossa VE0+ suhteellisen suureen alueeseen, toimintojen näkyyvyys ympäristössä on hyvin rajallinen. Näkymiä läjitys- ja liuotusalueille avautuu vain rajatuilta alueilta, mikä johtuu kaivosalueen ympäröivän maaston puustoisuudesta ja maanpinnan muodoista. Laajimmat näkymäalueet kohdentuvat kaivosalueen ulkopuolella järvien rannoille niille kohdin, joilta avautuu pitkä esteetön näkymä läjitys- tai liuotusalueelle. Sivukiven läjitysalue KL1 ja sekundääriliuotusalueen laajennus näkyvät voimakkaasti Kolmisoppi -järven pohjois- ja itärannoille, mutta järven sijoittuessa kaivospiiriin alueelle järven rannalla ei ole vakituista tai loma-asutusta. Arvokkaisiin maiseman ja kulttuuriympäristön arvoihin kohdistuu pääosin vain vähäisiä vaikutuksia. Paikallisesti arvokkaaseen rakennettuun kulttuuriympäristöön kohdistuu muutamalle kohteelle kohtalaisia vaikutuksia. Kaivosalueella sijaitsevien rakennuskulttuurikohteiden ympäristö on jo aiemmin oleellisesti muuttunut johtuen nykyisestä kaivostoiminnasta. Muinaisjäännöksiä ei sijoitu suunniteltujen toimintojen alueille. Muutama pihapiiriin kohdistuu kohtalaisia vaikutuksia, muutoin asutukseen kohdistuvat vaikutukset ovat pieniä tai merkityksettömiä. (Liite 5)

VE1a

Hankevaihtoehdon VE1a vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön ovat samanlaiset kuin hankevaihtoehdon VE0+. Primääriliuotusalueen laajennuksella

ei ole asutukseen, maisemaan, kulttuuriympäristöön tai muinaisjäännöksiin kohdistuvia vaikutuksia. Läjitysalueista KL1 ja KL2 sekä sekundääriliuotusalueesta kohdistuu arvokkaisiin maiseman ja kulttuuriympäristön arvoihin pääosin vain vähäisiä vaikutuksia. Paikallisesti arvokkaaseen rakennettuun kulttuuriympäristöön kohdistuu muutamalle kohteelle kohtalaisia vaikutuksia. Muinaisjäännöksiä ei sijoitu suunniteltujen toimintojen alueille. Muutamaan pihapiiriin kohdistuu kohtalaisia vaikutuksia, muutoin asutukseen kohdistuvat vaikutukset ovat pieniä tai merkityksettömiä. (Liite 5)

VE1b

Hankevaihtoehdon VE1b vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön ovat samankaltaiset kuin hankevaihtoehtojen VE0+ ja VE1a. Pasuton ja rikkihappotehtaan vaikutuksia asutukseen ja maisemaan voidaan pitää etäisyyden ja sijoittumisen perusteella vähäisinä ja pääosin merkityksettöminä. (Liite 5)

VE1c

Hankevaihtoehdon VE1c vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön ovat samankaltaiset kuin hankevaihtoehtojen VE0+, VE1a ja VE1b. Sulaton vaikutuksia asutukseen ja maisemaan voidaan pitää etäisyyden ja sijoittumisen perusteella vähäisinä ja pääosin merkityksettöminä. (Liite 5)

VE2

Hankevaihtoehdossa VE2 vaikutukset maisemaan vähenevät asteittain sitä mukaa kun alueita suljetaan. Liitteessä 5.2 on esitetty kolme havainnekuvaa maisemoiduista läjitysalueista.

7.4 Vaihtoehtojen vertailu

Hankevaihtoehtojen VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c maisema- ja kulttuuriympäristövaikutuksissa ei ole juuri eroavaisuuksia hankevaihtoehtojen välillä. Hankevaihtoehdon VE1a primääriliuotusalueen laajennus, hankevaihtoehdon VE1b pasutto ja rikkihappotehtas ja hankevaihtoehdon VE1c sulatto eivät juuri lisää hankevaihtoehdon VE0+ läjitys- ja liuotusalueiden aiheuttamia maisemavaikutuksia. Sulkemisvaihtoehdossa VE2 hankkeen tuotantoon ja rakentamiseen liittyvät maankäytölliset vaikutukset vähenevät asteittain alueita suljettaessa. Sulkemisvaihtoehdossakin syntyy maisemavaikutuksia suljetuista kasoista vastaavasti kuin tuotantovaihtoehdoissa.

Millään hankevaihtoehdolla ei ole vaikutusta muinaisjäännöksiin.

7.5 Epävarmuudet

Kaivokselle suunniteltujen toimintojen maisemavaikutusten arviointia vaikeuttaa maiseman ja sitä kautta näkymien muuttuminen ajan kuluessa ja eri vuoden aikoina. Puuston ja muun kasvillisuuden kasvaminen sekä esimerkiksi avohakkuut voivat muuttaa maiseman luonnetta ja näkymiä lyhyessäkin ajassa. (Liite 5)

Maisemavaikutukset eivät ole mitattavissa olevia tai yksiselitteisiä. Suunniteltujen toimintojen aiheuttamien visuaalisten vaikutusten kokeminen on subjektiivista ja sen vuoksi muun muassa vaikutusten merkittävyyden ja vaikutustavan ar-

viominen on haastavaa. Vaikutuksen kokemiseen vaikuttavat muun muassa henkilön suhde kyseiseen alueeseen, aiheeseen liittyvä tietämys ja mielenkiinto sekä henkilökohtaiset perusteet kyseisen alueen arvostamiseen. (Liite 5)

Virtuaalimalliin perustuvat havainnekuvat ovat paikkatietoaineistoihin perustuva esitystapa vaikutuksista. Kuva ei välttämättä vastaa täydellisesti tietystä paikasta avautuvaa näkymää peitteisyydeltään (yksittäisiä puita tai muita esteitä ei ole huomioitu). (Liite 5)

Näkyvyysanalyysi on teoreettinen yleistys suunnitellun toiminnon näkymisestä vaikutusalueelle. Näkemäalueen muodostumiseen riittää, että kohdepaikkaan näkyy esimerkiksi vain pieni osa läjitäysalueen lakialueesta. Tämä voi antaa joissakin tapauksissa liioitellun kuvan läjitäysalueen näkymisestä. Tämä on otettu huomioon vaikutusarvioinnissa. (Liite 5)

7.6 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Maisemavaikutuksia voidaan lieventää jättämällä mahdollisimman paljon puustoa ja maapeitteitä rakennettujen alueiden ympärille. Tällä on keskeinen vaikutus etenkin sivukiven läjitäysalueen KL2 läheisen Pirttimäen asutukselle. Läjitäys- ja liuotusalueiden päälle toteutetaan alueiden saavutettaessa päättämisvaiheen kasvukerros, joka vähentää visuaalisia vaikutuksia etenkin kaukomaisemassa.

8 LIIKENNE

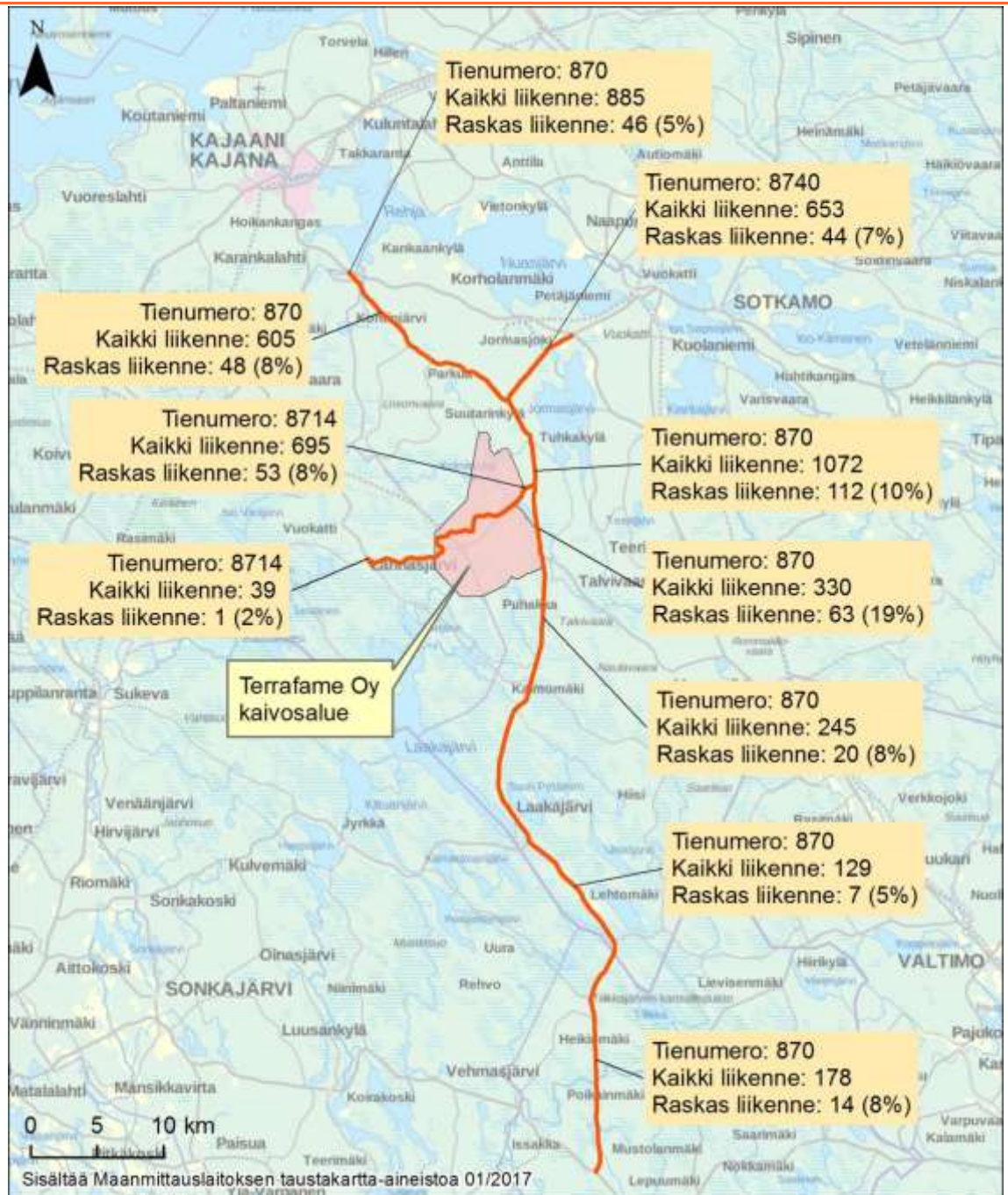
8.1 Nykytila

8.1.1 Liikennemäärät ja kuljetusreitit

Kaivoshankkeen raaka-aineet ja tuotteet kuljetetaan valtaosaltaan rautateitse. Kaivosrata erkanee lsalmen ja Kontiomäen väliseltä rataosuudelta. Yksiraiteinen rata on noin 25 km pitkä ja se on sähköistetty, kauko-ohjattu sekä kulunvalvonnalla varustettu, ja sitä liikennöidään sähkövetureilla. Junakuljetusten määrä on nykyisin metallituotteita asiakkaalle noin 5 junaa viikossa sekä kemikaaleja kaivokselle noin 19 junaa viikossa. Kaikki metallituotteiden kuljetukset suuntautuvat tällä hetkellä Kokkolaan.

Kaivosalue sijaitsee yhdystien 8714 varrella, joka erkanee seututiestä 870. Osa kemikaaleista ja apuaineista tuodaan kaivokselle maanteitse seututie 870:n kautta monesta suunnasta Suomea. Lisäksi kaivokselle suuntautuu muita huoltokuljetuksia. Kaivoksen alueelle ja sieltä pois suuntautuu nykyisin noin 50 raskasta ajoneuvoa vuorokaudessa. Kaivosalueen sisällä tehdään lisäksi kiviaineksen kuljetuksia 14 kiviautolla. Henkilöliikennettä aiheutuu alueelle työskentelevien työmatkaliikenteestä noin 1 200 ajoneuvoa vuorokaudessa kun huomioidaan edestakainen liikenne. Henkilöliikenne tapahtuu suurimmalta osin työvuorojen mukaan 05.00–08.00, 13.00–16.00 ja 21.00–23.00 välisinä aikoina. Valtaosa työmatkaliikenteestä tulee seututien 870 kautta Kajaanin suunnasta sekä yhdystien 8740 kautta (joka yhtyy tiehen 870) Sotkamon suunnasta.

Teillä kulkevia liikennemääriä kuvataan vuoden keskimääräisellä vuorokausiliikenteellä ja sen yksikkö on ajoneuvoa/vuorokausi. Liikennemäärä kaivosalueen poikki kulkevalla tiellä 8714 oli vuonna 2015 kaivosalueen itäpuolella 695 ajoneuvoa vuorokaudessa ja länsipuolella 39 ajoneuvoa vuorokaudessa (Kuva 8-1) (Liikennevirasto 2017). Näistä raskasta liikennettä oli itäpuolella 53 ajoneuvoa vuorokaudessa (8 %) ja länsipuolella 1 ajoneuvo vuorokaudessa (2 %). Vuoden 2014 laskennassa henkilöliikenteen määrä oli huomattavasti suurempi: kaivosalueen itäpuolella 1 189 ajoneuvoa vuorokaudessa, raskaan liikenteen määrän oltua 47 ajoneuvoa vuorokaudessa. Liikennemäärä seututiellä 870 kaivosalueen pohjoispuolella vuonna 2015 oli 1 072 ajoneuvoa vuorokaudessa (10 % raskasta liikennettä) ja eteläpuolella 330 ajoneuvoa vuorokaudessa (19 % raskasta liikennettä). Yhdystiellä 8 740 liikennemäärä oli 653 ajoneuvoa vuorokaudessa (7 % raskasta liikennettä).



Kuva 8-1. Kaivoksen lähialueen liikennemäärät vuosina 2015/2016 (ajoneuvoa/vrk) ja tienumerot. Tiedot: Liikennevirasto 2017.

8.1.2 Tiestön kunto

Seututietä 870 on parannettu vuonna 2009 välillä Pirttimäki–Viinamäki (noin 6 km) mm. leventämällä tietä ja loiventamalla kaarteita. Tien 870 pinnoite on vaurioitunut monin paikoin, pinnoite on uusittu välillä Parkuantie 37–Tuhkalantie 70 (noin 10,7 km) kesän 2017 aikana. Tien päällyste on kova asfalttibetoni ja se kuuluu pohjoiseen mentäessä hoitoluokkaan Ib, eli tiellä on ongelmallisimpia sääolosuhteita lukuun ottamatta hyvä talvikeli, joka on riittävän turvallinen tienkäyttäjien liikkuesssa vallitsevien olosuhteiden mukaisesti. Etelään mentäessä hoitoluokka on II, eli tiellä on normaalitilanteissa riittävä kitka ja tasaisuus maltti-

liseen liikennöintiin, mutta vaikeissa säätilanteissa liikenteeltä edellytetään varovaisuutta. Myös yhdystien 8740 päällyste on kova asfalttibetoni ja hoitoluokka Ib.

Lahnasjärventie (yhdystie 8 714) on perusparannettu kaivoksen ensimmäisen vaiheen rakentamisen yhteydessä noin 4 kilometrin matkalta Viinamäen liittymästä länteen ja rakennettu kokonaan uuteen linjaukseen kaivosalueelle tultaessa noin 3 kilometrin matkalta. Tien päällyste on kova asfalttibetoni ja se kuuluu hoitoluokkaan Ib. Kaivoksen alueella Lahnasjärventie on linjattu uuteen paikkaan noin 4 kilometrin matkalla. Lahnasjärventie on sorapintainen ja kuuluu hoitoluokkaan III, jossa laatu on pääosin sama kuin II-luokan teillä, mutta auraus- ja liukkaudentorjunta voi kestää pidempään. Tiellä on yksi tasoristeys, joka sijaitsee kaivosalueella.

8.1.3 Asutus, pohjavesialueet ja luonnonsuojelualueet

Kaivoksen pääasiallisilla maantiekuljetusreiteillä lähin asutuskeskittymä on Tuhkakylä noin 1,5 km kaivospiirin rajasta seututie 870:n varrella pohjoiseen mentäessä. Tien varrella on jonkin verran asutusta Kajaanin kohti mentäessä, mutta liikenteen kannalta erityisiä riskikohteita. Lähin koulu sijaitsee Kontinjoella, mutta se ei sijaitse tien 870 varrella. Etelään mentäessä tien 870 ympäristö on harvaan asuttua. Yhdystien 8 740 varrella Mustolanmutkan ja Eevalan välillä on vain vähän asutusta, eikä liikenteellisesti herkkiä kohteita. Kaivoksen länsipuolella tien 8 714 varrella lähin asutuskeskittymä on Lahnasjärvellä, mutta kaivoksen pääasiallinen liikenne ei suuntaudu sen suuntaan.

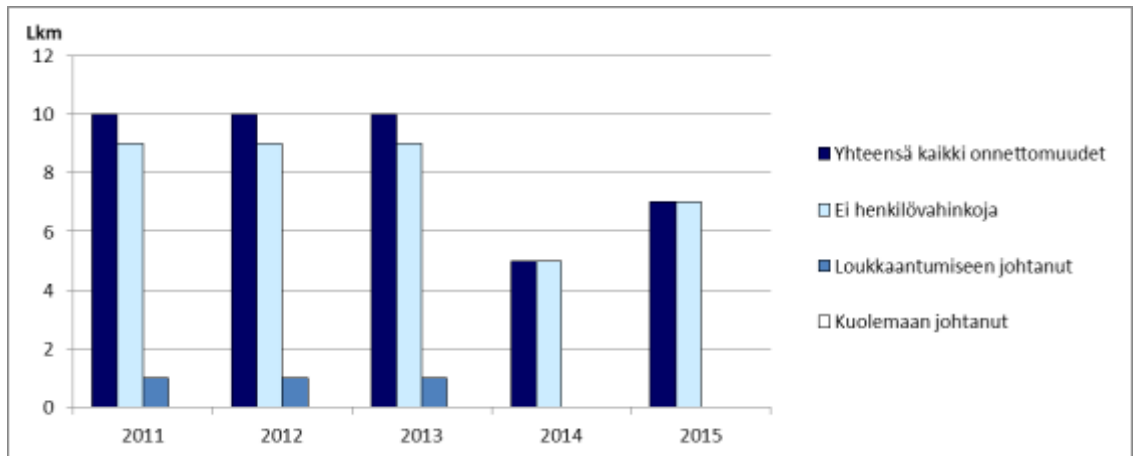
Kaivoksen lähialueen maantiekuljetureiteillä ei sijaitse pohjavesialueita lähimmän sijaitessa Vuokatissa ja sieltä suunnasta kaivokselle ohjautuu pääasiassa henkilöliikennettä. Lähialueen kuljetusreittien läheisyydessä sijaitsee muutamia pienialaisia yksityisiä suojelualueita, mutta ne eivät sijaitse teiden välittömässä läheisyydessä.

8.1.4 Tieliikenneonnettomuudet

Tieliikenneonnettomuus on omaisuusvahinkoja ja/tai henkilövahinkoja aiheuttanut kulkuneuvon liikkumisesta johtunut liikennetapahtuma, jossa on ollut osallisena ainakin yksi liikkuva ajo- tai kulkuneuvo ja joka on tapahtunut liikenteeseen yleisesti käytetyllä alueella. Liikenneviraston tieliikenneonnettomuusaineistossa ovat mukana kaikki onnettomuudet jotka poliisi on kirjannut järjestelmäänsä. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osalta peittävyys on 100-prosenttinen, mutta suuri osa henkilö- ja omaisuusvahinkoihin johtavista onnettomuuksista jää tilastojen ulkopuolelle edustavuuden ollessa sitä huonompi mitä lievemmat ovat seuraukset.

Kuvan (Kuva 8-1) mukaisilla kuljetus- ja henkilöliikennereiteillä teiden 870, 8740 ja 8714 kautta Terrafamen kaivokselle on tapahtunut vuosina 2011–2015 42 tieliikenneonnettomuutta joista 3 (7 %) johti loukkaantumiseen (Kuva 8-2, Liikennevirasto 2015). Yksikään onnettomuus ei johtanut kuolemaan. Eniten onnettomuuksia tapahtui vuosina 2011–2013: 10 kpl/vuosi.

Tiellä 8714 onnettomuuksia tapahtui vuosina 2011–2015 2 kpl. Tiellä 870 pohjoisen suuntaan valtatielle 6 saakka onnettomuuksia tapahtui 24 kpl ja etelän suuntaan kantatielle 87 saakka 9 kpl. 7 onnettomuutta tapahtui tiellä 8 740.



Kuva 8-2. Kaivoksen lähialueen liikennereiteillä tapahtuneet tieliikenneonnettomuudet vuosina 2011–2015. Tiedot: Liikennevirasto 2015.

8.2 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Kaivoksen toimintaan liittyvät liikennevaikutukset ovat riippuvaisia sekä liikennemäärästä että -muodosta. Mitä suurempi liikennemäärä on, erityisesti raskaan liikenteen osalta, sen suurempia vaikutuksia aiheutuu, ellei tehdä esimerkiksi liikenneturvallisuutta kehittäviä toimenpiteitä. Vaikutukset liikennemääriin ja sitä kautta liikenneturvallisuuteen vaihtelevat liikennemäärän mukaan.

Liikennevaikutuksia arvioidaan kaivoksen lähialueen (tie 8 714) lisäksi seututiellä 870 pohjoiseen mentäessä valtatielle 6 saakka ja etelään mentäessä kantatielle 87 saakka. Vaikutukset arvioidaan myös yhdystiellä 8 740 valtatielle 6 saakka. Ko. tieosuuksilta lähtien kaivokseen liittyvä liikenne hajautuu ja tiet ovat vilkkaammin liikennöityjä, joten kaivoksen liikenteen vaikutus on vähäisempi.

- 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.
- Liikennemäärien muutoksien vaikutusta onnettomuusmääriin arvioidaan onnettomuuksien sattumisen todennäköisyyksien avulla. Yleisesti puhutaan onnettomuusriskistä, joka voidaan määritellä tieosuuden onnettomuuksien suhteena tieosuudella liikkuvien altistumiseen riskille, tyypillisesti liikennesuoritteeseen. Onnettomuuksien määrää arvioidaan kertomalla onnettomuusriski liikennesuoritteiden määrällä.
- Työkoneiden, kuljetusten ja muun liikenteen pakokaasupäästöt arvioidaan ominaispäästökertoimien ja liikenne/konemäärien perusteella.
- Uraanin talteenottoon liittyvät liikennevaikutukset on arvioitu vuonna 2010 tehdyssä YVA-menettelyssä (Ramboll Finland Oy 2010).

8.3 Vaikutukset tieliikenteeseen

8.3.1 Liikennemäärät

Kaivoksen tieliikenne koostuu pääosin henkilöautoliikenteestä, jota on nykyisin noin 1 200 autoa vuorokaudessa paluumatkat huomioiden. Raskasta liikennettä on noin 50 autoa vuorokaudessa. Hankevaihtoehtojen VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c vaikutukset lähialueen liikennemääriin on esitetty taulukoissa (Taulukko 8-1) ja (Taulukko 8-2). Vaikutukset on arvioitu kuvassa (Kuva 8-1) esitetyn liikennereitistön alueelle, eli pohjoisessa valtatielle 6 saakka ja etelässä kantatielle 87 saakka. Kaivoksen liikenteen jakaantuminen eri suuntiin arvioitiin Liikenneviraston vuosina 2013–2015 laskemien kaivoksen lähialueen liikennemäärien perusteella.

Hankevaihtoehdossa VE0 liikennemäärät pysyvät nykyisellä tasolla ja vaihtoehdossa VE2 kaivoksen liikennemäärä pienenee vähitellen ja vaihteittain vuosien aikana kaivoksen sulkemistoimenpiteiden mukaisesti. Hankevaihtoehdoissa VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c sekä raskaan liikenteen että henkilöliikenteen määrät kasvavat nykyisestä. Lisääntyvä liikenne kuormittaa tiestöä ja heikentää liikenteen sujuvuutta.

Vaihtoehdossa VE0+ liikennemäärä kasvaa uraanin talteenoton myötä noin 90 ajoneuvolla vuorokaudessa. VE1a:ssa liikenne lisääntyy lisäksi nikkelin tuotannon kasvattamisen vuoksi. VE1b:ssä liikennettä lisäävät edellisten lisäksi pasutto ja rikkihappotehdas ja VE1c:ssä vielä sulatto. Näin ollen liikennemäärät kasvavat eniten VE1c:ssä: raskaan liikenteen määrä kasvaa nykytilanteesta 22 kpl/vrk (42 %) kun huomioidaan edestakainen liikenne ja kokonaisliikennemäärä 248 kpl/vrk (20 %). Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b liikennemäärien kasvu on pienempää ja vaihtoehdossa 0+ selvästi pienintä.

Suurin vaikutus kohdistuu kaivokselta seututielle 870 johtavalla yhdystiellä 8 714, jossa liikennemäärien kasvu toteutuu täysimääräisenä, koska kaivoksen liikenne tapahtuu käytännössä sen kautta. Myös seututiellä 870 kaivokselta pohjoisen suuntaan liikennemäärät kasvavat selvästi: VE1c:ssä raskaan liikenteen määrä lisääntyy 24 % ja kokonaisliikennemäärä 16 % välillä Viinamäki – Mustolanmutka. Mustolanmutkan ja valtatie 6:n välillä muutokset ovat pienempiä, koska osa kaivoksen liikenteestä suuntautuu yhdystielle 8 740 Sotkamo kohti. Siellä raskas liikenne lisääntyy 8 % ja kokonaisliikennemäärä 11 % VE1c:ssä. Kaivokselta etelään suuntaan liikennemäärät kasvavat selvästi vähemmän: seututiellä 870 kantatielle 87 saakka raskas liikenne suurimmillaankin (VE1c) 18 % ja kokonaisliikenne 4 %.

Edellä esitetyt liikennemäärien muutokset kuvaavat keskimääräistä tilannetta. Henkilöliikenne kuitenkin tapahtuu suurelta osin työvuorojen mukaan aikaväleillä 05.00–08.00, 13.00–16.00 ja 21.00–23.00 jolloin liikennemäärien kasvu on keskimääräistä suurempaa ja muina aikoina vastaavasti pienempää. Raskas liikenne ajoittuu pääosiltaan päiväaikaan.

Kaivoksen sisäisessä malminkuljetuksessa on käytössä nykytilanteessa (VE0) 18 kiviautoa. Kaivoksen jatkamisen ja kehittämisen myötä niiden määrä kasvasi, että VE0+:ssa niiden määrä on 19 kpl ja VE1a:ssa, VE1b:ssä sekä

VE1c:ssä 26 kpl. VE2:ssa autojen määrä laskee vähitellen ja vaiheittain lopulta nolnaan.

Taulukko 8-1. Kaivoksen liikennemäärät hankevaihtoehtojen. Määrissä on huomioitu edestakainen liikenne.

HANKEVAIHTOEHTO	VE0	VE0+	VE1a	VE1b	VE1c
Henkilöliikenne / vrk	1189	1272	1345	1390	1415
Raskas liikenne / vrk	53	60	65	65	75
Yhteensä liikenne / vrk	1242	1332	1410	1455	1490

Taulukko 8-2. Hankevaihtoehtojen vaikutukset raskaan liikenteen ja kokonaisliikenteen määriin kuljetusreiteillä. Liikennemäärissä on huomioitu edestakainen liikenne kaikissa liikennemuodoissa.

HANKEVAIHTOEHTO	VE0+		VE1a		VE1b		VE1c	
Tie (osuus)	Raskas liikenne muutos	Kokonais- liikenne muutos %	Raskas liikenne muutos	Kokonais- liikenne muutos %	Raskas liikenne muutos	Kokonais- liikenne muutos %	Raskas liikenne muutos	Kokonais- liikenne muutos %
Yhdystie 8714 (kaivos - st 870 liittymä)	13	7	23	14	23	17	42	20
Seututie 870 etelään (yt 8714 liittymä - kt 87 liittymä)	6	1	10	2	10	3	18	4
Seututie 870 pohjoiseen (yt 8714 liittymä - yt 8740 liittymä)	8	6	14	11	14	14	24	16
Seututie 870 pohjoiseen (yt 8740 liittymä - vt 6 liittymä)	5	3	9	6	9	8	16	9
Yhdystie 8740 (st 870 liittymä - vt 6 liittymä)	3	4	4	7	4	9	8	11

8.3.2 Asutus, pohjavesialueet ja luonnonsuojelualueet

Liikennemäärät kasvavat voimakkaimmin kaivokselle johtavalla yhdystiellä 8 714 sekä seututiellä 870 pohjoisen suuntaan. Myös yhdystiellä 8 740 kokonaisliikennemäärä kasvaa yli 10 %. Tien 8 714 varrella ei ole juuri asutusta, mutta teiden 870 ja 8 740 varrella on asutuskeskittymiä ja siellä lisääntyvä liikenne (erityisesti raskas liikenne) aiheuttaa ennen muuta meluhaittaa, joka kuitenkin painottuu päiväaikaan. Vaikutus on voimakkain vaihtoehdossa VE1c. VE0+ ei suuresti eroa nykytilanteesta (VE0) ja VE2:ssa liikenne vähenee kaikilla tieosuuksilla asteittain.

Liikennemäärien muutoksilla ei ole vaikutusta pohjavesialueisiin tai luonnonsuojelualueisiin tarkastellulla liikennereitistöllä.

8.3.3 Liikenneturvallisuus

Kaivoksen toiminnan kehittämisen myötä kasvavat liikennemäärät heikentävät liikenneturvallisuutta, ellei sitä parantavia toimenpiteitä tehdä. Kaivokselle johtavalla yhdystiellä 8 714 liikennemäärät kasvavat selvästi kaivostoiminnan jatkamisen myötä, mutta tie on hyväkuntoinen eikä sen varrella ole juuri asutusta.

Tieosuudella on tapahtunut vuosina 2011–2015 vain yksi tieliikenneonnettomuus (hirvionnettomuus). Näin ollen vaikutukset liikenneturvallisuuteen eivät ole suuria vaikka kaivoksen jatkamisen ja kehittämisen myötä liikennemäärät kasvavatkin selvästi.

Kaivosalueelta pääasiallisena kuljetusreittinä toimivalle seututielle 870 tultaessa risteys on alamäessä, jolloin liukkaalla kelillä onnettomuusriski voi kasvaa. Risteyksessä ei ole erillisiä kääntymiskaistoja tai väistötiloja eikä valaistusta, mutta näkyvyys on hyvä kaikkiin suuntiin, mikä pienentää kaivokselle kääntyvän ja kaivokselta tulevan liikenteen aiheuttamaa onnettomuusriskiä. Muissa kohdissa tietä 870 on liittymiä ja risteyskohtia paikoin myös mutkissa, joissa näkyvyys voi olla huono. Ramboll Finland Oy:n (2010) mukaan Mustolanmutkan risteysalue (teiden 870 ja 8 740 risteys) on koettu asukkaiden yhteydenottojen perusteella ongelmalliseksi. Tien 870 nopeusrajoitus on pääasiassa 80 km/h ja näin on myös edellä mainituilla risteysalueilla. Tuhkalankylän kohdalla ja noin 3 km osuudella valtatie 6 lähestyttäessä rajoitus on 60 km/h.

Tie 870 on suurimmilta osin melko kapea, jolloin etenkin hankevaihtoehdoissa VE1a, VE1b ja VE1c selvästi kasvava raskaan liikenteen määrä voi lisätä turvallisuuden tunnetta ja liikenneonnettomuuden riskiä. Kaivoksen lähialueella tietä on kuitenkin parannettu vuonna 2008 välillä Mustolanmutka – Viinamäki (kaivokselta pohjoiseen tien 8 740 liittymään saakka) ja vuonna 2009 välillä Viinamäki – Pirttimäki (kaivokselta etelään). Hankkeessa vahvistettiin tien rakennetta, levennettiin päällystettä ja loiventamalla mutkia parannettiin näkemiä. Myös joitakin yksityisteiden liittymiä järjestettiin ja Tuhkalankylän koulun kohdalle rakennettiin tievalaistus (koulu on tosin lopettanut toimintansa vuonna 2010). Tien 870 pinnoite on vaurioitunut monin paikoin, pinnoite on uusittu välillä Parkuantie 37–Tuhkalantie 70 (noin 10,7 km) kesän 2017 aikana. Näillä toimilla parannettiin liikenneturvallisuutta sekä liikenteen toimivuutta ja sujuvuutta. Tien 870 varrella ei ole kevyen liikenteen väyliä, mikä heikentää liikenneturvallisuutta lähinnä siellä missä tien varrella on asutusta, eli pääasiassa muutamien kylien kohdilla sekä jatkuvammin valtatie 6 kohti mentäessä. Myöskään tievalaistusta ei ole Tuhkakylää lukuun ottamatta.

Myös tieltä 870 Sotkamon suuntaan erkanevan yhdystien 8 740 liikennemäärät kasvavat hankevaihtoehdoissa VE1a, VE1b ja VE1c. Tien varrella ei ole juuri asutusta eikä liikenteellisiä riskikohteita ja tien kunto mm. päällysteen suhteen on hyvä. Nopeusrajoitus on 80 km/h. Näin ollen kaivoksen jatkamisen ja kehittämisen vaikutukset tien 8 740 liikenneturvallisuuteen eivät ole suuria.

Taulukossa (Taulukko 8-3) on esitetty keskimääräiset vuosina 2011–2015 tapahtuneet tieliikenneonnettomuudet tieosuksittain sekä arvioidut onnettomuusmäärät hankevaihtoehdoittain. Laskennassa on huomioitu sekä raskas- että henkilöliikenne meno- ja paluuliikenteen osalta. Tieosuksilla tapahtuneet onnettomuusmäärät ja sitä myötä onnettomuusriskit ovat pieniä ja sen seurauksena liikenteen lisääntymisen vaikutukset onnettomuusmääriin ovat myös pieniä. Arvioitu onnettomuusmäärän kasvu on suurinta seututiellä 870 kaivokselta pohjoisen suuntaan, jossa määrä kasvaa maksimivaihtoehdossa VE1c 0,2–0,3 onnettomuudella vuodessa. Hankevaihtoehdossa VE2 kaivoksen liikennemäärä laskee vähitellen nykytilanteesta ja siten myös onnettomuusmäärät.

Taulukko 8-3. Toteutuneet tieliikenneonnettomuudet ja arvioidut onnettomuusmäärät tieosuuksittain ja hankevaihtoehtojen mukaan.

HANKEVAIHTOEHTO	Nykytila, VE0	VE0+	VE1a	VE1b	VE1c
Tie (osuus)	Onnettomuus- määrä / vuosi	Onnettomuus- määrä / vuosi	Onnettomuus- määrä / vuosi	Onnettomuus- määrä / vuosi	Onnettomuus- määrä / vuosi
Yhdystie 8714 (kaivos - st 870 liittymä)	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Seututie 870 etelään (yt 8714 liittymä - kt 87 liittymä)	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9
Seututie 870 pohjoiseen (yt 8714 liittymä - yt 8740 liittymä)	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6
Seututie 870 pohjoiseen (yt 8740 liittymä - vt 6 liittymä)	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3
Yhdystie 8740 (st 870 liittymä - vt 6 liittymä)	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3

Hankevaihtoehtolla VE0 ei ole vaikutuksia liikenneturvallisuuteen kaivoksen toiminnan jatkuessa nykyisellään. Vaihtoehtossa VE2 liikenneturvallisuus paranee kaivoksen liikennemäärien vähetessä asteittain.

Uraanin talteenottoon liittyvät liikennevaikutukset on arvioitu vuonna 2010 tehdyssä YVA-menettelyssä ja sen mukaan normaaliolosuhteissa uraanipuolituotteiden kuljetuksista ei aiheudu riskiä ympäristölle. (Ramboll Finland Oy 2010).

8.3.4 Liikenteen päästöt

Kuljetusten ja henkilöliikenteen pakokaasupäästöjä arvioitiin VTT:ssä kehitetyllä tieliikenteen pakokaasupäästöjen LIISA-laskentajärjestelmällä (VTT 2016). Laskenta perustuu kahteen pääelementtiin, autokohtaisiin vuosisuoritteisiin (km/a) ja suoritekohtaisiin päästökertoimiin (g/km, kWh/km). Pakokaasupäästöt laskettiin vuodelta 2011 olevien päästökertoimien ja arvioitujen henkilö- ja raskaan liikenteen kuljetusmatkojen mukaisesti (Taulukko 8-4). Kaivoksen kiviautojen päästöt laskettiin käyttämällä dumperin päästökertoimia ja autojen nimellisteho 1 491 KW, kuormitusastetta 0,3 sekä autojen vuosittaista käyttötuntimäärää. Henkilöautoliikenteen keskimääräisenä matkana käytettiin 40 kilometriä ja raskaan liikenteen 300 kilometriä. Henkilöautojen osalta on käytetty päästökertoimia, joissa on huomioitu maantie- ja katuajo, katuajon osuus oli 35 %. Raskaanliikenteen osalta on käytetty täysperävaunuyhdistelmän päästökertoimia täydellä kuormalla.

Taulukko 8-4. Liikenteen päästökertoimet eri liikenne muodoille (g/km) (VTT 2016, tiedot vuodelta 2011).

LIIKKENEMUOTO	HENKILÖAUTO	RASKAS LIIKENNE	DUMPPERI
	g/km	g/km	g/kWh
Häkä (CO)	1,4	0,24	2,10
Hiilivedyt (HC)	0,17	0,09	0,65
Typen oksidit (NO _x)	0,4	9,0	6,7
Hiukkaset (PM)	0,012	0,09	0,29
Metaani (CH ₄)	0,0052	0,009	0,045
Typpioksiduuli (N ₂ O)	0,0047	0,035	0,021
Rikkidioksidi (SO ₂)	0,00099	0,0085	0,0050
Hiilidioksidi (CO ₂)	165	1249	777

Pakokaasupäästöjen osalta tarkasteluajajänteenä on vuosi. Kaivoksen liikenteen päästöt lisääntyvät nykytilanteeseen (VE0) verrattuna päästökompontentista riippuen maksimivaihtoehdossa VE1c 36–40 % (Taulukko 8-5). Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b päästöjen määrät ovat lähellä VE1c:n tasoa, mutta VE0+:ssa ne ovat varsin lähellä nykytilannetta. Henkilöliikenne ja päästöt sijoituvat pääosin Kainuun alueelle, kun taas raskas liikenne ja sen päästöt jakautuvat laajalle alueelle kuljetusreitistön mukaisesti. Kaivoksen liikenteen päästöt ovat kaikissa hankevaihtoehdoissa lähes kaikilta osin suuremmat kuin Sotkamon kunnan laskennalliset liikennepäästöt vuonna 2015. Vaihtoehdossa VE2 kaivoksen liikenteen vähetessä myös siitä aiheutuvat päästöt pienenevät.

Maantiekuljetuksista aiheutuvat pölypäästöt koostuvat lähinnä normaalista maantiepölystä, jonka vaikutusalue rajautuu kuljetusreittien välittömään läheisyyteen.

Taulukko 8-5. Henkilö- ja raskaan liikenteen sekä kaivoksen kiviautojen pakokaasupäästöt (tonnia vuodessa) eri hankevaihtoehdoissa.

HANKEVAIHTOEHTO	VE 0	VE0+	VE1a	VE1b	VE1c
	Päästöt (t)	Päästöt (t)	Päästöt (t)	Päästöt (t)	Päästöt (t)
Häkä (CO)	126	134	169	170	171
Hiilivedyt (HC)	34	37	47	47	48
Typen oksidit (NO _x)	378	407	519	519	529
Hiukkaset (PM)	15	16	20	20	20
Metaani (CH ₄)	2,3	2,4	3,2	3,2	3,2
Typpioksiduuli (N ₂ O)	1,3	1,4	1,7	1,7	1,8
Rikkidioksidi (SO ₂)	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
Hiilidioksidi (CO ₂)	47 121	50 745	63 996	64 104	65 507

8.4 Vaikutukset raideliikenteeseen

Kaivoksen raaka-aineet ja tuotteet kuljetetaan pääasiassa rautateitse. Kaivosrata erkanelee lissalmen ja Kointiomäen väliseltä rataosuudelta ja sillä liikennöidään vain kaivoksen toimintaan liittyviä kuljetuksia. Junakuljetusten määrä viikossa

on nykyisin metallituotteita asiakkaalle noin 5 junaa sekä kemikaaleja kaivokselle noin 19 junaa, eli yhteensä 24 junaa viikossa. Kaikki metallituotteiden kuljetukset suuntautuvat tällä hetkellä Kokkolaan.

Junakuljetusten määrä kasvaa eniten hankevaihtoehdossa VE1a: 22 % nykytasosta, jolloin kuljetuksia on 29 junaa viikossa. VE1b:ssä kuljetuksia on 13 % ja VE1c:ssä 11 % enemmän kuin nykyisin. VE0+:ssa junakuljetusten määrä nousee vain 4 %, mikä johtuu pelkästään uraanilaitokselle tuotavista kemikaaleista ja uraanipuolituotekuljetuksista (yhteensä noin 1 juna viikossa). Uraanipuolituotteen kuljetuksista rautateitse ei normaalitilanteessa aiheudu päästöriskiä ympäristöön (Ramboll Finland Oy 2010). Kaikkiaan junakuljetusten määrän kasvu kaikissa kaivoksen jatkamiseen liittyvissä hankevaihtoehdoissa on niin pieni, etteivät vaikutukset raideliikenteeseen ole suuria. Kaivoksen lopettaessa toimintansa (VE2) junakuljetukset vähenevät asteittain.

8.5 Vaihtoehtojen vertailu

Terrafamen kaivoksen jatkaminen ja kehittäminen lisäävät kaivokselle suuntautuvan liikenteen määrää (VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c). Vaikutukset liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen ovat suurimmillaan vaihtoehdossa VE1c, jossa tuotantomäärän kasvun sekä pasuton, sulaton ja uraanilaitoksen käyttöönoton myötä kaivoksen liikennemäärä kasvaa 20 % nykytilanteeseen nähden. Kaivokselle johtavan tien 8 714 ulkopuolella liikenne jakaantuu eri suuntiin vaikutusten ollessa suurimmillaan seututiellä 870 välillä Viinamäki – Mustolanmutka. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b vaikutukset ovat hieman pienempiä ja VE0+:ssa muutos nykytilanteeseen (VE0) on pieni. Vaihtoehdossa VE2 kaivoksen toiminnan loppuessa liikennemäärät pienenevät vähitellen vaikuttaen positiivisesti liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen.

8.6 Epävarmuudet

Arviointi sisältää oletuksia, jotka vaikuttavat arvioinnin lopputulokseen. Kuljetuksiin ja henkilöliikenteeseen liittyvät liikennemäärät ovat keskimääräisiä arvioita, ja liikennemäärä vaihtelee ajallisesti esimerkiksi työvuorojen mukaan. Tieliikenneonnettomuuksien määrän arviointi perustuu keskiarvoihin ja arvioituihin liikennemääriin, joten todellista onnettomuuskehitystä ei kyetä varmuudella ennustamaan. Päästöarviointi perustuu niin ikään arvioituihin liikennemääriin ja kuljetusmatkoihin sekä keskimääräisiin päästöihin ajoneuvoluokittain ja tämän vuoksi päästöarviot ovat suuntaa-antavia.

8.7 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Kaivostoiminnan jatkamisen myötä liikennemäärät kasvavat kaivoksen lähialueen teillä. Liikenneturvallisuutta parantavat nopeusrajoitusten noudattaminen ja ajonopeuksien asettaminen liikenneolosuhteiden mukaisiksi. Liikenteen aiheuttamia haittoja voidaan vähentää ajoittamalla liikenne päivä- ja ilta-aikoihin niin, että siitä on mahdollisimman vähän meluhaittaa ja haittaa liikenteen sujuvuudelle. Kuljetusurakoitsijoiden valvonnalla ja ohjeistuksella voidaan tehostaa liikennesääntöjen ja -merkkien noudattamista ja näin parantaa liikenneturvallisuutta ja -sujuvuutta. Lisäksi kuljetuksista ja kuljetusreiteistä voidaan tiedottaa paikallisesti. Vaikutuksia tiestön kuntoon voidaan vähentää mm. seuraamalla teiden

kuntoa, sekä korjaamalla raskaasta liikenteestä mahdollisesti aiheutuvat vauriot teille. Laajenevien sekundääriliuotusalueiden ja niiden rakentamistöiden vaikutusten vähentämiseksi yhtiö on käynnistänyt keskustelun liikenneviranomaisen kanssa mahdollisesta tien 8714 tien uudelleen linjauksesta.

Vaarallisten aineiden kuljetuslainsäädännön tarkoitus on ehkäistä ja torjua vahinkoa ja vaaraa, jota vaarallisten aineiden kuljetus saattaa aiheuttaa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Tämän lisäksi riskejä voidaan yleisellä tasolla vähentää esimerkiksi kehittämällä kuljetusajoneuvojen teknisiä järjestelmiä ja renkaiden, parantamalla liikennejärjestelyjä ja teiden geometriaa, kehittämällä kuljetusyritysten laatujärjestelmiä ja tehostamalla kuljettajien koulutusta (Räty & Länsivuori 2015). Vaarallisten aineiden kuljetuksissa kaivokselle tulee kiinnittää erityistä huomiota liikenneturvallisuuteen liittyvien sekä asutuskeskittymien kohdalla.

9 ILMASTO JA ILMANLAATU

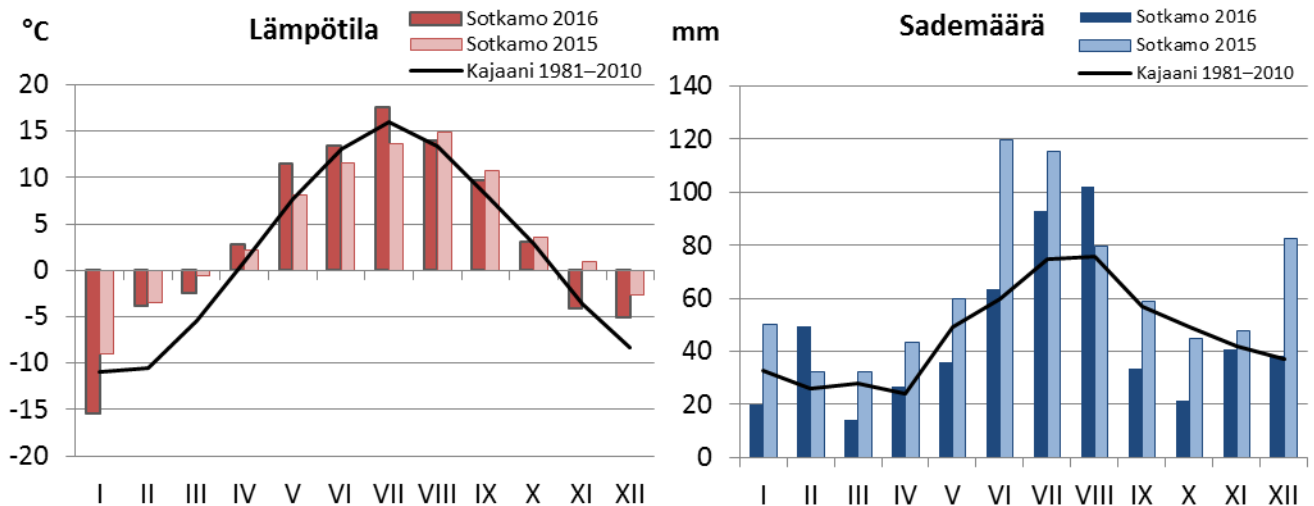
9.1 Nykytila

9.1.1 Ilmasto

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

Vuosina 2015–2016 keskilämpötila on ollut Sotkamossa 3,4–4,2 °C. Pitkällä aikavälillä 1981–2010 vuoden keskilämpötila on ollut Kajaanissa 2,0 °C. Ero lämpötiloissa johtuu normaalia leudommista talvista, jotka voidaan havaita kuvasta 9-1. Pitkän aikavälin 1981–2010 Ilmatieteen laitoksen säädataa ei ole saatavilla Sotkamosta.

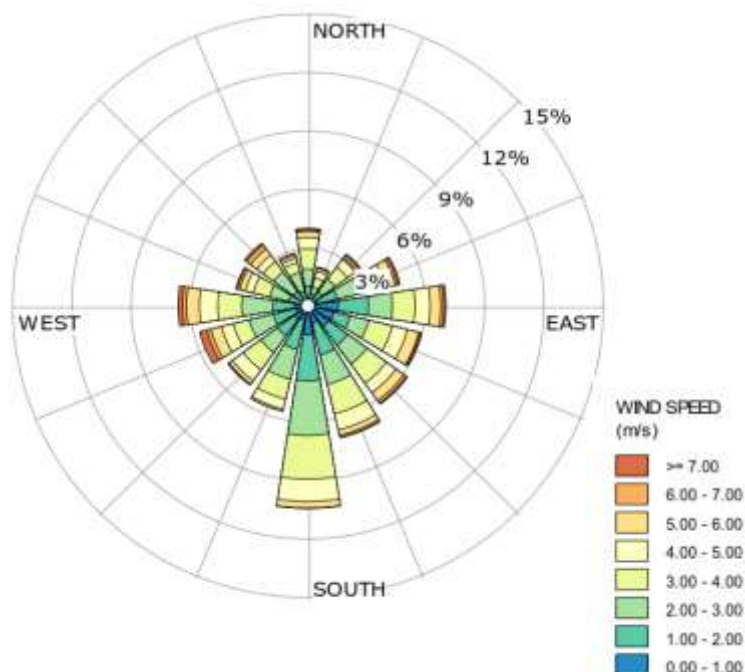
Pitkällä aikavälillä 1981–2010 sademäärä on ollut Kajaanissa noin 556 mm vuodessa. Vuoden 2016 sademäärä (539 mm) oli Sotkamossa lähellä pitkän aikavälin keskiarvoa, mutta vuonna 2015 sademäärä (767 mm) oli huomattavasti suurempi. Vuosina 2015–2016 kaivoksen omalla säähavaintoasemalla mitattiin selvästi suuremmat sademäärät kuin Ilmatieteen laitoksen Sotkamon asemalla (2015: 1042 mm, 2016: 695 mm).



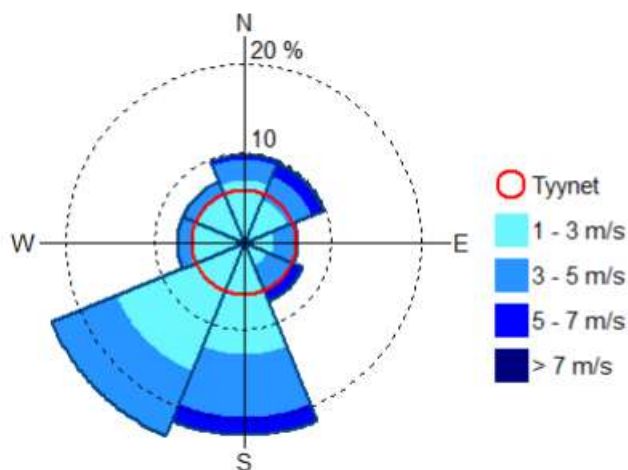
Kuva 9-1. Kuukausittaiset keskilämpötilat ja sademäärät Sotkamossa, sekä pitkän aikavälin keskiarvo Kajaanissa. (Ilmatieteen laitos 2012, Ilmatieteen laitoksen avoin datapalvelu)

Kaivoksella on aiemmin sijainnut oma sääasema, joka mittaa jatkuvatoimisesti mm. tuulen nopeutta ja suuntaa, mutta viime vuosina asemalla on mitattu vain sadantaa, ja kaivoksen ympäristötarkkailujen raportoinnissa on muilta osin hyödynnetty Kajaanin lentoaseman säätietoja. Kajaanin lentoaseman säähavaintoasema sijaitsee Paltaniemessä noin 38 kilometriä Sotkamon kaivoksesta luoteeseen, joten sen tiedot eivät tarkalleen kuvaa kaivoksen lähiympäristöä. Tuuli

puhaltaa yleisimmin etelästä, lännestä tai lounaasta (Kuva 9-2). Tehdasalueella ja sen ympäristössä tehtyjen ilmanlaatumittausten aikana v. 2015–2016 päätuulensuunnat lähialueella olivat lounas ja etelä (Kuva 9-3).



Kuva 9-2. Keskimääräiset tuulen suunnat ja nopeudet Kajaanin lentokentän säähavaintoasemalla vuonna 2016 (kuva raportista: Ramboll Finland Oy 2017).



Kuva 9-3. Tehdasalueen tuuliolosuhteet kaivoksen viimeisimpien ilmanlaatumittausten tutkimusjaksolla 1.12.2015–15.8.2016 (kuva raportista: Ilmatieteen laitos 2017a).

9.1.2 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 tarkkail-

laan Kajaanissa kahdella mittausasemalla. Taajaman rikkipitoisuudet ovat korkeimmillaan talvisin öljyn käytön takia. (Kainuun liitto 2014)

Kajaanin keskustassa tehtävän ilmanlaatureurannan perusteella ilmassa oleviin typenoksidien ja hiukkasten pitoisuuksiin vaikuttavat voimakkaimmin katupöly etenkin maaliskuussa sekä autoliikenteen päästöt. Yksittäisten pistelähteiden päästöjen osuutta pitoisuuksissa ei ole voitu ilmanlaatumittauksissa erottaa. Vuoden 2016 Kajaanin kaupungin ilmanlaatureurannassa pitoisuudet täyttivät ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot. (Ilmatieteen laitos 2017b)

Ilmanlaadun ohjearvot ovat epäpuhtauksien pitoisuuksia, joiden alittaminen on tavoitteena. Ohjearvot on määritelty valtioneuvoston päätöksessä 480/1996. Ilmanlaadun raja-arvot ovat terveysperusteisesti asetettuja ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia, jotka on alitettava määrääjässä. Raja-arvot ovat sitovia ja ne on määritelty valtioneuvoston ilmanlaatuasetuksessa (Vna 79/2017). Kumotussa ilmanlaatuasetuksessa 38/2011 raja-arvot olivat samat. Pienhiukkasten raja-arvot ovat tulleet voimaan v.2010. Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoja ei sovelleta työpaikoilla eikä tehdasalueilla, eikä raja-arvojen noudattamista arvioida liikenneväylillä tai alueilla, jonne yleisöllä ei ole vapaata pääsyä ja joilla ei ole pysyvää asutusta. (Ilmatieteen laitos 2017b)

Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot ovat taulukossa 9-1. Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi rikkidioksidipitoisuuden kriittinen taso vuosikeskiarvona on $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja typen oksidien $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Vna 79/2017).

Taulukko 9-1. Ilmanlaadun terveysperusteiset ohjearvot (Vnp 480/1996) ja raja-arvot (osin) (Vna 79/2017).

Ilman epäpuhtaus	Ohjearvo ¹⁾		Raja-arvo ²⁾		Sallittujen raja-arvon ylitysten määrä kalenterivuodessa
	Vnp 480/1996		Vna 79/2017		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Rikkidioksidi SO ₂	250	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste	350	1 tunti	24
	80	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo	125	24 tuntia	3
Typpidioksidi NO ₂	150	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste	200	1 tunti	18
	70	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo	40	Kalenterivuosi	
Kokonaisleijuma (TSP)	120	Vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste			
	50	Vuosikeskiarvo			
Hengitettävät hiukkaset (PM10)	70	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo	50	24 tuntia	35
			40	Kalenterivuosi	
Pienhiukkaset (PM2,5)			25	Kalenterivuosi	

1) 20 °C lämpötilassa, 1 atm paineessa

2) SO₂ ja NO₂: 20 °C lämpötilassa, 1 atm paineessa.

Hiukkaset ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

Seuraavassa on kuvattu yleisellä tasolla ilmassa leijuvan pölyn ja sen mukana mahdollisesti kulkeutuvien joidenkin metallien vaikutusmekanismeja ja taustapitoisuuksia ilmassa.

Pöly

Hengitettäessä ilmassa leijuvaa pölyä kaikki 30 mikrometriä suuremmat hiukkaset jäävät ylähengitysteihin nenän ja nielun alueelle. Keuhkoihin pääsevästä hiukkasista suurimmat jäävät henkitorven ja keuhkoputkien alueelle. Altistusajasta ja pitoisuustasoista riippuen hiukkaset voivat aiheuttaa hengitysteissä

ärsytystä ja infektiioireita. Alle 4 mikrometrin hiukkaset pääsevät kulkeutumaan keuhkorakkuloihin asti. Sinne päätyneet liukoiset hiukkaset ja aineet pääsevät imeytymään verenkiertoon ja voivat kulkeutua elimistön muihin osiin. (Työterveyslaitos, www.ttl.fi) Alle 10 mikrometrin hengitettävillä hiukkasilla on valtioneuvoston asetuksessa 79/2017 asetettu terveysperusteinen raja-arvo.

Kadmium

Ihmiset altistuvat kadmiumille hengitysilman, juomaveden ja ravinnon kautta. Kadmium on pehmeä, hopeanvalkea metalli, joka höyrystyessään hapettuu nopeasti kadmiumoksidiksi. Monet epäorgaaniset kadmiumyhdisteet liukenevat hyvin veteen. Kadmium rikastuu pääasiassa ulkoilman pieniin hiukkasiin, jotka ovat kooltaan luokkaa 1 mikrometri tai sitä pienempiä. Pölyssä olevaa kadmiumia voi näin ollen kulkeutua pienhiukkasten mukana syvälle hengitysteihin. Tupakointi lisää merkittävästi kadmiumin altistumisannosta. (Ilmatieteen laitos 2017a).

Tyypillinen ulkoilman hiukkasten sisältämä kadmiumpitoisuus voi olla Euroopassa tausta-alueilla noin 0,1–0,5 ng/m³ vuosikeskiarvoina ja vastaavasti korkeimmillaan noin 50 ng/m³ lähellä teollisuuden päästölähteitä. Helsingin Kallion kaupunkitausta-asemalla kadmiumin vuosikeskiarvot ovat vuosina 2000–2015 vaihdelleet välillä 0,1–0,2 ng/m³ ja Raahen Lapaluodon teollisuusalueella 0,1–0,3 ng/m³ vuosina 2012–2015. Suomen puhtailla tausta-alueilla kadmiumlaskeuman määrä on vuosittain keskimäärin noin 1–5 µg/m². (Ilmatieteen laitos 2017a)

Nikkeli

Nikkeli on hopeanvalkoinen, kova metalli, joka esiintyy pääasiassa kaksiarvoisena sekä orgaanisissa että epäorgaanisissa yhdisteissä. Osa nikkeliyhdisteistä liukenee veteen ja osa on käytännössä veteen liukenemattomia. Nikkeliä esiintyy yleisesti maaperässä ja sitä on rikastuneena raakaöljyyn. Nikkeliä käytetään runsaasti teräksen ja metallisekoitteiden tuotannossa. Muita käyttöalueita ovat muun muassa keramiikka, paristot, elektroniikka sekä lasin ja muovien värjäys. Toisin kuin kadmiumia, nikkeliä esiintyy ulkoilmassa melko runsaasti myös karkeammissa hiukkasissa, jotka ovat kooltaan muutamasta mikrometristä ylöspäin.

Nikkeliä vapautuu ulkoilmaan pääasiassa polttoaineiden ja jäteöljyn poltossa sekä nikkelimalmin louhinnassa ja jalostuksessa. Ulkoilman tärkeitä nikkeliyhdisteitä ovat nikkelisulfaatti ja nikkelioksidi, joita syntyy esimerkiksi energiantuotannossa.

Tyypillinen ulkoilman hiukkasten sisältämä nikkelipitoisuus on Euroopan puhtailla tausta-alueilla noin 0,2–2 ng/m³ vuosikeskiarvoina ja vastaavasti korkeimmillaan noin 50 ng/m³ lähellä teollisuuden päästölähteitä. Helsingin Kallion kaupunkitausta-asemalla nikkelin vuosikeskiarvot ovat vuosina 2009–2015 vaihdelleet välillä 2–4 ng/m³ ja Raahen Lapaluodon teollisuusasemalla 3,4–4,5 ng/m³ vuosina 2012–2015. (Ilmatieteen laitos 2017a)

Kun otetaan huomioon ulkoilman nikkelipitoisuuksien taso, merkittävin nikkelialtistus saadaan Suomessa ja koko Euroopassa yleensä ruoan välityksellä. Keuhkoihin kohdistuvassa altistuksessa tupakoinnilla on erittäin suuri merkitys:

tupakoitsijan saama annos voi olla jopa monikymmenkertainen tupakoimattoman henkilön saamaan nähden.

Arseeni

Arseeni esiintyy ympäristössä kolmi- tai viisiarvoisina epäorgaanisina, vesiliukoisina ja heikosti vesiliukoisina suoloina sekä kaasumaisina epäorgaanisina ja orgaanisina arseeniyhdisteinä. Luonnossa arseeni on sulfidina monien kaivannaismetallien sulfidien yhteydessä. Arseeni esiintyy kadmiumin tapaan pääasiassa ulkoilman pienissä hiukkasissa, jotka ovat kooltaan luokkaa 1 mikrometri tai sitä pienempiä.

Arseenin keskeisiä päästölähteitä ovat metallien sulatus ja energiantuotanto, lähinnä hiilivoimalat. Ulkoilman hiukkasten sisältämän arseenipitoisuuden on arvioitu olevan Euroopan puhtailla tausta-alueilla noin 0,2–1,5 ng/m³ vuosikeskiarvoina ja vastaavasti noin 0,5–3 ng/m³ kaupunkitausta- ja liikennealueilla sekä teollisuuden päästöympäristöissä korkeimmillaan noin 50 ng/m³. Helsingin Kallion kaupunkitausta-ajemalla kadmiumin vuosikeskiarvot ovat vuosina 2009–2015 vaihdelleet välillä 0,3–0,9 ng/m³ ja Raahen Lapaluodon teollisuusajemalla 0,4–0,8 ng/m³ vuosina 2012 – 2015. (Ilmatieteen laitos 2017a)

Arseenille altistutaan pääasiallisesti ruoansulatuskanavan kautta ruoan ja juomaveden välityksellä. Eurooppalaisissa arvioissa on esitetty, että vain alle 1 % kokonaisannoksesta saataisiin normaalioloissa hengitysilmaasta.

9.1.3 Päästöt ilmaan ja päästöjen vaikutukset

Terrafamen kaivosalueella päästöjä ilmaan aiheuttavia lähteitä on karkeasti jaoteltuna kahdenlaisia: pistemäisiä sekä hajapäästölähteitä. Kaivoksen merkittävimmät päästöt ilmaan ovat malminkäsittelyn ja metallien talteenoton pöly- ja rikkivetypäästöt, sekä louhoksen räjäytyspölyt. Lisäksi kalkin käyttö, työkonet, räjäytysaineiden käyttö, energian tuotanto ja vetylaitos aiheuttavat hiilidioksidit-, typpi- ja rikkidioksidipäästöjä. Epäsuoria kasvihuonekaasupäästöjä syntyy muun muassa energian käytöstä, poltetun kalkin valmistuksesta, työmatkaliikenteestä ja jätteiden käsittelystä.

9.1.3.1 Pistemäiset päästöt

Kaivoksella ja tehdasalueella on toteutettu tarkkailusuunnitelman mukaisia ilmapäästömittauksia, joissa on tutkittu metallitehtaan rikkivetypitoisuuksia, louhinnan ja malmin käsittelyn hiukkaspitoisuuksia, sekä energiantuotantoyksiköiden hiukkas-, typenoksidi- ja rikkidioksidipitoisuuksia. Tarkkailuohjelma sisälsi viimeksi vuonna 2014 kaikki ilmapäästömittaukset, mutta tuolloin louhinta ja malminkäsittely olivat keskeytyksissä koko vuoden, ja sen vuoksi malminkäsittelyn hiukkaspäästömittaukset tehtiin vuonna 2015 vuoden 2014 sijaan. Rikkivetypäästömittaukset ovat olleet tarkkailuohjelmassa joka vuosi. Energiantuotantoyksiköiden päästömittauksia tehtiin v. 2014 tai 2015 sekä 2017.

Rikkivedyn osalta mitattavat kohteet metallien talteenoton puolelta ovat olleet saostuslinjan poistohölkäkaasut, neutralointireaktoreiden hölkäkaasut, rautasaostuksen hölkäkaasut, nauhasuotimen hölkäkaasut ja esineutraloinnin

nauhasuotimien poistohölkäkaasut. Kaikki kohteet mitattiin pesureiden jälkeen. Mittaukset on tehty kaksi tai neljä kertaa vuodessa. Keväällä 2017 on käynnistynyt rikkivedyn jatkuvatoiminen mittaustalteenottolaitoksella. Mittausta kokeillaan eri hölkäkaasulinjoissa menetelmän toimivuuden varmistamiseksi vaativissa olosuhteissa.

Ilmaan kohdistuvien päästöjen osalta ovat voimassa ympäristölupapäätöksen nro 36/2014/1 (30.4.2014, Dnro PSAVI/58/04.08/2011) raja-arvot (Taulukko 9-2), jotka ovat tulleet voimaan VHO:n päätöksellä 16/0090/2 (antopäivä 28.4.2016).

Taulukko 9-2. Ilmaan johdettavia päästöjä koskevat nykyiset ympäristöluparajat (päätökset PSAVI 36/2014/1 ja VHO 28.4.2016).

Päästölähde	Rikkivety, H ₂ S	Ni, Zn, Cu, Co, U, As	Hiukkaset	Typen oksidit, NO _x (laskettuna NO ₂)	Rikkidioksidi, SO ₂
	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³
Malminkäsittely			5		
Kalkinkäsittelylaitos			10		
Metallitehdas	30	1			
Energiantuotantoyksiköt:			(1)	(2)	
Höyrykattila 10 MW *			50 / 140	900 / 900	1700 / 350
Kuumavesikattila 10 MW *			50 / 140	900 / 900	1700 / 350
Höyrykontti 5,5 MW *			100 / 50	800 / 800	850 / 350
Kuumavesikattila 2 MW *			140 / 140	900 / 900	1700 / 350

1) jos siirytään käyttämään kevyttä polttoöljyä, hiukkaspitoisuus enintään 50 mg/Nm³

kuivissa savukaasuissa 3 % happipitoisuuteen muutettuna

2) jos käytetään polttoaineena nestekaasua, NO_x-raja-arvo 400 mg/Nm³

* 31.12.2017 asti / 1.1.2018 alkaen

Luvassa määritetty raja-arvo metallien talteenoton poistokaasun **rikkivety**pitoisuudelle on 30 mg/Nm³ (aiemmin luparaja 50 mg/Nm³). Raja-arvo ei koske tuotannon ylös- ja alasajotilanteita. Poistokaasujen rikkivetypitoisuudet ovat vuosittain pääsääntöisesti alittaneet luparajan. Vuosina 2016 ja 2015 mitatut maksimipitoisuudet olivat 27 ja 22 mg/Nm³. Vuonna 2014 raja-arvo muutoin alittui, lukuun ottamatta yhtä tammikuun neutralointireaktorin mittausta (431 mg/Nm³). Vuosina 2012–13 luparaja alittui, mitatut maksimipitoisuudet olivat 44 ja 38 mg/Nm³. **Raskasmetallipitoisuudet** poistokaasussa (As, Co, Cu) olivat vuonna 2014 selvästi luparajaa matalammat; maksimi oli 9,9 µg/Nm³ nauhasuotimen pesurin jälkeen. Metallipitoisuusmittaukset ovat seuraavan kerran tarkkailussa vuonna 2017.

Ympäristöluvassa määritetty raja-arvo **malminkäsittelyn hiukkaspitoisuudelle** on nykyään 5 mg/Nm³, mutta 30.6.2016 asti raja-arvo oli 10 mg/Nm³. Malminkäsittelyn hiukkaspitoisuudet vuonna 2012 ja 2015 (maksimi 5,3 mg/Nm³) alittivat ympäristöluvan raja-arvon.

10 MW:n **kuumavesi-** ja **kuumahöyrykattilan** savukaasujen hiukkas-, typenoksidit- ja rikkidioksidipitoisuudet alittivat vuosien 2014 ja 2017 mittauksissa päästöraja-arvot. Kattiloiden savukaasut puhdistetaan sykloneilla. 5 MW:n **höyrykontin** päästömittauksessa vuonna 2015 hiukkaspitoisuus alitti luparaja-

arvon, sen sijaan NO_x-pitoisuus ja SO₂-pitoisuus ylittivät raja-arvot. Talvella 2017 höyrykontin NO_x-päästö täytti lupaehdon mutta hiukkaspäästö ja SO₂-päästö ylittivät selvästi luparajat.

9.1.3.2 Pöly

Pölylaskeuma

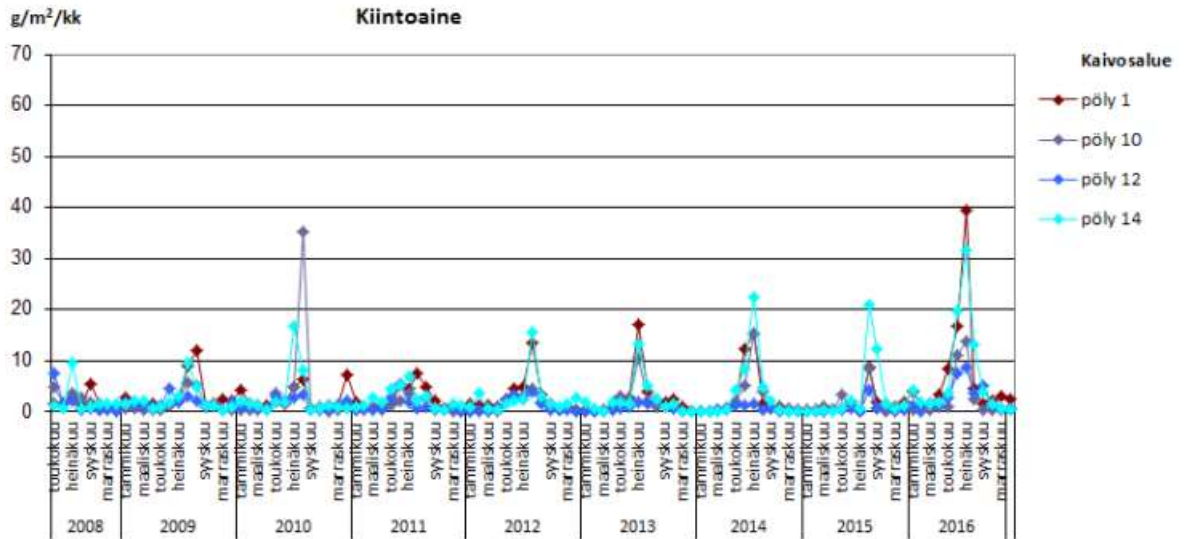
Louhinnasta, malmin ja sivukiven kuljetuksesta sekä muusta kaivoksen liikenteestä syntyvä pöly voi aiheuttaa viihtyvyyshaittaa kaivosta lähimpänä sijaitsevassa asutuksessa. Kaivosalueella ja sen lähiympäristössä on tarkkailtu pölylaskeumaa vuosina 2009–2016 tarkkailusuunnitelman mukaisesti jatkuvatoimilla laskeumakeräimillä. Tarkkailupaikat sijaitsevat eri suunnilla kaivosalueen ympäristössä (Kuva 9-4). Laskeumanäytteistä määritettiin kuukausittain nesteen pH, sähkönjohtavuus ja kiintoainepitoisuus sekä kiintoaineen hehkutushäviö ja -jäännös, ja lisäksi neljä kertaa vuodessa nikkeli-, koboltti-, kupari-, sinkki-, rauta-, rikki- ja uraanipitoisuudet (uraani ei mukana alusta lähtien). Pölyn taustapitoisuudet vaihtelevat sääolosuhteiden mukaan ja kaivostoiminnan vaikutusalueen määrittäminen sekä siitä aiheutuvan pölylaskeuman erottaminen muusta toiminnasta (esim. tienkäyttö) on haasteellista. Sen lisäksi ympäristön asutus on kokenut kaivoksen aiheuttaman pölyn ongelmana. (Ramboll Finland Oy 2017)



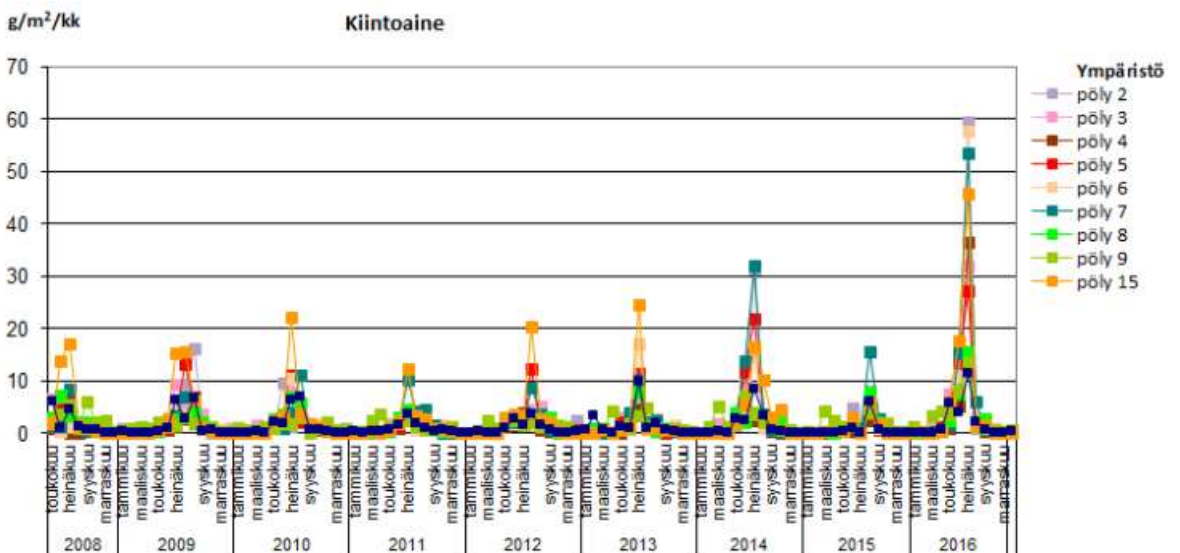
Kuva 9-4. Pöylaskeuman ja -leijuman tarkkailupisteiden sijainti. (Pöyry Finland Oy 2017b)

Kiintoainelaskeumalle ei Suomessa ole raja- tai ohjearvoja. Laskeumaa käytetään kuvaamaan pölyn viihtyisyyshaittaa eikä niinkään terveyshaittaa. Aikaisemmin viihtyvyyshaittarajana käytettiin arvoa 10 g/m²/kk, joka on kuitenkin kumottu jo 1980-luvulla ilmansuojelulain astuttua voimaan. Vanhaa viihtyvyyshaittaraja-arvoa voidaan kuitenkin vielä pitää laskeuman suuntaa-antavana vertai-

luarvona. Kaivosalueen tarkkailupaikoilla (Kuva 9-5) kokonaislaskeuma on enimmäkseen ollut alle 10 g/m²/kk, kuten myös ympäristön tarkkailupaikoilla (Kuva 9-6). Vuonna 2016 tarkkailun aikana vain kesä- ja heinäkuun näytteissä ylittyi aiemmin mainittu vanha viihtyvyyshaittaraja-arvo, ja tarkkailuraportin mukaan ylitykset johtuivat keräimiin kertyneestä orgaanisesta aineksesta kuten siitepölystä ja hyönteisistä.



Kuva 9-5. Kiintoainelaskeumat kaivosalueen seurantapisteillä v. 2008–2016. (Ramboll Finland Oy 2017)

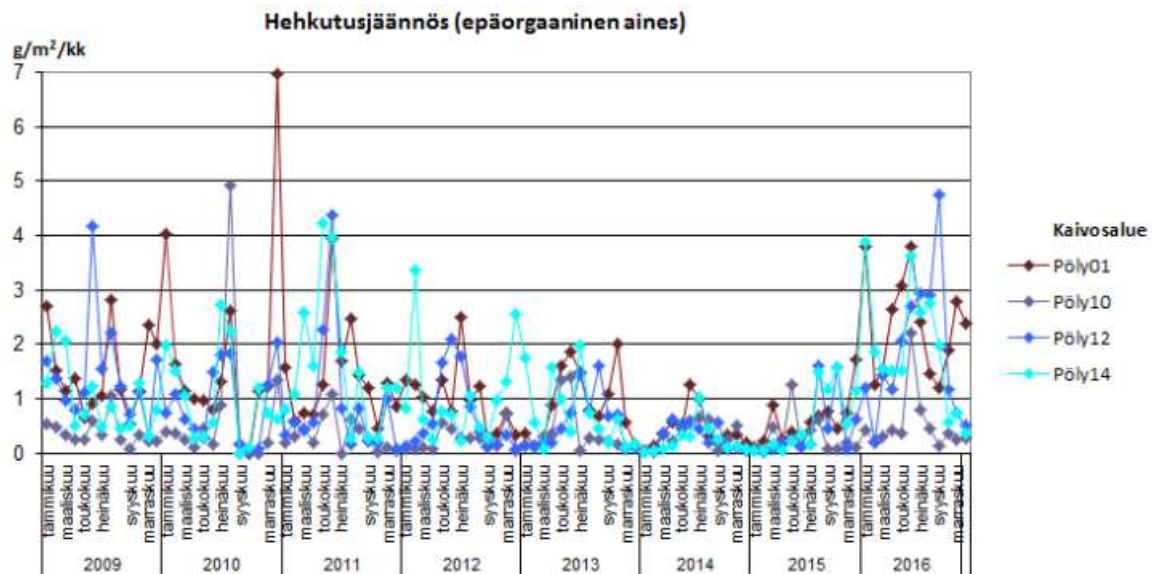


Kuva 9-6. Kiintoainelaskeumat kaivoksen ympäristön seurantapisteillä v. 2008–2016. (Ramboll Finland Oy 2017)

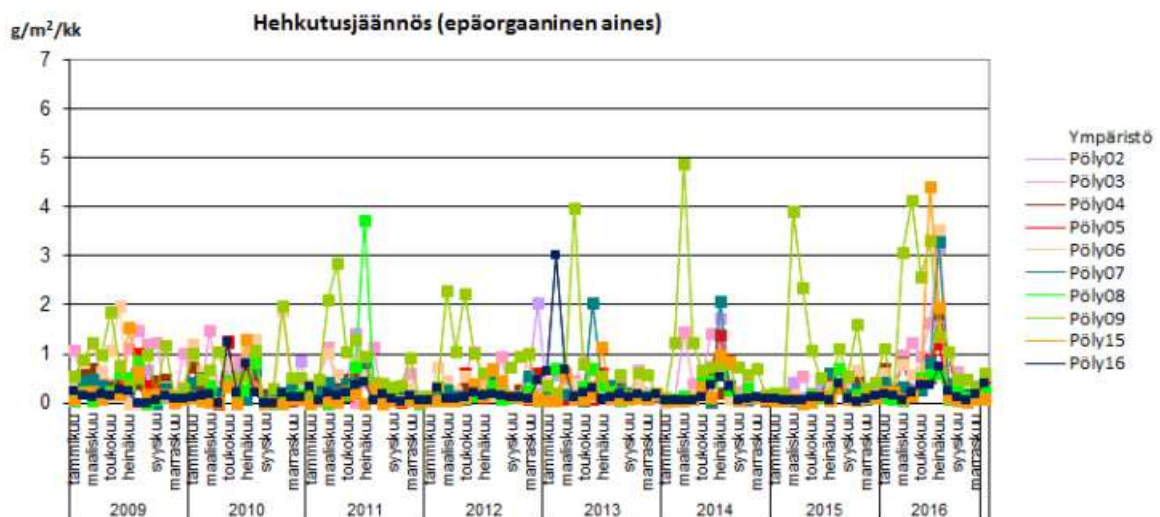
Laskeumatarkkailussa kaivostoiminnan vaikutuksia kuvaavat paremmin hehkutusjäännösanalyysit (epäorgaaninen aines) kuin kiintoainepitoisuudet. Louhinnan uudelleen käynnistyminen loppuvuonna 2015 on ollut havaittavissa kaivosalueen pisteillä epäorgaanisen aineksen laskeuman nousuna (Kuva 9-7). Selvimmin laskeuma on kasvanut Kuusilammen avolouhoksen läheisyydessä sekä tehdasalueen pohjoispuolella Vuonna 2016 hehkutusjäännökset olivat kuitenkin

edelleen kaikilla pisteillä verrattain pieniä (0,03–4,8 g/m²/kk). Myös ympäristön seurantapisteillä epäorgaanista ainesta oli vuonna 2016 edellisvuotta enemmän (Kuva 9-8), mutta pääosin laskeumat noudattivat aiempien vuosien trendiä.

Alkuvuotta 2015 voidaan pitää osittain vertailujaksona, koska silloin louhinta oli keskeytetty, kun taas vuonna 2016 louhinta tehtiin koko vuoden ajan. Vuonna 2015 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 (Pöly09), missä on ollut vuosina 2010–2016 aina suuri määrä epäorgaanista ainesta. Tämä johtuu todennäköisesti läheisen tien pölyämisestä. (Ramboll Finland Oy 2016)



Kuva 9-7. Kiintoainelaskeuman epäorgaaninen aines kaivosalueen seurantapisteillä v. 2009–2016. (Ramboll Finland Oy 2017)



Kuva 9-8. Kiintoainelaskeuman epäorgaaninen aines kaivoksen ympäristön seurantapisteillä v. 2009–2016. (Ramboll Finland Oy 2017)

Metallilaskeumille ei ole ohje- tai raja-arvoja, mutta rikkilaskeumalle on Valtioneuvoston päätöksellä 480/1996 asetettu Suomen metsätalousmaille pitkänajan keskimääräinen tavoitearvo $0,3 \text{ g/m}^2/\text{v}$ ($0,025 \text{ g/m}^2/\text{kk}$), johon tuloksia voidaan rikin osalta verrata. Laskeuman tavoitearvo on annettu järvi- ja metsäekosysteemeille aiheutuvien vaikutusten ehkäisemiseksi.

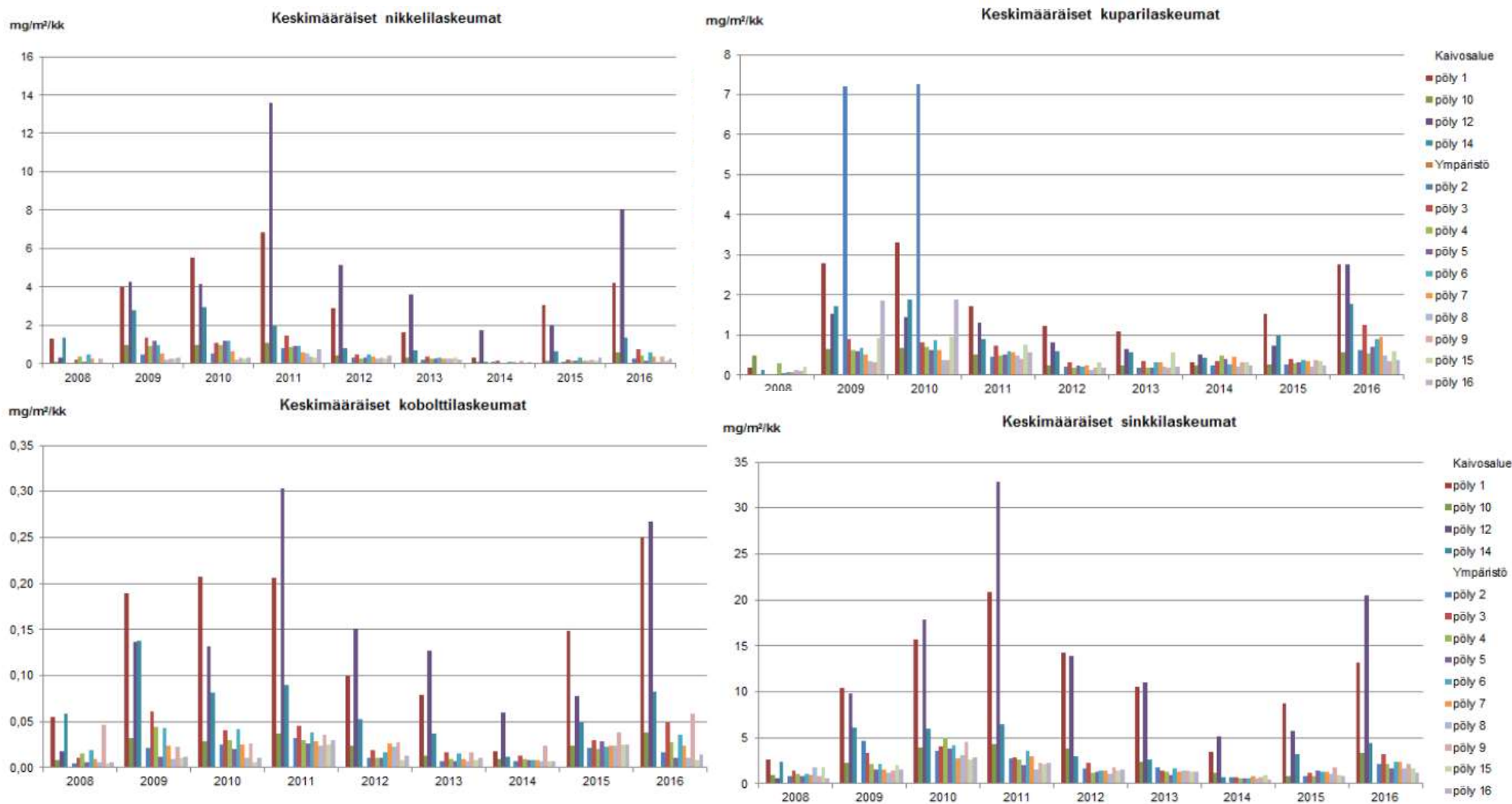
Keskimääräiset laskeumat tarkkailupisteillä vuosilta 2008–2016 on esitetty kuvissa 9-9 ja 9-10. Kuvissa 9-11 ja 9-12 on karttapohjalla havainnollistettu nikkeli- ja rikkilaskeuman levinneisyyttä vuoden 2016 pölytarkkailuraportin perusteella (Ramboll Finland Oy 2017).

Metallilaskeumat ovat olleet selvästi suurimmat kaivosalueen tarkkailupisteillä (pöly1, pöly10, pöly12, pöly14), ollen suurimmillaan vuosina 2009–2011 sekä 2016. Loppuvuonna 2015 sekä vuonna 2016 havaittiin selvää nousua kaivosalueen pisteessä sekä kaivosalueen läheisessä ympäristössä, mikä johtuu todennäköisesti malminkäsittelyn jatkamisesta. Suhteellisesti eniten nousua todettiin nikkelin, sinkin ja raudan osalta. Korkeimmat metallilaskeumat todettiin Kuusilammen avolouhoksen (pöly12, pöly14) ja toiminta-alueen pohjoispuolella (pöly1). Vuonna 2016 vallitseva tuulensuunta oli eteläinen, joten tehdasalueen pohjoispuolen pitoisuudet selittyvät tuulen suunnalla sekä pisteen ja toimintojen lyhyellä välimatkalla. Ympäristön tarkkailupisteillä kaivostoiminnan vaikutukset ovat osittain olleet havaittavissa. Laskeumat ovat olleet kuitenkin suhteellisen pieniä, eikä ympäristön seurantapisteidien metallilaskeumissa ole ollut havaittavissa merkittäviä kaivostoiminnan vaikutuksesta tapahtuneita muutoksia. (Ramboll Finland Oy 2017)

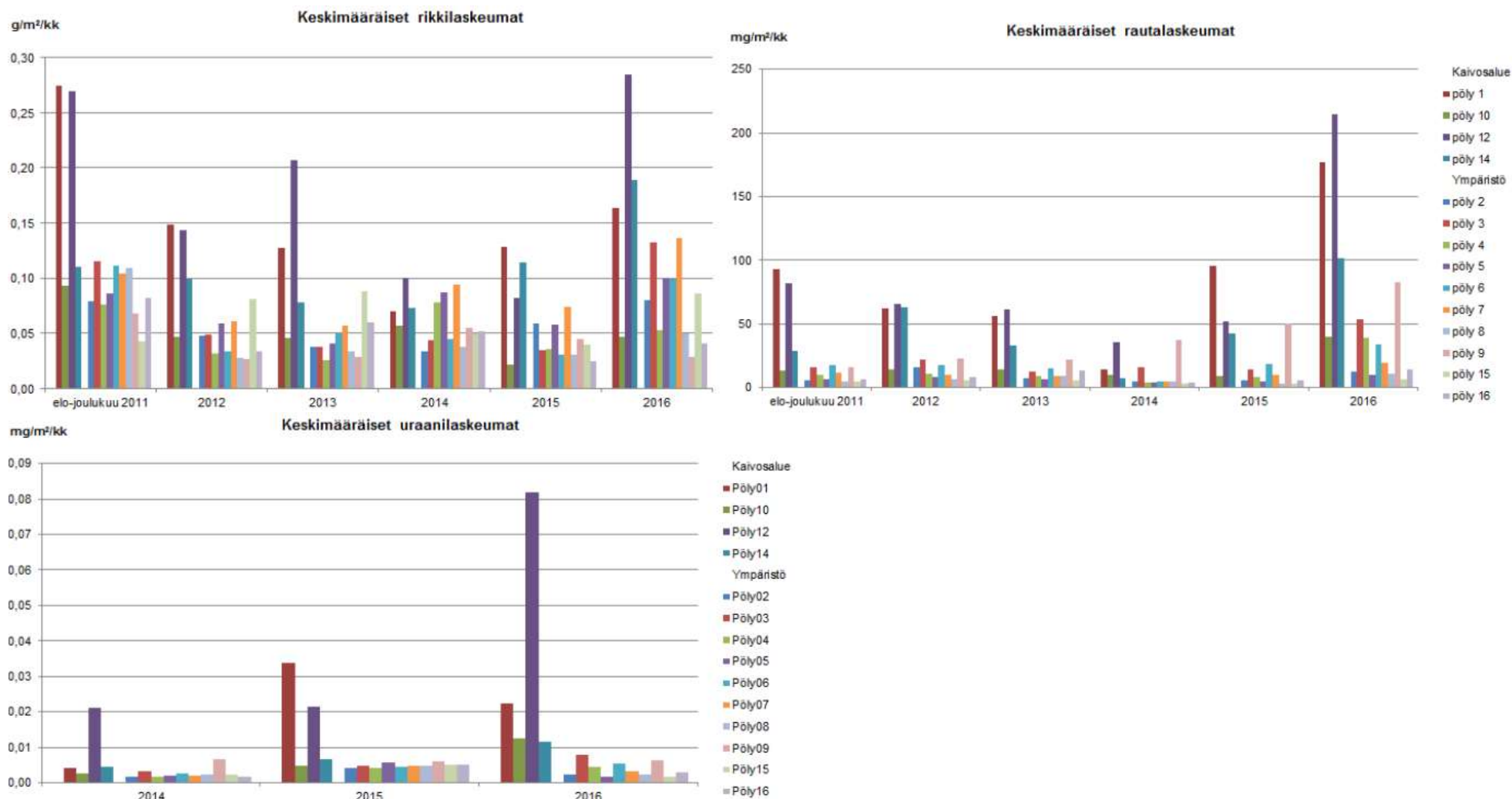
Vuoden 2016 pölytarkkailuraportissa (Ramboll Finland Oy 2017) on lisäksi laadittu arvio nikkeli- ja rikkilaskeuman vaikutusalueesta kaivosalueen ympäristössä, perustuen määritettyjen nikkeli- ja rikkilaskeumien maksimiarvoihin muutamien viime vuosien aikana. Vaikutusalueen on arvioitu ulottuvan noin 6 km etäisyydelle kaivosalueen keskustasta (Kuva 9-11). Laskeuman leviämiseen vaikuttavat käytännössä tuulensuunnat ja sadannan määrä.

Vuonna 2016 **rikkilaskeuma** oli kaivosalueella selvästi noussut kahden edellisvuoden tasosta. Joillakin kaivoksen ympäristön mittauspisteillä rikkilaskeuma on ollut pitkäaikaisen tavoitearvon $0,025 \text{ g/m}^2/\text{kk}$ tasolla, ja joillakin pisteillä sitä suurempi. Laskeuman tavoitearvo ylittyi vuonna 2016 kaikissa mittauspisteissä (Kuva 9-12). Pitkäaikaisen tavoitearvon vertailu vain neljä kertaa vuodessa tehtyihin laskeumamittauksiin on suuntaa-antava, mutta tulosten perusteella rikkilaskeuman vuotuisen tavoitearvon ylittymisen voi olettaa olevan mahdollista. Rikkipäästöjen vaikutukset näkyvät ympäristössä selvemmin kuin muiden komponenttien. Yksi syy lienee se, että toiminnoista vapautuu kaasufaasissa mm. rikkivetyä ja muita rikkiyhdisteitä, jotka päätyvät osittain myös poistopiippujen kautta korkeammalle ilmaan ja kulkeutuvat kauemmaksi ennen kuin laskeutuvat sateen tai hiukkasten mukana maahan. (Ramboll Finland Oy 2017)

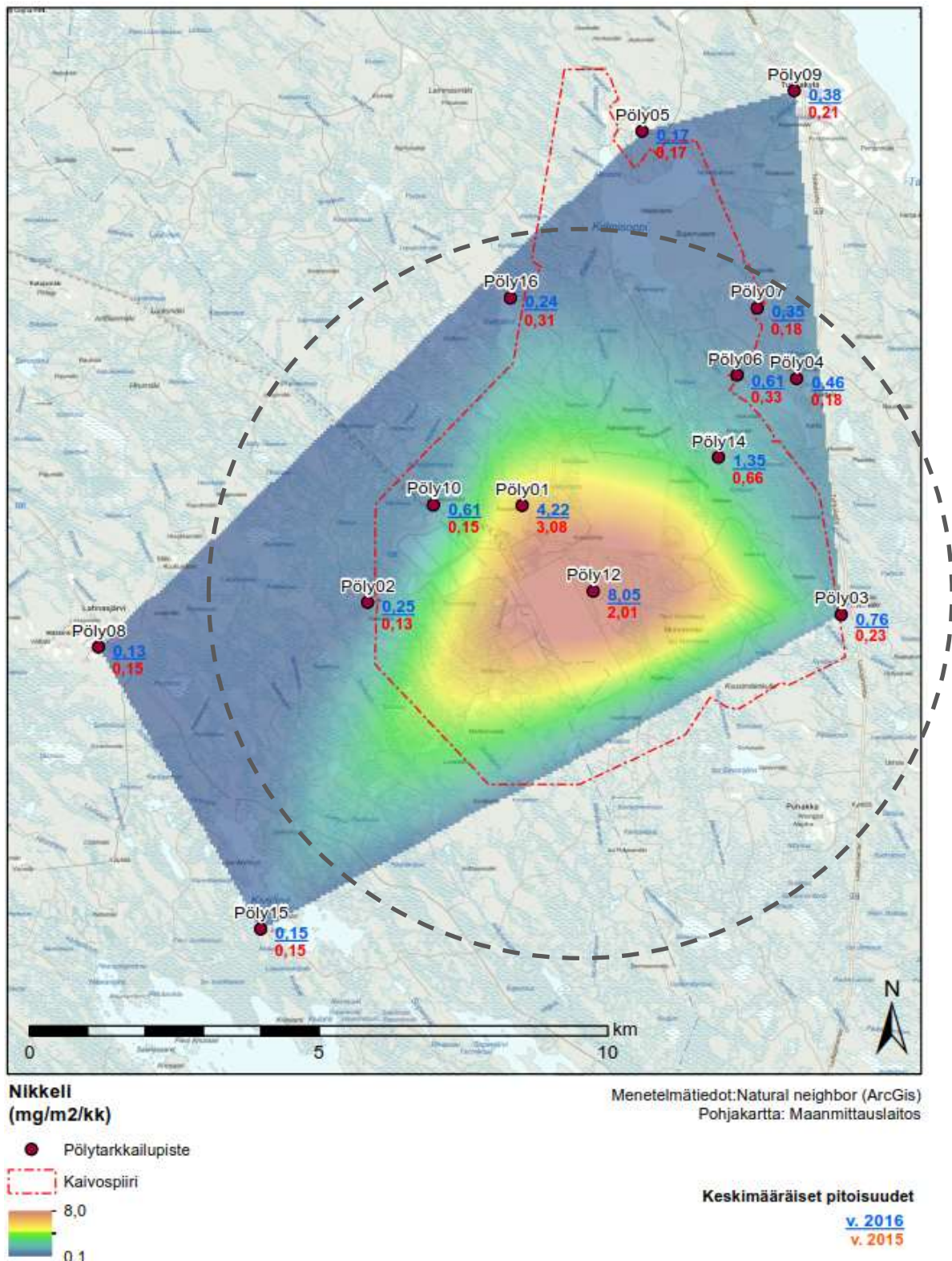
Uraanilaskeuma on ollut tehdasalueella suurempaa kuin kaivoksen ympäristössä, missä laskeuma on ollut hyvin matalalla tasolla (Kuva 9-10). Kuten muidenkin metallien osalta, louhinnan käynnistyminen uudelleen on nähtävissä pölylaskeuman kasvuna tehdasalueen sisällä vuonna 2016, mutta ei muilla tarkkailupisteillä.



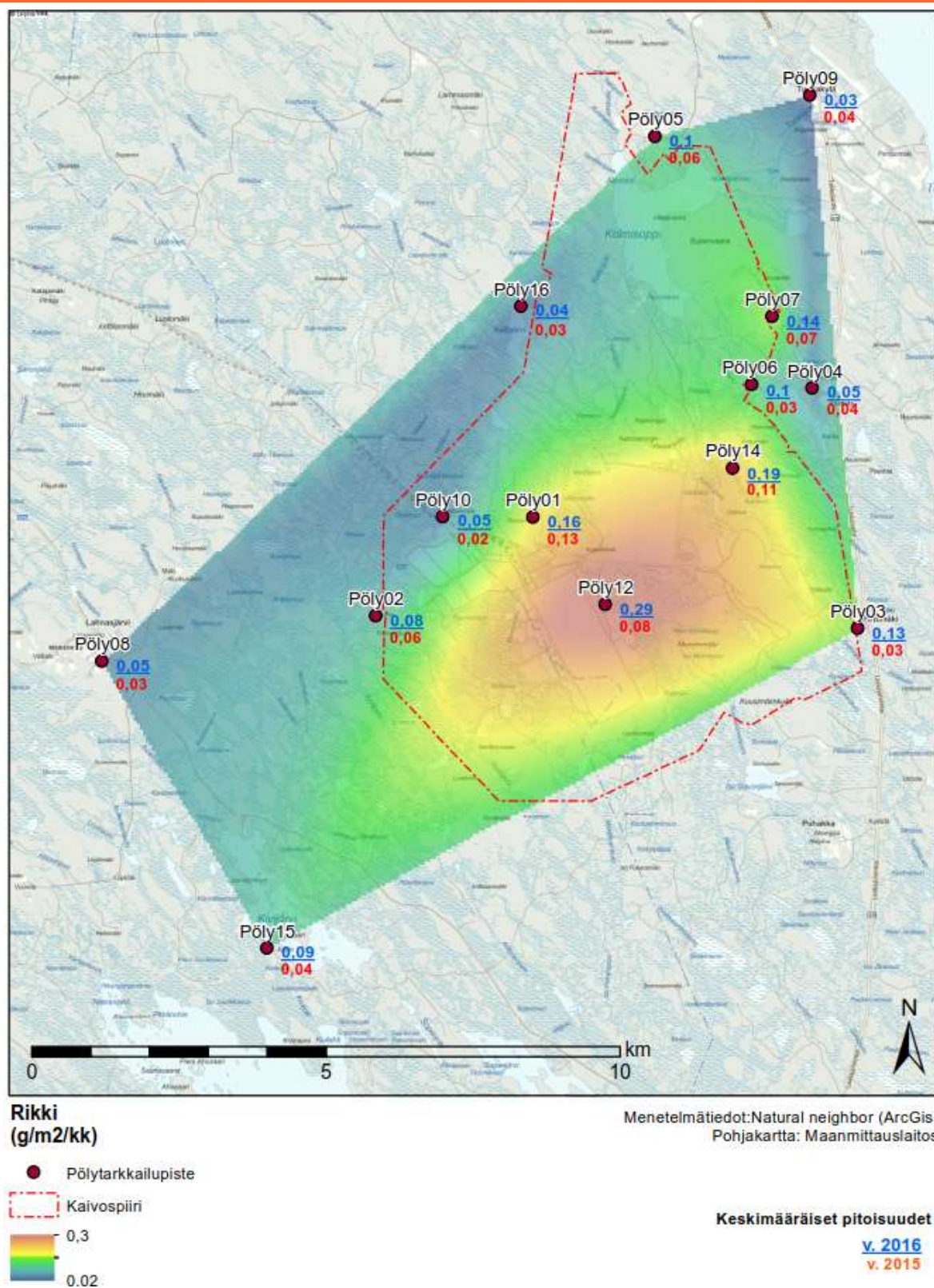
Kuva 9-9. Keskimääräiset nikkeli-, kupari-, koboltti- ja sinkkilaskeumat kaivosalueella ja sen ympäristössä v. 2008–2016 (Ramboll Finland Oy 2017).



Kuva 9-10. Keskimääräiset rikki-, rauta- ja uraanilaskeumat kaivosalueella ja sen ympäristössä v. 2008–2016 (Ramboll Finland Oy 2017).



Kuva 9-11. Keskimääräinen nikkelilaskeuma v. 2016 sekä arvioitu nikkelilaskeuman vaikutusalue (katkoviiva) perustuen v. 2011–2016 määritettyjen nikkelilaskeumien maksimiarvoihin (6,3 km säde kaivoksen keskeltä). (Ramboll Finland Oy 2017)



Kuva 9-12. Keskimääräinen rikkilaskeuma v. 2016. (Ramboll Finland Oy 2017)

Pölyleijuma

Pölypäästöjen laatua ja leviämistä tulee ohjelman mukaan tarkkailla lisäksi viiden vuoden välein tehtävillä pölyleijuman mittauksilla. Laskeumatarkkailun leijumalla tarkoitetaan ilmassa leijuvan pölyn määrää. Leijuman yksikkönä käytetään yleensä kokonaispölyn massaa tietyssä ilmatilavuudessa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Kokonaisleijuma voidaan jakaa osiin hiukkasten koon mukaan, esimerkiksi kokonaisleijumaan, alle 10 mikrometrin (μm) hiukkasiin ja alle 2,5 mikrometrin pienhiukkasiin.

Pölyleijuman mittauksia on tehty Ilmatieteen laitoksen toimesta 4.9.2008–2.3.2009 (Ilmatieteen laitos 2009) sekä seuraavan kerran malmintuotannon uudelleenkäynnistymisen jälkeen, 1.12.2015–15.8.2016 välisenä aikana (Ilmatieteen laitos 2017a). Tutkimuksissa on mitattu hengitettävien hiukkasten eli halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin hiukkasten (PM_{10}) pitoisuuksia kahdessa mittauspisteessä, joista toinen sijaitsee kaivoksen tehdasalueella ja toinen lähimmän asutuksen alueella Myllyniemessä kaivospiirin itärajalla (Kuva 9-4). Pitoisuuksia mitattiin jatkuvatoimisilla analysaattoreilla, joilla saatiin esiin myös pitoisuuksien lyhytaikaisvaihtelut. Tammi-heinäkuussa 2016 molemmissa mittauspisteissä oli lisäksi hiukkaskeräin, jolla kerättiin hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuorokausinäytteitä joka kolmas päivä. Näytteistä analysoitiin arseeni- ja metallipitoisuudet (As, Cd, Ni, Cr, Pb, Zn, Al, Co, Cu, Fe, Mn ja V).

Tuloksia on verrattu voimassa oleviin hengitettävien hiukkasten pitoisuusraja-arvoihin (Vna 711/2001 ja nykyinen 79/2017) ja ohjearvoon (Vna 480/1996) (Taulukko 9-1). Leijuvien hiukkasten arseeni- ja metallipitoisuuksia verrataan valtioneuvoston asetuksessa 164/2007 annettuihin tavoitearvoihin; kalenterivuositain laskettuna arseeni $0,006 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kadmium $0,005 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja nikkeli $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vuonna 2016 Myllyniemessä kaivoksen pohjoispuolella muutamiin selkeästi kohonneisiin hiukkasten tuntipitoisuuksiin on voinut vaikuttaa kaivosalueella samaa ajankohtana esiintynyt voimakas pölyäminen. Hiukkasten tuntipitoisuudet olivat suurimmillaan tuulen puhaltaessa kaivoksen suunnasta etelästä, mikä myös viittaa siihen, että kaivoksen suunnasta kulkeutuu pölyä. Myllyniemen mittauspaikalla kaivostoiminnan vaikutukset pölyleijuman määrään eivät kuitenkaan olleet kovin suuria, ja kyseisellä paikalla ilman laatuun vaikuttaa myös muu lähiympäristön toiminta. Ilman laatu kyseisellä mittauspaikalla oli mittausjakson aikana 92-prosenttisesti hyvä tai tyydyttävä. Tehdasalueen mittapaikan hiukkaspitoisuuksiin kaivostoiminnalla oli merkittävä vaikutus. Pitoisuudet tehdasalueella olivat selvästi suurempia kuin samaan aikaan Kajaanin keskustan ilmanlaatumittauksissa. (Ilmatieteen laitos 2017a)

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden terveysvaikutusperusteinen **vuorokausiohjearvo** $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ei ylittynyt kummallakaan tarkkailujaksolla kaivosalueen ulkopuolella Myllyniemessä. Tehdasalueen mittauspisteessä vuorokausiohjearvon ylityksiä oli syyskuussa 2008 sekä touko-heinäkuussa 2016, mutta ohjearvoja ei sovelleta virallisesti tehdasalueilla. Ohjearvoon verrataan kuukauden toiseksi suurinta vuorokausiarvoa.

Hengitettäville hiukkasille asetettu **vuorokausiraja-arvo** $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Vna 79/2017) saa vuositasolla ylittyä 35:ssä mittauksessa; Myllyniemessä raja-arvo ylittyi vain yhdessä mittauksessa vuonna 2016, joten raja-arvovaatimus täyttyi.

Tehdasalueella v. 2008–09 mittausjaksolla raja-arvo ylittyi 12 mittauksessa ja vuonna 2016 raja-arvo ylittyi 30 mittauksessa. Raja-arvoa ei asetuksen mukaan sovelleta tehdasalueilla, vaan ne on asetettu terveysperusteisiksi raja-arvoiksi alueille joilla asuu tai oleskelee ihmisiä ja joilla ihmiset saattavat altistua ilman epäpuhtauksille.

Hengitettävien hiukkasten **vuosikeskiarvot** vuosien 2008–2009 ja 2015–2016 tarkkailujaksoilla olivat Myllyniemessä 7 ja 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja kaivoksen tehdasalueen mittauspisteessä 16 ja 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ilmanlaatuasetuksessa hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvoa koskeva raja-arvo on 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, joka alittui kummallakin tarkkailujaksolla.

Metallimäärittysten perusteella Myllyniemen mittauspisteellä hengitettävien hiukkasten arseeni-, kadmium- ja nikkelipitoisuudet olivat selvästi ilmanlaadun tavoitearvojen alapuolella (Taulukko 9-3). Nikkeli- ja sinkkipitoisuus olivat keskimäärin noin 7-kertaisia verrattuna Suomen taustapitoisuuksiin esimerkiksi Pallaksella (puhdas alue), mutta pitoisuustasot olivat matalampia kuin Raahen Lupaluodon pisteellä (teollisuusympäristö). Lyijypitoisuudet olivat hyvin pieniä. (Ilmatieteen laitos 2017a)

Tehdasalueen pölyleijumanäytteistä mitatut metallipitoisuudet olivat selvästi suurempia kuin Myllyniemessä, ja nikkelin ja sinkin osalta huomattavasti koholla verrattuna Pallaksen tai Raahen pitoisuuksiin.

Taulukko 9-3. Hengitettävistä hiukkasista (PM10) analysoidut arseeni- ja metallipitoisuudet kaivosalueen (Tehdasalue) ja lähimmän asutuksen (Myllyniemi) tutkimuspisteissä tammi-heinäkuussa 2016. (Ilmatieteen laitos 2017a)

Keräinnäytteiden	As	Cd	Ni	Pb	Zn
pitoisuudet 2016	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Tehdasalue					
keskiarvo	0,0009	0,0004	0,037	0,0018	0,107
Myllyniemi					
keskiarvo	0,0002	0,0001	0,0024	0,0012	0,0093
Tavoitearvo (Vna 164/2007)	0,006	0,005	0,02		

9.1.3.3 Haju

Hajuhaittoja Terraframien kaivostoiminnassa ovat aiheuttaneet pääasiassa tuotantoprosessin häiriöt, jolloin rikkivetyä (H_2S) on päässyt ympäristöön.

Rikkivedyn hajukynnys on alhainen. Pieninäkin pitoisuuksina tunnistettava määrän kananmunan hajuinen kaasu koetaan epämiellyttävänä. Myrkyllisen rikkiveytykaasun 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 mg/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.

Rikkivety päästöt 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 480/1996). Ohjearvon tavoitteena on ehkäistä ilman epäpuhtauksien aiheuttamia terveydellisiä haittoja.

Hajuhaittojen määrä on vähentynyt 2010-luvun alusta kaivoksella tehtyjen parannustoimenpiteiden ansiosta, jotka ovat koskeneet itse prosessia ja kaasujen käsittelyä. Lisäksi on parannettu häiriötilanteiden ennaltaehkäisyä. Voimassa olevassa ympäristöluvassa metallitehtaan rikkivety päästölle on asetettu rajaksi $30 \text{ mg}/\text{m}^3$ (Taulukko 9-2).

Vuonna 2015 kaivokselle tuli kaivosalueen ulkopuolelta yhteensä 25 ilmoitusta ympäristöhavainnosta, joista 20 % (5 kpl) oli hajuhavaintoja. Vuonna 2016 tuli 20 ilmoitusta ympäristöhavainnosta, joista 20 % (4 kpl) oli hajuhavaintoja. Määrä on huomattavasti pienempi kuin vuosina 2010–2011, jolloin pelkästään hajuhavaintoja tehtiin vuosittain n. 100–130 kappaletta.

9.1.4 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 sienien että kekomuurahaisnäytteissä todettiin näytepisteellä 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 (Pöyry 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 on esitetty korvattavaksi havunneulasten seurannalla tarkkailuohjelmassa, jonka ELY-keskus on hyväksynyt (Pöyry Finland Oy 2017b).

Männyn neulasten, seinäsammalen ja humuskerroksen alkuainepitoisuuksia selvitettiin bioindikaattorimenetelmin kymmenellä koealalla ensimmäisen kerran vuonna 2009 (Pöyry Finland Oy 2009). Vuonna 2012 laaditussa tutkimuksessa hyödynnettiin ja laajennettiin vuonna 2009 perustettua havaintoalaverkostoa siten, että se kattoi myös tuolloin haetun kaivospiirin laajennusalueen lähiympäristöineen. Lisäksi Losonvaaran, Talvivaaran ja Korsunrinteen Natura-alueille sijoitettiin havaintoaloja. Tutkimus toistettiin vuonna 2016 käyttäen vuoden 2012 havaintoalaverkostoa. Männyn neulasten, seinäsammalen ja humuskerroksen alkuainepitoisuuksien lisäksi tutkimuksessa selvitettiin ilman epäpuhtauksien

vaikutuksia männyn elinvoimaisuuteen harsuuntumistutkimuksen avulla (Ramboll Finland Oy 2017c).

Vuonna 2016 männyn neulasten alkuainepitoisuudet olivat pääosin säilyneet vastaavalla tasolla verrattuna aiempiin tutkimuksiin. Pitoisuudet olivat typen, rikin, kuparin ja sinkin osalta keskimäärin vastaavalla tasolla tai hieman suurempia kuin muissa eri puolilla Suomea laadituissa bioindikaattoritutkimuksissa. Nikkelin osalta koko aluetta koskeva keskimääräinen pitoisuus oli noin kaksinkertainen verrattuna tutkimusvuoteen 2012, mutta noin puolet vuoden 2009 pitoisuuksista. Nikkelipitoisuudet olivat kohonneet erityisesti yksittäisillä kaivospiirin alueilla (kaivosvarikon murskaamon läheisyydessä ja sekundääriliuotuskeskittimen läheisyydessä) ja sen itäpuolella sijaitsevilla näytealoilla. Muualla Suomessa mitattuja keskimääräisiä pitoisuuksia esiintyi erityisesti kaivospiirin luoteis- ja kaakkoispuolella.

Sammalnäytteiden keskimääräinen nikkelpitoisuus oli vuonna 2016 alhaisempi kuin aikaisempina tutkimusvuosina. Pitoisuus oli kuitenkin edelleen moninkertainen verrattuna muualla Suomessa mitattuihin pitoisuuksiin. Muiden raskasmetallien osalta pitoisuudet olivat vastaavalla tasolla tai hieman suurempia kuin muualla Suomessa toteutetuissa selvityksissä. Kupari ja nikkeli pitoisuudet olivat suurempia kuin valtakunnallisesti keskimäärin, mutta alittavat koko maassa mitatut maksimipitoisuudet.

Vuosina 2012 ja 2016 on toteutettu männyn latvuksen elinvoimaisuutta kuvaava harsuuntumistutkimus. Sekä maastossa että laboratoriossa tehdyn visuaalisen arvioinnin mukaan havaintoalojen mäntyjen neulaskato oli lisääntynyt hieman tutkimusajankohtien välillä. Neulaskadon arvioitiin olevan usean prosenttiyksikön suurempi kuin keskimäärin Suomessa. Neulaskato on kuitenkin hyvin paikallinen ilmiö ja se edustaa lähinnä vain tarkasteltuja näytealoja. Neulasten keltäkärkisyys ja ilmarakovauriot olivat sitä vastoin vähentyneet ja neulasnäytteiden tyyppipitoisuus oli ravinnetasoltaan sopivalla tasolla.

Oulun yliopiston asiantuntijalausunnon (Huttunen 2010) mukaan aiempien bioindikaattoriselvitysten perusteella nykyisen kaivostoiminnan lähiympäristössä, murskaamon ympäristössä, oli havaittavissa kaivoksen vaikutusta hiukkasmaisten päästöjen ja rikkiyhdisteiden leviämisen osalta. Vaikutuksia oli nähtävissä myös kaivospiirin ulkopuolella vallitsevan tuulensuunnan alapuolella, jossa pitoisuudet olivat kuitenkin selvästi pienempiä.

Elo-syyskuun 2016 aikana on Ramboll Finland Oy (2017b)(Liite 8) tehnyt selvityksen viljelymaiden ja -kasvien haitta-aineista. Tutkimus on tehty ensimmäisen kerran 2012 laajennus-YVA:n yhteydessä. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää ilmaan kohdistuvien päästöjen vaikutusta kaivosalueen ympäristössä sijaisevien maatalouskäytössä olevien peltojen pintamaan raskasmetallipitoisuuksiin ja niissä tapahtuviin muutoksiin sekä aineiden kertymistä ravintokasveihin. Näytteitä on pyritty ottamaan mahdollisuuksien mukaan aiemmista näytteenotto pisteistä. Maa- ja ravintokasvinäytteitä on otettu neljästä kaivosalueen ympäristössä sijaitsevasta pellostä kokoomanäytteinä. Viljelynäytteet on otettu kasvilajeista, joita lohkoilla viljellään mm. perunaa, rehuohraa. Edellä mainittujen lisäksi vuonna 2016 otettiin mustikkänäytteitä kuudesta tutkimuspisteestä kaivospiirin alueella ja sen ympäristössä.

Maaperän suurimmat keskimääräiset kupari-, nikkeli- ja sinkkipitoisuudet mitattiin lähimpänä kaivosaluetta sijainneella Taattolan tutkimuslohkolla. Pitoisuudet olivat kuitenkin alle ohjearvojen. Tutkittujen peltomaiden raskasmetalleissa ei ollut kuitenkaan nähtävissä selvää etäisyyden ja tuulen suunnan mukaista gradienttia pitoisuuksissa, vaan kauimmaisena sijainneelta Rannankylän peltolohkolta mitattiin vastaavia tai jopa suurempia pitoisuuksia kuin muilta tutkimuslohkoilta. Tämä voi johtua esimerkiksi käytetyistä lannoitteista tai muusta paikallisesta tekijästä esim. maa- ja kallioperässä. Rannankylässä suurin mitattu kobolttipitoisuus oli vastaava kuin pilaantuneiden maiden kynnsarvo, mutta selvästi alhaisempi kuin annettu alempi ohjearvo.

Ravintokasvien osalta myöskään perunan koboltti-, kupari-, nikkeli- ja sinkkipitoisuuksissa ei ollut nähtävissä etäisyyden tai vallitsevan tuulen suunnan mukaista muutosta. Kuparipitoisuudet perunassa asettuivat samalle tasolle näytepisteiden välillä. Lähimpänä kaivosaluetta sijainneen Taattolan peltolohkolla viljellyssä perunassa nikkelpitoisuus oli moninkertainen verrattuna muihin näytepisteisiin. Perunan suurin keskimääräinen sinkkipitoisuus oli Puhakan peltolohkolla, joka sijaitsi kaivospiiristä etelään.

Tehtyjen tutkimuksien perusteella sekä mustikan että perunan nauttimisen seurauksena kuparin ja sinkin saannissa ei ole havaittu poikkeavuutta Terrafamen kaivosalueen lähiympäristön tutkimusalueiden välillä. Mustikan nauttimisen osalta kuparin ja sinkin saantituloksia päästiin vertaamaan myös Sodankylän ja Tornion alueen tuloksiin. Niiden osalta ei ollut poikkeavuutta. Perunassa havaitut sinkkipitoisuudet olivat samalla tasolla kuin Finellin (Kansanterveyslaitoksen elintarvikkeiden koostumustietopankki) mukaan perunassa normaalisti.

Nikkelin osalta havaittiin eroja sekä tutkimusalueiden välillä että tutkimusalueiden ja vertailualueiden välillä. Nikkelin määrä on kohonnut ravintokasveissa osalla tutkimusalueista, mutta yksittäisten ravintoaineiden pienet määrät koko ihmisen ravinnosta eivät johda siedettävän saannin ylittymiseen yksittäisten ravintoaineiden tarkasteluilla. Nikkelipitoisuuksiin vaikuttavia tekijöitä voivat olla mm. maa- ja kallioperästä johtuvat tekijät, kaivoksen pölypäästöt ja/tai teiden läheisyys (osalla koealoista).

Todennäköisesti nikkelin merkittävää siedettävän saannin ylitystä ei tapahdu ja siedettävän saannin lievä ylittyminen ei välttämättä tarkoita vaikutuksien esiintymistä. Taattolan alueen perunaa tulisi syödä yli 400 g joka päivä jotta nikkelin siedettävän saannin raja saavutettaisiin. Pirttimäen alueella mustikoita tulisi syödä 1,5 kg päivässä, jotta nikkelin siedettävän saannin raja saavutettaisiin. Toisaalta nikkelille herkät ihmiset voivat saada vaikutuksia jo siedettävää saantia pienemmillä annoksilla.

9.2 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Hankkeen eri vaihtoehtoilla voi olla ilmastoon ja ilmanlaatuun kohdistuvia vaikutuksia pölystä, hajusta ja pistemäisistä lähteistä. Hankevaihtoehtoissa VE0+ ja VE1a-c louhinnan ja malminkäsittelyn kasvattaminen lisää toiminnasta aiheutuvia pölypäästöjä, työkoneiden pakokaasupäästöjä sekä saattaa lisätä metallien talteenotosta aiheutuvia rikkivety- ja metallipäästöjä. Vaihtoehdossa VE1b

mukaan tuleva pasutto ja rikkihappotehdas voivat vaikuttaa ilmaan johdettaviin hiukkas-, rikkidioksidi- ja typenoksidipäästöihin, ja vaihtoehdossa VE1c mukaan lisättävällä sulatolla voi olla samankaltaisia vaikutuksia. Vaihtoehdoissa VE0+ ja VE1a-c energiankulutus kaivoksella lisääntyy, joten kaivoksen energiantuotantoyksiköiden päästöt ilmaan on otettu huomioon tarkastelussa. Sulkemisvaihtoehdon (VE2) vaikutukset ilman laatuun on arvioitu ilmapäästöjen osalta sanallisesti.

Vaikutukset on arvioitu asiantuntijatyönä nykyisen toiminnan tarkkailutulosten ja YVA-menettelyä varten laadittujen mallinnusten perusteella.

- Pölypäästöjen leviämisestä on laadittu erillinen pölymallinnus (Liite 3). Mallinnuksessa arvioitiin pölyn kokonaisleijuma (TSP) ja hengitettävien PM₁₀-hiukkasten pitoisuus VE0+ vaihtoehdolla pölykuormituksen kannalta hankalimmassa tilanteessa. Mallinnus tehtiin AERMOD-mallilla. Pölykuormitukset arvioitiin MINERA-hankkeen loppuraportissa (Kauppila ym. 2013) suositeltuja menetelmiä käyttäen, minkä lisäksi kuormituksen parametreja tarkennettiin vertaamalla nykytilanteen (vuosi 2016) laskentatuloksia ilmanlaatumittauksiin. Mallinnuksen tuloksena saatiin pölypitoisuuksien vuorokausipitoisuudet ja vuosikeskiarvot kaivosalueelle ja sen lähiympäristölle. VE1a-c vaihtoehdot poikkesivat pölykuormituksen osalta vain vähän vaihtoehdosta VE0+, joten niitä ei mallinnettu erikseen.
- Sivukivialueen KL2 pölymallinnus on laadittu aiemman sivukivialueen luvitusprosessin yhteydessä (Ramboll Finland Oy 2016c). YVA-selostuksessa on hyödynnetty pölymallinnuksen tuloksia.
- Pasuton, rikkihappotehtaan ja sulaton päästöjen arviointi on tehty kokoonpanojen teknisestä suunnittelusta saatujen tietojen perusteella. Päästötasot perustuvat parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) mukaisiin päästöihin. Rikkihappotehdasta koskee vuonna 2007 julkaistu epäorgaanisten kemikaalien laajamittaisen valmistuksen vertailuasiakirja (Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals – Ammonia, Acids and Fertilisers). Vertailuasiakirjan mukaan rikkihappotuotannon poistokaasujen hyväksyttävä rikkidioksidipitoisuus on tasoa 200–680 mg/Nm³ ja rikkihappona ilmoitettu SO₃+H₂SO₄ -pitoisuus 10–35 mg/Nm³.
- Hajuvaikutusten arvioimiseksi on laadittu leviämismallinnus pistemäisten päästölähteiden rikkivetypäästöille (Enwin Oy 2017, Liite 4). Työssä mallinnettiin korkein hajurikkivetyyhdisteiden (TRS-yhdisteet) tuntipitoisuus sekä ns. hajutuntien lukumäärät vuodessa aluejakaumana. Rikkivedyn hajukynnys on yleisesti hyvin matala, jo alle 1 µg/m³ pitoisuudet voidaan aistia, mutta hajun viihtyvyyshaitan rajana on pidetty pitoisuutta 3 µg/m³ ja voimakkaampaa hajua kuvaa pitoisuus 7 µg/m³. Hajutunnin määritelmänä mallinnuksessa on pidetty tuntikeskiarvopitoisuutta 3 µg/m³.

Mallissa mukana olevia piippupäästölähteitä oli 11 kpl metallien talteenottolaitoksella ja rikkivetytehtaalla. Rikkivetymallinnus on tehty päästötasoilla 5 ja 30 mg H₂S/Nm³, joista jälkimmäinen pitoisuus on rikkivetypäästön nykyinen luparaja ja vertailuna käytetty pienempi pitoisuus on noin 17 % päästöraja-arvosta. Mallinnus on tehty yhdessä tuotantotilan-

teessa, joka kuvaa samalla kertaa hankevaihtoehtoja VE0, VE0+ ja VE1a, koska vaihtoehtojen on lähtökohtaisesti arvioitu olevan samat hajupäästöjen kannalta. Hajupäästöjä aiheutuu lähinnä metallien talteenotolaitoksesta, jonka rikkivetypäästöjä rajoittaa ympäristölupaehto. Hankevaihtoehdot VE1b ja VE1c eivät lähtökohtaisesti poikkea rikkivetypäästöjen osalta em. vaihtoehdoista.

- Rikkihappotehtaan poistokaasuille (vaihtoehdot VE1b ja VE1c) on tehty rikkidioksidipäästön leviämismallinnus, jonka tavoitteena oli optimoida rikkihappotehtaan piipunkorkeus. Savupiippu on pienten polttolaitosten asetuksen mukaan mitoitettava siten, että yksikkö ei aiheuta yli 20 prosenttia ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista annetussa valtioneuvoston päätöksessä (480/1996) määritellystä ilmanlaadun vuorokausittaisesta ohjearvosta. Piipun korkeus on määritettävä siten, ettei toiminnasta aiheudu terveyshaittaa taikka merkittävää muuta ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa. Mukana mitoitusselostuksessa on huomioitu pesurin arvioitu lyhytaikaisen häiriötilanteen päästö.

Piipunkorkeuden määrittämisen jälkeen mallinnettiin kaikkien laitosalueen SO₂-päästölähteiden ilmanlaatuvaikutukset ympäristössä, eli rikkihappotehtaan lisäksi laitosalueen energiantuotannon päästöjen vaikutukset. (Enwin Oy 2017, liite 4). Laskennassa on otettu huomioon rikkihappotehtaan esitetyt päästötiedot (SO₂ 145 mg/Nm³ ja SO₃+H₂SO₄ <30 mg/Nm³). Laitosalueen energiantuotannon öljykattiloiden rikkidioksidipäästöinä on käytetty ympäristöluvan mukaisia maksimipitoisuuksia 1.1.2018 lähtien tilanteessa, jossa öljykattilat siirtyvät pois raskaan polttoöljyn poltosta, eli 350 mg/Nm³.

- Hajuvaikutusten ja rikkidioksidin leviämismallinnukset tehtiin AERMOD-leviämismallinnusohjelmistolla. Malli sopii sekä kaasumaisten että hiukasmaisten epäpuhtauskomponenttien leviämisen tarkasteluun ja sillä voidaan tarkastella päästölähteiden yhteisvaikutusta alueen ulkoilmapiitoisuuksiin. Tarkempi kuvaus menetelmästä on YVA-selostuksen liitteenä 4 olevassa mallinnusraportissa.
- Liikenteen päästöt ja niiden vaikutukset on arvioitu liikennevaikutusten yhteydessä luvussa 8.
- Uraanin talteenotto sisältyy vaihtoehtoihin VE0+ ja VE1a-c, ja uraanin talteenoton vaikutukset ilmanlaatuun ovat aiemmin tehdystä YVA-menettelystä (Ramboll Finland Oy 2010).

9.3 Vaikutukset ilmastoon ja ilmanlaatuun

9.3.1 Pöly

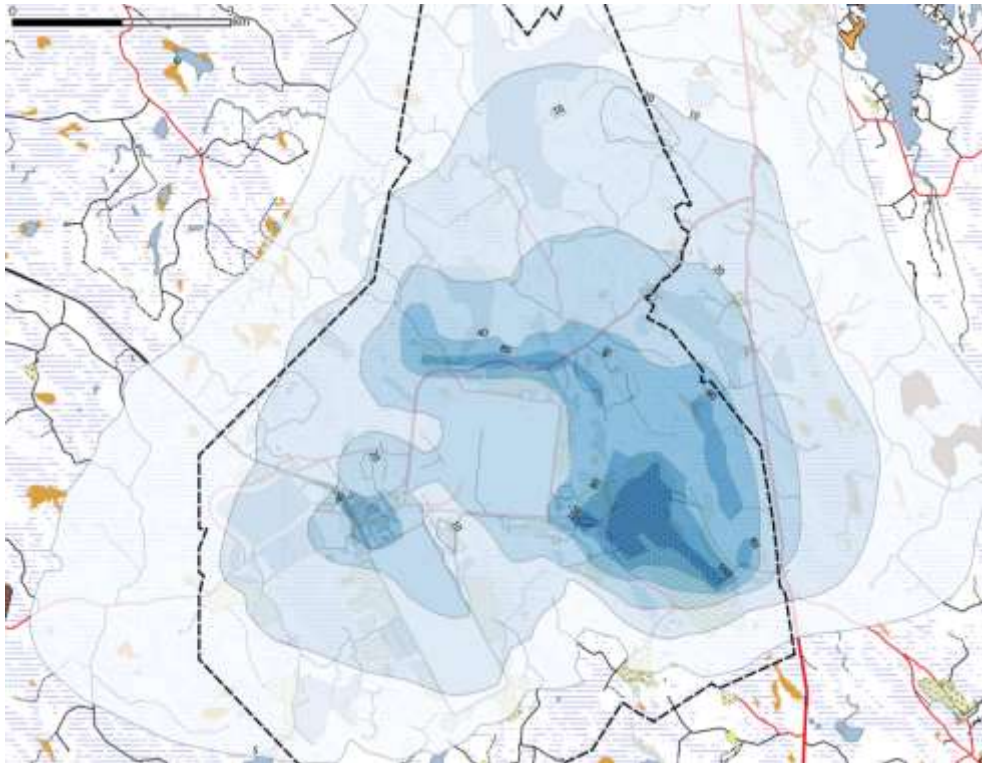
Pölyn kuormitusarviointi tehtiin Terrafamen toimittamien kaivoksen toimintatietojen perusteella käyttäen laskentamenetelmänä MINERA-hankkeen loppuraportissa (Kauppila ym. 2013) suositeltuja kuormituslaskentamenetelmiä. Leviämislaskenta tehtiin AERMOD-laskentamallilla sijoittamalla arvioidut kuormitukset

karttapohjalle, ja laskemalla pölyn leviäminen kuormituspisteistä ympäristöön mitattuja säätietoja käyttämällä (liite 3).

Kuormituslaskentaparametreja tarkennettiin vertaamalla vuoden 2016 huhtikuun mallinnettua tilannetta Ilmatieteenlaitoksen vastaavalla jaksolla suoritamiin hiukkaspitoisuusmittauksiin (Ilmatieteenlaitos 2017a). Lasketut keskipitoisuudet ja pitoisuuksien suuntajakaumat vastasivat mittauksia kohtalaisella tarkkuudella, mutta laskentatulosten pitoisuusjakauma vaihteli mittauksia enemmän.

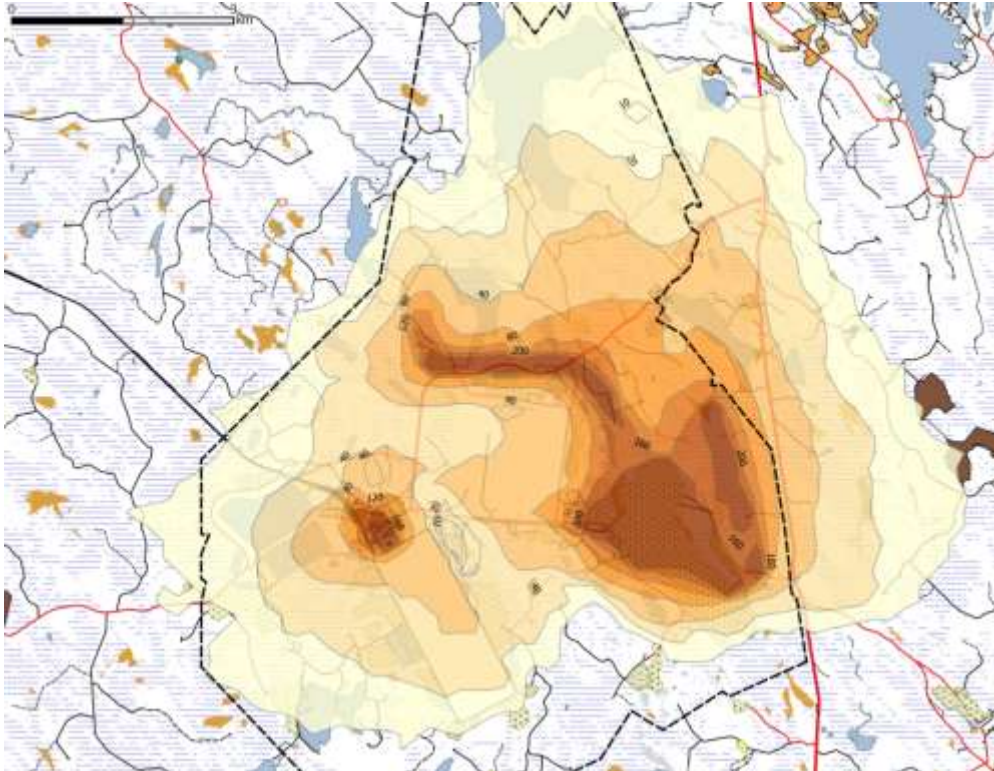
Pölyn leviämisen arviointi tehtiin vaihtoehdolle VE0+ vaihtoehdosta tarkemmin rajatussa tilanteessa, joka arvioitiin pölyn leviämisen kannalta ongelmallisimmaksi. Valitussa laskentatilanteessa rakennettiin samaan aikaan sivukivikasaa KL2 ja uuden sekundäärikasan (lohkot 5-8) pohjaa käyttäen kivimateriaalin kuljetukseen olemassa olevan sekundäärikasan (lohkot 1-4) itäpuolitse kulkevaa tietä. Louhintamäärä oli nykytilannetta suurempi. Pölyäminen arvioitiin käyttämällä koko vuodelle kesätilanteen kuormitusarvoja, vaikka lumipeitteisenä aikana pölykuormitus on tyypillisesti pienempi kuin lumettomana aikana. Pölykuormitukset laskettiin teiden osalta kahdella tavalla, ilman kastelua (VE0+) ja teiden kastelun kanssa (VE0+ TK). Kastelulla hiekkatien pölykuormitusta voidaan vähentää noin neljäsosaan kuivan tien pölykuormitukseen verrattuna.

Ilman teiden kastelua vaihtoehdolle VE0+ tehdyn arvioinnin perusteella PM_{10} hiukkasten vuoden keskipitoisuus (Kuva 9-13) ei ylitä vuosiraja-arvoa ($40 \mu g/m^3$) kaivospiirin ulkopuolella lukuun ottamatta pientä aluetta sivukivikasan KL2 pohjoispäästä itään.



Kuva 9-13. Hengitettävien hiukkasten PM_{10} keskipitoisuus kaivosalueella ja sen ympäristössä vaihtoehdolla VE0+, laskentajakso 1 vuosi, vuoden 2016 tiedoilla.

Vuoden keskipitoisuuden lisäksi hiukkasille on määritelty vuodessa keskimääräisen päiväpitoisuuden $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittävälle päiville enimmäismäärä 35 vrk vuodessa. Ylityspäivien määrä (Kuva 9-14) nousee yli enimmäisrajan kaivospiirin itäpuolella alueella kohtalaisen laajalla alueella ilman teiden kastelua. Ylitysalueen sisäpuolella on jonkin verran asutusta.

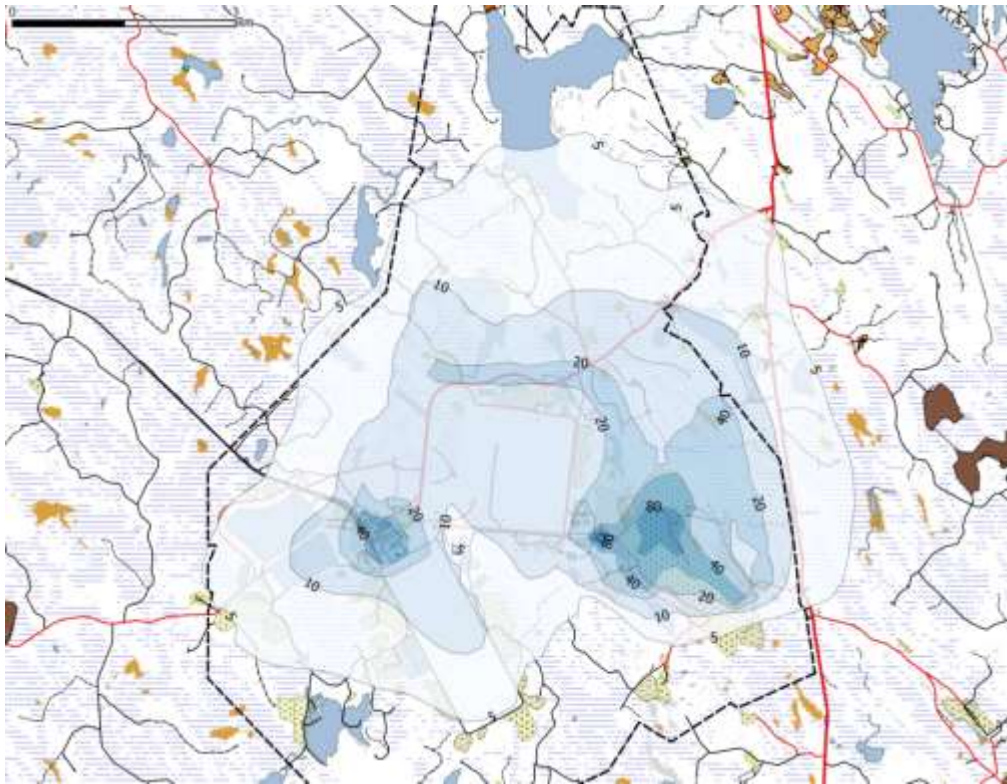


Kuva 9-14.

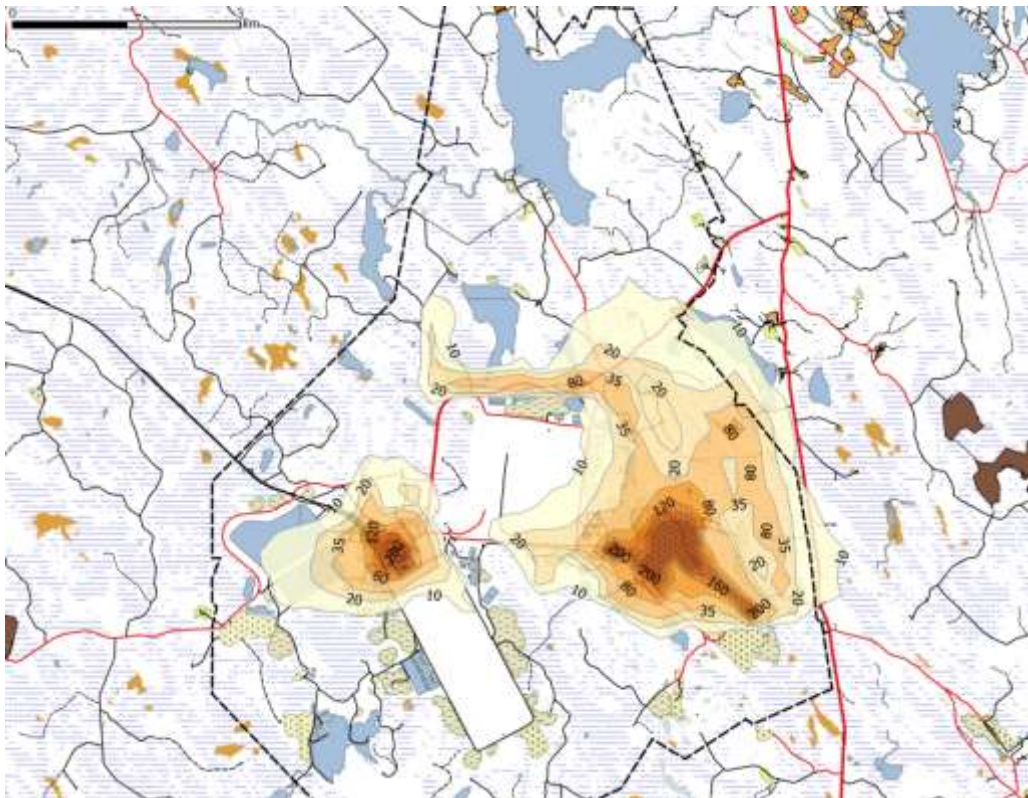
PM₁₀ rajapitoisuuden $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittävien päivien määrä (enimmäismäärä 35 vrk) kaivosalueella ja sen ympäristössä vaihtoehdolla VE0+, laskentajakso 1 vuosi, vuoden 2016 tiedoilla.

Vaihtoehdolle VE0+ TK (teiden kastelu) tehdyn arvioinnin perusteella PM₁₀ hiukkasten vuoden keskipitoisuus ei ylitä vuosiraja-arvoa ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) kaivospiirin ulkopuolella (Kuva 9-15). Päiväpitoisuuden ylitysvuorokausien lukumäärän raja-arvo 35 vrk ylittyy kaivospiirin rajan itäpuolella todella pienellä alueella ($\sim 2000 \text{ m}^2$), jolla ei ole asutusta tai yleisiä teitä (Kuva 9-16).

Pölyn leviämislaskennassa suurimmat pölykuormitukset aiheutuvat kuljetuksista. Kuljetusten pölykuormitusta on mahdollista vähentää merkittävästi kuljetusreittien kastelulla. Kuljetusreittien pölyäminen vähenee merkittävästi myös lumipeitteisenä aikana, joten pölypäästöjä voidaan rajoittaa myös töiden ajoituksella.



Kuva 9-15. Hengitettävien hiukkasten PM_{10} keskipitoisuus kaivosalueella ja sen ympäristössä vaihtoehdolla VE0+ TK (teiden kastelu), laskentajakso 1 vuosi, vuoden 2016 tiedoilla.



Kuva 9-16. PM_{10} rajapitoisuuden $50 \mu g/m^3$ ylittävien päivien määrä (enimmäismäärä 35 vrk) kaivosalueella ja sen ympäristössä vaihtoehdolla VE0+ TK (teiden kastelu), laskentajakso 1 vuosi, vuoden 2016 tiedoilla.

Pasuton ja rikkihappotehtaan (VE1b) sekä sulaton (VE1c) rakentaminen ja toiminta ei aiheuta pölypäästöjä eikä pölyvaikutuksia. Uraanin talteenottolaitos on jo rakennettu, talteenottolaitoksen toiminnasta ei aiheudu pölypäästöjä eikä se lisää uraanilaskeumaa ympäristöön.

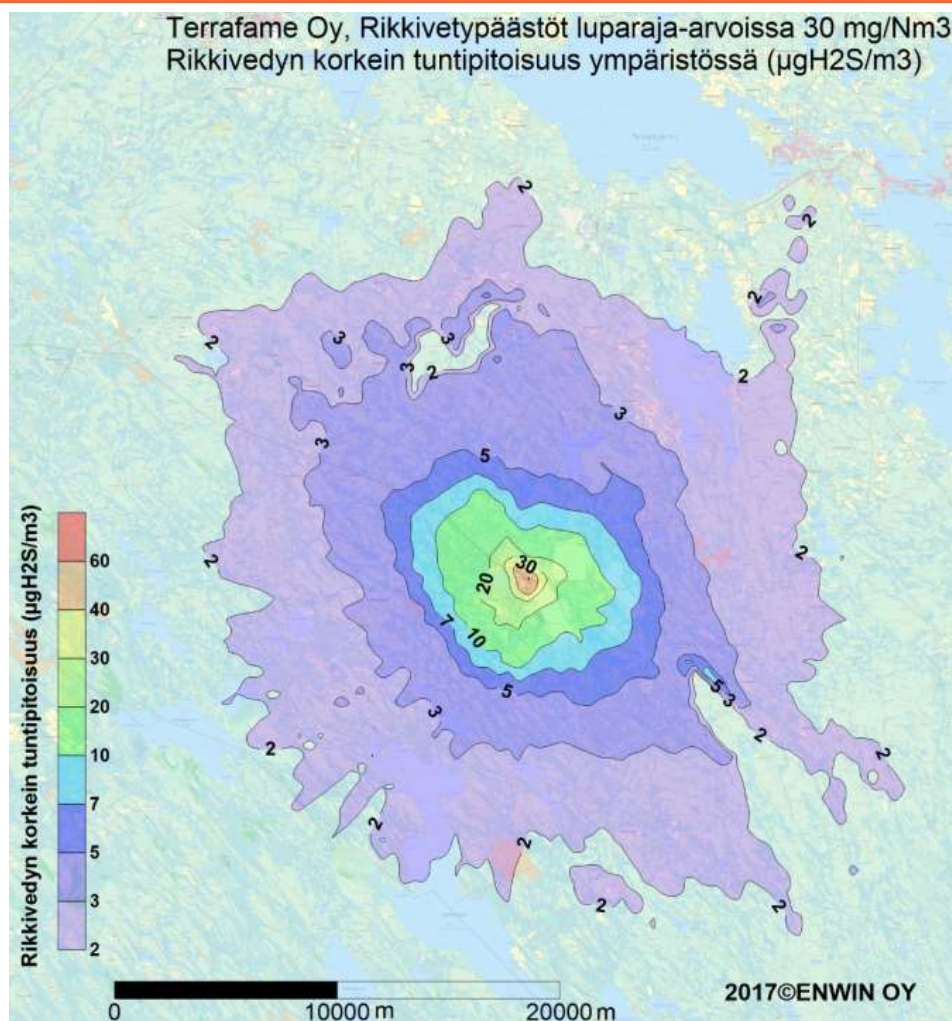
Kaivoksen sulkemisvaihtoehdossa (VE2) louhinta lopetetaan, jolloin myös louheen kuljetus, tehdasalueen murskaustoiminnot ja primäärikasojen rakentaminen loppuu. Kokonaisuutena pölykuormitus vähenee selvästi nykytilanteeseen verrattuna. Lisää pölykuormitusta voi aiheutua sulkemisvaihtoehdossa kasojen ja altaiden peittämisestä, mutta toiminnan intensiteetti on todennäköisesti kaivostoiminnan aikaista intensiteettiä pienempi, jolloin pölypäästöt eivät nouse suuremmiksi kuin mitä ne nykytilanteessa ovat. Tässä oletetaan, että sulkemisen aikana noudatetaan vastaavia pölynrajoittamistoimenpiteitä kuin nykytilanteessa.

9.3.2 Haju

Hajun leviämismallinnuksen (Enwin Oy 2017, liite 4) perusteella, kun piippulähteiden rikkivetypäästöt ovat luparaja-arvoissa (30 mg/Nm^3), rikkivedyn yksittäiset tuntipitoisuudet voivat ylittää ns. hajutuntipitoisuuden $3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ 7–14 kilometrin etäisyydellä laitosalueesta vallitsevan tuulen alapuolella (Kuva 9-17). Voimakkaamman hajun ($\geq 7 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) yksittäisiä tuntipitoisuuksia voi esiintyä 5–6 km säteellä laitosalueen ympäristössä vallitsevan tuulen alapuolella. Laitosalueella tuntipitoisuudet voivat maksimipäästöillä olla 40–60 $\mu\text{g/m}^3$. Rikkivetypäästöjen ollessa noin tasolla 5 mg/Nm^3 hajuvaikutukset ympäristössä ovat huomattavasti pienemmät. Hajutunnit ($\geq 3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) keskittyvät tällöin laitosalueelle. Yksittäisiä hajutunteja voi esiintyä 1,5–2,7 km etäisyydellä päästölähteistä vallitsevan tuulen alapuolella.

Laitosalueen rikkivetypäästöjen ollessa enintään ympäristöluvan päästörajan tasolla hajuvaikutuksia voi mallin perusteella olla havaittavissa enintään 14 km etäisyydellä laitosalueesta vallitsevan tuulensuunnan alapuolella, joten hajua voi tietyissä olosuhteissa kulkeutua esimerkiksi Tuhkakylään. Mallinnuksen mukaan tunteja, jolloin hajua esiintyy lähimmän asutuksen tai Tuhkakylän alueella, on 0,01–0,1 % vuoden tunteista eli enintään 9 tunnin ajan vuodessa. Tämän perusteella hajun leviäminen asutuksen alueelle on vähäistä. Hajun aistiminen on kuitenkin aina subjektiivinen (henkilöstä riippuva) kokemus, ja hajujen aistimisherkkyyks ja viihtyvyyshaitan kokeminen ihmisillä vaihtelee. Lähialueilta kaivokselle tulleiden hajuhavaintojen määrä on viime vuosina ollut pieni (4–5 kpl vuodessa).

Laitosalueen rikkivetypäästöt ovat viime vuosina olleet enimmäkseen nykyistä päästöraja-arvoa pienempiä, ja on arvioitu että päästöraja-arvossa pysytään myös jatkossa toiminnan mahdollisesta laajentumisesta huolimatta. Rikkivety-päästöjä metallien talteenottolaitokselta hallitaan hönkäkaasujen pesurilla ja hajupäästöjen on arvioitu olevan nykyistä vastaavalla tasolla myös tuotannon kasvaessa eri vaihtoehtoisissa, mikäli puhdistuslaitteistojen toimintakunnosta huolehditaan. Hajuvaikutusten ei arvioida kasvavan nykytasosta.



Kuva 9-17. Rikkivedyn tuntipitoisuudet laitosalueen ympäristössä, kun rikkivety päästöt ovat luparajoissa 30 mgH₂S/Nm³ (VE0+, VE1a). (kuva: Enwin Oy 2017, liite 4)

Nykyisestä metallien talteenotto-prosessista tulevat rikkivetyt sisältävät höngät pestään lipeäpesurilla. Vaihtoehtoisissa VE1b ja VE1c rakennettava **pasutto** mahdollistaa nykyisestä prosessista tulevien höngkien polton pasutusuunissa, jolloin metallitehtaan hajua aiheuttavat rikkivety päästöt voivat pienentyä nykytilanteesta. Vaihtoehtoisessa VE1c rakennettava sulatto ei vaikuta hajupäästöihin ja hajun leviämiseen. Kaivoksen sulkemisvaihtoehdossa (VE2) hajuvaikutukset loppuvat metallien talteenottolaitoksen toiminnan alasajon jälkeen. Alasajotilanteessa kuitenkin myös ylösajojen aikana rikkivety päästöt voivat ajoittaisesti olla suurempia, jolloin myös hajua voi epäedullisissa olosuhteissa esiintyä ympäristössä, mutta tilanteet pyritään pitämään lyhytaikaisina.

9.3.3 Liikenteen päästöt

Liikenteen päästöt on esitetty kappaleessa 8.3.4.

9.3.4 Muut päästöt ilmaan

Nykyisessä tuotantotilanteessa (VE0) toiminnan pistemäiset päästöt ilmaan ovat pääsääntöisesti olleet ympäristölupaehdojen mukaisia. Päästöjen suuruuteen vaikuttavat lähinnä hönkäkaasujen pesurilaitteiston toiminta sekä malmin-

käsittelyn pölynpoistolaitteiston toiminta. Toiminnan pysyessä nykyisellä tasolla voidaan arvioida tuotantolaitosten pöly- ja raskasmetallipäästöjen pysyvän myös jatkossa lupaehtojen puitteissa normaalitilanteessa. Tuotannon ylös- ja alasajotilanteissa ja mahdollisissa häiriö- ja poikkeustilanteissa päästöt voivat olla suurempia, mutta tilanteet ovat lyhytaikaisia. Kaivoksen pienten energiantuotantoyksiköiden päästöt ilmaan ovat pääosin täyttäneet ympäristölupaehdot, mutta vara- ja huippukapasiteettina käytettävän höyrykontin osalta ylityksiä on ollut. Vuoden 2017 jälkeen energiantuotantolaitosten päästöraajat rikkidioksidin ja hiukkasten suhteen muuttuvat: SO_2 -raja tiukentuu, ja hiukkasten raja kasvaa isompien kattiloiden osalta ja tiukentuu höyrykontin osalta. Lämpökattiloiden päästöissä ei arvioida tapahtuvan muutoksia nykytilanteeseen toiminnan ja savukaasujen puhdistuksen jatkuessa nykytasolla.

Tuotannon kasvaessa vaihtoehdon VE0+ tasolle pistemäisten päästöjen suuruuteen vaikuttavat ensisijaisesti päästöjen puhdistuslaitteistojen toiminta malminkäsittely- ja metallien talteenottolaitoksissa. Voidaan arvioida, että tuotannon nosto suunnitelmien mukaisesti ei normaalitilanteessa heikennä puhdistustuloksia tai kasvata päästöjä. Myöskään vaihtoehdossa VE1a kasvavan louhinnan ja metallien talteenoton ei arvioida lisäävän pölyn lisäksi muita päästöjä ilmaan merkittävästi. Laitosalueen energiantuotannon päästöjen ei arvioida olennaisesti muuttuvan vaihtoehdon VE0+ tai VE1a mukaisen tuotannon vaikutuksesta.

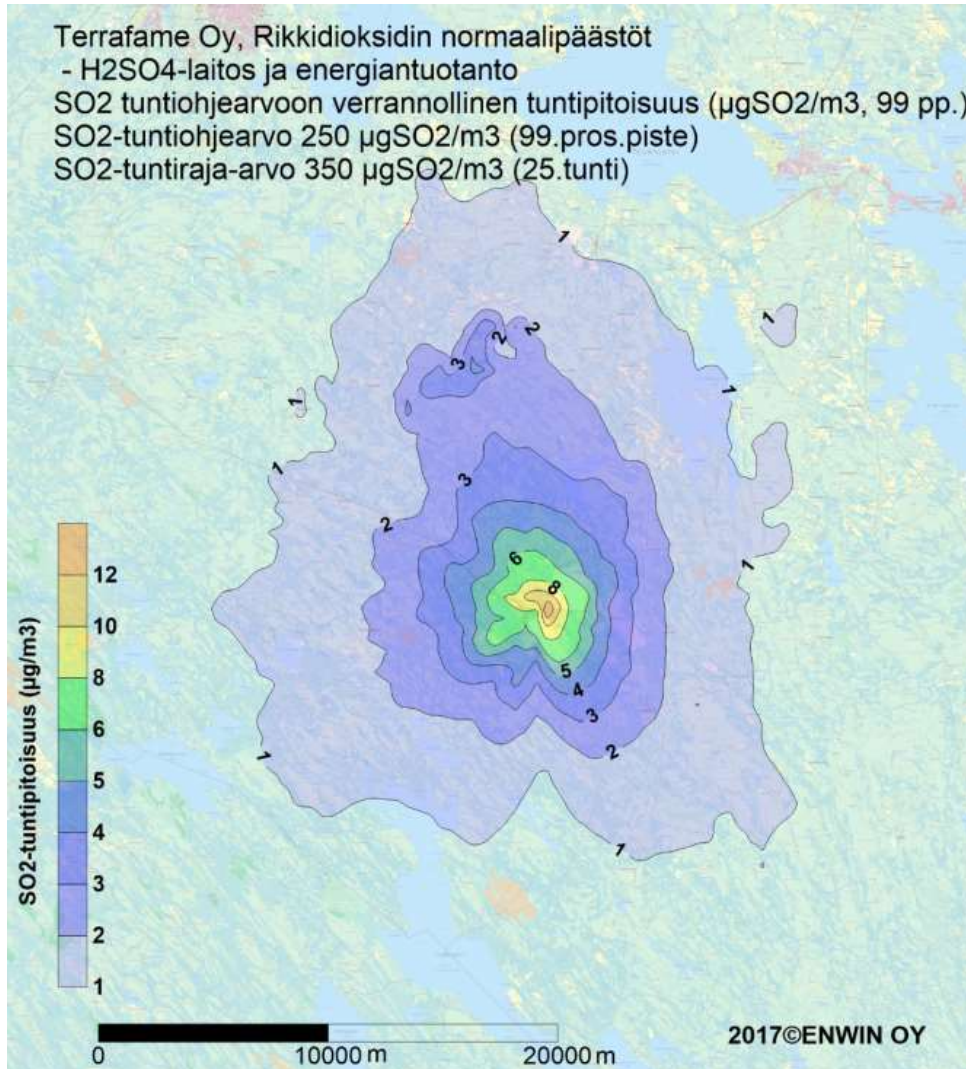
Pasuton (VE1b, VE1c) toiminnasta ei normaalitilanteessa aiheudu merkittäviä päästöjä ilmaan. Pasuton uunissa rikasteen rikki ja metallit hapettuvat rikkidioksidiksi ja metallioksideiksi. Metallioksidit otetaan talteen savukaasujen käsittelyssä. Pasutossa muodostuva rikkidioksidi käytetään rikkihappotehtaalla syötteenä eikä sitä johdeta suoraan ilmakehään.

Rikkihappotehtaan (VE1b, VE1c) prosessista pois johdettava kaasu pestään kaksivaiheisesti ennen ilmakehään johtamista rikkidioksidin talteen saamiseksi. Normaaliolosuhteissa happotehtaalta lähtevä kaasu on vesihöyryllä kyllästettyä ilmaa (tyypeä ja happea), joka voi sisältää pieniä määriä rikkidioksidia, rikki-trioksidia ja rikkihappopisaroita. Ilmakehään johdettavan kaasun määrä on n. 24 500 Nm^3/h . Kaasun SO_2 -pitoisuus on tyypillisesti alle 50 ppm (145 mg/Nm^3) ja rikkitrioksidin ja happosumun yhteenlaskettu pitoisuus on alle 30 mg/Nm^3 . Pitoisuudet ovat rikkihappotuotannon vertailuasiakirjan mukaisia hyväksyttäviä päästötasoja, eli vastaavat parhaan käyttökelpoisen tekniikan vaatimustasoa. Arvioitu vuotuinen päästömäärä normaalituotannon (n. 8000 h) aikana on noin 28 t/v rikkidioksidia ja 6 t/v rikkihappoa.

Mahdollisissa happotehtaan häiriötilanteissa sekä prosessin ylös- ja alasajojen aikana pesutornista lähtevän kaasun SO_2 - ja SO_3 -pitoisuudet saattavat lyhytaikaisesti olla tätä suurempia. Rikkihappotehtaalla voi syntyä myös jonkin verran rikkidioksidin hajapäästöjä, jotka voivat päästä ulkoilmaan prosessirakennuksesta maantasolta. Mahdolliset hajapäästöt voivat olla havaittavissa tehdasalueella eivätkä leviä kauemmas ympäristöön.

Rikkihappotehtaan piipun korkeuden mitoituksen ja leviämismallinnuksen (Enwin Oy 2017, LIITE 4) mukaan suositeltava piipun korkeus on 60 metriä. Tuolla mitoituksella laitoksen normaalitilanteen ja tehdasalueen energiantuotantoyksiköiden rikkidioksidipäästöt ($170 + 350 \text{ mgSO}_2/\text{Nm}^3$) aiheuttavat tuntiohjearvoon ja -raja-arvoon verrattuna vain pienet lisäykset tehdasalueen ulkopuolella, 1–3

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Kuva 9-18). Rikkidioksidin tuntiohjeeseen ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliset pitoisuudet (99.prosenttipiste) olivat korkeimmillaan n. $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sijoittuen laitoksen sisäpuolelle. Vuorokausiohjevaihteluun verrattuna päästöjen vaikutus pitoisuuksiin lähialueella on hyvin pieni.



Kuva 9-18. Rikkidioksidin tuntipitoisuuksien leviäminen laitoksen ympäristössä (VE1b + VE1c). Rikkihappotehtaan piipun korkeus 60 m, päästötaso $170 \text{ mgSO}_2/\text{Nm}^3$ ja energiantuotannon päästötaso ympäristöluvan mukainen $350 \text{ mgSO}_2/\text{Nm}^3$. (kuva: Enwin Oy 2017, liite 4)

Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi määritetty kriittinen pitkäaikainen SO₂-taso on $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja päästöt eivät aiheuta siihen verrattuna merkittävää pitoisuuskasvua ympäristössä kaivosalueen ulkopuolella.

Rikkidioksidi- ja happosumupäästöt ovat luonteeltaan happamoittavia päästöjä. Päästömäärien kasvu voi lisätä rikkilaskeumaa lähialueella. Vaikutusalueen suuruutta on vaikea arvioida, koska rikkipäästöt voivat kulkeutua kaasufaasissa kauas ennen laskeutumistaan sateen mukana maahan, laimentua ilmakehässä sekoittuessaan, ja alueelle kulkeutuu päästöjä myös kauempana olevista muista lähteistä. Rikkilaskeuman mitatut arvot ovat nykyään lähialueella monin paikoin ylittäneet pitkäaikaisen tavoitearvon, joka on asetettu metsätalousmaille, ja tehdasalueelta tulevat rikkidioksidipäästöt voivat osaltaan vahvistaa tätä kehitystä.

Rikkihappotehtaan päästöjä toisaalta voi kompensoida energiantuotantoyksiköiden tiukentuvat päästöraja-arvot, mikäli niihin päästään.

Sulaton (VE1c) sulatusuunista tulee ulos uunikaasuja, jotka poltetaan jätelämpökattilassa. Kattilassa hiilimonoksidi hapetetaan hiilidioksidiksi, vety vesihöyryksi ja kaasussa olevat metallit kiinteiksi oksideiksi. Savukaasuissa oleva kiintoainepitoisuus poistetaan kaasusta pussisuodattimella, ja pussisuodattimen jälkeä kaasun kiintoainepitoisuus on alle 1 mg/m³. Poistokaasujen määrä on 10 000–18 000 Nm³/h jäähdytysilman määrästä riippuen. Jätelämpökattilan jälkeä kaasun koostumuksen on arvioitu olevan 66 % typpikaasua, 33 % hiilidioksidia ja 0,9 % vesihöyryä (Taulukko 4-11). Näin ollen sulatolta pois johdettavissa savukaasuissa ei ole metalleja ja hiukkaspitoisuus on matala. Hiukkaspäästöjä pussisuodattimien poistokaasuista arvioidaan tulevan 200–300 kg vuodessa. Sulaton toiminnan aikaiset vaikutukset ilman laatuun arvioidaan pieneksi.

Hiilidioksidipäästöt ovat sulaton osalta suhteellisesti merkittävimpiä päästöjä ilmaan. Sulaton hiilidioksidipäästöjen arvioidaan olevan 39 000–40 000 tonnia vuodessa. Terrafamen kaivoksen suorat ja epäsuorat hiilidioksidipäästöt vuonna 2016 olivat yhteensä yli 280 000 tonnia vuodessa, johon sulaton päästöt tekevät noin 14 % kasvua. Kaivoksen suoriin CO₂-päästöihin (110 000 t) sulaton päästöt aiheuttaisivat kasvua 36 %.

Sekä pasuton että sulaton toiminta kuluttaa melko runsaasti energiaa, mutta sähkö saadaan valtakunnan verkosta eikä se oleellisesti vaikuta kaivosalueen omien energiantuotantoyksiköiden toimintaan ja päästöihin. Omien energiantuotantoyksiköiden tuottama energia on pääsääntöisesti tarkoitettu kaivosalueella olevien rakennusten lämmittämiseen ja prosessissa tarvittavan höyryn tuotantoon. Pasuton, rikkihappotehtaan ja sulaton rakennusten lämmityksentarve on hyvin vähäinen ja prosessien tuottama lämpö vähentää prosessihöyryn tuottamisen tarvetta nykyisestä, joten kasvua energiantuotantoyksiköiden päästöihin ei ole odotettavissa.

Uraanin mahdollinen talteenoton aloittaminen ei merkittävästi muuta ilmanlaatuun kohdistuvia vaikutuksia. Uraanin talteenottolaitokselta ilmaan kohdistuvat päästöt ovat käsiteltävät prosessiosastojen kaasut, jotka voivat sisältää poikkeustilanteessa rikkivetyä, liuotinhöyryä ja pölyä. Uraania käsitellään laitoksella vain sisätiloissa ja prosessin kaasut käsitellään puhdistuslaitteistoilla ennen ilmaan johtamista. (Ramboll Finland Oy 2010)

Pasuton, sulaton ja rikkihappotehtaan tai uraanin talteenottolaitoksen rakentamisaikana ei aiheudu merkittäviä päästöjä ilmaan.

Kaivostoiminnan lopettamisesta (VE2) ei aiheudu merkittäviä päästöjä ilmaan.

9.4 Vaihtoehtojen vertailu

Laajennusvaihtoehdot VE0+ pölypäästöt on arvioitu vastaaviksi kuin vaihtoehtojen VE1a-c pölypäästöt. Merkittävimmät pölykuormitukset syntyvät kiviaineksen kuljetuksista, joita on kaikissa vaihtoehdoissa sama määrä.

Toiminnan laajentumisen (VE0+, VE1a) vaikutukset hajun (rikkivedyn) leviämiseen kaivosalueen ympäristössä on arvioitu samansuuruisiksi, joten vaihtoeht-

dot eivät eroa toisistaan hajuvaikutusten osalta; hajuvaikutuksia voi esiintyä mutta ne ovat suhteellisen vähäiset molemmissa vaihtoehdoissa, kun päästö- ja-arvoissa pysytään. Pasuton rakentaminen (VE1b, VE1c) saattaa kuitenkin osaltaan vähentää rikkivetypäästöjä, koska rikkivetypitoiset hönkäkaasut voidaan ohjata polttoon pasutusuuniin; näissä vaihtoehdoissa metallitehtaan hajupäästöt saattavat olla pienemmät kuin nykytasoa vastaavat (VE0, VE0+ tai VE1a).

Muiden ilmaan kohdistuvien päästöjen osalta suurimmat erot aiheutuvat vaihtoehdoista VE1b ja VE1c, joissa rakennettavasta rikkihappotehtaasta aiheutuu normaalitoiminnan aikana rikkidioksidi- ja haposumupäästöjä. Rikkipäästöjen ei kuitenkaan ole arvioitu heikentävän ilmanlaatua kaivosalueen ympäristössä. Vaihtoehtoon VE1c sisältyvästä sulatosta aiheutuu hiilidioksidipäästön kasvua selvästi muita hankevaihtoehtoja enemmän.

Pasutosta ja sulatosta (VE1b, VE1c) voi poikkeus- ja häiriötilanteissa sekä prosessin alas- ja ylösajotilanteissa aiheutua normaalitoiminnasta poikkeavia päästöjä ilmaan.

Uraanin talteenottolaitos sisältyy kaikkiin toiminnan kehittämisen vaihtoehtoihin eikä sen osalta ilmapäästöissä ole vaihtoehtojen välillä eroja. Päästöt ilmaan ovat vähäisimmät vaihtoehdossa VE2, jolloin malminkäsittelyn ja metallientalteenoton pöly-, metalli- ja hajupäästöt loppuvat, eikä rikkipäästöjä lisäävää rikkihappotehdasta tai hiilidioksidipäästöä kasvattavaa sulattoa tule.

9.5 Epävarmuudet

Pölyn leviämisarvioinnissa aiheutuu epävarmuuksia pölykuormitusten määrän arvioinnista ja pölyn leviämislaskennan epävarmuuksista. Kuormitusten määrä arvioitiin yleisesti käytössä olevilla laskentakaavoilla, jotka pohjautuvat mittaus-tietoihin. Leviämislaskennan osalta epävarmuutta aiheutuu siitä, että mallissa käytetyt säätiedot eivät vastaa kohdealueella vallitsevaa tilannetta, siitä, että mallin maastoa kuvaavat parametrit eivät vastaa todellista tilannetta kohdealueella. Itse laskentamenetelmän aiheuttama epävarmuus on tyypillisesti pienempi kuin kuormitusten, lähtötietojen ja parametrien arvioinnista aiheutuva epävarmuus.

Epävarmuuksia arvioitiin vertaamalla laskettuja pölypitoisuuksia mitattuihin arvi-oihin. Keskiarvon osalta päästiin kohtalaiseen tulokseen. Myllyniemen mittauksen osalta mallin keskiarvo jäi mittauksia suuremmaksi, joten mallitulos on Myllyniemen lähialueella todennäköisesti yläarvio. Pitoisuusjakauman osalta mallissa oli mittauksia enemmän hajontaa, joten on todennäköistä, että ylityspäivien lukumäärä on suurempi kuin mitä todellisuudessa tulee tapahtumaan. Edelleen mallin laskentaparametreina käytettiin koko vuodelle kesän arvoja, jolloin lumi-peitteisen ajan pölypitoisuudet on arvioitu todellisuutta suuremmiksi.

Hajun sekä rikkidioksidin vaikutusarvion pohjana toimivassa leviämismallinnuk-sessa kokonaisepävarmuuteen vaikuttavat eniten päästömittausten epävarmuus ja muun päästölähtötiedon vaihtelut sekä käytetyn sääaineiston epävarmuus. Mallinnustulokset eivät kerro esimerkiksi hajuaistimuksen voimakkuutta, koska hajun määrä ja intensiteetti sekä aistijan henkilökohtaiset ominaisuudet voivat vaihdella huomattavasti pienelläkin alueella.

9.6 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Keskeisimmät toimenpiteet pölypäästöjen vähentämiseksi ovat pistemäisissä päästölähteissä pölynpoistoyksiköt sekä louhinnan räjäytyspölyn ja kaivosalueen sisäisistä kuljetuksista aiheutuvan pölyn hallinta. Vähentämällä pölypäästöjä voidaan vähentää myös pölyyn sitoutuneiden metallien päästöjä ja laskeumaa ympäristöön.

Kaivosalueella on tehty useita parannustoimenpiteitä, joilla on vähennetty ilmaan kohdistuvia haja- ja pistepäästöjä. Toimenpiteitä ovat olleet mm. agglomeroinnin pölynpoiston tehostaminen, varastosäiliöiden hönkäpesurin käyttöönotto sekä kalkkilaitoksen pölyvaikutuksia vähentäneet laitemuutokset. Uudessa toiminnoissa pyritään hyödyntämään parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa (BAT). Pölyntorjuntaan kuuluvat myös mm. automaattiset kastelujärjestelmät. Pölyämistä vähennetään kastelemalla tai suolaamalla kuljetusreittejä. Kuljetusreittien kastelu kuivina ja tuulisina aikoina on ennalta arvioiden tehokkain tapa vähentää louhintaan, malminkuljetuksiin ja sivukivialueisiin liittyviä pölypäästöjä. Talvisin ja sateisina kausina pölyäminen on vähäisempää kuin kesällä ja sen takia koko vuoden kuormitus ei ole yhtä suurta kuin mallinnus näyttää.

Rikkihappotehtaalta aiheutuvat päästöt ilmaan ovat normaalitoiminnan aikana melko pieniä, mutta suuri osa rikkihappotehtaan päästöistä ilmaan voi aiheutua erilaisissa häiriötilanteissa, hajapäästöinä tehdasalueelle sekä prosessin ylös- ja alasajotilanteissa. Ennaltaehkäisemällä häiriötilanteiden syitä ja suunnittele-mattomien ylös- ja alasajojen tarvetta voidaan merkittävästi pienentää rikkihappotehtaan rikkidioksidipäästöjä. Laitos ja päästöjen puhdistuslaitteistot suunnitellaan parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaisesti. Laitoksen suunnittelun edetessä tulee tarkistaa, että laitoksen takuuarvot ja lupaehdot sekä savukaa-sun tilan tiedot täyttävät rikkidioksidin leviämismallinnuksen mukaiset lähtöarvot. Tarvittaessa piipun korkeus tulee päivittää, jos päästötietoihin tulee muutoksia.

10 MELU

10.1 Nykytila

Melua syntyy mm. räjäytyksistä, louhinnasta, murskauksesta, liikenteestä ja bio-liuotuskasojen 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 yöaikana 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 puhaltimisesta, joiden toiminta-alueita on putkimuutoksien optimoitu. Tämän lisäksi kaivoksella on tehty erilaisia kokeiluja puhallinrakenteisiin. Myös sekundääriliuotusalueen kasauksen uudelleenkäynnistyminen on vähentänyt melun leviämistä kaivospiirin ulkopuolelle.

10.2 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Ääni on aaltoliikettä, joka välittyy väliaineessa ja jonka etenemisnopeus riippuu väliaineen ominaisuuksista. Ilmassa äänen nopeus riippuu lämpötilasta.

Melu on subjektiivinen käsite, jolla ymmärretään äänen negatiivisia vaikutuksia, ei-toivottua ääntä, josta on haittaa ja jossa kuulijan tuntemukset ja äänenherotuskyky ratkaisevat. Normaali ympäristömelu sisältää useista kohteista lähtevää yhtäaikaista ääntä, jossa taajuudet ja aallonpituudet muuttuvat jatkuvasti.

Äänen (melun) voimakkuutta mitataan logaritmisella desibeliasteikolla (dB), jossa äänenpaineelle (eli hyvin pienelle paineenmuutokselle ilmassa) käytetään referenssi-painetta 20 µPa ilmalle ja 1 µPa muille aineille. Tällöin 1 Pa paineenmuutos ilmassa vastaa noin 94 dB:iä.

Kuuloaistin herkkyyys vaihtelee eri taajuisille äänille, jolloin myös melun haitallisuus, häiritsevyys sekä kiusallisuus vaihtelevat. Nämä huomioidaan äänen taajuus-komponentteja painottamalla. Yleisin on A-painotus, joka perustuu kuuloaistin taajuusvasteen mallintamiseen ja ilmaistaan usein A -kirjaimella dimensioon perässä, esim. dB(A) tai meluindikaattorin keskellä, esim. A-painotettu keskiäänitaso LAeq.

Melun ekvivalenttitaso (symboli Leq) tarkoittaa samanarvoista jatkuvaa äänitasoa kuin vastaavan äänienergian omaava vaihteleva äänitaso. Koska ääni käsitellään logaritmisena suureena, hetkellisillä korkeimmilla äänitasoilla on suhteellisen suuri vaikutus ekvivalenttiseen tasoon. Teollisuusmelussa ja kivenlouhintatoiminnan melussa hetkellisvaihtelut voivat olla suuria, mikäli toiminnan melussa on impulssimaisuutta. Lähtökohtaisesti kivenlouhinnan melu on kuitenkin varsin tasaista seulonnan ja murskainten toiminnan osalta. Impulssimaisuutta murskaustoiminnan melussa voivat aiheuttaa erityisesti rikotus, kallioräjäytykset sekä kivien kaadot.

Melutulokset ulkomelun osalta lasketaan Ympäristöministeriön ohjeiden (Ympäristöministeriö, 2007) mukaisesti melulähderyhmittäin. Erottelu koskee myös tulosten vertailua luvan raja-arvoihin. Melu voidaan tarvittaessa laskea yhteen, mutta ne lasketaan logaritmisesti eli esim. LAeq teollisuusmelun 41 dB ja tieliikennemelun 33 dB yhteisvaikutus on 42 dB eli kasvua olisi noin +1 dB, mutta melun esiintyvyys yhteisvaikutuksena voi vaihdella voimakkaasti.

10.2.1 Melun ohjearvot ulkona ja toimenpiderajat sisätiloissa

Valtioneuvosto on meluntorjuntalain (382/87) 9 §:n nojalla päättänyt ulkomelutason ohjearvot, joita ei saa ylittää (Taulukko 10-1).

Jos melu on luonteeltaan iskumaista tai kapeakaistaista, mittaus- tai laskentatulokseen lisätään 5 dB ennen sen vertaamista taulukossa 1 mainittuihin arvoihin.

Taulukko 10-1. Melun ohjearvot ulkona (VNp 993/1992)

Alue	Melun A-painotettu ekvivalenttitaso (LAeq) enintään	
	Päivällä klo 07-22	Yöllä klo 22-07
Asumisalueet, virkistys-alueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB(A)	50 dB(A) ¹⁾²⁾
Loma-asumiseen käytettävät alueet ⁴⁾ , leirintäalueet, taajamien ulkopuolella olevat virkistysalueet ja luonnonsuojelualueet ⁵⁾	45 dB(A)	40 dB(A) ³⁾
Poikkeukset		
1)	Uusilla alueilla melutason yöarvo on 45 dB(A)	
2)	Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoja	
3)	Yöarvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä	
4)	Loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamassa voidaan soveltaa asumiseen käytettävien alueiden ohjearvoja	
5)	Luonnonsuojelualueiden osalta melutason ei tarvitse alittua koko alueella (YM, 1992)	

Lisäksi sisämelulle on annettu ekvivalenttitasoille sekä pientaajuiselle melulle toimenpiderajat Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asumisterveysasetuksessa 545/2015.

10.2.2 Ympäristöluvan melumääräykset

Ympäristöluvan mukaan kaivostoiminnasta aiheutuva melutaso ei saa ylittää asumiseen tai vapaa-ajan asumiseen käytettävien rakennettujen kiinteistöjen piha-alueella päiväaikaista (klo 07–22) 55 dB(A), eikä yöaikaista (klo 22–07) A-painotettua ekvivalenttitasoa 50 dB(A).

Raja-arvoon verrattavaan mittaus- tai laskentatulokseen on lisättävä 5 dB, jos melu on iskumaista tai kapeakaistaista. Kaivosalueen ulkopuolella selvästi kuuluvissa olevaa kapeakaistaista melua on rajoitettava meluntorjuntatoimenpitein viipymättä tällaisen melun havaitsemisesta, vaikka aiheutuvat ympäristömelutasot eivät ylittäisi lupamääräyksen raja-arvoja.

Tavoitteena on, ettei toiminnasta aiheutuva melutaso ylitä 1.3.–31.8. lähimpien loma-asuntojen piha-alueella päivällä (klo 07–22) A-painotettua ekvivalenttitasoa 45 dB(A) ja yöllä (klo 22–07) A-painotettua ekvivalenttitasoa 40 dB(A). Luvan saajan on Kainuun ELY-keskuksen kanssa sovittavalla tavalla raportoitava näiden tavoitetasojen ylitykset sekä arvioitava mahdollisuudet niiden saavuttamiseksi. (PSAVI/58/04.08/2011)

Tehokas meluntorjunta on otettava huomioon koneiden ja laitteiden suunnittelussa, valinnassa, käytössä ja kunnossapidossa sekä mahdollisissa uusimisissa. Kompressorit, puhaltimet, sähkömoottorit ja muut vastaavat pistemäiset ja kiinteät melun päästölähteet on koteloitava melun vaimentamiseksi ja melun leviämisen estämiseksi.

10.2.3 Melumallinnusmenetelmät

Mallinnus tehtiin CadnaA 2017 MR1 ohjelmalla, joka käyttää laskennan perustana yhteispohjoismaista tieliikenne- ja teollisuusmelun laskentamallia. Ohjelman avulla voidaan ulkomelun leviämiskarttaan piirtää keskiäänitasokäyrät 5 dB välein valituilla lähtöarvoilla. Teollisuuslaitosten alueille, vesi- ja tiepinnoille on yleisesti määritetty kova maanpinta äänen maa-absorptiovaikutuksen simuloimiseksi. Melun leviäminen lasketaan yhteispohjoismaisissa malleissa tyypillisesti hieman konservatiivisesti siten, että ympäristön tilapisteet ovat leviämisen kannalta suotuisat (mm. kevyt myötätuuli melulähteestä kuhunkin laskentapisteseen). Mallinnusraportti on liitteenä 6.

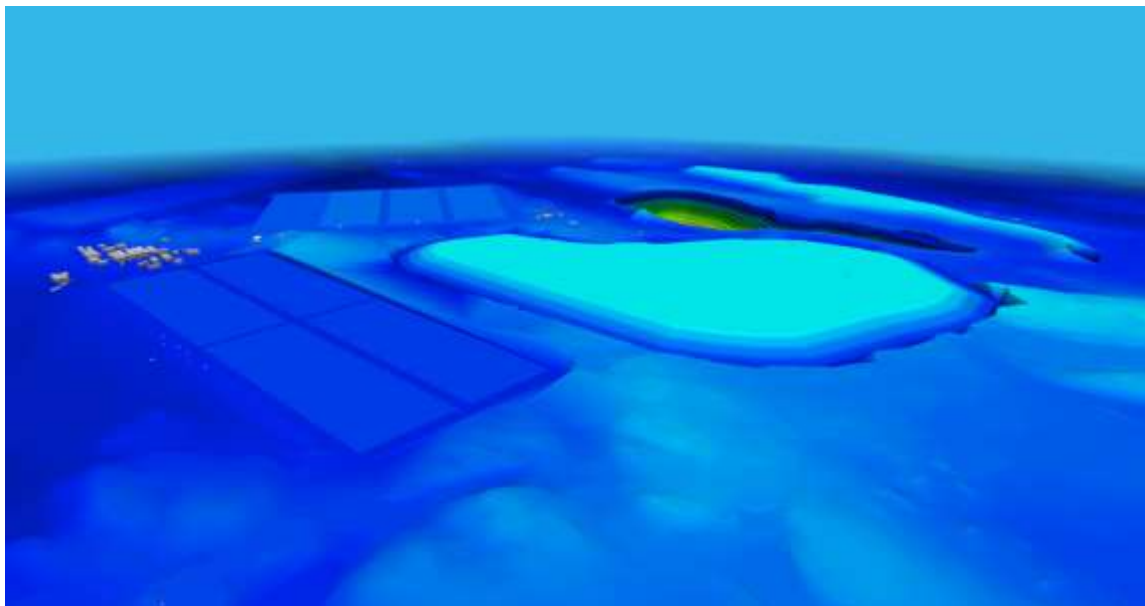
Laskenta suoritettiin hankevaihtoehdoille VE0 (nykytila), VE0+, VE1a, VE1b sekä VE1c. Hankevaihtoehtoa VE2 (sulkeminen) ei mallinnettu laskennan epävarmuustekijöistä johtuen.

Alla olevassa taulukossa on esitelty mallinnuksessa käytetyt parametrit (Taulukko 10-2). Ne vastaavat Ympäristöministeriön yleisiä melumallinnusohjeita (Ympäristöministeriö, 2007). Laskentaverkon tiheys on valittu hankkeelle soveltuvan laskenta-ajan perusteella. Pääteiden, vedenpinnan, teollisuusalueiden ja metsien erikovuiset maa-absorptiopinnat on huomioitu alueittain.

Taulukko 10-2. Melumallinnuksen laskentaparametrit

Lähtötieto	Kuvaus
Mallinnuslogiikka	Keskiäänitaso LAeq päivällä klo 07-22 ja yöllä klo 22-07
Mallinnustyyppi	Pohjoismainen tieliikenne- ja teollisuusmelumalli
Mallinnetut hankevaihtoehdot	VE0 (Nykytila), VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c
Melulähde	Piste-, pinta- ja viivalähteet
Emissioarvo	Oktaavikaistan arvot, LZeq, taajuusvälillä 31.5 Hz – 8000 Hz
Sääolosuhteet	Ilman lämpötila 10 °C, ilmanpaine 1013 hPa, ilman suhteellinen kosteus 70 %
Laskentaverkko	Laskentapiste 20 x 20m:n välein 2 m korkeudella seuraten maanpinnan korkeutta
Maanpinnan kovuus (G)	0 = kova maanpinta teiden, kallion, veden ja teollisuusalueiden päällä, 1 = pehmeä maanpinta metsä-, pelto ja suoalueilla
Objektien heijastavuus	Vapaakenttälaskenta, ei heijastusta (YM Ohje 2007)
Digitaalikartta-aineisto	Maanmittauslaitos, korkeusmalli 2 m (Kuva 10-1) sekä pohjakartta (01/2017), korkeustiedon resoluutio 2,5 metriä.

Uudet melulähteet on tässä laskelmassa oletettu olevan ilman merkityksellistä äänestäisyyttä (kapeakaistaisuus) tai impulssimaisuutta. Äänestäisyyttä on havaittu mittauksissa pääasiassa liuotuskasojen ilmastuspuhaltimissa. Impulssimaisuutta saattaa esiintyä satunnaisesti esim. kivien rikotuksessa ja kauha-kuormaajan toiminnasta. Avolouhosräjäytys on lähtökohtaisesti impulssimainen melutapahtuma, mutta kaikkiaan vähemmän merkityksellinen melulähde keskiäänitasolla LAeq.



Kuva 10-1. Melumallinnuksen korkeusmalli hankevaihtoehdossa VE0+, missä vaaleammat alueet ovat korkeammalla.

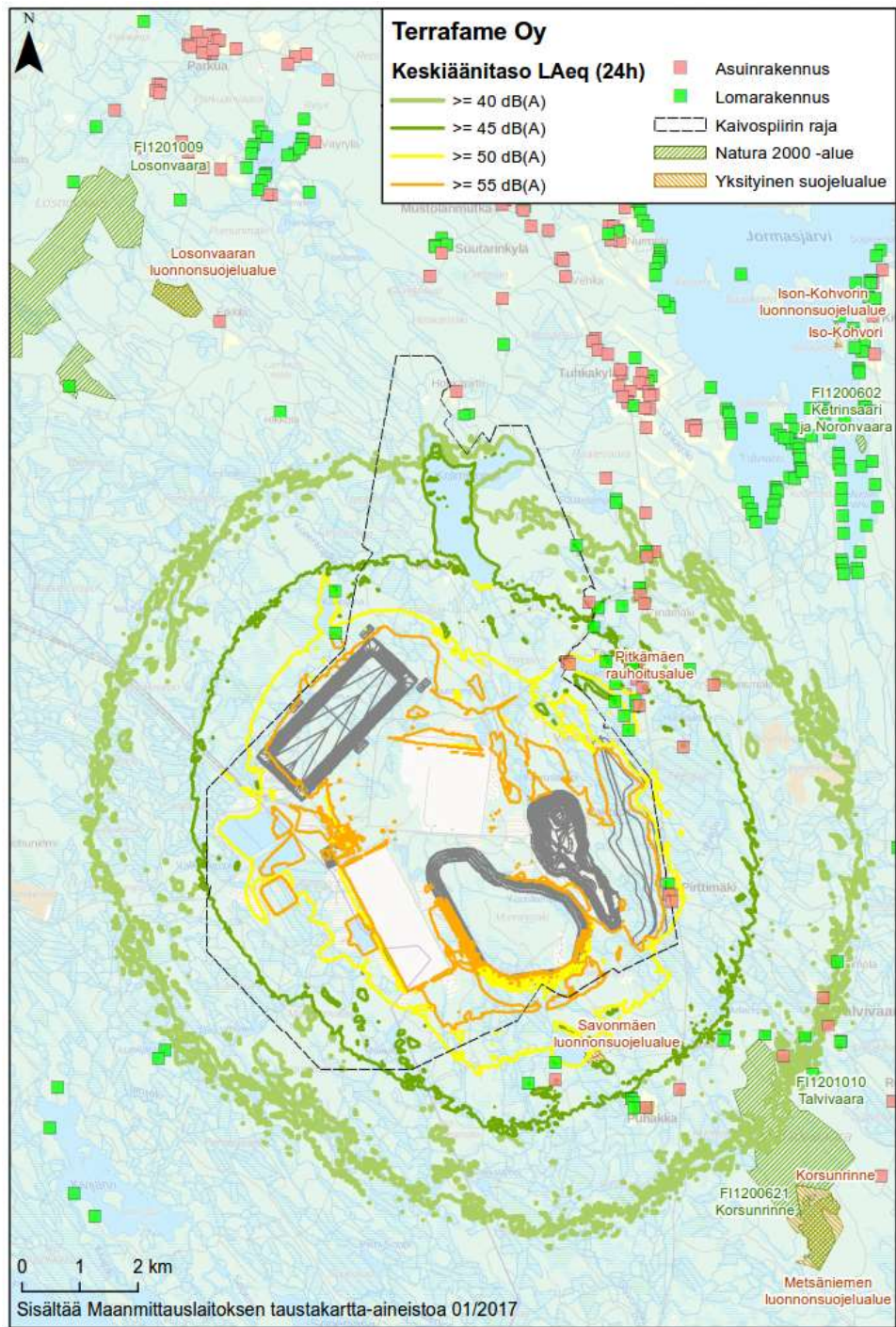
10.3 Vaikutukset ympäristömeluun

Kaivostoiminnan jatkaminen ja kehittäminen kasvattaa väistämättä alueen teollisuusmelutilannetta läjitys- ja liuotusalueiden laajennusten edetessä ja laskennan mukaan suurin muutos altistuviin kohteisiin kohdistuvassa melussa liittyvät avolouhoksen laajentamiseen sekä sivukiven läjitysalueen KL2 rakentamiseen (hankevaihtoehto VE0+), joka voi vaikuttaa etenkin Hakosen järven rannan loma-asuinkohteisiin (7 kpl) sekä sekundääriliuotusalueiden lohkojen 5-8 rakentaminen, joka voi vaikuttaa Kalliojärven rannan loma-asuinkohteisiin (2 kpl).

Laskennan mukaan pidemmän aikavälin teollisuusmelun keskiäänitaso LAeq (24h) voi nousta kasojen täyttövaiheen aikana altistuvissa kohteissa nykytilasta noin 5-12 dB (Taulukko 10-3 sekä Kuva 10-2) ja voi näin ollen ylittää nykyisen ympäristöluvan raja-arvon tapauksissa, joissa uusien läjitysalueiden rakentaminen on lähimmillään altistuvia kohteita. Melutason nousu on kuitenkin ajallisesti vaihtelevaa toimintojen laajentamisen ajallisen pituuden vuoksi (useita vuosia kestävä laajentuminen) ja ylitykset eivät välttämättä koske kaikkia ajallisia tilanteita.

Yhdistetty tie- ja raideliikennemelun laskentatulosten perusteella päiväajan tiemelua ei valituissa reseptoripisteissä (Taulukko 10-4) aiheuta ympäristöluvan raja-arvon ylityksiä päivällä tai yöllä.

Sulkemisen jälkeen meluvaikutukset vähenevät asteittain.



Melumallinnus, teollisuusmelu
Keskiaänitaso LAeq (24h)

VE0+

Kuva 10-2. Melumallinnuskuva, teollisuusmelu, VE0+, keskiäänitaso LAeq (24h)

Muut hankevaihtoehdot (VE1a-c) kasvattavat melutilannetta vain tuotantolaitosten alueella eivätkä ole merkittävä melulähde altistuvien kohteiden näkökulmasta (liite 6).

10.3.1 Meluvaikutukset läheisiin luonnonsuojelualueisiin

Laskentojen perusteella melutaso voi läheisillä luonnonsuojelualueilla (yksityiset sekä yleiset) joissain tapauksissa nousta yli 45 dB:n ohjearvon päivällä sekä yli 40 dB yöllä (Kuva 10-3). Suurin melun lisääntyminen kohdistuu Pitkämäen (MRA230812) määräaikaiseen rauhoitusalueeseen sekä yksityiseen Savonmäen luonnonsuojelualueeseen (YSA207793).



Kuva 10-3. Melumallinnuskuva, teollisuusmelu, VE0+, keskiäänitaso LAeq (24h)

Suojelualueiden yhtenä perusteena on mm. liito-orava. Laji ei kuitenkaan ole tutkimusten mukaan meluherkkä, sillä esimerkiksi Espoossa tehtyjen radiolähetinseurantojen perusteella liito-oravat eivät häiriinny mm. melusta, liikenteestä, rakennuksista tai ihmisistä (Virtanen ym. 2014, Lammi ym. 2016). Yleisesti laji tuntuu sopeutuvan meluun ja häiriöön hyvin, päätellen siitä että sen kanta on runsastunut monissa kaupungeissa ympäri Suomen (Lammi ym. 2016).

10.4 Vaihtoehtojen vertailu

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 10-3) on laskettu eri hankevaihtoehtojen teollisuusmelun tuloksia yksittäisissä reseptoripisteissä.

Taulukko 10-3. Teollisuusmelun mallinnuksen tuloksia lähimpien altistuvien kohteiden piha-alueilla, keskiäänitaso LAeq 24h [dB]

Kohde	Melumallinnus, Keskiäänitaso LAeq 24h [dB] eri hankevaihtoehtoissa				
	Nykytila VE0	VE0+VE0plus	VE0+VE1a	VE0+VE1b	VE0+VE1c
Hakorannantie 7 (Hakonen)	41	47	47	47	47
Hakorannantie 9 (Hakonen)	37	47	47	47	47
Hakorannantie 10 (Hakonen)	33	44	44	44	44
Tuhkalantie 89 (Kerilä)	45	51	51	51	51
Taattolantie 4 (Hakonen)	45	50	50	50	50
Taattolantie 6 (Hakonen)	42	47	47	47	47
Talvivaarantie 22 (Myllyniemi)	45	50	50	50	50
Talvivaarantie 11 (Sorsala)	34	40	40	40	40
Kalliojärventie 29 (Kalliojärvi)	44	53	53	53	53
Järveläntie 29 (Metsästysmaja)	37	49	49	49	49
Järveläntie 26 (Mökki)	42	48	49	49	49
Puhakantie 9 (Ahonpää)	33	45	45	45	45

Taulukon tuloksista nähdään, että hankevaihtoehto VE0+ voi kasvattaa melutasoa suhteellisesti eniten nykytilaan VE0 nähden (Taulukko 10-4), mutta muutos on ajallisesti vaihteleva, sillä työt ajoittuvat pitkän aikajakson sisälle. Muiden vaihtoehtojen osalta muutokset tilanteesta VE0+ ovat pieniä, enintään noin +1 dB:n verran, sillä vaihtoehtojen VE1a-VE1c osalta melu lisääntyy vain nykyisten tuotantolaitosten alueella sekä tiemelun osalta kuljetusten lisääntymisen kautta. Vaihtoehtoon VE2 meluvaikutukset vähenevät sitä mukaa kun kaivosta suljetaan.

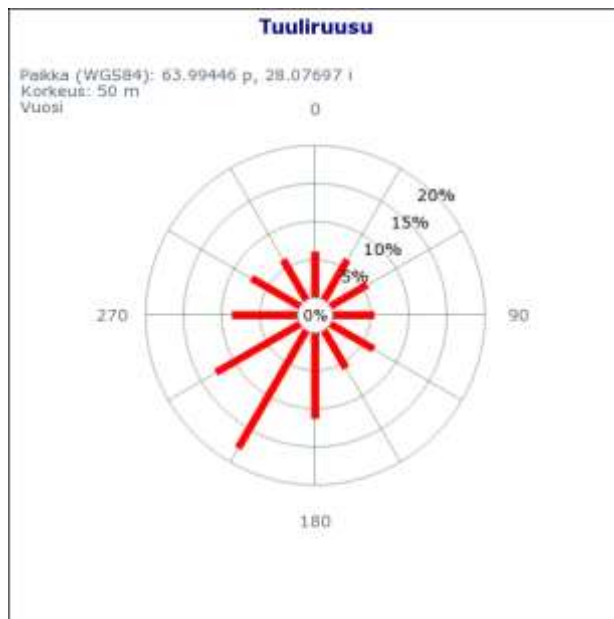
Taulukko 10-4. Tieliikennemelun mallinnuksen tuloksia lähimpien altistuvien kohteiden piha-alueilla, keskiäänitaso LAeq päivällä klo 07-22 [dB]

	Melumallinnus, Keskiäänitaso LAeq, klo 07-22 [dB] eri hankevaihtoehdoissa				
Kohde	Nykytila VE0	VE0plus	VE1a	VE1b	VE1c
Hakorannantie 7 (Hakonen)	32	32	32	33	33
Hakorannantie 9 (Hakonen)	33	33	33	33	33
Hakorannantie 10 (Hakonen)	35	35	35	35	35
Tuhkalantie 89 (Kerilä)	30	30	31	31	31
Taattolantie 4 (Hakonen)	32	32	32	33	33
Taattolantie 6 (Hakonen)	35	35	36	36	36
Talvivaarantie 22 (Myllyniemi)	40	40	41	41	41
Talvivaarantie 11 (Sorsala)	42	42	43	43	43
Kalliojärventie 29 (Kalliojärvi)	29	29	30	30	30
Järveläntie 29 (Metsästysmaja)	18	19	19	19	19
Järveläntie 26 (Mökki)	16	17	17	17	17
Puhakantie 9 (Ahonpää)	20	21	21	21	21

10.5 Epävarmuudet

Vuotuisten säävaihteluiden ja etenkin tuulen suunnan vaikutus alueen todelliseen äänitasoon suurenee etäisyyden kasvaessa melulähteestä. Samalla laskennan epävarmuus kasvaa. Lisäksi epävarmuuteen vaikuttavat arviot melupäästöistä ja lähteiden sijainneista. Tyypillisesti laskennan epävarmuus on n. ± 3 dB kilometrin etäisyydelle.

Alueen tuuliruusu (Kuva 10-4) on otettu Suomen Tuuliatlaksesta (tuuliatlas.fi) ja vastaa vuotuista tuulenjakamaa 50 metrin korkeudella alueen keskikorkeudelta.



Kuva 10-4. Alueen tuuliruusu 50 metrin korkeudella, vuotuinen jakauma

Tuulisuusjakauman perusteella alueella vallitsevat tuulet ovat etelän ja lännen väliltä. Tällä on vaikutusta melun leviämiseen, joka on tuulen tavoin Weibull - jakautunutta. Siten on todennäköistä, että vuotuisesti merkittävimmät melun leviämissuunnat ovat koillisen ja kaakon välillä.

Tässä työssä on arvioitu, että melulähteiden ajallinen muutos ja työvaiheiden eteneminen vaikuttavat oleellisesti myös laskennan tuottamien tulosten epävarmuuteen, jolloin laskennan epävarmuuden arvioidaan olevan noin -6...+4 dB arviolta kahden kilometrin etäisyydellä. Epävarmuus koskee tässä vain pidemmän ajan keskiäänitasoa LAeq (esim. viikon ajan). Lyhyemmän aikajakson aikana melutaso voi tilanteesta riippuen vaihdella epävarmuusarviota enemmän (molempiin suuntiin). Tilanteet, joissa saattaa ilmetä arvioitua voimakkaampaa melua ovat myötätuulen tilanteet yöaikaan tapauksissa, joissa esim. uudet sivukiven läjitysalueet ovat lähimmillään altistuvia kohteita. Vastaavasti tilanteet, jotka ovat todennäköisesti mallinnettua hiljaisempia, ovat vastatuulen mukaiset säätilanteet päivällä ja ajankohtina, jolloin kaivoksen aktiivisuus on vähäisempää tai kauempana altistuvista kohteista.

10.6 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Tämän selvityksen melumallinnuksissa ei ole melulähteitä erikseen optimoitu toimintojen aiheuttaman melun kannalta. Meluntorjuntaa voidaan kuitenkin huomioida monella tavalla uusien toimintojen suunnittelun yhteydessä. Tässä selvityksessä havaittiin, että merkittävimmät meluvaikutukset voivat kohdistua mallinnusten mukaan Hakosen ja Kalliojärven rannan loma-asuinkohteisiin tilanteessa, jossa kasojen täyttäminen on lähimpänä altistuvia kohteita. Tulokset tarkoittavat myös sitä, että sivukiviläjityksen KL2 sekä sekundääriliotusalueiden 5-8 melulla on merkittävä osuus lasketuissa tuloksissa.

Meluvaikutusten lieventämiseksi sivukiven täyttö KL2 alueella tehdään tarvittaessa siten, että läjitettävän alueen itäreunaan täytetään ensin 10-20 metriä kor-

kea louhepengeri. Sen tarkoituksena on toimia meluvallina sisäosia täytettäessä ja pienentää toiminnasta syntyvää melua.

Sekundääriliotusalueen käytön osalta voidaan ilmastuspuhaltimien meluntuottoa optimoida laite- sekä vaimenninratkaisuvälineillä sekä melun suuntaavuutta parantamalla. Kasojen rakentaminen osalta melusuojausta voidaan parantaa kasojen täyttösuuntaa optimoimalla.

11 TÄRINÄ

11.1 Nykytila

Ympäristöön leviävää tärinää syntyy mm. kallion louhinnasta ja liikenteestä. Tärinän voimakkuus riippuu kallioperän kivilajeista ja rakenteesta, räjäytyskohteen ja mittauskohteen etäisyydestä sekä samanaikaisesti syttyvän räjähdysainemäärän suuruudesta. Liikenteen aiheuttaman tärinän voimakkuus riippuu mm. ajoneuvon kokonaispainosta ja ajonopeudesta sekä tien kunnosta.

Kaivoksen ympäristölupapäätöksen (36/2014/1) mukaan räjäytyksistä aiheutuva tärinää on ehkäistävä räjäytysteknisin toimenpitein, kuten käyttämällä aikahidastenalleja ja rajoittamalla räjäytettävien kenttien kokoa sekä kehittämällä ja ottamalla käyttöön muita työ- ja toimintatapoja. Räjäytykset on suunniteltava ja toteutettava siten, että niistä ei aiheudu heilahdusnopeuksia, jotka voivat vahingoittaa kaivosalueen ulkopuolella olevia rakennuksia ja niissä olevaa irtaimistoa. Räjäytykset on pääsääntöisesti suoritettava ennalta ilmoitettuina aikoina, joista on tiedotettu lähialueen asukkaille. Räjäytyksiä ei saa normaalitilanteissa suorittaa klo 22–07.

Terrafamen kaivostoiminnan tarkkailuun liittyviä tärinämittauksia on tehty vuosina 2008–2011 ja 2013 kolmella kiinteistöllä (Pirttimäki, Myllyniemi, Pappila). Louhintaräjäytysten aiheuttamaa tärinää on mitattu ulkopuolisen tahon toimesta yleensä kerran vuodessa. Talot sijaitsevat noin 2–6 kilometrin etäisyydellä louhintapaikasta. Kyseisissä mittauksissa ei ole havaittu rakennusten vauriovaaraa. Kyseisissä kohteissa mitatut maksimitärinäarvot voivat kuitenkin aiheuttaa häiriötä herkimmille ihmisille ja voivat alentaa asumisviihtyvyyttä. Kauimmaisessa mittauspisteessä ei ole havaittu kynnysarvon ylittävää tärinää.

Elokuussa 2011 kaivoksella aloitettiin järjestelmällinen tiedonkeräys räjäytyksistä kaivosalueella. Elokuusta 2011 toukokuuhun 2017 mennessä kaivoksen tietoon oli tullut yhteensä 30 valitusta tai ilmoitusta kaivoksen ulkopuolelle kantautuvasta erityisen voimakkaista räjäytyksen vaikutuksista. Valituksien ajankohdista 25 sattui sellaiselle päivälle jolloin kaivoksella oli kirjattu räjäytystyön tapahtuneen.

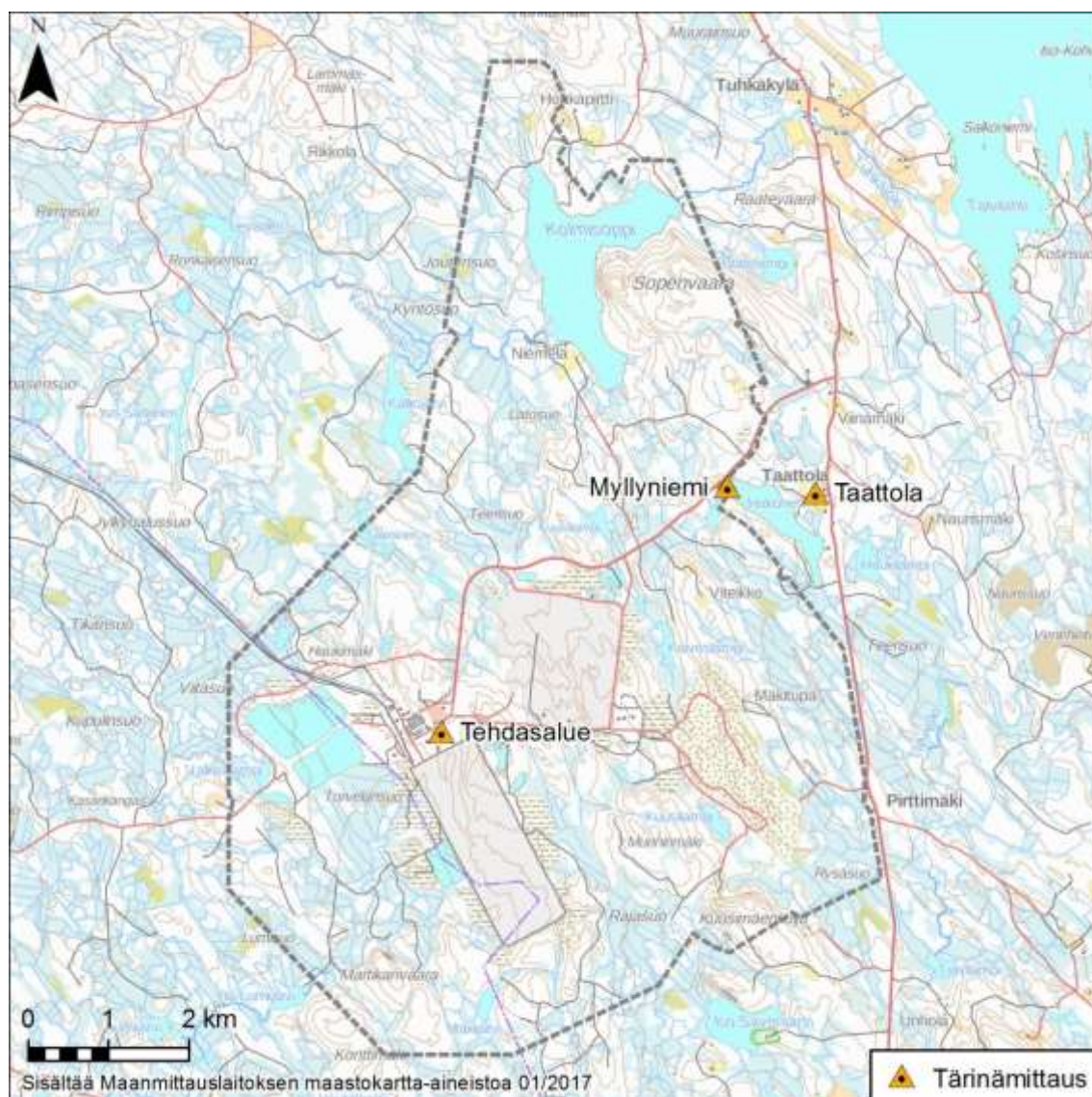
Kaivoksen toimesta on asennettu jatkuvatoimiset tärinämittarit kiinteistöihin Myllyniemi, Taattola ja tehdasalue. Maaliskuusta 2016 lähtien, kaivoksen räjäytyskirjanpitoon lisättiin räjäytyksen aikana mitattuja heilahdusnopeuksia tärinämitareilla. Räjäytyspäiviä oli aikavälillä maaliskuu 2016 – toukokuu 2017 yhteensä 201: 130 kaivoksen louhinnassa, 56 sekundäärilohko-alueella ja 15 muuta (mm. tarvekivilouhintaa). Räjäytykset on suoritettu päiväsaikaan ja louhintaräjäytykset vakioituna ajankohtana.

Tällä aikavälillä Taattolan tärinämittari (Kuva 11-1) lähetti ilmoituksen 84 kertaa (ka 1,60 mm/s, min 1,00 mm/s, max 4,35 mm/s). Taattolan tärinämittari on säädetty lähettämään ilmoitus, kun tärinä ylittää arvon 1 mm/s. Mittarin rekisteröimät heilahdukset johtuivat louhoksen räjäytyksistä. Kaivoksen louhintaan liittyviä räjäytyspäiviä kertyi tällä aikavälillä 130, eli Taattolan mittari lähetti ilmoituksen noin 65 % räjäytyspäivistä. Louhoksella tehdyistä räjähdyksistä viidestä tuli ilmoitus häiritseväksi koetusta tärinästä kaivosalueen ulkopuolelta, joista neljänä kertana Taattolan mittari rekisteröi yli 1 mm/s heilahduksen: niinä päivi-

nä jolloin räjähdyksistä tuli ilmoitus ulkopuolelta, oli heilahdusnopeus ollut Taatolan mittarilla välillä 1,2 – 2,5 mm/s.

Tehdasalueen mittari (Kuva 11-1) on maaliskuun 2016 jälkeen rekisteröinyt tärinää 13 kertaa (ka 3,34, min 2,1 max 5,45). Tehdasalueen tärinämittari on säädetty lähettämään ilmoitus, kun tärinä ylittää arvon 2 mm/s. Tehdasalueen mittari on reagoinut kun räjäytystöitä on tehty sekundäärilohkojen alueella. Sekundäärilohkojen alueella on räjäytetty yhteensä 56 kertaa, eli tehdasalueen mittari lähetti ilmoituksen 23 % räjäytyskerroista. Muualla tehdyistä räjähdyksistä mittarit eivät ole lähettäneet ilmoituksia, eikä kaivosalueen ulkopuolelta ole tullut sellaisina päivinä valituksia.

Myllyniemessä ei ole ollut 1 mm/s ylityksiä maaliskuun 2016 jälkeen.



Kuva 11-1. Tärinämittareiden sijainnit.

11.2 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Kallion kautta leviävä tärinä vaimenee hitaammin kuin maapohjan kautta leviävä tärinä. Louhinnasta syntyvä tärinä on yleensä lyhytkestoisempaa kuin liikenn-

teestä syntyvä värinä eikä ihminen koe sitä niin häiritseväenä vaikka huipputärinäarvot olisivat suurempiakin. Rakenteellisia vaurioita (lähinnä halkeamia) havaitaan useimmin louhintatärinän vaikutusalueella, mutta myös liikenteen värinä voi aiheuttaa rakenteellisia vaurioita, kun rakennus sijaitsee värinälähteen välittömässä läheisyydessä (alle 50 metrin etäisyydellä).

Louhintaräjäytyksessä poranreikään syntyy lyhytaikainen, voimakas paine, joka rikkoo kalliota. Ylimääräinen energia tuottaa lämpöä, värinää, ääntä ja ilmanpaineaallon. Alueella, jossa kallio ei mene enää rikki, paine havaitaan värinänä (Suomen ympäristökeskus, 2010). Räjäytyksistä syntyvä värinä on impulssi- ja laajakaistaista. Voimakkain värinä kestää kuitenkin vain hetken.

Maan värinän mittayksikkönä käytetään heilahdusnopeutta mm/s ("peak particle velocity"), joka kuvaa maan suurinta liikkauksen määrää (millimetriä) tietyssä aikayksikössä (sekunnissa). SYKE:n oppaassa Ympäristöasioiden hallinta kiivainestutuotannossa (Suomen ympäristökeskus, 2010) merkittäväksi värinäksi siiteerataan heilahdusnopeutta 5 mm/s. Lähellä louhintaräjäytyspaikkaa värinän heilahdusnopeus voi olosuhteista riippuen nousta yli tason 100 mm/s. Jännitysaalto menettää energiaansa etäisyyden kasvaessa eksponentiaalisesti. Vaikutukset ovat kuitenkin suoraan verrannollisia käytetyn räjähdysaineen määrään (Khandelwal & Singh, 2007).

Värinävaikutusten merkittävyys on arvioitu asiantuntija-arviona kaivosyhtiön toteuttamiin värinämittauksiin perustuen.

11.3 Vaikutukset värinään

Ympäristöperäiselle värinälle ei ole terveysperusteisia raja-arvoja. Kaivostoimintaan (räjäytyksiin) liittyvällä värinällä ei arvioida olevan suoria haittavaikutuksia elimistöön kaivosalueen ulkopuolella asuvilla ihmisillä. Kyseessä on ensisijaisesti viihtyvyyshaitta, mutta usein toistuvana se saattaa aiheuttaa värinään helposti reagoiville myös terveyshaittaa. Altisteena värinä on hetkellinen. Se toistuu niin usein kun sitä aiheuttava toiminta toistuu.

Nykytilanteessa värinää kaivosalueelta ympäristöön aiheuttavia toimintoja ovat louhinta (malmi- ja tarvekivilouhinta sekä rakennustyömaat) ja raskas liikenne. Räjäytystyöstä aiheutuvan värinän voimakkuus riippuu ensisijaisesti louhinnassa kerralla käytettävän räjähdysaineen määrästä. Liikenteen aiheuttaman värinän voimakkuus riippuu mm. ajoneuvon kokonaispainosta ja ajonopeudesta sekä tien kunnosta.

Ihminen on hyvä havaitsemaan värinää, mutta huono arvioimaan värinän voimakkuutta. Havaitsemisherkkyys riippuu yksilöstä, mutta pääsääntöisesti raja on 1,5 mm/s luokkaa, mahdollisesti jopa 0,5 mm/s (White & Robinson 1995). Ihminen kokee värinän jo huomattavasti alhaisemmilla arvoilla kuin rakennuksille määritetyt värinäraja-arvot ovat. Värinän haitallisuuden kokeminen on todennäköisesti hyvin yksilöllistä. Kun se havaitaan, siihen reagoidaan.

Toistuva värinän havaitsemisen voi olettaa aiheuttavan stressiä värinän epämiellyttävänä kokeville. Jos sitä esiintyy yöllä, se voi herättää toistuvasti unesta ja katkonaisella unella/unettomuudella voi olla terveysvaikutuksia (väsymys, keskittymiskyvyn puute, vaikutus verenpaineeseen; yleinen stressivaikutus). Kai-

voksella ei räjäytetä yöaikaan. Jos tärinä on hyvin usein toistuvaa, saattaa se stressitekijänä vaikuttaa myös päiväaikaan.

Louhintaj- ja rakennustyömaaräjätysten aiheuttaman tärinän heilahdusnopeuden mittausarvot ovat kaivosalueen sisällä tehdasalueen mittauspisteessä olleet keskimäärin 3,4 mm/s (maks. 5,45 mm/s)(Ilmoitusraja > 2 mm/s). Taattolan tärinämittarilla, joka sijaitsee noin kolmen kilometrin päässä avolouhoksesta, ovat tärinäarvot olleet keskimäärin 1,6 mm/s (max 4,35 mm/s)(Ilmoitusraja > 1 mm/s). Rakennuksille hyväksyttävä heilahdusnopeuden arvo on välillä 10 – 20 mm/s talon kuntoon ja ikään riippuen, eli myös äärimittaustulokset ovat kaukana tästä. SYKE:n oppaassa Ympäristöasioiden hallinta kiviainestuotannossa (Suomen ympäristökeskus, 2010) merkittäväksi tärinäksi siteerataan heilahdusnopeutta 5 mm/s. Vuoden 2016 maaliskuun jälkeen Taattolassa mitattu maksimi on ollut 4,35 mm/s.

Hankevaihtoehdossa VE0 tärinää aiheuttavaa louhintatyö pysyy nykytasolla ja vaihtoehdossa VE2 louhintatyöt loppuvat kun malmin louhinta lakkaa. Hankevaihtoehdoissa VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c louhinta kasvaa, mikä heijastuu tärinän kasvuna nykytilanteeseen verrattuna: Räjätystyksiä on tarkoitus tehdä nykyistä isommilla räjätyskentillä mutta niin että kerralla räjätävä määrä pysyy suunnilleen samana kuin nykyään. Eli räjätetään isompaa määrää yhdellä räjätyskerralla nykyistä pidemmällä kestolla, jolloin heilahdusnopeus ei nouse. Sen sijaan räjätysten aiheuttaman heilahduksen kesto tulee kasvamaan nykyisestä. Heilahdusnopeuksien arvoja voivat kasvaa asutulla alueilla mikäli louhintaa laajenee lähemmäksi asutusta. Malmin louhintamäärä on sama vaihtoehdoissa VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c, sivukiven louhintamäärä kasvaa vaihtoehdosta VE0+ vaihtoehtoihin VE1a-VE1c. Myös liikennemäärä kasvaa vaihtoehdosta VE0 vaihtoehtoihin VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c, ollen suurimmillaan vaihtoehdossa VE1c (vaikutukset liikenteeseen kappaleessa 8.3). Raaka-aineiden ja tuotteiden kuljetuksista voi aiheutua lievää tärinähaittaa kuljetusreittien varsien asukkaille lisääntyneiden kuljetusten seurauksena.

Vaihtoehdot VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c käsittävät kasvavan louhinnan lisäksi uusien rakenteiden ja alueiden käyttöönottoa, mikä **rakennusvaiheessa** näkyy tärinävaikutuksena paitsi kasvavan raskaan liikenteen johdosta myös uusilla rakennustyömailla tapahtuvina työmaaräjätystyöinä. Rakennustyöihin mahdollisesti liittyvästi louhinnasta ei arvioida aiheutuvan kaivoksen ulkopuolelle havaittavaa tärinää, koska panokset pidetään pieninä olemassa oleviin tehdasrakennuksiin kohdistuvan vaurioriskin ehkäisemiseksi.

Kaivoksen tärinävaikutusten merkittävyys arvioidaan nykytilanteeseen verrattuna vähäiseksi negatiiviseksi toimintavaihtoehdossa VE0+. Suuremman louhintamäärän, laajempien rakennusaikaisten tärinävaikutusten, sekä laajemman toiminnan mukana selvästi lisääntyvän liikenteen johdosta, vaihtoehtojen VE1a, VE1b ja VE1c tärinävaikutukset arvioidaan kohtalaisen negatiiviseksi nykytilanteeseen verrattuna. Hankevaihtoehdossa VE2 jossa kaivos suljetaan vaiheittain, tärinävaikutukset lakkaavat vaiheittain eli vaikutus on kohtalaisen positiivinen.

11.4 Vaihtoehtojen vertailu

Toiminnan jatkaminen ja kehittäminen Terraframien kaivoksella lisäävät tärinää (VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c). **Tuotantoon liittyvää räjäytystoimintaa** pysyy nykytasolla vaihtoehdossa VE0, ja kasvaa nykyisestä vaihtoehdossa VE0+, sekä edelleen vaihtoehdossa VE1a. Malmintuotanto ja sivukiven louhintaa pysyy VE1a:n tasolla myös vaihtoehdoissa VE1b ja VE1c. Louhinnasta johtuvien räjäytystöiden vaikutus näkyy nykyistä pitempikestoilla räjäytyksillä, ja siten myös tärinäjaksolla, joiden voimakkuus pysyy suunnilleen samalla tasolla nykyiseen verrattuna.

Rakennusaikainen räjäytystärinä on merkittävintä vaihtoehdossa VE1c, missä rakennetaan eniten uusia toimintoja. Ero vaihtoehtojen VE0 ja VE0+ tärinävaikutuksien välillä on suuri, koska uusia rakenteita tulee usea ympäri kaivospiiriä. Ero vaihtoehdosta VE0+ vaihtoehtoihin VE1a, VE1b ja VE1c on pienempi sillä lisää rakennettavaa on vähän. Tärinän havaittuun voimakkuuteen vaikuttaa eniten etäisyys: mitä lähempänä asutusta räjäytetään, sitä merkittävämpi on räjäytyksestä koettu tärinä. Tärinää voidaan kokea eri tavalla eri puolella kaivospiiriä, riippuen etäisyydestä rakennuskohteeseen. Esimerkiksi VE1a:ssa rakennettavan primääriliuotusalueen laajennustöiden mahdolliset maantasoitusräjähdyskäykset kaivospiirin etelärajan lähellä, aiheuttaa todennäköisesti enemmän tärinävaikutuksia kaivospiirin eteläpuolella olevassa Puhakassa kuin Taattolassa kaivospiirin itäpuolella.

Myös liikenteen määrä on suurimmillaan vaihtoehdossa VE1c, jolloin **liikenteen aiheutuva tärinä** kuljetusreittejä pitkin on suurimmillaan.

Vaihtoehdossa VE2 kaivoksen toiminnan loppuessa, räjäytystoiminta lakkaa aiemmin, ja liikenteen määrä pienenee vähitellen tulevien vuosien aikana.

11.5 Epävarmuudet

Tärinämittauksia on toteutettu kaivoksen toiminta-aikana. Mittauksiin kohdistuu aina epävarmuutta, jota kuvataan mittausepävarmuudella. Mittauksiin kohdistuvaa epävarmuutta voidaan kuitenkin pienentää toisto- ja uusintamittausten avulla.

11.6 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Räjäytystekniikkaa on kehitetty eri hidastusaikoja ja kombinaatioita kokeilemalla ja on löydetty hyvä yhdistelmä tärinöiden, lohkaroitumisen ja lastattavuuden välillä. Terraframien kaivoksen louhinnassa käytetään tekniikkaa jossa räjäytyksiä viivästyttään ja räjäytys jakaantuu pidemmälle ajalle. Näin räjäytyksestä syntyvän tärinän heilahdusnopeus on alhaisempi kuin jos koko kenttä räjäytettäisiin kerralla. Räjäytysten aiheuttamia tärinävaikutuksia voidaan lieventää panostusta optimoimalla ja minimoimalla näin panostuksessa käytettävän räjähdysaineen määriä. Tärinän tuottamaa haittaa on vähennetty keskittämällä räjäytykset päiväsaikaan. Kiviautoliikenne toimii kellon ympäri, mutta liikenteeseen liittyvää tärinää voidaan ehkäistä pitämällä kuljetusreittien tienpinnat hyvässä kunnossa.

12 MAA- JA KALLIOPERÄ SEKÄ POHJAVEDET

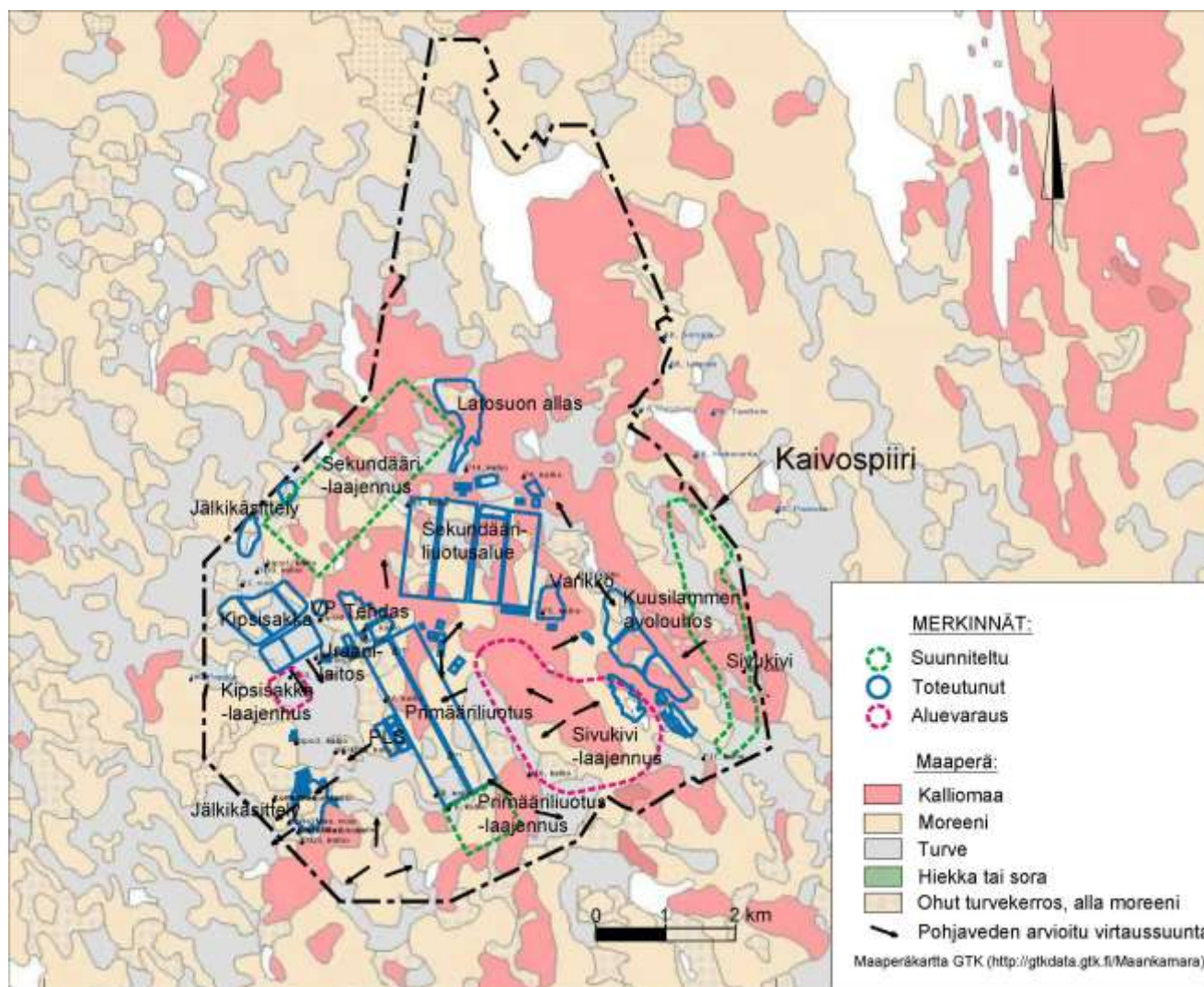
12.1 Nykytila

12.1.1 Maa- ja kallioperä

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

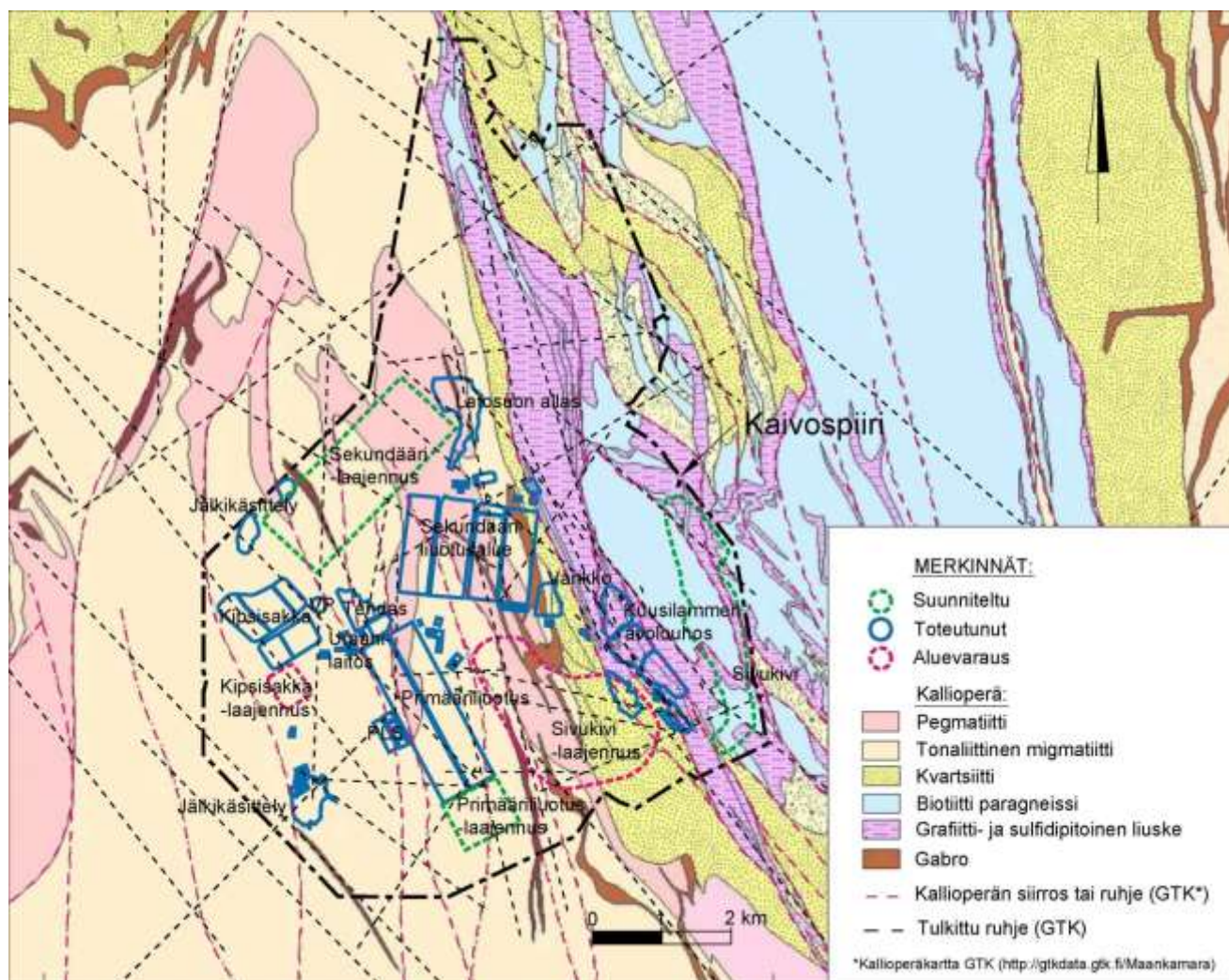
Moreenikerros mukailee alla olevan kallioperän muotoja ja maaperätutkimuksien perusteella kallion päällä on vain ohut kerros maa-ainesta. Kaivosalueella ei ole harjuja eikä alueella esiinny lajittuneita maa-aineksia kuin paikallisesti pienialaisina rantakerrostumina tai sora- ja hiekkavaltaisina kumpumoreeneina. Alavilla alueilla turpeen paksuus vaihtelee alle metristä viiteen metriin asti. Turpeen alla on yleensä moreenia ja sen alla kallio.

Kuvassa (Kuva 12-1) on esitetty maaperän yleispiirteet kaivosalueella ja sen ympäristössä. Kuvassa on arvioitu myös pohjaveden virtaussuuntia (Pöyry Finland Oy 2017c).



Kuva 12-1. Maaperän yleispiirteet kaivosalueella ja sen ympäristössä. Pohjakartta Geologian tutkimuskeskus (<http://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>).

Kaivosalue sijoittuu Kainuun liuskejaksone tunnetun geologisen vyöhykkeen eteläosaan, jossa vallitsevina kivilajeina ovat kvartsiitit, mustaliuskeet ja kiilleliuskeet. Kuvassa (Kuva 12-2) on esitetty kaivosalueen kallioperän yleispiirteet. Louhos sijoittuu grafiitti- ja sulfidipitoiseen liuskeen alueelle (mustaliuske) ja pääosa muista toiminnoista arkeisen kallioperän alueelle. Mustaliuske sisältää luonnostaan tavanomaista enemmän esim. raskasmetalleja toisin kuin arkeisen alueen kivilajit.



Kuva 12-2. Kalliooperän yleispiirteet. Pohjakartan päällä on punaisella korosteella kallioperäkartassa (<http://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>) olevat ruhjeet ja mustalla GTK:n myöhemmin tulkitsemat ruhjeet.

Terrafamen sulfidinen nikkelimalmi on mustaliusketta. Päämineraaleina siinä ovat hienorakeinen kvartsi, vaalea biotiitti, hyvin hienorakeinen grafiitti sekä rikki- ja magneettikiisu. Kiisujen kokonaismäärä on noin 8–20 %. Malmissa on nikkeliä noin 0,25 – 0,27 %, kuparia 0,13 – 0,15 %, sinkkiä 0,52 – 0,56 % ja koboltia 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.

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

uraanikaivostoimintaa ajatellen, mutta muun kaivos- ja rikastustoiminnan ohessa uraani voidaan ottaa talteen.

Kaivospiirin alueella eikä sen läheisyydessä sijaitse arvokkaita kallioalueita, arvokkaita moreeni-, tuuli- tai rantakerrostumia.

Nykyinen toiminta on jo luonnollisesti osin pysyvästi muuttanut kaivospiirin alueen maa- ja kallioperää. Tarkemmin kohdealueiden nykytila ilmenee vaikutusarvioinnin yhteydestä.

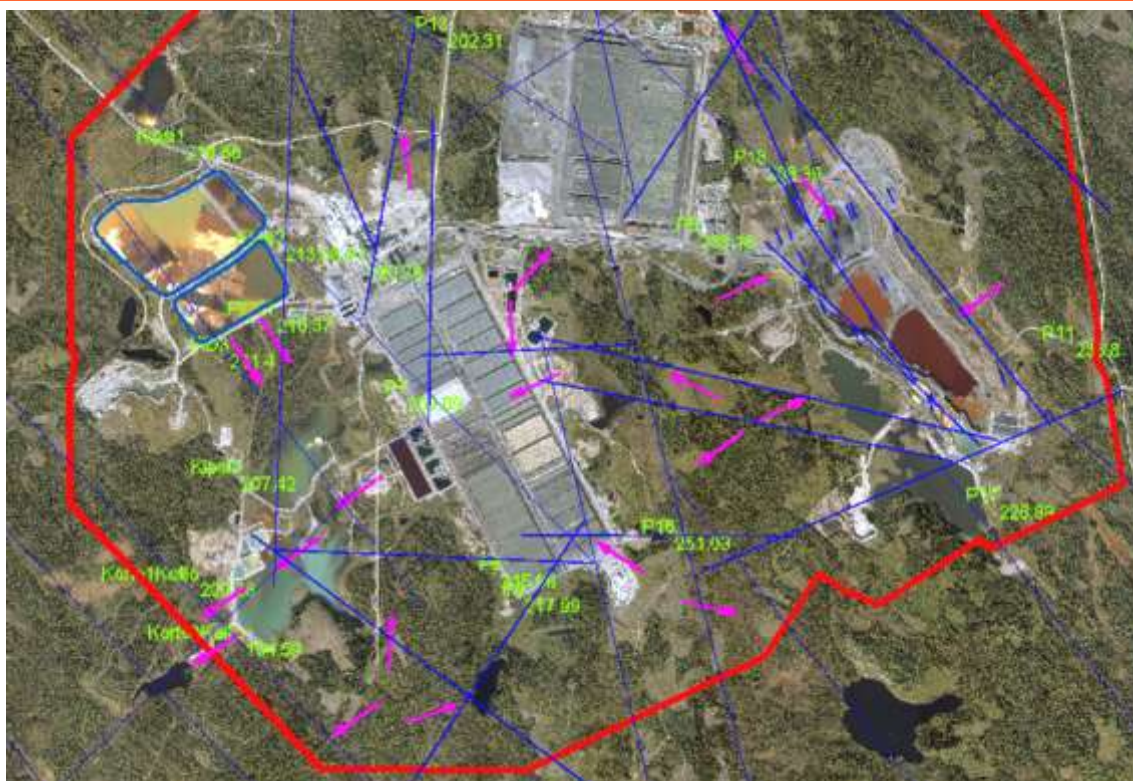
12.1.2 Pohjavedet

12.1.2.1 Pohjavesien virtaukset

Yleisellä tasolla kallioperän pintaosa on selvästi rikkonaisempaa kuin syvemällä oleva kallio. Moreenipeitteisille alueille on tyypillistä, että rakoilleen pinta-kallion vedenjohtavuus on suurempi kuin moreenin, kuitenkin niin, että virtaukset tapahtuvat rakoilun mukaisesti ja avokallioiden sekä kalliokumpareiden osalta vedenjohtavuudet voidaan olettaa pieniksi. Kohdealueella on sekä suhteellisen ohuita maakerroksia, joilla kallioperää voidaan pitää ensisijaisina virtausreitinä, mutta myös paksumpien maakerrosten alueita, joilla myös maaperä osallistuu virtauksiin.

Talvivaaran kallioperän ominaisuuksia on selvitetty geofysikaalisin mittauksin (Forss ym. 2013). Tulosten perusteella alueella on runsaasti ruhjeita, mutta niiden asentoa ei mittauksilla ole pystytty selvittämään. Sekä kipsisakka-altaan kaakkoispuolelle että Kortelammin padon eteläpuolelle on tulkittu isoja ruhjeita. Kallioperän vedenjohtavuuksia on koottu Ahokkaan (2006) raporttiin. Mittaukset on tehty vesimenekikokeina seitsemässä kairanreiässä Kuusilammen alueella (Syrjänen ym. 2006). Ahokas on laskenut tuloksista vedenläpäisevyydet geometrisina keskiarvoina 50 m:n syvyysväleittäin. Ylimmän kerroksen vedenjohtavuudeksi muodostuu noin $1 \cdot 10^{-6}$ m/s. Suurimmat mitatut vedenläpäisevyydet vaihtelivat välillä $1 \cdot 10^{-5}$ – $5 \cdot 10^{-5}$ m²/s. Näiden arvioitiin liittyvän kallioperän ruhjevyyhytyksiin.

Alueen pohjavesiin vaikuttaneita tekijöitä ovat laajat primääri- ja sekundääriliuotusalueiden rakentamiset, laaja-alaiset kipsisakka- ja jätevesialtaat sekä malmin ja tarvekiven louhinta. Avolouhoksen osalta vesipinnan korkeudella on hyvin suuri merkitys sille, miltä alueelta pohjavedet voivat virrata louhokseen. Sama pätee myös alueen altaisiin. Avolouhoksen osalta on myös mahdollista, että mikäli louhokseen varastoitujen vesien vedenpinta on korkealla suhteessa ympäröivään alueeseen, siitä voi teoriassa aiheutua louhosveden virtausta louhoksesta poispäin kallioruhjeita pitkin. Louhoksen vedenpinnan ollessa ympäröivän alueen vedenpintaa alempana (nykyisen kaltainen tilanne), vallitseva virtaus-suunta on kuitenkin kohti louhosta. Kuvassa (Kuva 12-3) on arvioitu pohjaveden virtaussuuntia (Pöyry Finland Oy 2017c) nykyisen tietämyksen perusteella yhtiön tällä hetkellä käytössä olevilla keskeisillä tuotantoalueilla.



Kuva 12-3. Vuoden 2015 ilmakuvassa ruuhkevyöhykkeet (sininen), kalliopohjavedenpinnat 2015 ja arvioidut virtausnuolet (magenta) (Pöyry Finland Oy 2017).

12.1.2.2 Pohjavesialueet

Kaivospiirin alueella ja purkuputkilinjauksella tai niiden läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita. Kaivospiirin läheisyydessä on muutamia yksityisiä talousvesikaivoja ja ne ovat tarkkailussa. Seuraavassa on kuvattu kohdealueen pohjavesiolosuhteet tarkkailutulosten (Ramboll Finland Oy 2017) ja alueella v. 2016/2017 tehtyjen selvitysten perustella (Pöyry Finland Oy 2017).

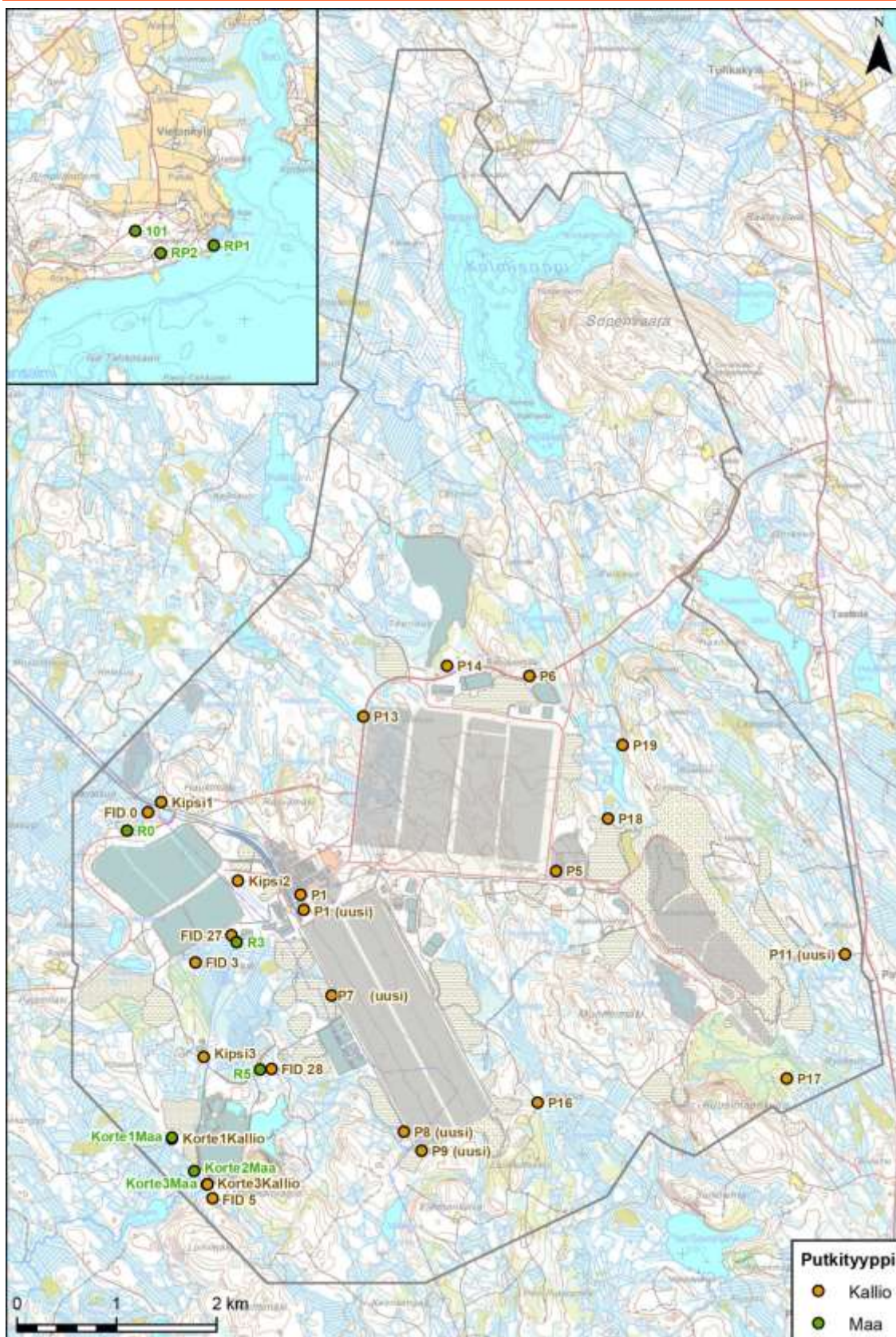
12.1.2.3 Pohjavesitarkkailu ja pohjaveden laatu

Tarkkailutulokset 2016

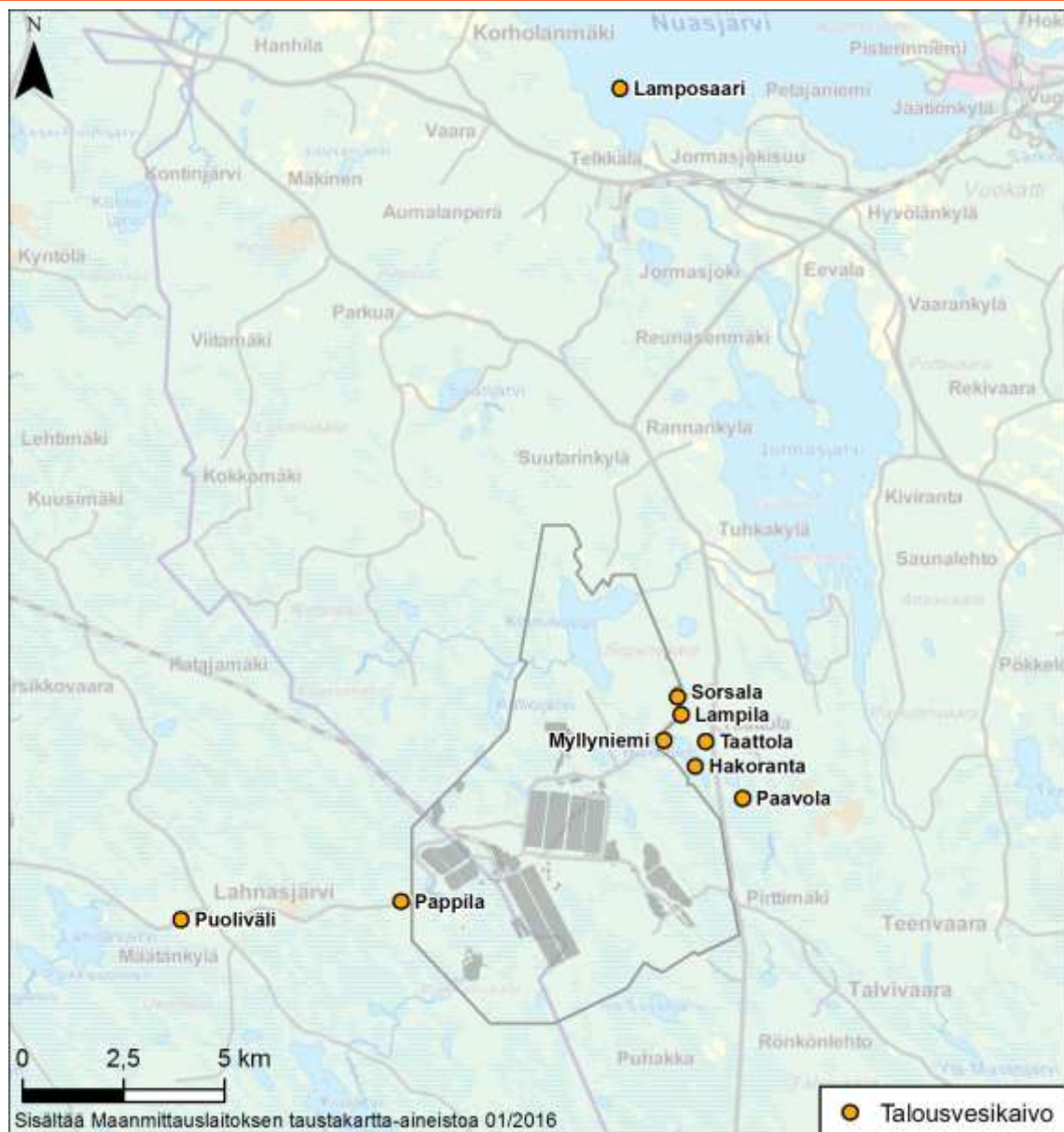
Terrafamen kaivoksen vuoden 2016 pohjavesitarkkailu toteutettiin vuonna 2014 hyväksytyn tarkkailuohjelman mukaisesti. Nuasjärven purkuputken pohjavesitarkkailussa noudatettiin tarkkailusuunnitelmaa hyväksymispäätöksessä 18.12.2015 esitetyin lisäyksin. Vuonna 2016 asennettiin kaivosalueelle kaksi uutta pohjaveden tarkkailuputkea, joista "P1 uusi" asennettiin korvaamaan tehdasalueen tarkkailupisteen P1 (Kuva 12-4). Nuasjärven purkuputken tarkkailuohjelman mukaisesti Rimpilänniemen pohjavesialueelle asennettiin kaksi uutta tarkkailuputkea RP1 ja RP2. Seuraavassa on esitetty tiivistelmä vuoden 2016 tarkkailutuloksista.

Kaivoksen pohjavesitarkkailuun kuuluvat yksityiset talousvesikaivot sijaitsevat kaivospiirin läheisyydessä (Kuva 12-5). Kaivojen vedenlaatua on tarkkailtu vuo-

desta 2008 alkaen. Nuasjärven purkuputken tarkkailuohjelmaan sisältyvä porakaivo Nuasjärven Lamposaaressa lisättiin tarkkailuun vuonna 2015 ja vuonna 2016 tarkkailuun lisättiin Pohjavaaran vesiosuuskunnan vedenottamon kaivo ja Heterannan vedenottamon kaksi kaivoa.



Kuva 12-4. Pohjavesitarkkailupisteiden sijainti (Pöyry Finland Oy 2017b).



Kuva 12-5. Talousvesikaivojen sijainti (Pöyry Finland Oy 2017b).

Talousvesikaivoissa ei havaittu vuoden 2016 normaalista vaihtelusta poikkeavia pitoisuusmuutoksia. 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 Kortelammen alueen tarkkailupisteissä happamoitumistrendi on pysähtynyt vuonna 2016. Tarkkailupisteissä Korte2Maa ja Korte3Kallio sulfaattipitoisuus on noussut. Metallipitoisuudet ovat nousseet pisteessä Korte2Maa. Kortelammen alueella tarkkailupisteessä R5 metallipitoisuudet olivat laskeneet vuoteen 2015 verrattuna, mutta edelleen kadmiumin, kobolttin, kupan-

rin, nikkelin ja sinkin pitoisuudet olivat suurempia kuin riskiperusteisena suosituksena esitetyt pohjaveden laadun vertailuarvot. Vedenlaatu on heikentynyt kipsisakka-altaan vuodon seurauksena maaperään joutuneen happaman ja metallipitoisen veden sekä Kortelammen altaaseen varastoitujen vesien pinnan korkeuden vaihtelun vaikutuksesta.

Tehdasalueella pisteessä P1 pohjavesi on selvästi hapanta ja metallipitoisuudet ovat muita tarkkailupisteitä korkeammat. Vuoden 2016 tarkkailuhavaintojen perusteella tehdasalueen metallipitoisuudet (Ni, Cd) ovat laskeneet. Tehdasalueen tarkkailuputki P1 uusittiin 2016 ja sen paikka on valittu GTK:n vuonna 2014 julkaiseman materiaalin perusteella.

Sekundääriliuotuskentän tarkkailupisteissä pohjaveden metallipitoisuudet olivat pääosin aikaisempien vuosien tarkkailutulosten tasolla. Pohjaveden virtaus suuntautuu liuotuskentältä kohti pistettä P14, jossa vesi on hapanta ja metallipitoisuudet ovat hieman kohonneet muihin pisteisiin verrattuna.

Kuusilammen avolouhoksessa on varastoitu happamia vesiä ($\text{pH} < 4$), joiden metallipitoisuus on korkea. Veden varastointi on tarkkailuhavaintojen perusteella voinut vaikuttaa pohjaveden laatuun avolouhoksen eteläpuolella tarkkailupisteessä P17, missä vesi on lievästi hapanta ja liuenneiden metallien pitoisuudet kohonneet. Avolouhoksen luoteispuolella vaikutusta ei tarkkailutulosten perusteella ollut havaittavissa. Pohjaveden virtaussuunta on kohti avolouhosta, mikä vähentää varastoitavien vesien sekoittumista ympäristöön, mutta veden kulkeutuminen kalliorakoilun suunnassa on mahdollista.

Kaivostoiminnan vaikutus on havaittavissa kaivospiirin alueella pohjaveden kohonneina metallipitoisuuksina. Pohjavesitarkkailutulosten vertailuarvona käytettyjen riskiperusteisten haitta-ainepitoisuuksien ylityksiä havaittiin tehdasalueen ja Kortelammen alueen välisellä alueella. Sekundääriliuotuskentän alueella sekä Kuusilammen avolouhoksen kaakkospuolella todettiin kohonneita metallipitoisuuksia. (Ramboll Finland Oy 2017).

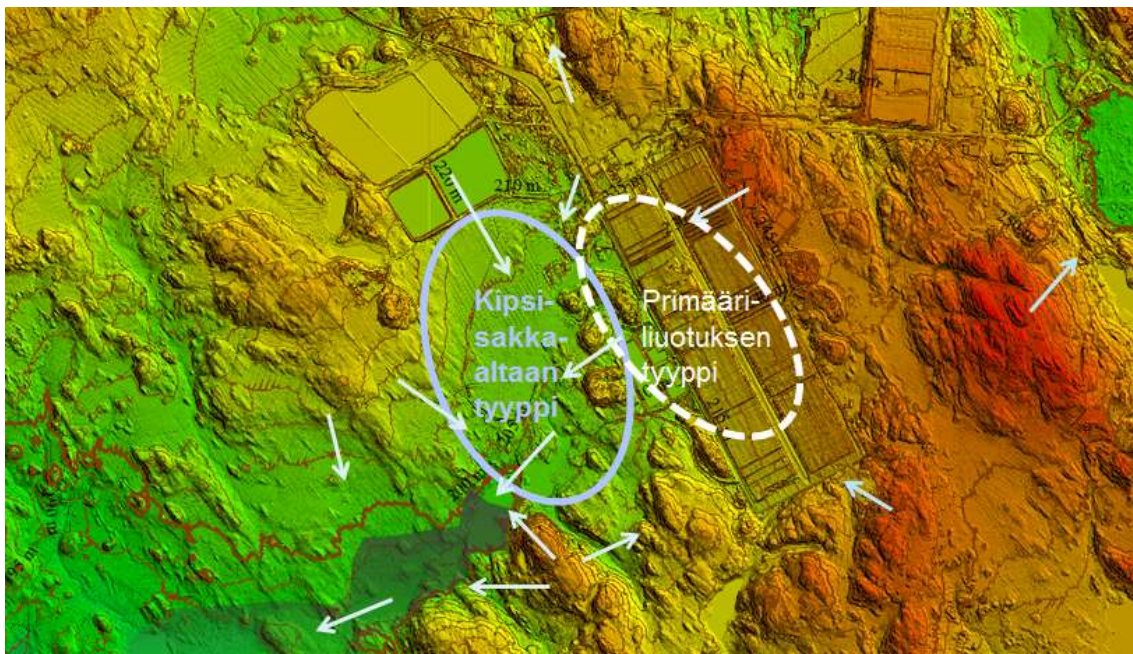
Pohjavesiselvitys 2016/2017

Vuoden 2016 syksyllä tehtiin selvitys (Pöyry Finland Oy 2017) pohjavesien pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta sekä primääriliuotusalueen maaperään kohdistuvista päästöistä. Sen tuloksia on esitetty lyhyesti seuraavassa.

Ensimmäisen vaiheen bioliuotusalueen keskikaistalla haitta-aineiden pitoisuudet maaperässä osoittautuivat varsin pieniksi eivätkä metallit olleet liukoissa muodossa. Maaperän (louhetäytön) pohjavedessä, kallionpinnan tuntumassa, haitta-aineiden pitoisuudet olivat kuitenkin selvästi koholla syyskuussa 2016. Kohonneet pitoisuudet eivät voi aiheutua keskikaistan maaperästä, joka todettiin tutkimuksissa varsin puhtaaksi. Primääriliuotusalueen pohja on asiakirja-aineiston perusteella tiivis ja suotonesteen kerääminen tehokasta, joten ei ole todennäköistä, että pohjaveden pitoisuudet olisivat peräsin primääriliuotusalueelta ainakaan normaalitilanteessa. Pohjaveden metallipitoisuuksissa on kuitenkin samankaltaisuuksia (primääriliuotuksen) PLS-liuoksen kanssa, joskin pienempinä pitoisuuksina. Eräänä mahdollisuutena voidaan pitää aikaisempia (raportoituja) poikkeustilanteita, joissa pieniä ylivuotoja on päässyt kalvottomalle alueelle.

Ensimmäisen vaiheen bioliuotusalueen pohjaveden kohonneista pitoisuuksista ei aiheudu riskiä, koska alueen vettä ei hyödynnetä ja vaikutukset rajoittuvat kaivospiirin alueelle. Suojapumppaukset liuotusalueen ympärillä rajoittavat haitta-aineen kulkeutumista ja tarjoavat edellytykset mahdollisesti korkeita haitta-ainepitoisuuksia sisältävän pohjaveden kokoamiselle prosessikäyttöön.

Bioliuotusalueen lounaispuolella Kortelammen painauman alueella esiintyy myös kohonneita haitta-ainepitoisuuksia maaperän pohjavedessä (Kuva 12-6). Pohjaveden pitoisuudet viittaavat vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon jälkeisiin vaikutuksiin. Maaperän pohjavedessä on merkittäviä määriä rautaa ja sulfaatteja, minkä lisäksi esiintyy neutralointiin liittyviä pitoisuuksia (kalsium ja natrium). Kallioperään kairatuissa pohjavesiputkissa veden laatu on selkeästi parempi. Kallioperän ruhjeisessa yläosassa pohjaveden virtaus on tällä alueella oletettavasti voimakkaampaa (sekoittuminen) kuin maaperässä tapahtuva virtaus.



Kuva 12-6. Karkea piirros pilaantuneen pohjaveden sijoittumisesta. Kaksi eri haitta-ainetyyppiä hahmoteltuna (renkaat). Nuolet kuvaavat oletettuja pohjaveden virtaussuuntia ja varjostus todennäköisintä haitta-aineen potentiaalista kulkeutumissegmenttiä. Kuva perustuu topografiaan, pohjaveden pinnan asemaan havaintoputkissa sekä 2016 havaintoihin veden laadusta (Pyöry Finland Oy 2017c).

Alueen nykyisessä hydrologisessa tilassa haitta-ainepitoisen maaperän pohjaveden virtaus alueen ulkopuolelle on siis rajoittunutta sekä luontaisista tekijöistä (maaston muodot ja maaperän laatu) että pumppauksista johtuen. Kallioperän pohjavedessä pitoisuudet taas ovat pienempiä. Tutkitun alueen pohjaveden tilasta ei aiheudu välitöntä haittaa lähimmille kiinteistöille ja pohjaveden käyttäjille (Pöyry Finland Oy 2017c).

12.2 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Rakentamistoimet aiheuttavat aina muutoksia maan vesitaloudessa sekä maaperän fysikaalisissa, kemiallisissa ja mikrobiologisissa ominaisuuksissa. Esi-merkiksi maanpinnan käsittely, kasvillisuuden raivaaminen, alueiden peittäminen ja tiivistäminen sekä viemäröinti estävät tai vähentävät sadeveden suotautumista pohjavedeksi. Myös pohjaveden paikalliset virtaussuunnat voivat muuttua. Rakentamiskohteessa muodostuu ylimääräisiä massoja ja toisaalta rakentaminen vaatii myös uutta maa- ja kiviainesta.

Ympäristövaikutusten merkittävyyden kannalta on oleellista vaikutusten alueellinen suuruus (laajuus, kesto), vaikutusten kohteen herkkyys muutoksille ja merkittävyys sekä vaikutusten palautuvuus ja pysyvyys. Vaikutukset maaperään ja pohjaveteen ovat vähäisiä esimerkiksi kun:

- kohteen pinta-ala on pieni ja vaikutukset kohdistuvat vain sen välittömään läheisyyteen
- kohteessa ei tehdä merkittäviä kaivuja tai massanvaihtoja, vain pinta-rakennetta muokataan, ei louhintatarvetta
- rakentamisen aiheuttamat muutokset ovat pääosin palautuvia
- rakentamisen tai toiminnan aikainen pilaantumisriski on vähäinen
- vaikutusalueella ei ole ei arvokkaita geologisia muodostumia
- vaikutusten kohde ei sijaitse pohjavesialueella eikä vaikutusalueella ole lähteitä tai muita vesilain (587/2011) mukaisia vesiluontotyypppejä eikä talousvesikaivoja
- kohteessa aiheudu ei pohjaveden aseman tai virtaussuuntien muutoksia.

Jos edellä mainitut tekijät eivät täyty, ovat vaikutukset kohtalaisia tai suuria riippuen mm. hankkeen laajuudesta vaikutuskohteiden herkkyydestä.

Vaikutuksia kallioperään, maaperään sekä pohjavesiin arvioitiin asiantuntijatyönä olemassa olevien selvitysten sekä vastaavista toiminnoista kertyneen kokemuksen ja tiedon avulla. Lisäksi hyödynnettiin uusia primäärialueen keskikaistan tutkimuksia sekä pohjaveden riskiselvitystä, jotka valmistuivat alkuvuodesta 2017 (Pöyry Finland Oy 2017c). Arvioinnista vastasivat maaperään ja pohjaveteen erikoistuneet asiantuntijat.

12.3 Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin

Nykyinen toiminta on jo muuttanut osalla kaivospiirin aluetta pysyvästi maa- ja kallioperää. Kaivostoiminnassa tapahtunut malmin ja muun kiviaineksen louhinta, liuotusalueet ja alueen rakentaminen ovat aiheuttaneet laaja-alaisia maankamaran muutoksia. Toisaalta on muodostunut louhosalueita ja toisaalta läjitysalueita, jotka ovat muuttaneet alueen topografiset piirteet luonnonmaiseman muodoista teollisuustoiminnan muodoiksi.

Tulevan toiminnan johdosta hankealueen maa- ja kallioperä muuttuvat paikallisesti valitusta vaihtoehdoista riippuen. Merkittävimmät vaikutukset/muutokset (pinta-alallisesti) liittyvät luonnollisesti louhintaan sekä sivukivialueiden, primää-

riilotusalueen ja uuden sekundäärisliuotusalueen rakentamisiin. Vaikutukset kohdistuvat ennalta arvioiden vain kaivospiirin alueelle. Seuraavassa on kuvattu vaikutukset vaihtoehtojen mukaan.

Vaihtoehdossa VE0 kaivostoiminta jatkuu nykyisellään eikä uusia alueita oteta käyttöön, joten suoria vaikutuksia ei arvioida nykyisten toiminta-alueiden ulkopuolella olevan. Vaikutuksia kallioperään on luonnollisesti louhosalueella, mutta merkittäviä muutoksia kaivospiirin alueen maaperään tai pohjaveteen ei arvioida olevan. Alueen tilan (mm. pohjavesi) seuranta jatketaan viranomaisen hyväksymän tarkkailuohjelman mukaisesti.

Vaihtoehdossa VE0+ kaivostoiminta jatkuu siten että rakennetaan erilliset sivukivialueet KL1 ja KL2, sekundääriliuotuslohkot 5-8 sekä kipsisakka-altaan lohkot 7-8. Malmin louhintamäärää kasvatetaan tasolle 18 Mt/a sivukiven louhintamäärien ollessa tasolla 18–30 Mt/a riippuen louhintatilanteesta. Uraanin talteenotto käynnistetään aiemmin luvitetun kokonaisuuden mukaisesti.

Louhos. Louhintamäärän kasvaessa louhos luonnollisesti laajenee ja syvenee. Louhoksen kuivanapidon johdosta pohjavesipinta voi laskea louhoksen ympäristössä. Nykyisellään vaikutukset louhoksen ympäristön pohjavesipintoihin ovat olleet vähäisiä. Toiminnan tarkkailua jatketaan myös tulevaisuudessa, joten hankeen mahdolliset vaikutukset vesipintoihin louhoksen ympäristössä tulevat selville.

Sivukivialueet. Kuusilammen louhoksen länsipuolisen sivukivialueen KL1 laajennus on nykyisellään pääosin metsämaata ja itäpuolelle tuleva uusi sivukivialue KL2 on pohjoisosiltaan metsämaata ja eteläosiltaan osin rakennettua aluetta. Sivukivialueen KL2 lohkon1 maanrakennustyöt on aloitettu vuonna 2017. Sivukivialueet sijoittuvat yleispiirteisen maaperäkartan mukaan pääosin (ohuen) moreenipeitteen alueelle ja kallio on paljastuneena tai lähellä maanpintaa. Osalla aluetta on pintakerroksena on turvetta (Kuva 12-1). Louhoksen länsipuolinen sivukivialue sijoittuu pääosin kvartsiitin alueelle, itäpuolinen sivukivialue mustaliuskeen ja kiilleliuskeen alueille (Kuva 12-2). Sivukivialueilla pohjaveden virtaus suuntautuu Kuusilammen louhosta kohti, länsipuolisella laajennusosan länsiosalla osin myös primääriliuotusaluetta kohti. Alueen pohjaveden virtauksiin ja suuntiin vaikuttaa todennäköisesti myös kallioperän ruuheet.

Rakennettavilta alueilta poistettavat pintamaat varastoidaan maalajien mukaisesti eroteltuna pintamaiden varastoalueille. Kaivoksen jätealueiden rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan kaivoksen ympäristöluvan vaatimustason täyttäväksi. Rakenteet on kuvattu luvussa 4.2.3.8, joten niitä ole tässä enää seikaperäisesti kuvattu. Sivukivialueiden pohja tasataan ja muotoillaan siten, etteivät pohja- tai pintavedet valu sivukivikasaan. Pohjalle tulee tiiviit rakenteet. Alapuo-listen rakenteiden joutuminen kosketuksiin pohjaveden kanssa estetään pohjaveden pintaa alentamalla, salaojituksella tai muilla kuivatusjärjestelyillä. Sivukivialueilta ei arvioida tapahtuvan päästöjä maaperään tai pohjaveteen tiiveistä rakenteista johtuen.

Sekundäärialueen laajennus sijoittuu kaivospiirin luoteisreunalle ja on nykyisellään pääosin rakentamatonta metsämaata. Alueen maaperä kostuu pääosin moreenista ja kalliomaasta ja kallioperä pegmatiittista ja tonaliittisesta migmatiittista. Alue on verraten laaja ja osin myös luonnostaan kumpareinen, joten alueella on tarve tasoitustöihin (louhinta). Myös tälle alueella rakennetaan luvussa

4.2.3.8 kuvatut rakenteet, joten päästöjä maaperään tai pohjaveteen ei ole odotettavissa. Pohjaveden virtaussuunta on sekundäärialueen laajennusosalla pohjoiseen.

Kipsisakka-altaan laajennus sijoittuu nykyisten altaiden eteläpuolelle ja on nykyisellään pääosin metsämaata. Alueen maaperä on pääosin moreenia, itäosiltaan pinnasta myös turvetta. Kallioperä koostuu tonaliittisesta migmatiitista. Kipsisakka-alueen eteläpuolella pohjaveden virtaus on etelään. Kipsisakka-allas rakennetaan tiiviiksi, joten päästöjä maaperään ja pohjaveteen ei tapahdu. Kipsisakka-altaiden pohjarakenne on kuvattu kohdassa 4.2.3.8. Pohjaveden virtaussuunnassa olevassa Kortelammen painanteessa on ollut havaittavissa pohjavedessä laatupoikkeamia, jotka todennäköisesti liittyvät marraskuussa 2012 tapahtuneeseen vuotoon ja sen jälkivaikutuksiin.

Vaihtoehto VE1a sisältää kaiken sen mikä on mukana vaihtoehdossa VE0+ ja lisäksi primäärivaiheen uudet liuotuslohkot nro: 5 ja 6. Malmintuotannon kasvatamisesta ja primääriliuotusalueen laajentamisesta johtuen nikkelin vuosituotanto nousee tasolle 35 000 - 37 000 t/a. Sivukiven louhintamäärä tasolla 18–45 Mt/a riippuen louhintatilanteesta. Uraanin talteenotto käynnistetään aiemmin luvitetun kokonaisuuden mukaisesti.

Primääriliuotusalueen laajennus sijoittuu nykyisen alueen kaakkoispäähän. Alue on nykyisellään pääosin metsämaata, mutta itäosalla on maaperä/kallioperä jo muuttunut (louhinta). Alueen maaperä on pääosin moreenia ja kalliomaata. Kallioperä koostuu tonaliittisesta migmatiitista. Alueella joudutaan maaperän korosuhteista johtuen myös louhintatöihin, joten hankkeella on vaikutuksia kohteen kallioperään. Kallioperän laadusta (ei mustaliusketta, eikä kohonneita metallipitoisuuksia) johtuen louhinnasta ja louhemassojen sijoittamista ei ennalta arvioiden aiheudu haitallisia vaikutuksia maaperään tai pohjaveteen matriaalin hyödyntämiskohteessa.

Primääriliuotusalueen nykyinen pohja on tasattu rinteeseen 3–5 %:n kaltevuuteen. Primääriliuotusalueen pohjarakenne sisältää kantavan kerroksen, vedeneristysrakenteen, salaojituserroksen (murske ja salaojaputket) ja ilmastusputkiston. Vedeneristyskerros on toteutettu muotoillun pohjan päälle asennettavalla kaksoiseristyksellä, joka muodostuu alhaalta lukien bentoniittimatosta ja 2 mm:n HDPE-muovista tehdystä yhtenäisestä keinotekoisesta eristeestä. Myös tulevan laajennusalueen pohjarakenne toteutetaan vastaavalla tavalla, myös keskikaista kalvotetaan, joten päästöjä maaperää ja pohjaveteen ei tapahdu.

Uraanilaitos sijoittuu (on jo olemassa) tehdasalueen lounaisosaan kipsisakka-altaan ja primääriliuotuskasan väliin. Alueen maaperä on pääosin moreenia ja kallioperä tonaliittista migmatiittia. Pohjavesivirtaus suuntautuu etelään. Uraanin talteenotosta ei normaalitilanteessa aiheudu päästöjä tai vaikutuksia maaperään/pohjaveteen.

Vaihtoehto VE1b sisältää VE1a:n mukaisen toiminnon lisäksi metallien talteenottolaitokselle pasuton. Pasutus-prosessi on kiinteä-kaasu-prosessi, jossa rikasteen rikki ja metallit hapettuvat rikkidioksidiksi sekä metallioksideiksi. Pasuton kanssa samaan aikaan rakennetaan myös rikkihappotehdas. Pasutto ja rikkihappotehdas sijoittuvat tehdasalueelle, jossa maaperä on jo nykyisellään merkittävästi muuttunut rakentamisten johdosta. Alueen kallioperä on tonaliit-

tuista migmatiittia ja olemassa olevan kallioperäaineiston mukaan alueella on myös ruhjeita.

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

Vaihtoehto VE1c sisältää VE1b:n mukaisen toiminnon lisäksi sulaton. Sulatto sijoittuu tehdasalueelle pasuton eteläpuolelle. Sulaton tarkoitus on pelkistää nikkelioksidia metalliseksi nikkeliä sähköuunissa. Sulatosta ei aiheudu päästöjä maaperään eikä pohjaveteen.

Vaihtoehdossa VE2 kaivostoiminta päätetään lopettaa ja kaivos suljetaan hallitusti vaiheittain. Lopettamisvaihtoehdossa tilanne alkaa monien vaiheiden jälkeen palautua osalla alueita pääosin ennalleen, mutta alueen kallioperään jää pysyvät jäljet, maaperän osalta vaikutukset ovat vähäisempiä, mutta kuitenkin merkittäviä. Sulkemisvaihe on lähinnä normaalia maarakennustyötä. Sulkemisvaiheesta ei aiheudu maaperään eikä pohjaveteen kohdistuvia vaikutuksia.

Sulkemisvaiheessa maaperän ja pohjaveden mahdollinen pilaantuneisuus selvitetään asianmukaisin menetelmin ja tarvittaessa tehdään kunnostustoimenpiteitä. Kunnostustoimenpiteet suunnitellaan yksityiskohtaisesti, mikäli pilaantumista havaitaan.

Sulkemisen jälkeen pohjaveden korkeusasema ja virtauskuva palautuvat ennalleen. Täyttyvän avolouhoksen vedenlaatu kehittyy pitkällä aikavälillä alueen luontaisen geologian mukaisesti. Vedenlaatuun voivat vaikuttaa myös louhoksen valuma-alueelta (sivukivialueineen) purkautuvat suotovedet. Sulkemisen jälkeen pohjavesivaikutuksia tullaan seuramaan viranomaisen hyväksymällä tavalla. Pohjavesivaikutuksia kaivospiirin ulkopuolelle ei arvioida olevan myöskään sulkemisen jälkeen.

12.4 Vaihtoehtojen vertailu

Vaikutukset maaperään ja kallioperään kohdistuvat pääosin louhosalueelle ja rakentamisalueille. Pinta-alallisesti merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat sivukivialueille ja sekundääriliuotusalueelle. Tehdasalueelle sijoittuvien pasuton, rikkihappotehtaan ja sulaton vaikutukset ovat hyvin paikallisia. Uusittu pohjavesien tarkkailuputki P1 sijoittuu näiden toimintojen kannalta tarkoituksenmukaisesti. Myös uraanilaitos sijoittuu tehdasalueen läheisyyteen ja sen vaikutus on paikallinen. Maanpinnan ja kalliopinnan muutosten lisäksi hankkeella on paikallisia vaikutuksia pohjavesiolosuhteisiin louhoksen ympäristössä ja mahdollisesti myös jäte-/toimintoalueilla. Ko. alueille tulee kuitenkin mm. tiiviit pohjarakenteet, jolloin vaikutuksia pohjaveteen ei ole odotettavissa.

Hankkeen vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjaveteen lisääntyvät luonnollisesti hankkeen laajuuden mukaisesti. Siten vaihtoehdossa VE2 vaikutukset olisivat pienimmät ja suurenisivat toiminnan laajetessa vaihtoehdosta VE0 → VE1c.

12.5 Epävarmuudet

Yksityiskohtaiset tiedot tulevien laajennusalueiden ja rakentamiskohteiden maaperäolosuhteista puuttuvat, mutta ne eivät aiheuta merkittäviä epävarmuustekijöitä tähän arvioon. Hankealueen kalliopohjavesiolosuhteisiin ja ruhjevyöhykkeisiin liittyy tiettyä epävarmuutta. Ruhjevyöhykkeet voivat olla merkityksellisiä haitta-aineiden kulkeutumisen kannalta. Esimerkiksi mahdollisessa vakavassa häiriötilanteessa olisi tarpeen tieto kalliopohjavesiolosuhteista, jotta oikeisiin ja nopeisiin toimenpiteisiin voidaan ryhtyä mahdollisimman nopeasta ja pohjavesivaikutus saadaan rajattua mahdollisimman pieneksi. Epävarmuutta liittyy myös hankkeen pitkäaikaisvaikutusten arviointiin. Rakenteiden kestävyydestä ei voi olla varmuutta etenkin pitkällä, vuosisatojen mittaisella ajalla.

12.6 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Louhoksen kuivatuksesta aiheutuvaan mahdolliseen pohjavesialenemaan ei juuri voida vaikuttaa, koska kuivanapito on toiminnan perusedellytys.

Rakentamisen ja toiminnan aikana paikallista vaikutusta maaperän ja pohjaveden laatuun voi olla polttoaineiden varastoinnilla sekä kaluston käytöllä ja huoltamisella. Öljyvuotoihin, kemikaalionnettomuuksiin ja liikenteen kuljetusten aiheuttamiin riskeihin varaudutaan suojarakenteilla ja toimintaohjeilla nykyiseen tapaan.

Jäte- ja toiminta-alueet rakennetaan siten, ettei suoria päästöjä maaperään tapahdu. Päästöjä voisi aiheutua vain hyvin epätodennäköisissä onnettomuus-, poikkeus- ja häiriötilanteissa. Jos maaperään ja pohjaveteen päätyisi esimerkiksi metallipitoista suotovettä, voidaan haitta-aineiden leviämistä laajemmalle estää esim. suojapumppauksin. On myös huomioitava että alueella on luontaisesti kohonneita metallipitoisuuksia myös pohjavedessä. Haitta-aineille ei voi altistua myöskään poikkeustilanteissa, koska vaikutukset ovat paikallisia ja rajoittuvat kaivospiirin alueelle. Kaivospiirin alueella sijaitsevasta talousvesikaivosta otetaan tällä hetkellä kaivoksen käyttämä talousvesi. Kaivos liitetään syksyn 2017 aikana kunnalliseen talousvesiverkostoon.

Läjäytysalueiden suotovesien syntymistä voidaan rajoittaa ja niiden laatua parantaa monin eri keinoin. Lieventämistoimenpiteisiin liittyvät mm. läjäytysalueiden rakenteet, jotka toteutetaan jätteiden ja sivutuotteiden ympäristökelpoisuuden mukaisina, käytöstä poistuvien läjäytysalueiden maisemointi, toimenpiteet pölyämisen rajoittamiseksi sekä savukaasujen- ja jätevesien käsittely. Sivukivialueet maisemoidaan ja niille rakennetaan peittorakenteet, jotka myös aikaa myöten saavat kasvipeitteen, mikä puolestaan vähentää suotovesien muodostumista.

Haitallisten vaikutusten vähentämiskeinot vielä tarkentuvat ympäristövaikutusten selvittämisen jälkeen lupavaiheessa.

Hankkeen pohjavesivaikutuksia tullaan seuraamaan ympäristöviranomaisten hyväksymällä tavalla. Tarkkailu mahdollistaa hankealueen teknisten ratkaisujen oikea aikaisten huolto- ja korjaustöiden toteutuksen vaikutusten minimoimiseksi.

13 VESISTÖT

13.1 Nykytila

13.1.1 Yleiskuvaus

Terrafamen kaivoksen prosessivesiä on johdettu jälkikäsittely-yksiköiden kautta Oulujoen ja Vuoksen suunnan vesistöihin vuoden 2009 lopulta lähtien. Kiuvanapitovesien johtaminen alkoi huhtikuussa 2008. Syksystä 2013 lähtien suurin osa puhdistetusta prosessivedestä (LONE-ylite) on johdettu käänteisosmoosilaitokselle. Vuonna 2015 rakennettiin puhdistettujen vesien juoksuttamiseksi purkuputki kaivosalueen Latosuon patoaltaalta Nuasjärven Juurikkalahden edustalle. Putki otettiin tuotannolliseen käyttöön marraskuussa 2015. Purkuputkella ohitetaan kaivosta lähimmät pienemmät vesistöt. Uusi keskuspuhdistamo otettiin käyttöön vuoden 2017 alussa. Kaivoksen vesienkäsittelyn piiriin kuuluville alueille kertyy vuosittain useita miljoonia kuutioita vettä. Sateen ja sulamisvesien kautta vesitaseeseen tulevat vedet ovat laimentaneet varastoituja vesiä.

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. Kaivoksen käsiteltyjen päästövesien ensisijainen purkupaikka on ollut marraskuusta 2015 lähtien Nuasjärvi, joka on Sotkamon reittivesistöön kuuluva järvi. Säännöstelty Nuasjärvi laskee Kajaaninjoen kautta säännösteltyyn Oulujärveen, joka on Suomen viidenneksi suurin järvi. Käsiteltyjä päästövesiä johdetaan edelleen myös ns. vanhoille purkureiteille, Vuoksen vesistössä Lumijokeen, josta vedet päätyvät Kivijärven kautta Laakajärveen sekä Oulujoen suunnassa Kalliojoen kautta Kolmisoppeen ja edelleen Jormasjärveen.

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 Lahnaslammien talkkikaivos ja rikastamo sijaitsevat Nuasjärven eteläpuolella. Lahnaslammella kaivostoiminta alkoi vuonna 1968. Vuonna 2010 louhinta Lahnaslammien avolouhoksesta loppui ja siirtyi kokonaisuudessaan Punasuon uuteen kaivokseen, josta kuivatusvedet on johdettu joulukuusta 2010 lähtien suljettuun Lahnaslammien louhokseen. Talkkirikasteen lisäksi rikastusprosessi tuottaa nikkelikastetta sekä magnesiittipitoista rikastushiekkaa. Rikastushiekka ja louhittava sivukivi on läjitetty kaivoksen alueelle.

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

Terrafamen kaivokselta vesistöihin päätyvää kuormitusta sekä purkuvesistöjen fysikaalis-kemiallista ja biologista tilaa, sedimentin laatua sekä kalastoa ja kalastusta on tarkasteltu erillisessä vesienhallinnan YVA-menettelyssä. Myös vesistöjen virkistys- ja muuta käyttöä tarkastellaan lähemmin kyseisessä YVA:ssa.

Seuraavassa esitetään lyhyt kuvaus jätevesien vaikutusalueen vesistöistä ja vesien tilasta perustuen pääosin vuoden 2016 pintavesien tarkkailuraporttiin (Ramboll Finland Oy 2017) sekä vesienhallinnan YVA-selostuksessa esitettyyn (Pöyry Finland Oy 2017). Tarkemmin on tarkasteltu kaivoksen läheisyydessä olevien yksittäisten lampien ja järvien tilaa. Kyseiset vesistöt eivät sijaitse kuormitusvesien purkureiteillä.

13.1.2 Purkureittien vedenlaatu ja vesistöjen tila

Terrafame Oy:n päästövesien johtamisen vaikutuksia purkuvesistöihin tarkkailaan Oulujoen vesistössä välillä Salminen–Oulujärvi ja Vuoksen vesistössä välillä Ylä-Lumijärvi–Syväri. Vesipäästöjen haitta-aineet koostuvat pääosin malmista peräisin olevista metalleista sekä natriumin ja sulfaatin osalta jossain määrin myös kaivoksella käytettävistä kemikaaleista. Kaivoksen päästövesissä ei ole orgaanisia yhdisteitä, ja myös ravinnepitoisuudet ovat alhaisia.

Oulujoen purkusuunnassa kaivostoiminnan vaikutukset näkyvät voimakkaimmin Salmisessa ja Kalliojärvässä, joihin on kuormituksen seurauksena muodostunut pysyvä kerrostuneisuus vuosina 2010–2011. Pysyvästi kerrostuneiden järvien päällysvedessä pitoisuudet olivat vuonna 2016 laskeneet selvästi aiempiin vuosiin verrattuna. Järvien alusveden pitoisuudet (SO_4 , Ni, Mn, Na) ovat yleisesti korkeat, mutta laskeneet huippuvuosiin verrattuna.

Kolmisopen ja Tuhkajoen sulfaatin, mangaanin ja natriumin pitoisuudet ovat pysyneet samalla tasolla vuosina 2014–2016 vaikka vaihtelua esiintyy. Liukoisen kadmiumin ja nikkelin pitoisuudet olivat laskeneet aiempiin vuosiin verrattuna. Jormasjärvellä kaivostoiminnan vaikutus näkyy erityisesti alusveden kohonneina sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksina. Vuonna 2016 havaitut pitoisuudet ovat yleisesti ottaen laskeneet, eikä pitoisuuksien nousu ole aiheuttanut pysyvää kerrostuneisuutta.

Järvien päällysvedessä tai jokivesissä havaituista pitoisuuksista ympäristölaatu normit eivät ylittyneet. Pysyvästi kerrostuneen Salmisen alusvedessä nikkelipitoisuus nousi huomattavan korkeaksi.

Nuasjärveen johdettiin kaivoksen purkuvesiä koko vuoden 2016 purkuputkea pitkin. Purkuvesien vaikutukset näkyvät sähkönjohtavuuden sekä sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksien kohoamisena purkuputken ympäristössä erityisesti syvänteiden alusvedessä. Alusvedessä pitoisuudet nousivat purkuputken lähimmällä syvänteellä moninkertaiseksi edellisvuoteen verrattuna, mutta tasaantuivat täyskierron aikana. Kevättäyskierto jäi osin vajaaksi v. 2016, mutta syystäyskierto ulottui koko vesimassaan ja aiempaan nähden voimistunut kerrostuneisuus näin ollen purkautui kaikilla syvänteillä. Vuonna 2017 kevätkierto toteutui täydellisesti Rehjanselällä ja Nuasjärven syvänteissä lukuun ottamatta syvännettä Nj35, jossa kierto jäi osittain vajaaksi. Nuasjärven purkuputken käyttöönoton jälkeen pintavesien sähkönjohtavuus sekä sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuudet ovat lähteneet lievään nousuun myös Kajaaninjoessa ja Oulujärven havaintopisteillä.

Kaivoksen purkuvesien vaikutukset ovat näkyneet myös lähivesistöjen pohjaeläin-, kasviplankton- ja/tai piilevyhteisöissä selvimmin Kalliojoessa, Kalliojärvässä, Kolmisopessa, Tuhkajoessa ja Jormasjoessa. Jormasjärvässä vaikutuk-

set ovat olleet vähäisemmät. Nuasjärvessä selviä vaikutuksia ei ole havaittu. Myös kalaston olosuhteet ovat heikentyneet merkittävästi lähialueen kerrostuneissa järvissä (Salminen ja Kalliojärvi). Suuremmissä järvissä vaikutukset ovat lievempiä ja paikallisia. Asukaskyselyn mukaan käsiteltyjen purkuvesien johtaminen on vähentänyt kalastushalukkuutta purkuvesistöissä. Kaupallisen kalastuksen toimintaedellytykset Jormasjärvessä ja Nuasjärvessä ovat heikentyneet mm. kalan paikallisen oston loputtua. (Pöyry Finland Oy, 2017)

Vuoksen purkusuunnassa vesistöt ovat toipumassa vuoden 2012 kipsisakaltaan vuoden jälkeisestä tilanteesta ja vesien tila on yleisesti ottaen parantunut. Vedet ovat tyypillisesti happamia ja runsashumuksisia. Vuonna 2016 juoksutukset Vuoksen vesistöön olivat vähäisiä.

Aiemmin pysyvästi kerrostuneessa Kivijärvessä havaittiin yhdellä syvänteellä jälleen happea syystäyskierron 2015 yhteydessä. Hapittilanne säilyi syvänteellä hyvänä koko vuoden 2016. Muilla Kivijärven havaintopisteillä kerrostuneisuus pysyi edelleen jyrkkänä. Päälyysvedessä sulfaatin, mangaanin ja natriumin pitoisuudet olivat laskeneet vuonna 2016 selvästi aiempaan verrattuna. Hapittäydennystä saaneella syvänteellä pitoisuudet laskivat myös alusvedessä.

Kivijärvestä alaspäin purkusuunnassa havaittiin yleisesti vesien sähkönjohtavuuden, sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksien laskeneen. Metallipitoisuuksien ympäristölaatu normien ylityksiä ei havaittu. Sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksien perusteella kaivoksen purkuvesien vaikutuksia havaitaan vähäisessä määrin Kiltuanjärvessä ja hyvin vähän Haapajärvessä. Haapajärvestä alaspäin vaikutuksia ei voida juuri erottaa taustapitoisuuksista.

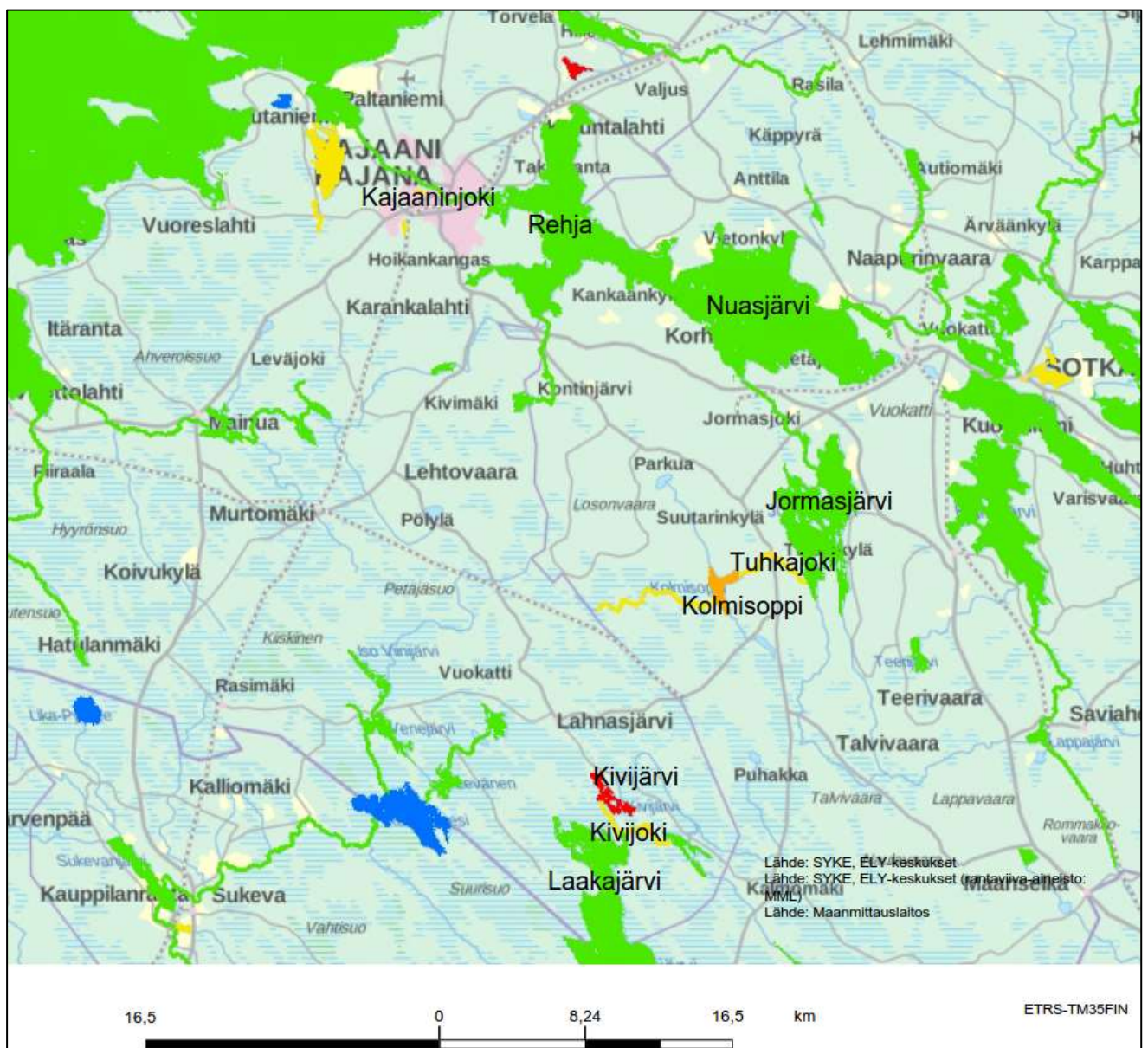
Kaivoksen purkuvesien vaikutukset ovat näkyneet myös lähivesistöjen kasviplankon-, piilevä- ja/tai pohjaeläinyhteisöissä selvimmin Lumijoessa, Kivijärvessä ja Kivijoessa. Myös kalaston olosuhteet ovat heikentyneet merkittävästi kerrostuneessa Kivijärvessä. Suuremmissä järvissä vaikutukset ovat lievempiä ja paikallisia. Asukaskyselyn mukaan käsiteltyjen purkuvesien johtaminen on vähentänyt kalastushalukkuutta purkuvesistöissä. Kaupallisen kalastuksen toimintaedellytykset Laakajärvessä ovat heikentyneet mm. kalan paikallisen oston loputtua. (Pöyry Finland Oy, 2017)

Vesistöjen ekologinen ja kemiallinen tila

Vesistöjen ekologinen tila Ympäristöhallinnon luokituksen mukaan on esitetty kartalla (Kuva 13-1). Vuoksen suunnalla Kivijärven tila on huono, Kivijoen tyydyttävä ja Laakajärven hyvä. Oulujoen suunnalla Kalliojoen ja Tuhkjoen 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.

Edellä mainittujen vesistöjen kemiallinen tila on luokiteltu hyvää huonommaksi lukuun ottamatta Nuasjärveä ja Oulujärveä, joiden kemiallinen tila on hyvä.

Oulujoen–Iijoen tai Vuoksen vesienhoito-ohjelmissa teollisuudelle ja kaivostoiminnalle ei ole esitetty täydentäviä pintavesiin kohdistuvia toimenpiteitä. Kaivostoiminnan päästöjä rajoitetaan ympäristönsuojelulain mukaisilla ympäristöluvilla ja parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT) soveltaen.



Kuva 13-1. Vesistöjen ekologinen tila (Ympäristökarttapalvelu Karpalo, haettu 22.6.2017).
Sininen= erinomainen ekologinen tila, vihreä= hyvä tila, keltainen= tyydyttävä tila, oranssi= välttävä tila, punainen = huono tila

Arvio tilan kehityksestä

Terrafamen kaivoksen purkuvedet johdetaan pääosin purkuputkella Nuasjärveen. Nuasjärven purkualueen läheisissä syvänteissä vedet kerrostuvat, mikä näkyy mm. sulfaattipitoisuuksien kasvuna nykyiseen tapaan, mahdollisesti lähivuosina hieman voimistuen. Pysyvää laaja-alaista kerrostumista ei mallinnustulosten perusteella arvioida tapahtuvan, vaan täyskierron arvioidaan tapahtuvan sekä keväällä että syksyllä. Ympäristölaatuunormit voivat ylittyä purkualueen läheisyydessä lähinnä kadmiumin ja elohopean osalta, minkä vuoksi kaivos hakee lupaa ylityksiin ns. sekoittumisvyöhykkeellä. Rehjanselällä tai Oulujärvessä eri kuormitusvaihtoehdoilla on enää hyvin vähäinen vaikutus.

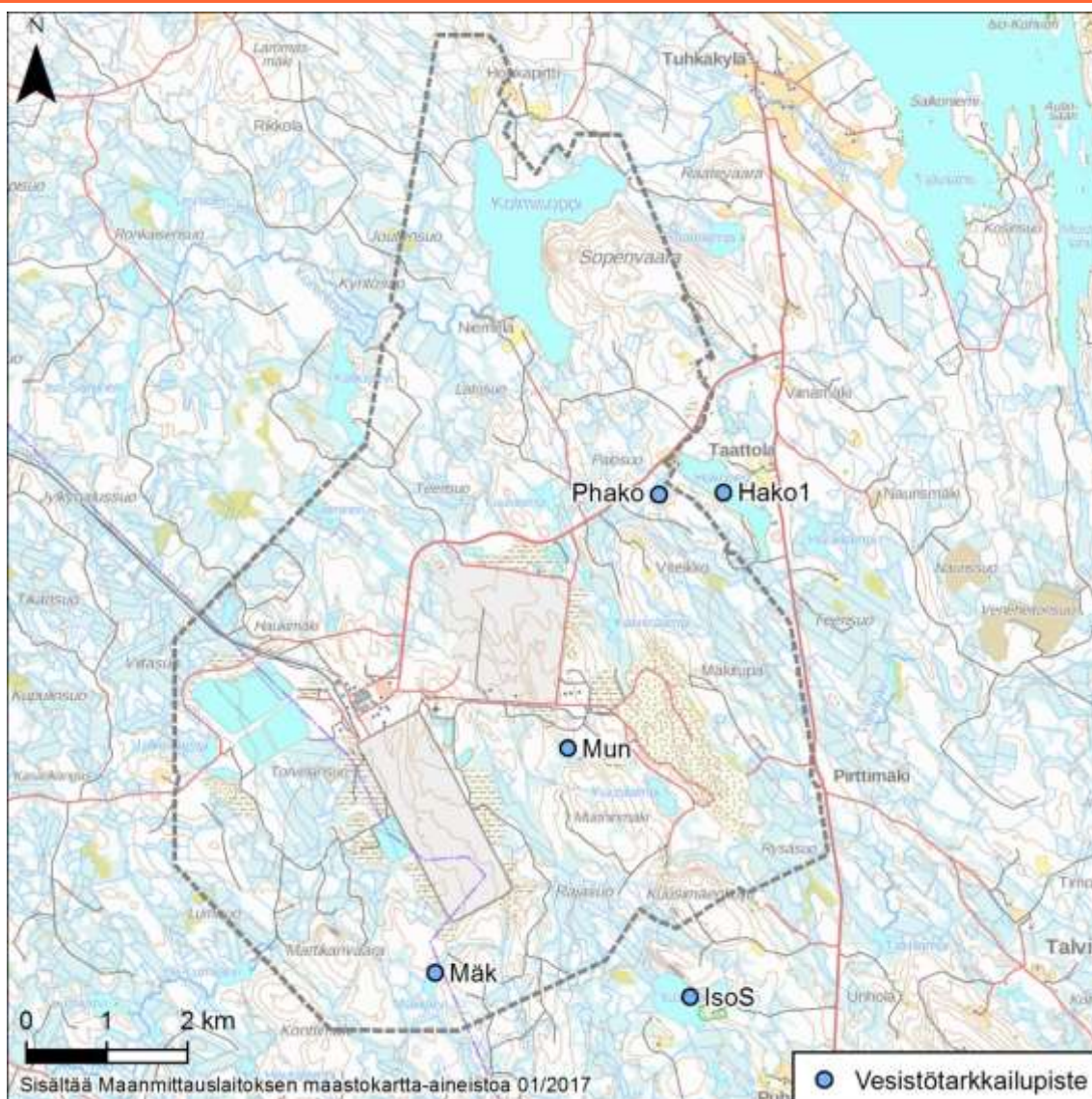
Vanhoilla purkureiteillä purkuvesien laimentuminen on huomattavasti huonompaa kuin johdettaessa käsitellyt purkuvedet Nuasjärveen purkuputkella. Tilanne vanhoilla reiteillä tulee pysymään pääpiirteissään nykyisen laisena.

Vesistöjen tilan kehitystä on tarkasteltu erillisessä vesienhallinnan YVA-hankkeessa sekä 31.8.2017 mennessä Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle jätettävässä koko kaivoksen toimintaa koskevassa lupahakemuksessa.

13.1.3 Veden laatu kaivoksen lähialueen lammissa ja järvissä

Terrafamen kaivoksen vesistövaikutuksia tarkkaillaan reittivesistöjen lisäksi kaivospiirin lähialueen lammissa ja järvissä. Kaivoksen toiminnot vaikuttavat lähialueen vesistöihin lähinnä ilman kautta tulevan pöylaskeuman seurauksena.

Kaivosalueen lähialueen pienten vesistöjen vedenlaatua on tarkasteltu tällä hetkellä tarkkailun piiriin kuuluvien Hakosen, Pikku-Hakosen, Munninlammen, Mäkijärven ja Iso-Savonjärven (Kuva 13-2) vuosien 2002–2017 vedenlaatutietojen perusteella (Velvoitetarkkailuaineisto ja Suomen ympäristökeskus ja ELY-keskukset 2017). Pieniä lampia (Pikku-Hakonen, Munninlampi ja Mäkijärvi) tarkkaillaan nykyisin kerran vuodessa touko-elokuussa kolmen vuoden välein. Edellisen kerran näytteet on otettu vuonna 2015. Hakosen ja Iso-Savonjärven veden laatua tarkkaillaan vuosittain maalis- ja elokuussa.



Kuva 13-2. Vesistötarkkailun pisteet lähialueen lammissa ja järvissä.

Vesistöistä Hakonen sijaitsee mustaliuskealueella ja Pikku-Hakonen ja Munninlampi sen välittömässä läheisyydessä. Pikku Hakosen maksimisyvyys on noin 11 metriä, Hakosen syvyys 12–14 metriä, Munninlammen syvyys noin 8 metriä, Mäkijärven syvyys noin 11–12 metriä ja Iso-Savonjärven syvyys noin 15 metriä.

Kuusilampi (Rahvaanmäki) ja Kaivoslampi eivät ole tarkastelussa mukana, koska niihin on johdettu eteläisen Kuusilammen kautta puhdistettuja ylijäämävesiä, joten niiden pitoisuudet ovat sen vuoksi koholla. Tällä hetkellä tarkkailun piiriin kuuluvista ja kaivospiirin sisällä olevista lammista Valkealampi, Mustalampi ja Hoikkalampi tulevat jäämään kaivostoimintojen alle (Kuva 3-2), joten ne eivät ole mukana tässä tarkastelussa.

Pienvesistöjen vesi oli hapanta tai lievästi hapanta ja sähkönjohtavuusarvot pääosin pieniä (Taulukko 13-1). Happaminta vesi on ollut Munninlammissa. Vesissä oli humusta, mutta kiintoainepitoisuudet ovat olleet pieniä, eikä merkittävää samennusta ole ollut havaittavissa kuin yksittäisissä näytteissä Pikku-Hakosen ja Iso-Savonjärven alusvedessä. Päälysveden happipitoisuudet olivat pääsääntöisesti hyvää tasoa, mutta alusvedessä esiintyi ajoittain hapenpuutetta

kaikissa pienvesistöissä. Vesistöjen kokonaistyyppipitoisuudet olivat lähes poikkeuksetta vähä- tai keskiravinteisille vesille tyypillistä tasoa. Kokonaisfosforin pitoisuudet viittasivat vähä- tai keskiravinteisuuteen lukuun ottamatta Munninlampea, jossa oli melko runsaasti fosforia.

Taulukko 13-1. Lähialueen pienten lampien ja järvien vedenlaatu vuosina 2013–2016 tai 2013 ja 2015 (Pikku Hakonen, Munninlampi, Mäkijärvi). n = näytteenottojen lukumäärä. Määrittäjärajan alittavat pitoisuudet on puolitettu. Jos tuloksista ilmoitetaan vain keskiarvo, n=1

	Näyte- syv.	Happi	pH	S-joht.	SO ₄	Na	COD _{Mn}	Kiinto- aine	Sameus	Kok.P	Kok. N	Fe	Mn	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	U	Zn	n
	m	mg/l		mS/m	mg/l	µg/l	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	µg/l	µg/l	
Pikku-Hakonen																								
ka	1,0	8,4	5,8	4,8	11,7	5,6	13,7	1,3	0,7	9	337	457	59	23	0,3	0,05	0,1	0,3	1,6	7,7	0,1	0,06	24	2–3
min	1,0	7,5	5,6	4,5	11,0	1,3	11,0	0,5	0,3	7	320	330	42			0,04				7,2		0,05		
max	1,0	9,2	6,0	5,2	13,0	14,0	18,0	2,8	0,9	10	350	540	74			0,05				8,1		0,07		
ka	8,0	4,7	5,7	5,5	11,3	2,0	23,0	11,2	15,1	42	720	4 557	195	270	0,5	0,05	1,5	0,6	1,5	8,1	0,5	0,17	19	2–3
min	8,0	0,3	5,5	4,9	10,0	1,4	16,0	0,5	0,4	10	390	770	69			0,04				6,6				
max	8,0	8,7	6,1	6,5	13,0	2,5	32,0	17,0	23,0	72	1 100	7 700	320			0,07				9,6				
Hakonen																								
ka	1,0	9,7	6,3	5,9	14,6	1,6	10,0	0,5	0,7	8	340	387	75	57	0,2	0,05	0,2	0,1	1,7	8,0	0,2	0,08	23	4–8
min	1,0	8,4	5,9	4,9	12,0	1,3	8,3	0,5	0,1	5	300	190	29	10		0,02	0,1		1,5	6,3	0,0	0,05	12	
max	1,0	11,3	6,8	6,5	18,0	2,9	13,0	0,5	1,5	11	410	640	140	100		0,11	0,3		1,9	9,7	0,3	0,25	40	
ka	11,4	5,0	6,1	6,9	17,0	1,6	11,0	4,8	3,2	16	436	1 975	635	101	0,3	0,14	1,7	0,3	2,2	13,2	0,3	0,08	52	4–8
min	8,0	1,3	5,9	5,7	13,0	1,3	10,0	1,8	0,3	9	300	1 200	61	57		0,06	0,7		2,0	11,0	0,3	0,05	32	
max	14,0	8,3	6,3	9,4	26,0	2,0	13,0	7,7	7,9	21	510	2 800	1 700	140		0,18	2,3		2,5	17,0	0,3	0,25	110	
Munninlampi																								
ka	1,0	6,7	4,5	4,5	12,3	0,8	16,2	1,9	1,8	33	517	1 093	110	120	0,4	0,13	2,6	0,7	3,5	17,0	0,2	0,11	40	3
min	1,0	3,6	4,4	4,2	12,0	0,6	9,5	1,0	1,2	21	410	780	100			0,07				17,0		0,05		
max	1,0	8,9	4,6	4,9	13,0	0,9	21,0	3,4	2,2	55	690	1 400	120			0,18				17,0		0,16		
ka	6,7	1,9	4,5	5,1	13,7	0,8	24,7	3,4	2,7	112	870	2 267	123	310	0,5	0,06	2,9	1,1	2,7	18,5	0,6	0,12	45	3
min	6,2	0,2	4,5	4,9	12,0	0,8	23,0	1,8	2,5	74	750	1 900	98			0,03				18,0		0,05		
max	7,0	5,2	4,6	5,3	15,0	1,0	27,0	6,1	2,9	170	1 100	2 600	150			0,09				19,0		0,19		
Mäkijärvi																								
ka	1,0	8,3	5,7	2,2	3,4	1,2	17,7	0,7	0,5	13	427	530	31	97	0,2	0,02	0,1	0,3	0,7	2,3	0,2	0,04	8	2–3
min	1,0	7,8	5,4	2,0	2,5	1,1	15,0	0,5	0,3	9	350	420	23		0,2	0,02				1,5		0,03	5	
max	1,0	8,9	6,2	2,5	4,8	1,2	20,0	1,0	0,7	15	500	670	41		0,3	0,02				3,1		0,05	11	
ka	10,7	3,6	5,9	2,8	3,4	1,4	16,0	0,7	1,4	23	437	1 020	81	99	0,2	0,02	0,3	0,4	0,7	2,0	0,3	0,05	8	2–3
min	10,5	1,9	5,8	2,6	2,8	1,2	15,0	0,5	0,5	19	380	820	56			0,02				1,7		0,04	7	
max	11,0	4,7	6,0	2,9	4,3	1,6	17,0	1,0	1,8	26	510	1 400	140			0,02				2,3		0,05	9	
Iso-Savonjärvi																								
ka	1,0	8,8	5,2	3,1	8,6	0,8	12,3	1,0	0,9	9	342	741	135	276	0,4	0,13	0,8	0,5	1,1	18,4	0,2	0,08	54	4–8
min	1,0	7,9	4,8	2,2	6,1	0,7	8,5	0,5	0,4	5	280	520	100	130	0,1	0,06	0,3	0,3	0,5	12,0	0,2	0,04	30	
max	1,0	10,3	5,8	3,8	10,0	1,0	18,0	1,5	1,8	12	440	1 000	250	400	0,5	0,19	1,9	0,5	1,4	24,0	0,3	0,25	69	
ka	12,8	5,1	5,0	3,8	11,4	0,8	17,3	6,6	4,4	17	470	1 541	261	356	0,4	0,18	1,7	0,5	1,1	24,9	0,3	0,08	72	3–8
min	11,0	1,4	4,9	2,8	7,5	0,7	13,0	5,1	0,9	9	380	650	170	260	0,1	0,13	1,6	0,4	0,5	18,0	0,3	0,05	45	
max	14,0	7,4	5,4	5,0	15,0	1,1	21,0	8,0	20,0	34	740	4 400	340	500	0,5	0,25	1,8	0,5	1,5	39,0	0,3	0,25	100	
								n=2																

n=2

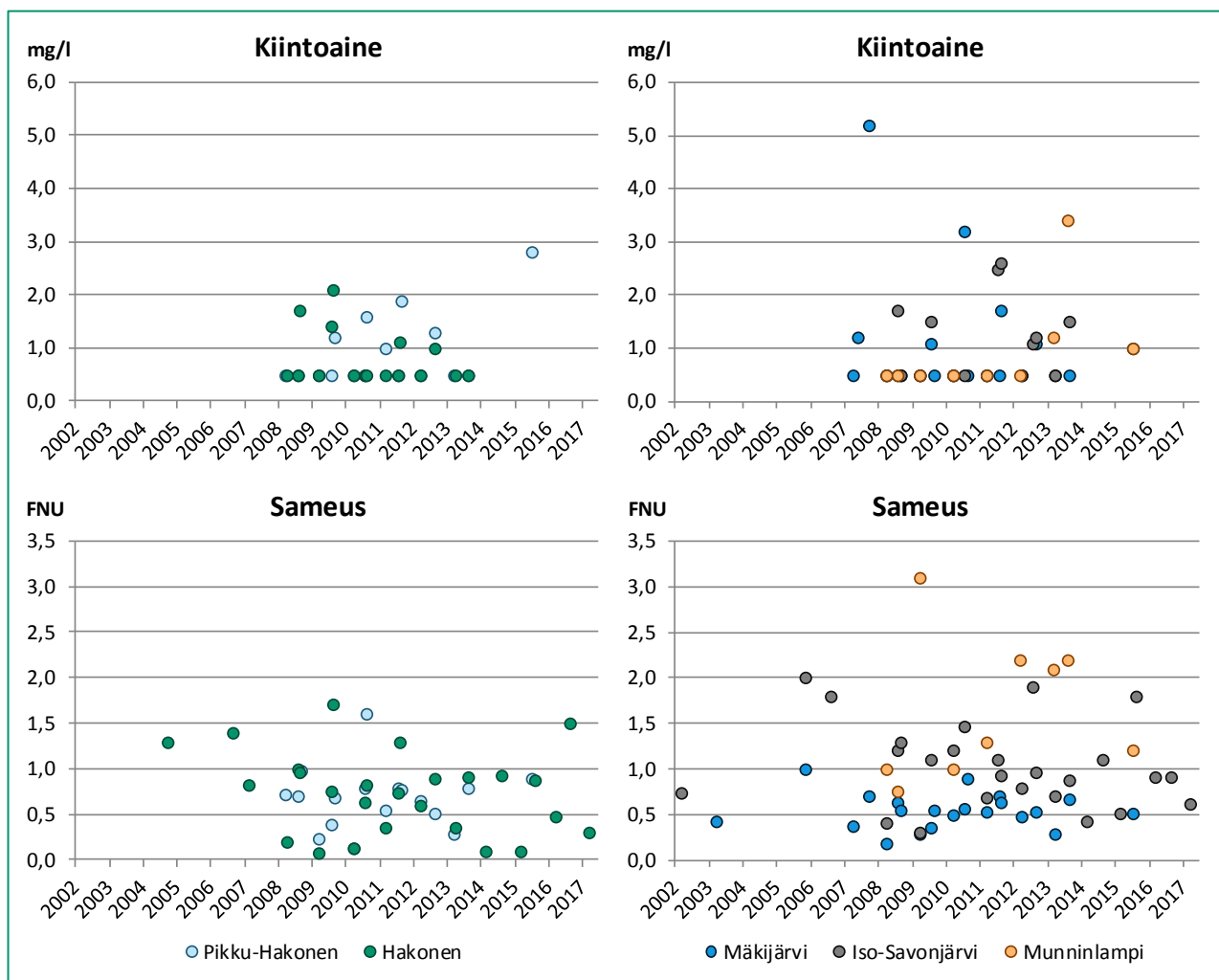
Pienten vesistöjen metallipitoisuudet olivat pääosin pieniä. Alumiinia esiintyi eniten Iso-Savonjärvessä. Rautaa ja mangaania havaittiin eniten vesistöjen alusvedessä, missä pitoisuuksia nosti huonon happitilanteen aiheuttama sisäinen kuormitus. Sulfaattipitoisuudet olivat korkeimmat (keskimäärin 11–17 mg/l) mustaliuskealueella tai sen läheisyydessä sijaitsevilla Hakosessa sekä Pikku-Hakosessa ja Munninlammessa. Pienimmät sulfaattipitoisuudet olivat Mäkijärvessä (Taulukko 13-1).

Korkeimmat nikkelipitoisuudet olivat Iso-Savonjärvessä ja Munninlammessa ja pienimmät Mäkijärvessä (Taulukko 13-1). Vuoden 2016 velvoitetarkkailuraportin

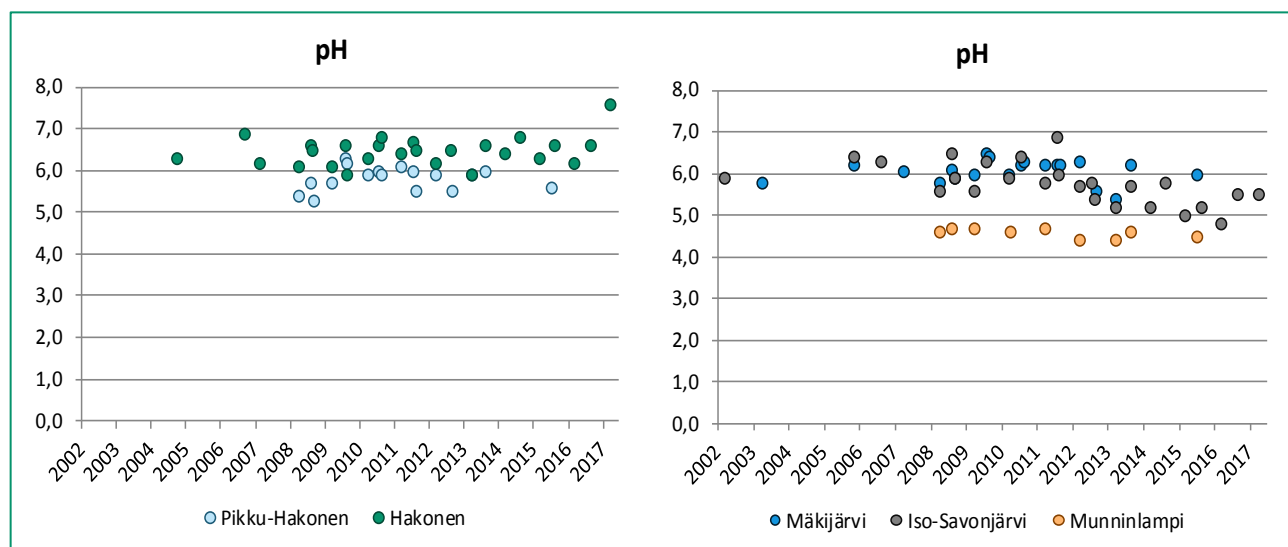
mukaan Iso-Savonjärvessä liukoisen biosaatavan nikkelin vuosikeskiarvo oli 3,4 µg/l ja Hakosessa 1,75 eikä vuosikeskiarvolle asetettu ympäristölaatunormi AA-EQS 4 µg/l ylittynyt (Ramboll Finland Oy 2017). Suurin sallittu liukoisen nikkelin pitoisuus (MAC-EQS, 34 µg/l) ei ole asetuksen voimaantulon jälkeen (11.11.2015) ylittynyt.

Liukoisen kadmiumin keskimääräiset pitoisuudet vaihtelivat vuosina 2013–2016 päälly- ja alusvedessä välillä 0,02–0,18 µg/l (Taulukko 13-1). Vesimassan vuosikeskiarvona laskettava ympäristölaatunormi (AA-EQS+tausta 0,1 µg/l) pääosin alittui. Iso-Savonjärven keskimääräinen kadmiumpitoisuus ylittyi vuosina 2014–2016 ja Hakosessa vuosina 2014 ja 2015. Suurin sallittu pitoisuus (MAC-EQS, 0,45 µg/l) ei ylittynyt missään pienvesistössä. Alueen geologiasta johtuen kadmiumpitoisuudet ovat alueella luontaisesti koholla; laaditun erillisselvityksen perusteella taustapitoisuus on suuruusluokkaa 0,2 µg/l (Ramboll Finland Oy 2017 ja 2015b).

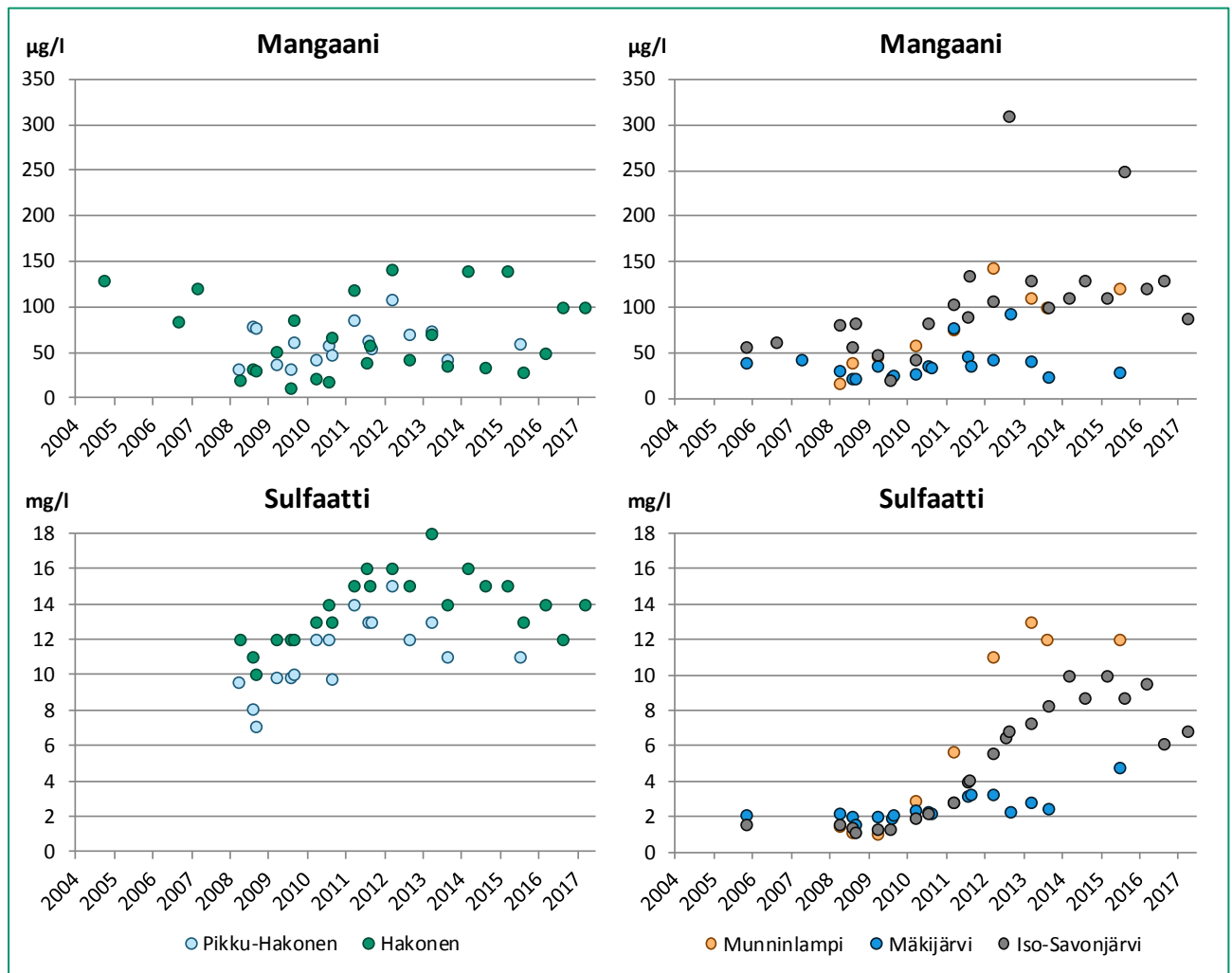
Kuvissa 13-3, Kuva 13-4, 13-5 ja 13-6 on esitetty pienten lampien ja järvien vedenlaadun kehitystä. Kiintoainepitoisuuksissa tai sameusarvoissa ei ole havaittavissa kehityssuuntaa. Veden pH-arvot ovat pysyneet melko vakaina. Iso-Savonjärvessä happamuus on hieman lisääntynyt. Sulfaattipitoisuudet ovat kasvaneet jossain määrin tai hieman kaikissa järvissä ja mangaanipitoisuudet Munninlammessa ja Iso-Savonjärvessä vuoden 2010 jälkeen. Iso-Savonjärven ja Hakosen sulfaattipitoisuudet ovat viime vuosina kääntyneet laskuun. Nikkeli määritettiin veloitettarkkailussa kesäkuuhun 2013 saakka kokonaispitoisuutena. Liukoisen nikkelin pitoisuudet ovat samaa tasoa tai pienempiä kuin suodattamattomasta näytteestä määritetyt nikkelpitoisuudet. Määrittymenetelmän muutoksesta huolimatta Iso-Savonjärven ja Munninlammen nikkelpitoisuuksissa on havaittavissa kasvua.



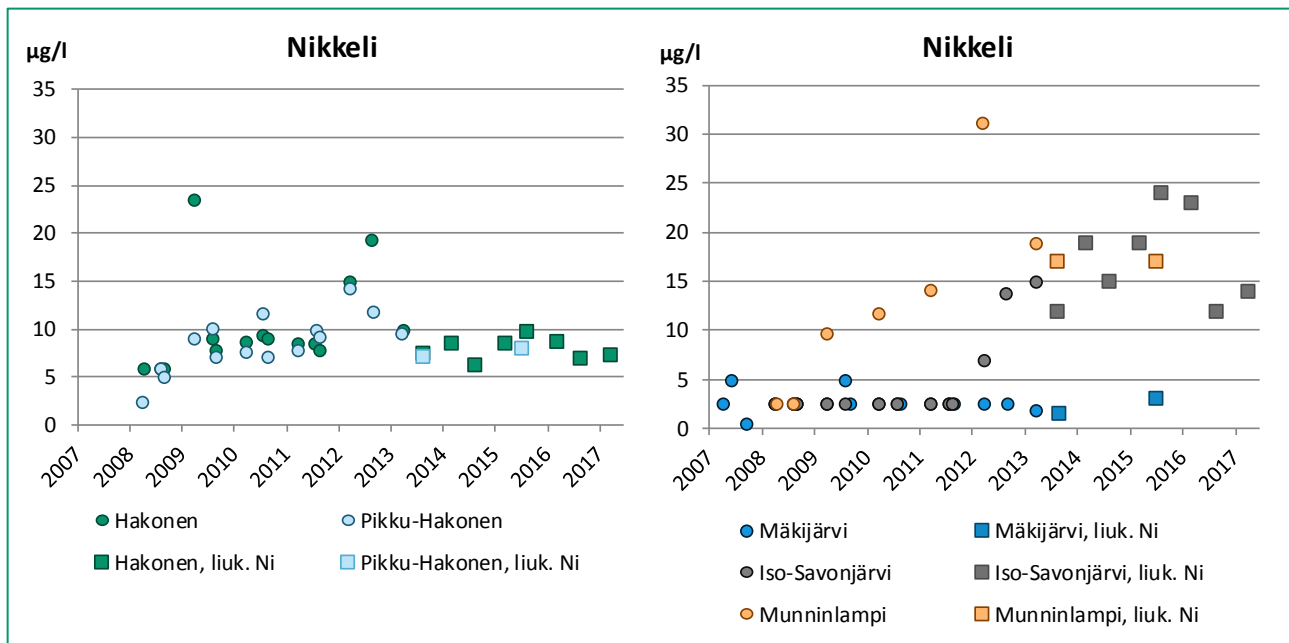
Kuva 13-3. Lähialueen pienten lampien ja järvien päällysveden (1 m) kiintoainepitoisuudet ja sameusarvot v. 2002–2017.



Kuva 13-4. Lähialueen pienten lampien ja järvien päällysveden (1 m) pH v. 2002–2017.



Kuva 13-5 Lähialueen pienten lampien ja järvien päällysveden (1 m) mangaani- ja sulfaattipitoisuudet v. 2004–2017.



Kuva 13-6 Lähialueen pienten lampien ja järvien päänlysveden (1 m) nikkelpitoisuudet v. 2007–2017.

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

13.1.4 Virkistyskäyttö ja vesistöjen muu käyttö

Kaivosaluetta lähinnä oleva suurin loma- ja vapaa-ajankeskittymä Vuokatti sijaitsee noin 20 ajokilometrin päässä kaivostoiminnoista. Sitä on kuvattu tarkemmin kappaleessa 15.1.

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.

Tarkastelussa mukana olevista vesistöistä Mäkijärvi sijaitsee kaivostoimintojen keskustassa kaivospiirin sisällä eikä sillä siten ole virkistyskäyttöarvoa. Myös Mäkijärvi sijaitsee primääriliuotusalueen läheisyydessä kaivospiirin sisällä.

Iso-Savonjärvi sijaitsee kaivoksen eteläpuolella Vuoksen vesistöalueella (Kuva 13-2). Järven pinta-ala on 31,4 ha. Järven etelälaidalla on karttatarkastelun perusteella kaksi kiinteistöä, ja järven ympäristöä on ojitettu. Järvellä on pienimuotoista vesistön virkistyskäyttöä.

Hakonen ja Pikku-Hakonen sijaitsevat Oulujoen vesistöalueella (Kuva 13-2). Hakosen pinta-ala on 38,52 ha ja Pikku-Hakosen 2,52 ha. Hakosen ympäristössä on asutusta mm. Taattolassa, Myllyniemessä, Kerilässä ja Hakorannassa. Hakosella on pienimuotoista vesistön virkistyskäyttöä. Pikku-Hakosen rannassa ei ole asetusta.

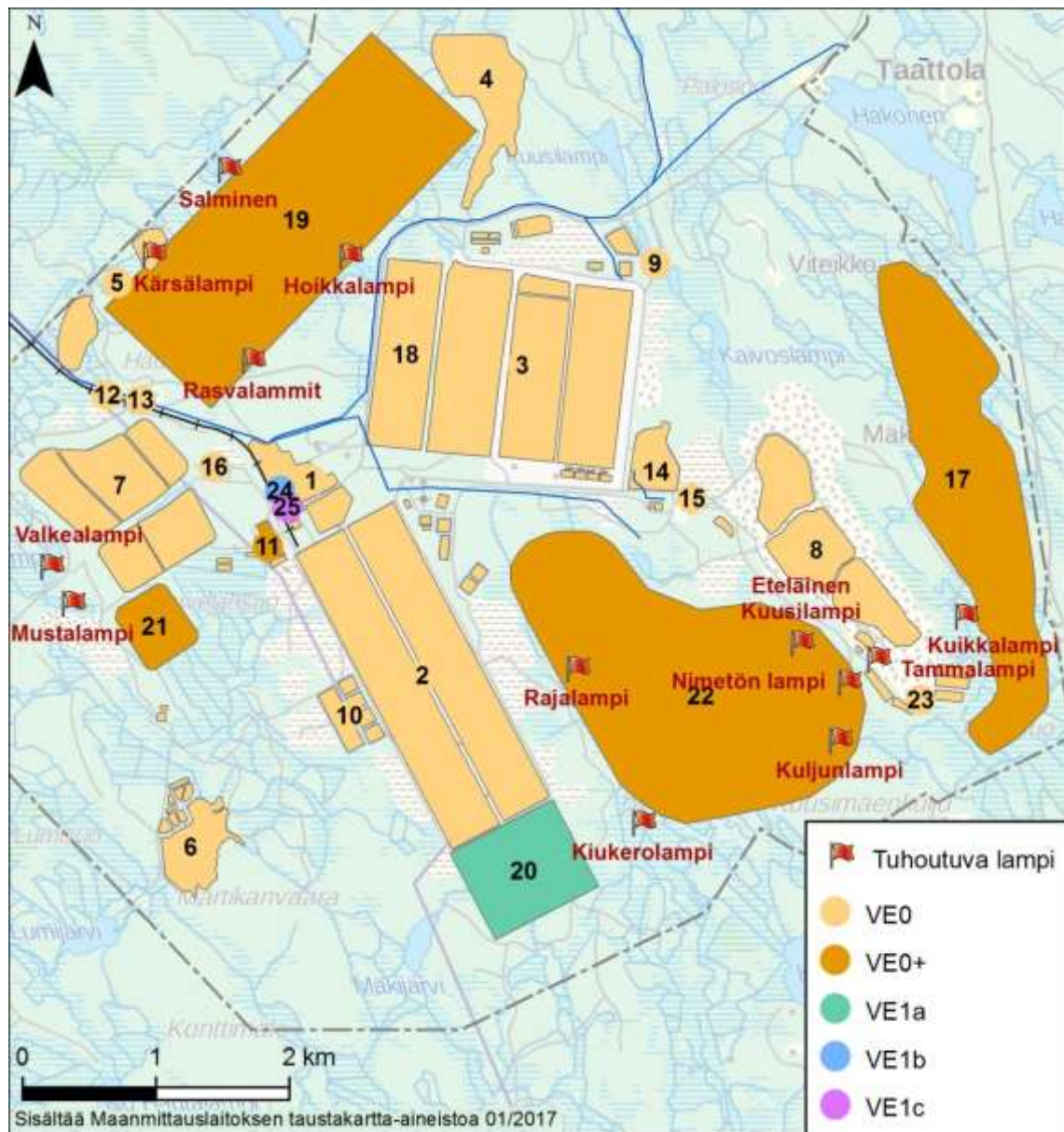
Raakavedenottoja alueella ei ole. Yksittäiset kiinteistöt voivat hyödyntää vesistövesiä kastelu- ja saunavetenä.

13.2 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Kaivoksen läheisyydessä, varsinaisten jätevesien purkureittien ulkopuolella oleviin vesistöihin voi aiheutua vesistövaikutuksia lähinnä kaivostoimintojen aiheuttamista ilmapäästöistä ja pölyämisestä. Raskaampi pöly laskeutuu lähemmäksi kaivosalutusta, mutta ilmapäästöjen vaikutukset voivat ulottua myös kauemmaksi ympäristöön sääolosuhteista riippuen. Myös teiden käyttö aiheuttaa pölyämistä. Päästöjä ilmaan on tarkasteltu kohdassa 9.1.3.

Ilmapäästöt voivat aiheuttaa esimerkiksi rikin, typen, metallien ja kiintoaineen laskeumaa sekä muutoksia vesistöjen happamuudessa. Tässä selvityksessä vaikutuksia arvioidaan lähialueen pienvesistöihin, lampiin ja järviin, vesistöjen tähänastisten tarkkailutulosten perusteella. Kaivoksen jätevesien purkureiteillä ilmapäästöjen vaikutusta ei voida erottaa jätevesien vaikutuksesta.

Kaivospiirin sisällä olevista lammista kuivatetaan useita alueiden laajentumisesta johtuen (Kuva 13-7). Sivukivialueen KL1 käyttöönotolla ja louhintamäärien kasvulla voi olla vaikutusta läheisen Munninlammen vesimäärään. Primääriliuotusalueen laajentuminen lähemmäksi Mäkijärveä vaikuttanee sen valuma-alueeseen ja vesimäärään.



- | | |
|--|---|
| 1 Tehdasalue | 13 Sähkölinja |
| 2 Primääriliuotusalue, lohkot 1-4 | 14 Varikkoalue |
| 3 Sekundääriliuotusalue, lohkot 1-3 | 15 Esimurskain |
| 4 Latosuon allas | 16 Keskusvedenpuhdistamo |
| 5 Pohjoinen jälkikäsittely-yksikkö | 17 Sivukiven läjitysalue, KL2 |
| 6 Eteläinen jälkikäsittely-yksikkö | 18 Sekundääriliuotusalue, lohko 4 |
| 7 Kipsisakka-altaat, lohkot 1-6 | 19 Sekundääriliuotusalueen laajennus, lohkot 5-8 |
| 8 Kuusilammen avolouhos | 20 Primääriliuotusalueen laajennus, lohkot 5 ja 6 |
| 9 Puhtaiden valumavesien käsittely-yksikkö | 21 Kipsisakka-altaat laajennus, lohkot 7 ja 8 |
| 10 Primääriliuoksen (PLS) keräysaltaat | 22 Sivukiven läjitysalue laajennus, KL1 |
| 11 Uraanilaitos | 23 Geotuubikentät |
| 12 Rautatie | 24 Pasutto ja rikkihappotehdas |
| | 25 Sulatto |

Kuva 13-7 Kaivoksen toiminnot eri hankevaihtoehdoissa sekä tuhoutuvat lammet

13.3 Vaikutukset vesistöihin

Tarkasteltuihin vesistöihin ei tule suoria vesipäästöjä kaivokselta, joten niiden vedenlaatuun voi vaikuttaa luonnonhuuhtouman ja alueen hajakuormituksen lisäksi lähinnä Terrafamen kaivoksen pölypäästöt. Pölyvaikutusten lisäksi maanrakennustöistä voi kohdistua lähimpiin puroihin väliaikaisia vaikutuksia, jotka voivat näkyä hetkellisenä kiintoainepitoisuuden nousuna.

Pölylaskeumatutkimusten perusteella rikki- ja metallilaskeuma on ollut suurinta kaivosalueen läheisyydessä, noin 2–4 kilometrin etäisyydellä kaivosalueen keskustasta, malminkäsittelyn ja kuljetusten seurauksena. Kyseiselle alueelle sijoittuu tarkastelluista pienvesistöistä Munninlampi. Munninlammen läheisyydessä ovat mm. esimurskain, varikkoalue ja Kuusilammen avolouhos. Munninlammen kaivostoimintojen vaikutukseen viittaavat mm. kohonneet sulfaatti- ja nikkelipitoisuudet. Mäkijärvi sijaitsee primääriliuotusalueen ja merkittävimmän pölyämisalueen eteläpuolella. Mäkijärvessä sulfaatti-, mangaani ja nikkelipitoisuudet ovat pysytelleet varsin alhaisina, eikä järvessä ole havaittavissa merkittävää kaivostoiminnan vaikutusta.

Ympäristön laskeumatarkkailupisteillä kaivostoiminnan vaikutukset ovat osittain olleet havaittavissa. Laskeumat ovat olleet kuitenkin suhteellisen pieniä, eikä ympäristön seurantapisteen metallilaskeumissa ole ollut havaittavissa merkittäviä kaivostoiminnan vaikutuksesta tapahtuneita muutoksia. Nikkelilaskeumien muutaman vuoden maksimiarvojen perusteella kaivoksen vaikutusalueen on arvioitu ulottuvan noin 6 km etäisyydelle kaivosalueen keskustasta (Kuva 9-11). Laskeuman leviämiseen vaikuttavat käytännössä tuulensuunnat ja sadannan määrä. (Ramboll Finland Oy 2017)

Hakonen ja Pikku-Hakonen sijaitsevat kaivosalueelta pohjois-koilliseen, noin viiden kilometrin etäisyydellä kaivosalueen keskustasta ja reilun kahden kilometrin etäisyydellä Kuusilammen avolouhoksesta. Laskeuma- ja leijumatutkimuksissa alueella on ollut havaittavissa lievää pölyämisen vaikutusta, mikä on voinut ajoittain vaikuttaa Hakosen ja Pikku-Hakosen hieman kohonneisiin sulfaattipitoisuuksiin. Vesistöjen läheisyydessä on myös tiestöä, joka aiheuttaa pölyämistä.

Iso-Savonjärvi sijaitsee kaivostoimintojen eteläpuolella, lähimmillään reilun kahden kilometrin etäisyydellä kaivostoiminnoista. Kyseiseltä alueelta ei tehdä laskeumamittauksia, mutta muun mittausaineiston perusteella alue ei näyttäisi olevan merkittävää laskeuma-aluetta. Järven sulfaatti- ja nikkelipitoisuudet ovat kasvaneet jossain määrin kaivostoiminnan aikana. Sulfaattipitoisuus on ollut suurimmillaan 10 mg/l, kun se Hakosessa on ollut 18 mg/l eli pitoisuudet ovat varsin alhaisia, Hakosessa luonnostaankin tasoa 10–12 mg/l. Korkeimmat liukoisen nikkelin pitoisuudet ovat olleet Iso-Savonjärvessä tasoa 19–24 µg/l. Nikkelin ympäristölaatu normin ylityksiä ei ole todettu. Kadmiumin ympäristölaatu normin ylitykset Iso-Savonjärvessä ja Hakosessa johtuvat paljolti alueen luontaisesti korkeammasta taustapitoisuudesta (Ramboll Finland Oy 2015b). Iso-Savonjärven happamuus on lievästi lisääntynyt. Iso-Savonjärven veden laatuun vaikuttaa myös valuma-alueelta tuleva hajakuormitus.

Kaivoksen lähialueen pienten vesistöjen kiintoainepitoisuudet ja sameusarvot ovat olleet pääosin melko pieniä, eikä niissä ole havaittavissa selviä viitteitä kaivostoiminnan vaikutuksesta.

Louhinnan käynnistyminen uudelleen vuonna 2016 on nähtävissä pölylaskeuman kasvuna tehdasalueella 2016, mutta ei muilla tarkkailupisteillä. Rikkilaskeuman kasvu vuonna 2016 kahdesta edellisvuodesta (Ramboll Finland Oy 2017) ei näy Iso-Savonjärven ja Hakosen sulfaattipitoisuuksissa (Kuva 13-5). Toiminnoista vapautuu kaasufaasissa mm. rikkivetyä ja muita rikkiyhdisteitä, jotka päätyvät osittain myös poistopiippujen kautta korkeammalle ilmaan ja kulkeutuvat kauemmaksi ennen kuin laskeutuvat sateen tai hiukkasten mukana maahan (Ramboll Finland Oy 2017).

Lähivesistöjen seurantaa jatketaan voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaan.

13.4 Vaihtoehtojen vertailu

Hankevaihtoehtoissa VE0+ ja VE1a-c louhinnan ja malminkäsittelyn kasvattaminen lisää mm. toiminnasta aiheutuvia pölypäästöjä sekä saattaa lisätä metallien talteenotosta aiheutuvia rikkivety- ja metallipäästöjä. Merkittävimmät pölykuormitukset syntyvät kivien kuljetuksista, joita on kaikissa vaihtoehtoissa sama määrä. Vaihtoehtojen VE1a-c pölypäästöt poikkeavat vain vähän vaihtoehdosta VE0+, joten niiden pölypäästöt on arvioitu samoiksi. Vaihtoehtoissa VE1b mukaan tulevan pasuton ja rikkihappotehtaan ja vaihtoehdossa VE1c mukaan lisättävän sulaton rakentaminen ja toiminta eivät aiheuta pölypäästöjä eivätkä pölyvaikutuksia. Uraanin talteenottolaitoksen rakentamisesta tai toiminnasta ei aiheudu pölypäästöjä eikä se lisää uraanilaskeumaa ympäristöön. Rikkihappotehtaan (vaihtoehdot VE1b ja VE1c) piipun korkeus määritetään siten, ettei toiminnasta aiheudu terveyshaittaa taikka merkittävää muuta ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa.

Kaivoksen sulkemisvaihtoehdossa (VE2) pölykuormitus vähenee selvästi nykytilanteeseen verrattuna. Lisää pölykuormitusta voi aiheutua sulkemisvaihtoehdossa kasojen ja altaiden peittämisestä, mutta toiminnan intensiteetti on todennäköisesti kaivostoiminnan aikaista intensiteettiä pienempi, jolloin pölypäästöt eivät nouse suuremmiksi kuin mitä ne nykytilanteessa ovat. Tässä oletetaan, että sulkemisen aikana noudatetaan vastaavia pölynrajoittamistoimenpiteitä kuin nykytilanteessa. Viimeisetkin osat ovat peitettynä noin 5-7 vuoden kuluttua lopettamispäätöksestä.

Voidaan arvioida, että tuotannon nosto suunnitelmien mukaisesti ei normaalitilanteessa heikennä puhdistustuloksia tai kasvata ilmapäästöjä. Myöskään vaihtoehdossa VE1a kasvavan louhinnan ja metallien talteenoton ei arvioida lisäävän pölyn lisäksi muita päästöjä ilmaan merkittävästi. Rikkilaskeuman mitatut arvot ovat nykyään lähialueella monin paikoin ylittäneet pitkäaikaisen tavoitearvon, joka on asetettu metsätalousmaille, ja tehdasalueelta tulevat rikkidioksidi-päästöt voivat osaltaan vahvistaa tätä kehitystä.

Missään YVA-vaihtoehdossa lähialueen lampiin ja järviin ei ole tulossa suoria vesipäästöjä. Osa kaivospiirin alueella olevista lammista jäävät tulevien toimintojen alle ja tuhoutuvat. Munninlampi tulee jäämään kaivostoimintojen ympäröimäksi, kun sen eteläpuolelle rakennetaan ja otetaan käyttöön sivukivialue KL1. Näin ollen siihen saattaa kohdistua niin määrällisiä kuin laadullisia vaikutuksia. Myös malmin- ja sivukiven louhintamäärän kasvu ja kuljetukset voivat jossain määrin lisätä pölyämistä. Pölyämisen seurauksena mm. sulfaatti- ja metallipitoisuudet, kuten mangaanin ja nikkelin pitoisuudet voivat kasvaa. Lammel-

la ei ole virkistyskäyttöarvoa, koska se sijaitsee kaivostoimintojen keskustassa. Primääriliuotusalueen laajennusosa tulee hieman nykyistä lähemmäksi Mäkijärveä, mikä voi heikentää sen veden laatua. Tähän mennessä kaivostoiminnan vaikutus järvestä on ollut vähäinen.

Tuleva sivukivien läjitysalue KL1 sijoittuu lähimmillään reilun kilometrin päähän Iso-Savonjärvestä ja primääriliuotusalueen laajennusosa noin kahden kilometrin päähän järvestä. Nämä sekä tuotannon kasvusta lisääntyvä pölyäminen voi vaikuttaa hieman myös Iso-Savonjärven veden laatuun riippuen lähinnä vallitsevista sää- ja tuuliolosuhteista. Aiempien havaintojen perusteella mm. sulfaatti-, mangaani- ja nikkelpitoisuudet voivat kasvaa.

Pistemäisten lähteiden päästöt mm. rikkiä sisältävät yhdisteet voivat osaltaan lisätä hieman vesistöjen sulfaattipitoisuuksia ja happamuutta myös laajemmalla alueella, mutta näiden vaikutusten havaitseminen on vaikeaa, ja vesipäästöjen purkureiteillä vaikutukset peittyvät vesipäästöjen vaikutuksen alle.

13.5 Epävarmuustekijät

Pölypäästöjen vaikutusta lähivesistöjen veden laatuun arvioitiin aiemman vedenlaatuaineiston ja pölylaskeumamittausten perusteella. Pölyn leviämisarvioinnissa pätee samat epävarmuustekijät, jotka on esitetty kohdassa 9.5.

Vesinäytteiden ottoon ja analysointiin liittyy epävarmuustekijöitä, jotka on pyritty minimoimaan noudattamalla tarkkailuohjelmaa ja tarkkailusta vastaavan laboratorion laatujärjestelmää. Arvio järvien ja lampien veden laadusta perustuu niukkaan vedenlaatuaineistoon harvasta näytteenottotiheydestä johtuen, mikä aiheuttaa epävarmuutta myös pölypäästöjen vesistövaikutusten arviointiin. Toisaalta vesistöjen veden laatuun vaikuttaa myös valuma-alueelta tuleva muu kuormitus.

13.6 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Vesistöihin kohdistuvat pölypäästöt vähenevät ilmapäästöjen vähentymisen myötä. Keskeisimmät toimenpiteet pölypäästöjen vähentämiseksi ovat pistemäisissä päästölähteissä pölynpoistoyksiköt sekä louhinnan räjäytyspölyn ja kaivosalueen sisäisistä kuljetuksista aiheutuvan pölyn hallinta. Vähentämällä pölypäästöjä voidaan vähentää myös pölyyn sitoutuneiden metallien päästöjä ja laskeumaa ympäristöön.

Kaivosalueella on tehty useita parannustoimenpiteitä, joilla on vähennetty ilmaan kohdistuvia haja- ja pistepäästöjä (luku 9.6). Pölyntorjuntaan kuuluvat mm. automaattiset kastelujärjestelmät. Pölyämistä vähennetään kastelemalla tai suolaamalla kuljetusreittejä. Kuljetusreittien kastelu kuivina ja tuulisina aikoina on ennalta arvioiden tehokkain tapa vähentää louhintaan, malminkuljetuksiin ja sivukivialueisiin liittyviä pölypäästöjä. Kuljetusreittien pölyäminen vähenee merkittävästi myös lumipeitteisenä aikana, joten pölypäästöjä voidaan rajoittaa myös töiden ajoituksella.

14 LUONTO, SUOJELUALUEET JA ELÄIMISTÖ

14.1 Nykytila

14.1.1 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.

Kaivospiirin alueella on jäljellä vain hyvin vähän luonnontilaista ympäristöä. Hankkeen suunnitelluilla tai aluevarauksina olevilla uusilla rakennettavilla alueilla tai niiden lähistöllä sijaitsee joitain luonnon kannalta huomioitavia kohteita. Muualla kaivospiirin alueella metsät ovat seudulle tyypillisesti metsätaloustyössä. 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.

Kaivospiirin alueella on erittäin uhanalaiseksi (EN) luokitellun rotkokehräjäkälän (*Lecanora epanora*) esiintymispaikka suunnitellun sivukivialueen KL2 keskiosissa. Esiintymä on inventoitu kesäkuussa 2017 (Tmi Luontotieto Carex 2017). Laji on luonnonsuojeluasetuksella erityisesti suojeltava laji, jonka esiintymispaikan hävittäminen tai heikentäminen on luonnonsuojelulain mukaan kiellettyä. Kielto tulee voimaan kun alueellinen ELY-keskus on päätöksellään määritellyt erityisesti suojeltavan lajin rajat ja antanut päätöksen tiedoksi alueen omistajille. YVA-selostusta tehdessä tätä rajausta ei ollut vielä tehty. Esiintymispaikan hävittäminen vaatii ELY-keskuksen myöntämän poikkeamisluvan. Rotkokehräjäkälä on hyvin vaativa kasvupaikan suhteen. Sillä on Suomessa vain noin 12 havaintopaikkaa (Kainuun ELY-keskus 2017). Lähimmät ympäristöhallinnon tällä hetkellä tiedossa olevista rotkokehräjäkälän esiintymispaikoista sijaitsevat yli 100 kilometrin päässä. Laji suosii metallipitoisia pystykallioita ja sopivaa varjostusta. Kaivospiirin alueelle sijoittuvat mustaliuskealueen kalliopaljastumat ovat lajille soveliaita elinympäristöjä.

Kaivoksen toiminnan vaikutuksia on seurattu bioindikaattoritutkimuksin (kappale 9.1.4). Ilman kautta leviävien päästöjen vaikutuksia on tarkkailtu kangasröuskun ja kekomuurahaisten metallipitoisuuksien tarkkailulla. Uraanilaitoksen YVA-menettelyä varten (Ramboll Finland Oy 2010) on vuonna 2010 tutkittu havunneulasten, sienten ja muurahaisten uraanipitoisuuksia.

14.1.2 Eläimistö

Kaivospiirin alueella on toiminnan aloittamisen jälkeen tarkkailtu luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeista liito-oravaa ja lepakoita. Luontodirektiivin liitteessä IV mainittu tiukasti suojeltujen eläinlajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen heikentämi-

nen ja hävittäminen on luonnonsuojelulain 49 §:n mukaan kiellettyä ja vaatii ELY-keskuksen myöntämän poikkeamisluvan. Liito-oravan osalta Kainuun ELY-keskus on 27.6.2006 antamassaan päätöksessään KAI-2006-L-76-254 myöntänyt luonnonsuojelulain 49 §:n 3 momentin mukaisen luvan poikkeamiseen tiettyille esiintymille.

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.). Vuoden 2013 tarkkailutulosten mukaan lajille potentiaalisia alueita on viidessä paikassa kaivospiirin alueella (Pöyry Finland Oy 2014a), joista kaksi sijoittuu lähelle suunniteltuja sekundääriliuotusalueen ja primääriliuotusalueen laajennuksia.

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 pihapiireistä Rahvaanmäellä ja Hakosen alueelta. Rahvaanmäeltä on tehty ääni- ja näköhavaintoja myös pohjanlepakon (*Eptesicus nilssonii*) esiintymisestä vuosien 2008 ja 2009 tarkkailujen yhteydessä (Pöyry Finland Oy 2014a).

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 Finland Oy 2014).

14.1.3 Suojelualueet

Kaivospiirin alueella ei ole Natura-verkostoon kuuluvia alueita tai luonnonsuojelualueita. Lähimpänä kaivospiiriä on Talvivaaran (FI1201010, SAC) Natura-alue noin 2,2 km etäisyydellä kaakon suunnalla. Korsunrinteen (FI1200621, SAC) Natura-alue sijaitsee noin 4,4 km kaivopiiristä kaakkoon, Losonvaaran Natura-alue (FI1201009, SAC) noin 3,4 kilometriä kaivopiiristä luoteeseen, Ketrinsaari ja Noronvaara (FI1200602, SAC) noin 5,3 kilometriä ja Isoaho (FI1202001, SAC) noin 7 kilometriä kaivopiiristä koilliseen (Kuva 14-1).

Muita kaivospiirin lähimpiä suojelualueita ovat Savonmäen yksityinen luonnonsuojelualue (YSA207793) noin 1 km etäisyydellä kaakkoon ja Hakosen itäranalla sijaitseva Pitkämäen rauhoitusalue (MRA230812) noin 600 metriä itään kaivospiirin rajasta. Pitkämäen rauhoitusalue on yksityisten maalla oleva suojelualue, joka on rauhoitettu määräaikaaisesti (Kuva 14-1).

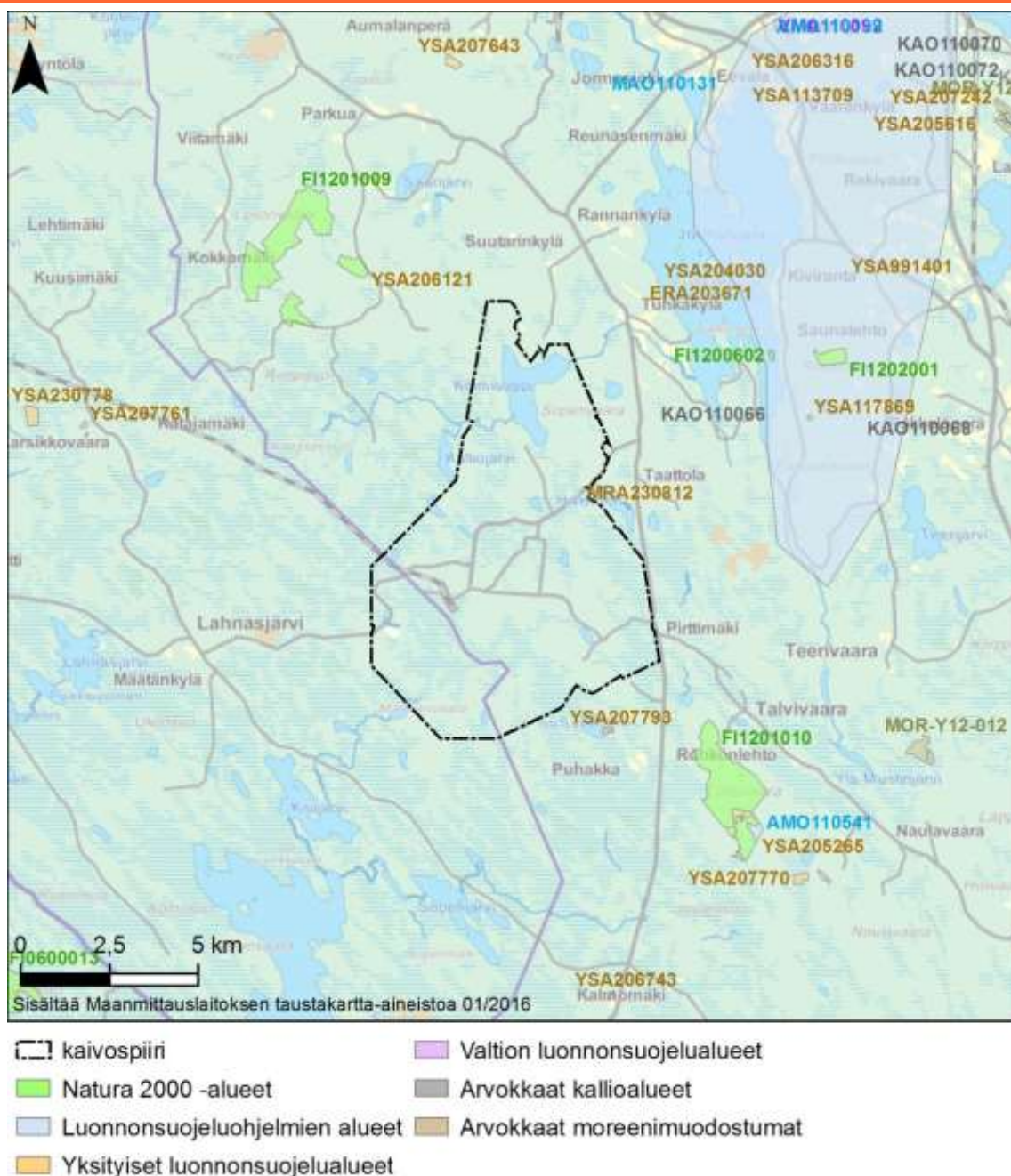
Talvivaaran Natura-alue on edustava vanhan metsän alue, jonka linnusto ja kääpäälajisto ovat monipuolisia. Talvivaara ei ole mukana valtakunnallisissa suo-

jeluohjelmissa. Korsunrinteen alue on ollut jo jonkin aikaa luonnontilassa. Raja-uksen 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 luonnon-suojelualue (YSA206121).

Jormasjärvessä sijaitsevan Ketrinsaaren kalkkikallioilla on uhanalaista ja luon-nonsuojeluasetuksen mukaisesti erittäin suojeltavaa sammal- ja jäkälälajistoa. Jormasjärven kaakkoispuolella sijaitsevan Noronvaaran lounaisrinteen varttu-neessa kuusikossa on reheviä lehtoja. Alue ei sisälly vahvistettuihin suojeluoh-jelmiin. Suojelu toteutetaan luonnonsuojelulain ja vesiluonnon osalta vesilain nojalla.

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



Kuva 14-1. Suojelualueet.

14.2 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Kaivospiiri ei laajene sillä tavoin, että tuotannon kasvusta ja uusista prosessiratkaisuista (pasutto, rikkihappolaitos) aiheutuisi sellaisia vaikutuksia, joiden vuoksi kasvillisuuteen, luontotyypeihin, eläimistöön ja luonnon monimuotoisuuteen kohdistuvan vaikutusarvion pohjaksi olisi tarpeen tehdä lisäselvityksiä. Vaikutusarvioinnin pohjana on käytetty hankealueelle tehtyjä 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; 2013).

Nykyisen 110 kV voimajohdon ja teollisuusrautatien osalta on laadittu luonto- ja ympäristöselvityksiä (LVT 2005c; 2006; 2007b).

Arviointi on laadittu asiantuntija-arviona huomioiden hankevaihtoehtojen ja niihin liittyvien rakenteiden myötä luonnonympäristössä tapahtuvat pysyvät muutokset. Lisäksi on pohdittu mahdollisia välillisiä vaikutuksia. Myös vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu. Lähimpien Natura-alueiden osalta on laadittu Natura-arvioinnin tarveselvitykset.

14.3 Vaikutukset luontoon, suojelualueisiin ja eläimistöön

14.3.1 Vaikutukset luontoon ja eläimistöön

Kaivospiirin alueella on jäljellä vain hyvin vähän luonnontilaista ympäristöä. Hankkeen suunnitelluilla tai aluevarauksina olevilla uusilla rakennettavilla alueilla tai niiden lähistöllä sijaitsee joitain luonnon kannalta huomioitavia kohteita.

Sivukivialue KL2:n rakentaminen suunnitellussa laajuudessa tuhoaisi rotkokehräjäkälän esiintymän, joka sijaitsee suunnitellun sivukivialueen keskiosassa Kellosärkän kalliolla. Vaikutukset koko Suomen rotkokehräjäkälän populaatioon olisivat suuret, koska tiedossa koko maassa on vain 12 havaintopaikkaa.

Esiintymän hävittäminen vaatii poikkeuslupan. Esiintymän rajauspäätöstä ei vielä YVA-selostusta kirjoittaessa ole tehty. Sivukivialue on suunniteltu rakennettavan viidessä vaiheessa ja rakentaminen on aloitettu sivukivialueen eteläisimmästä lohkoista 1 vuonna 2017. Sivukivialueen pohjois- ja eteläosien rakentaminen eivät todennäköisesti vaarantaisi rotkokehräjäkälän esiintymää.

Vuonna 2013 tehdyn liito-oravatarkkailun mukaan kaivospiirin alueella on lajille potentiaalisia elinympäristöjä sekundääriliuotusalueen laajennuksen lohkojen 5-8 lähistöllä (Rasvamäki), primääriliuotusalueen laajennuksen lohkojen 5 ja 6 lähistöllä (Mäkijärven koillisranta) sekä sivukiven läjitysalueen laajennuksen KL1 lähistöllä (Kuusimäen kulju). Lajia ei ole havaittu millään näistä paikoista vuoden 2013 tarkkailun aikana. Rasvamäen elinympäristö tulee todennäköisesti tuhoutumaan primääriliuotusalueen laajennuksen johdosta. Muut esiintymät säilyvät. Terraframella on Kainuun ELY-keskuksen antama poikkeuslupa liito-oravan lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittämiseen ja heikentämiseen tietyin ehdoin. Lupa koskee Latomäen esiintymiä sekä Kolmisoppi järven pohjoisosassa olevaa esiintymää.

Tehtyjen lepakkotarkkailujen perusteella lepakkohavaintoja ei ole tehty millään suunnitellulla aluevarauksen alueella. Lepakoita on havaittu Rahvaanmäen ja Hakosen alueilla. Kummallekaan alueelle ei kohdistu uutta rakentamista. Alueella esiintyvät lepakot ovat todennäköisesti tottuneet kaivoksen aiheuttamaan häiriöön, joten hankkeen vaikutukset alueen lepakkopopulaatioon arvioidaan vähäisiksi.

Pasuton ja rikkihappotehtaan (VE1b) sekä sulaton (VE1c) rakentaminen ja toiminta ei aiheuta pölypäästöjä eikä pölyvaikutuksia. Uraanin talteenottolaitoksen rakentamisesta tai toiminnasta ei aiheudu pölypäästöjä eikä se lisää uraanilaskeumaa ympäristöön.

Rikkihappotehtaan päästöt (VE1b ja VE1c) eivät aiheuta merkittävää pitoisuuskasvua ympäristössä kaivosalueen ulkopuolella. Kasvillisuuden ja ekosysteemiin suojelemiseksi määritetty kriittinen pitkäaikainen SO₂-taso on 20 µg/m³. Rikikidioksidi- ja happosumupäästöt ovat luonteeltaan happamoittavia päästöjä. Päästömäärien kasvu voi lisätä rikkilaskeumaa lähialueella. Happamoituminen vaurioittaa pitkällä aikavälillä kasvillisuutta ja siten mm. hidastaa puuston kasvua. Rikkilaskeuman lisääntyminen aiheuttaa mm. jäkälien vähenemistä.

14.3.2 Vaikutukset suojelualueisiin

Tässä YVA-selostuksessa on laadittu hankealueen lähiympäristössä sijaitsevien Natura 2000 –alueverkoston kohteiden osalta ns. Natura-arvioinnin tarveselvitykset. Mikäli Natura-arvioinnin tarveselvityksessä päädytään johtopäätökseen, että hankkeesta voisi aiheutua heikentäviä vaikutuksia Natura-alueen suojeluperusteina oleville luontoarvoille, on laadittava varsinainen luonnonsuojelulain 65 §:n mukainen Natura-arviointi. Siinä arvioidaan tarkasti hankkeen suorat ja välilliset vaikutukset ja niiden merkittävyys Natura-alueen suojeluperusteina oleviin luontotyyppisiin sekä lintudirektiivin liitteen I lajeihin. Lisäksi Natura-arvioinnissa arvioidaan yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa sekä pohditaan vaikutusten lieventämismahdollisuuksia.

14.3.2.1 Natura-arvioinnin tarveselvitykset

Talvivaaran Natura-alue (FI1201010, SAC, 284 ha) on merkittävä luontaisesti kehittyneiden metsien ja puustoisten soiden muodostama kokonaisuus. Talvivaaran kääpälajisto on runsas ja metsien rakenne suuressa osassa aluetta tyyppinen vanhalle luonnonmetsälle. Alueen suojeluperusteena on Ympäristöministeriön tekemän täydennysehdotuksen (Ympäristöministeriö 2016) mukaan 10 luontodirektiivin mukaista luontotyyppiä: boreaaliset luonnonmetsät (169 ha), boreaaliset lehdot (25,3 ha), puustoiset suot (30,9 ha), hakamaat ja kaskilaitumet (9 ha), vaihettumissuot ja rantasuot (3,9 ha), letot (0,6 ha), pikkujoet ja purot (0,9 ha), humuspitoiset järvet ja lammot (0,4 ha), metsäluhdut (0,1 ha) sekä lähteet ja lähdesuot (0,2 ha). Lisäksi suojeluperusteena on liito-orava.

Natura-alue sijaitsee noin 2,2 km etäisyydellä kaivospiiristä kaakkoon. Lähin kaivostoimintoihin liittyvä alue on suunniteltu sivukiven läjitysalue KL2. Pölymalinnuksen mukaan mitkään raja-arvot eivät ylitä Natura-alueella. Myöskään melun ohjearvot (45 dB) eivät ylitä Natura-alueella.

Losonvaara (FI1201009, SAC, 370,8 ha) on merkittävä puustoisten soiden ja luontaisesti kehittyneiden metsien muodostama kokonaisuus. Alueella on tehty harsintahakkuuta 1930-luvulla, mutta puusto on uusiutunut luontaisesti. Lehtipuiden osuus pystypuustosta on erittäin suuri. Lumituhot ovat vuosittain suuret, ja kuolevien tai kuolleiden pystypuiden osuus kuusikoissa on suuri. Alueen linnusto on poikkeuksellisen runsas ja lisäksi alueella on tehty jatkuvasti karhu-, ahma- sekä ilveshavaintoja. Aluetta käytetään ajoittain puolustusvoimien toimintaan ja lisäksi suojelualueen läheisyydessä tapahtuvan puolustusvoimien toiminnan vaikutukset voivat ulottua suojelualueelle. Alueen suojeluperusteena on Ympäristöministeriön tekemän täydennysehdotuksen (Ympäristöministeriö 2016) mukaan kuusi luontodirektiivin mukaista luontotyyppiä: boreaaliset luonnonmetsät (229 ha), boreaaliset lehdot (14 ha), puustoiset suot (45 ha), pikku-

joet ja purot (0,32 ha), lähteet ja lähdesuot (0,03 ha) ja letot (0,01 ha). Lisäksi suojeluperusteena ovat ahma ja liito-orava.

Natura-alue sijaitsee noin 3,4 km kaivospiiristä luoteeseen. Lähin kaivostoimintoihin liittyvä alue on suunniteltu sekundääri liuotusalueen laajennus lohkot 5-8. Pölymallinnuksen mukaan mitkään raja-arvot eivät ylitä Natura-alueella.

Korsunrinne (FI1200621, SAC, 51 ha) muodostaa erillisen, lähes luonnontilaisen vanhojen metsien saarekkeen hakattujen ja käsiteltyjen metsien keskelle. Vanhan metsän alue on lähinnä etelään viettävää tuoreen kankaan vaaran rinne-metsää. Alueen etelä- ja länsiosissa on korpea tai korpimaista metsää, paljon lehtipuita, rahkasammalta ja saniaisia. Alueen suojeluperusteena on Ympäristöministeriön tekemän täydennysehdotuksen (Ympäristöministeriö 2016) mukaan kolme luontodirektiivin mukaista luontotyyppiä: boreaaliset luonnonmetsät (38 ha), puustoiset suot (6 ha) ja pikkujoet ja purot (0,1 ha). Natura-alue sijaitsee noin 4,4 km etäisyydellä kaivospiiristä kaakkoon. Natura-alue sijaitsee niin etäällä kaivostoiminnoista, ettei siihen katsota kohdistuvan vaikutuksia hankkeesta.

Ketrinsaaren ja Noronvaaran (FI1200602, SAC, 5 ha) Natura-alue sijaitsee Jormasjärven ja sen kaakkoispuolella. Ketrinsaaren kalkkikallioilla on uhanalaista ja luonnonsuojeluasetuksen mukaisesti erityisesti suojeltavia sammal- ja jäkälälajeja. Noronvaaran lounaisrinteen rehevässä varttuneessa kuusikossa on saniais-, metsä-kurjenpolvi-käenkaali-oravanmarja- ja metsäkurjenpolvi-käenkaali-lillukka-tyypin lehtoja. Alueen suojeluperusteena on Ympäristöministeriön tekemän täydennysehdotuksen (Ympäristöministeriö 2016) mukaan kolme luontodirektiivin mukaista luontotyyppiä: boreaaliset lehdot (1,39 ha), kasvi- peitteiset kalkkikalliot (0,5 ha) ja lähteet ja lähdesuot (0,02 ha). Natura-alue sijaitsee noin 5,3 km etäisyydellä kaivospiiristä koilliseen. Natura-alue sijaitsee niin etäällä kaivostoiminnoista, ettei siihen katsota kohdistuvan vaikutuksia hankkeesta.

Isoahon tila (FI1202001, SAC, 31 ha) sijaitsee Vuokatin vaarajakson keskivaiheilla Ansavaaran luoteis-pohjoisrinteessä. Isoahon tila muodostaa harvinaislaatuksen kokonaisuuden, jossa ovat vielä nähtävissä perinteiseen maatalouden kuuluvat eri maankäyttömuodot pelloista lepikkoniittyihin ja muihin luonnonniittyihin, hakamaihin ja metsälaitumiin. Tilalla on viimeksi harjoitettu maataloutta 1960-luvun alussa. Alueen suojeluperusteena on Ympäristöministeriön tekemän täydennysehdotuksen (Ympäristöministeriö 2016) mukaan viisi luontodirektiivin mukaista luontotyyppiä: hakamaat ja kaskilaitumet (16,7 ha), boreaaliset lehdot (2,6 ha), puustoiset suot (1,1 ha), lähteet ja lähdesuot (0,1 ha) ja runsaslajiset kuivat ja tuoreet niityt (0,1 ha). Natura-alue sijaitsee noin 7 km etäisyydellä kaivospiiristä koilliseen. Natura-alue sijaitsee niin etäällä kaivostoiminnoista, ettei siihen katsota kohdistuvan vaikutuksia hankkeesta.

Hankkeen mistään vaihtoehdosta ei aiheudu heikentäviä vaikutuksia millekään Natura-alueelle, joten varsinaisen Natura-arviointien laatiminen ei ole tarpeen.

14.3.2.2 Vaikutukset muille suojelualueille

Kaivospiirin lähimmät suojelualueet ovat Savonmäen yksityinen luonnonsuojelualue (YSA207793) noin 1 km etäisyydellä kaakkoon ja Hakosen itärannalla si-

jaitseva Pitkämäen rauhoitusalue (MRA230812) noin 600 metriä itään kaivospiirin rajasta. Muita suojelualueita ovat Korsunrinne yksityinen suojelualue (YSA205265), noin 4,4, km kaakkoon ja Losonvaaran yksityinen luonnonsuojelualue (YSA206121) 3,4 km luoteeseen.

Pölymallinnuksen mukaan haitalliset pölypitoisuudet eivät ylitä Savonmäen yksityisellä luonnonsuojelualueella. Teiden kastelun seurauksena haitalliset pölypitoisuudet eivät ylitä myöskään Pitkämäen rauhoitusalueella (VE0+ TK).

Melumallinnuksen mukaan (10.3.1) melutaso voi läheisillä luonnonsuojelualueilla joissain tapauksissa nousta yli 45 dB:n ohjearvon päivällä sekä yli 40 dB yöllä (Kuva 10-3). Suurin melun lisääntyminen kohdistuu Pitkämäen (MRA230812) määräaikaiseen rauhoitusalueeseen sekä yksityiseen Savonmäen luonnonsuojelualueeseen (YSA207793). Suojelualueiden yhtenä perusteena on mm. liito-orava. Laji ei kuitenkaan ole tutkimusten mukaan meluherkkä, sillä esimerkiksi Espoossa tehtyjen radiolähetinseurantojen perusteella liito-oravat eivät häiriinny mm. melusta, liikenteestä, rakennuksista tai ihmisistä (Virtanen ym. 2014, Lammi ym. 2016). Yleisesti laji tuntuu sopeutuvan meluun ja häiriöön hyvin, päätellen siitä että sen kanta on runsastunut monissa kaupungeissa ympäri Suomen (Lammi ym. 2016).

Muut suojelualueet sijaitsevat niin etäällä, ettei niihin kohdistu vaikutuksia hankkeesta.

14.4 Vaihtoehtojen vertailu

Toiminnan laajentumisen vaikutukset kasvillisuuteen ja eläimistöön johtuvat rakennettavista alueista ja niiden elinympäristöjä hävittävästä tai heikentävästä vaikutuksesta. Vaikutukset ovat siltä osin samansuuruisia kaikissa vaihtoehtoisissa.

Vaihtoehtoisissa VE1b ja VE1c rakennettavasta rikkihappotehtaasta aiheutuu normaalitoiminnan aikana rikkidioksidi- ja happosumupäästöjä. Päästömäärien kasvu voi lisätä rikkilaskeumaa lähialueella ja sitä kautta happamoitumista. Rikkipäästöjen ei kuitenkaan ole arvioitu heikentävän ilmanlaatua kaivosalueen ympäristössä.

Uraanin talteenottolaitoksen toiminnan käynnistäminen ei muuta nykytilannetta eliöstön ja kasvillisuuden kannalta niin merkittävästi, että olisi odotettavaa, että eliöiden uraanipitoisuus voisi toiminnasta johtuen kasvaa.

Vaikutukset luontoon ovat vähäisimmät vaihtoehtoisissa VE2, jolloin ei rakenneta uusia alueita, pöly-, metalli- ja hajupäästöt loppuvat, eikä rikkipäästöjä lisäävää rikkihappotehdasta tai hiilidioksidipäästöä kasvattavaa sulattoa tule.

14.5 Epävarmuudet

Luontovaikutusten arvioinnin apuna on käytetty muiden aihealueiden laatimia mallinnuksia ja vaikutusarviointeja. Epävarmuudet liittyvät näiden tulosten paikansäilyvyyteen.

14.6 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Pölypäästöjen leviämisen vähentäminen pölyntorjuntakeinoilla lieventää vaikutuksia kaivospiirin itäpuolella sijaitsevalle suojelualueelle.

15 IHMISTEN ELINOLOT JA VIIHTYVYYS SEKÄ ALUEEN VIRKISTYSKÄYTTÖ

15.1 Nykytila

Kaivopiirin läheisyydessä oleva ihmistoiminta on vähäistä. Lähimmät vakituiset asunnot ja loma-asunnot sijaitsevat noin kahden kilometrin etäisyydellä louhoksesta. Kaivosta lähimpänä oleva kylä (Tuhkakylä) sijaitsee seitsemän kilometrin etäisyydellä louhoksesta. Kaivoksen läheisyydessä sijaitsevaa asutusta ja maankäyttöä on käsitelty luvussa 6 ja asukaskyselyn avulla kerättyä tietoa kaivoksen lähialueen käytöstä on käsitelty luvussa 15.3 asukaskyselyn tulosten yhteydessä.

15.1.1 Asuminen ja väestö

Kaivoksen lähialueella ei sijaitse ns. herkkiä kohteita, kuten päiväkoteja, kouluja, vanhainkoteja tai sairaaloita.

Sotkamon asukasluvun kehitys on ollut varsin vakaata. Alla on esitetty taulukko Sotkamon asukasluvun kehityksestä vuosina 2007–2016 (Taulukko 15-1). Sotkamossa työttömyysaste on tarkasteluvuosina vaihdellut suhdanteiden ja paikallisten olosuhteiden mukaan. Työttömyyden määrän muutoksiin Sotkamossa on vaikuttanut osin myös nykyisen Terraframen kaivoksen työntekijämäärien muutokset. Koko Kainuun maakunnassa asui vuoden 2016 lopussa 74 803 henkilöä. Vuoden 2016 kesäkuun lopussa työttömien työnhakijoiden osuus työvoimasta oli 15,9 prosenttia ja työttömiä työnhakijoita oli 5 365. (TEM 2016)

Taulukko 15-1. Väkiluvun ja työttömyysasteen kehitys Sotkamossa 2007 - 2016. (Lähde: Tilastokeskus 2017, TEM 2016)

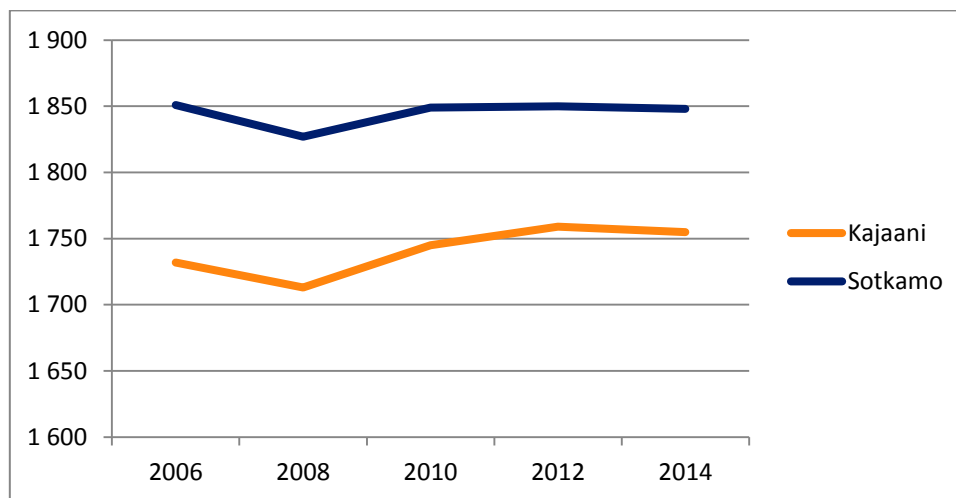
Sotkamo	2007	2009	2011	2013	2015	2016
Väkiluku	10 716	10 703	10 697	10 659	10 523	10 471
Työttömyys %	11,2	11,4	10,2	12,3	13,3	-

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 15-2) on esitetty ikärakenteen nopea muutos Sotkamossa viime vuosien aikana. Lyhyen aikavälin tarkastelusta huomataan, että eläkkeellä olevan väestöosan suhteellinen osuus on kasvanut. Pelkästään kuntakohtaisesti Sotkamossa saattaa tulla työvoimapula joidenkin toimialojen työpaikkoja täytettäessä.

Taulukko 15-2. Sotkamon ikärakenteen kehitys 2011–2015. (Lähde: Tilastokeskus 2017)

Sotkamon ikärakenne	2011	2013	2015	2016
0–14-vuotiaat, % väestöstä	15,7	16,1	15,7	15,9
15–64-vuotiaat, % väestöstä	63,5	61,8	60,6	59,7
65 vuotta täytäneet, % väestöstä	20,8	22,2	23,7	24,4

Kuvassa (Kuva 15-1) on esitetty kesämökkien määrän kehitys Kajaanissa ja Sotkamossa 2006–2014. Kesämökillä tarkoitetaan kiinteästi sijaintipaikalleen rakennettua vapaa-ajan asuinrakennusta tai asuinrakennusta, jota käytetään loma- tai vapaa-ajan asuntona. Viime vuosien aikana Kajaanissa ja Sotkamossa sijaitsevien kesämökkien määrässä ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia.



Kuva 15-1. Kesämökkien määrän kehitys Kajaanissa ja Sotkamossa. (Lähde: Tilastokeskus / Kainuun liitto 2015)

15.1.2 Työllisyys

Taulukkoon (Taulukko 15-3) on koottu työllisten määrä, työpaikkojen määrä ja työpaikkojen omavaraisuus kuntakohtaisesti vuosina 2001 ja 2011. Taulukon luvut osoittavat, että Sotkamossa on työpaikkaomavaraisuus kehittynyt merkittävästi kymmenen vuoden tarkastelujaksolla. Sotkamon työpaikkaomavaraisuuden kehittymiseen ovat vaikuttaneet erityisesti teollisten ja kaivosalan työpaikkojen lisääntyminen sekä palvelu- ja matkailualan kehitys. Kajaanin työpaikkaomavaraisuuden kasvu ja omavaraisuusasteen oleminen yli 100 prosentin tason kertoo Kajaanin asemasta maakunnan keskuskaupunkina, jolloin kaupungissa kulkee työvoimaa lähikunnista.

Taulukko 15-3. Työlliset, työpaikat ja työpaikkaomavaraisuus (Lähde: Tilastokeskus 2017).

	Työlliset	Työpaikat	Työpaikka- omavaraisuus 2011	Työpaikka- omavaraisuus 2001	Muutos % 2001– 2011
Sotkamo	4 274	4 153	97,2	91,0	6,2
Kajaani	15 385	16 133	104,9	101,4	3,5

Taulukossa (Taulukko 15-4) on esitelty työpaikkojen jakautuminen toimialoittain. Taulukko osoittaa, että Sotkamossa alkutuotanto on merkittävä työllistäjä. Kaivostoiminta ja louhinta luokitellaan alkutuotantoon kuuluvaksi. Myös yrittäjien määrä on väkilukuun suhteutettuna suuri esimerkiksi Kajaaniin verrattuna.

Taulukko 15-4 Työpaikat toimialojen mukaan 2014. (Lähde: Tilastokeskus 2017 ja Kainuun liitto 2015)

	Alkutuotanto %	Jalostus %	Palvelut %	Yrittäjien luku- määrä
Sotkamo	9,5	25,1	64,0	613
Kajaani	2,2	15,1	81,8	1 199

Terafamen kaivoksen ja metallien jalostustoiminnan suorat eli välittömät vaikutukset aluetalouteen syntyvät, kun Terafamen hankinnat ja investoinnit käytön aikana lisäävät kokonaistuotosta. Suoria vaikutuksia ovat myös toiminnan työllistävä vaikutus, työntekijöille maksetut palkat, viennin vaikutus sekä esimerkiksi syntyvä arvonlisäys. (Ramboll Finland Oy 2016b)

Kaivoksen toiminta aikaansaa veroluonteisia vaikutuksia, jotka muodostuvat kiinteistö-, yhteisö-, kunnallis-, arvonlisä-, tuote- ja tuotantoveroista. Kulutuksen kerrannaisvaikutuksien seurauksena syntyviä verotuloja on noin kaksi miljoonaa. Tuotannon kerrannaisvaikutuksena syntyy verotuloja noin kolme miljoonaa euroa. Suoraan paikallistaloudessa näkyvät maksetut kunnallis- ja kiinteistöverot. Muut verot kohdistuvat valtiontalouteen. (Ramboll Finland Oy 2016b)

15.1.3 Kainuun kehitysnäkymät

Kainuun nykytilassa sekä tulevaisuuden ennusteissa maakunnan vahvuuksia ovat luonto, tila ja erilaiset fyysiset resurssit, hyvä infrastruktuuri sekä toimiva koulutusketju. Erityispiirteisiin kuuluvat maaseutumaisuus, metsäisyys, väljä asutus, luonnonvarapohjainen tuotantorakenne sekä iäkäs väestö. (TEM 2016)

Kainuun kriittisimmät haasteet ovat muuttoliikkeestä johtuva väestön väheneminen, väestön ikääntyminen, osaavan työvoiman saatavuus, työvoiman kysyn-

nän ja tarjonnan kohtaaminen sekä kainuulaisten hyvinvointi. Investoijien vähyys, liikenneyhteyksien heikentyminen, supistuvat paikallismarkkinat ja yritystoiminnan jatkajien vähyys koetaan haasteiksi. (TEM 2016)

Kaivostoimialalla Terrafame Oy aliurakoitsijoinen on merkittävä työllistäjä. Kaivoksella työskentelee noin 950 Terrafame Oy:n ja aliurakoitsijoiden työntekijää. (TEM 2016)

Työmarkkinoille tulevien ikäluokkien koko Kainuussa on ollut kymmenen vuoden ajan pienempi kuin eläkeiän saavuttaneiden. Mikäli työikäisten määrä vähenee ennusteiden mukaisesti, kasvaa työssäkäyvien huoltotaakka ja huoltosuhte heikkenee entisestään. Tulevaisuudessa haasteeksi voi muodostua vastaaminen ennakoituun ammatti- tai toimialakohtaiseen työvoimapulaan. Työvoiman niukkuutta ennakoidaan tulevan korkeaa osaamista vaativissa tai paljon työvoimaa vaativissa tehtävissä. (TEM 2016)

Kainuun aluetaloudessa kyky sietää äkillisiä ja rakenteellisia muutoksia on varsin heikko. Toisaalta kohtuullisen pienenä maakuntana Kainuu kykenee kuitenkin nopeisiin korjausliikkeisiin. Kainuun elinkeinoelämän kärjet ovat matkailu ja palvelut, teknologiateollisuus, biotalous ja kestävä kaivannaistoiminta. (TEM 2016)

Väestönkehityksen ja työvoiman saatavuuden suhteen ikärakenteen muutos sekä aktiiviyöiässä olevien muuttoliike luo haasteita alueelliselle kehitykselle.

15.1.4 Virkistyskäyttö

Kaivoksen välittömässä läheisyydessä ei ole ulkoilun palveluita. Jormasjärven rannalla sijaitsee uimarantoja ja nuotiopaikkoja. Jormasjärveltä Nuasjärveen kulkee Jormasjokea pitkin melontareitti. Myös Kivijärvellä sijaitsee uimaranta, laavu ja patikkapolku (Ramboll Finland Oy 2012, Kainuun ulkoilukartta 2017).

Kaivosaluetta ympäröivissä metsissä marjastetaan, sienestetään, retkeillään ja metsästetään. (Ramboll Finland Oy 2012). Asukaskyselyn tulosten mukaan kaivoksen lähialueella tapahtuvalla retkeilyllä, marjastuksella, sienestyksellä, kalastuksella ja metsänhoidolla on suuri merkitys kyselyyn vastanneille hankkeen lähialueella asuville tai loma-asunnon omistaville vastaajille. Vastaajat ilmoittivat käyttävänsä aluetta monipuolisesti virkistyskäyttöön. Virkistyskäyttö painottuu keväästä syksyyn.

Kaivoksen ympäristö kuuluu Kainuun riistanhoitopiiriin sekä Kajaanin ja Sotkamon riistanhoitoyhdistysten alueeseen. Tuhkakylän Erän ja Parkuan Erämiehet ry:n riistanhoito- ja jahtimaat ovat kaivoksen läheisyydessä. Lahnasjärvellä on aktiivisesti toimiva metsästysseura. Kainuulaisilla on kotikuntansa valtion mailla vapaa metsästysoikeus. Metsäkanalinnut ovat suosittu pyyntikohde. Riistalajeista esimerkiksi mäyrän, supikoiran ja rusakon esiintymisalueiden pohjoisraja kulkee läpi Kainuun. Lähimmät valtion metsät ovat Lahnasjärven alueella, jossa sijaitsee pienriistan ja hirvieläinten metsästysalueet. (Retkikartta 2017; Ramboll Finland Oy 2012).

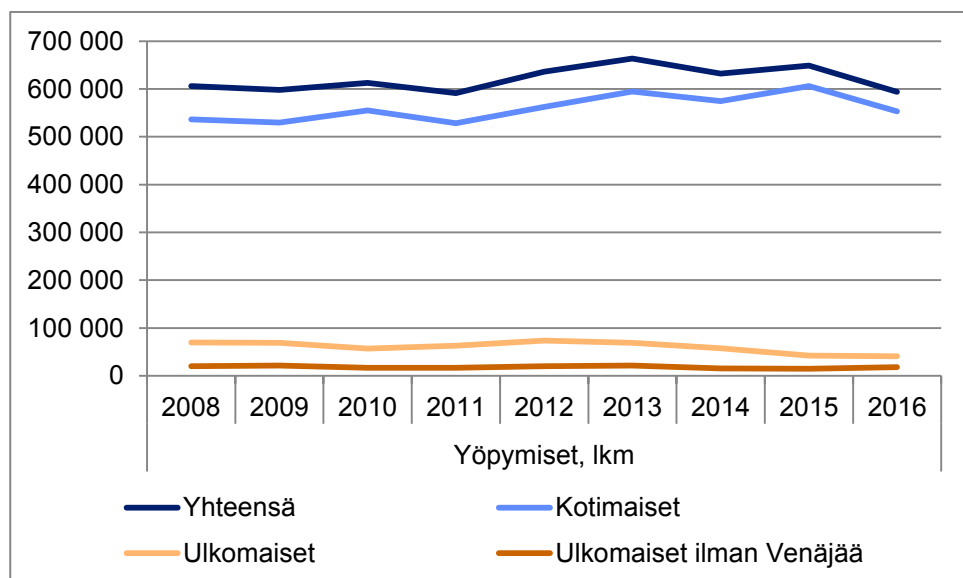
Kaivoksen ympäristössä on lukuisia vesistöjä, joita käytetään virkistyskalastukseen. Jormasjoki ja Tuhkajoki ovat suosittuja koskikalastuskohteita. Koskilta saadaan saaliiksi kirjolohia, harjuksia ja taimenia. (Ramboll Finland Oy 2012)

Alueen virkistyskäyttöä on lisäksi kuvattu asukaskyselyllä kerätyn aineiston avulla. Asukaskyselyn tulokset on esitetty kappaleessa 15.3.

15.1.5 Matkailu

Kaivoksen välittömässä läheisyydessä ei ole matkailun palveluita. Lähimmät matkailukäytössä olevat vuokramökit sijaitsevat Jormasjärven rannalla (Ramboll Finland Oy 2012). Sotkamo, käytännössä Vuokatin matkailukeskus, on jo usean vuoden ajan ollut Suomen suurin matkailukeskus rekisteröidyillä yöpymisillä mitattuna. 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 ohjelmalvelutoimintoja, 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. (Vuokatti 2016, Vuokatti Safaris 2016, Kainuun ulkoilukartta 2017)

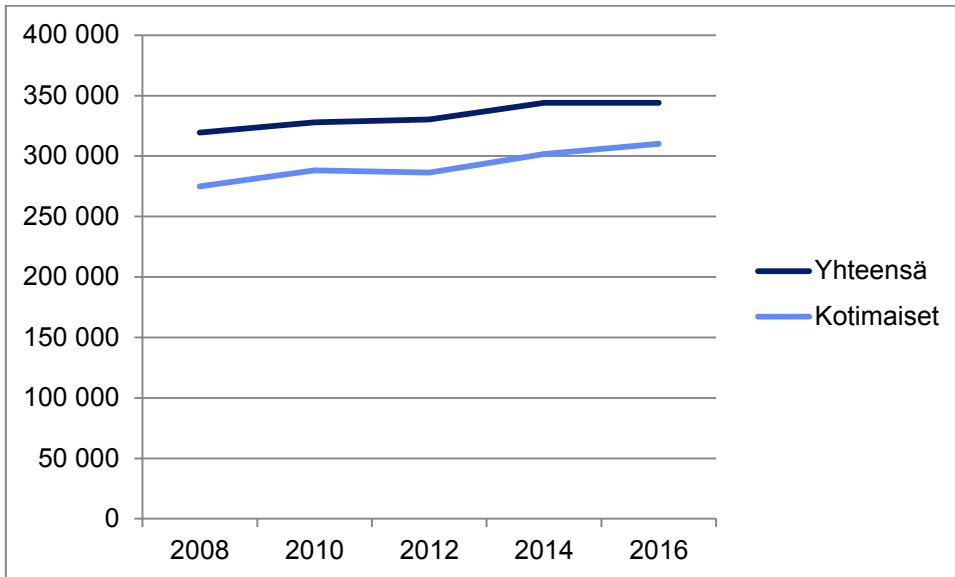
Monesta muusta haja-asustusalueella sijaitsevasta matkailukeskuksesta poiketen Vuokatti kerää matkailuyöpymisiä varsin tasaisesti ympäri vuoden. Kuvassa (Kuva 15-2) on esitetty Sotkamon rekisteröityjen yöpymisvuorokausien määrän kehitystä vuodesta 2008 vuoteen 2016.



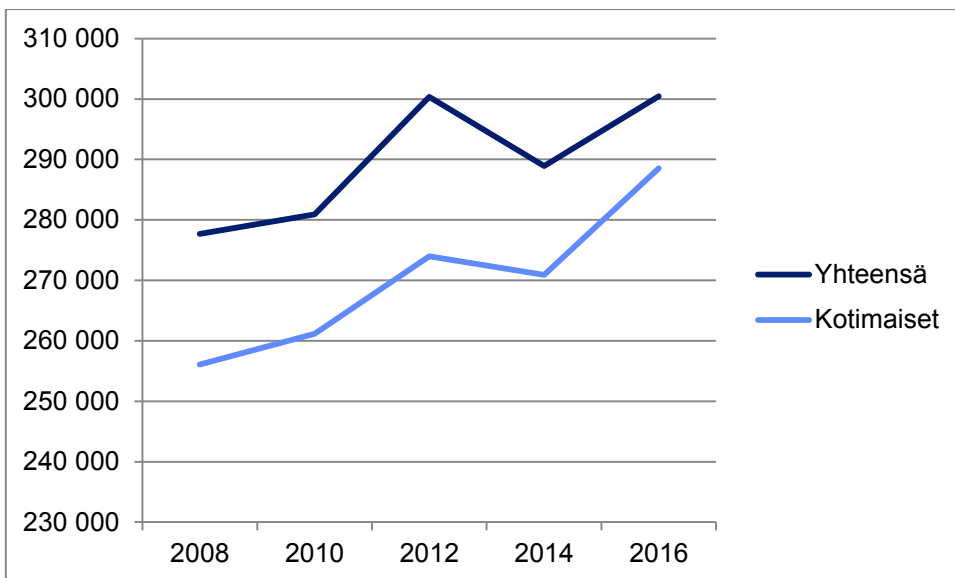
Kuva 15-2. Rekisteröidyt yöpymisvuorokaudet Sotkamossa 2008 - 2016. (Lähde: Tilastokeskus 2017 / majoitustilasto)

Vaikka Vuokatin sijaintia Sotkamon kunnassa ei piilotella, on matkailubrändi Vuokatti kuntanimeä Sotkamo vahvempi matkailijoiden ja vierailijoiden mieliku-

vissa. Vastaavia isäntäkuntaansa vahvempia brändinimiä ovat esimerkiksi Levi, Ruka ja Ylläs. Alla olevissa kuvissa (Kuva 15-3) ja (Kuva 15-4) on eritelty Sotkamon yöpymisvuorokausien kehitystä erikseen talvikuukausina ja kesäkuukausina.



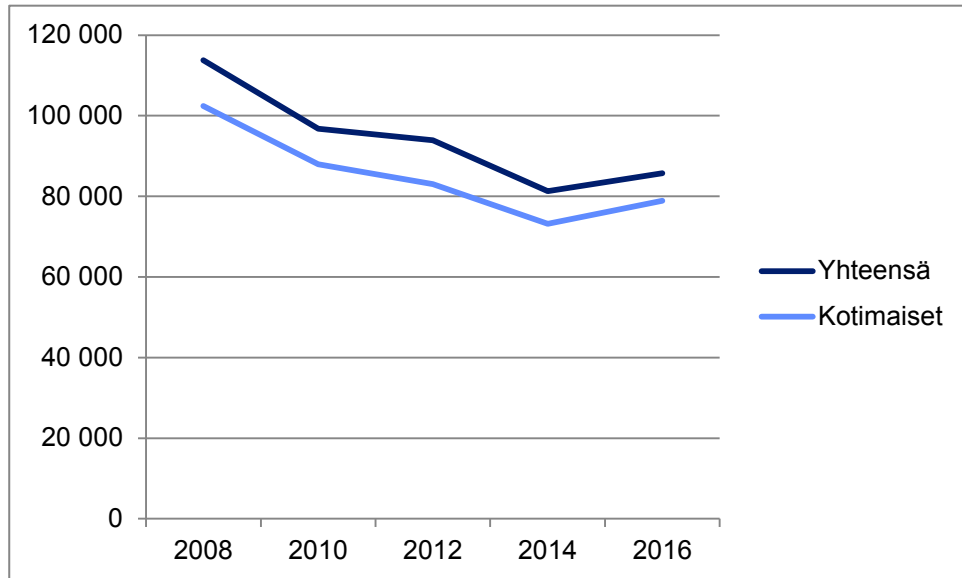
Kuva 15-3. Rekisteröidyt yöpymisvuorokaudet Sotkamossa talvikuukausina (marraskuu-huhtikuu). (Lähde: Tilastokeskus 2017 / majoitustilasto)



Kuva 15-4. Rekisteröidyt yöpymisvuorokaudet Sotkamossa kesäkuukausina (toukokuu-lokakuu). Lähde: (Tilastokeskus 2017 / majoitustilasto)

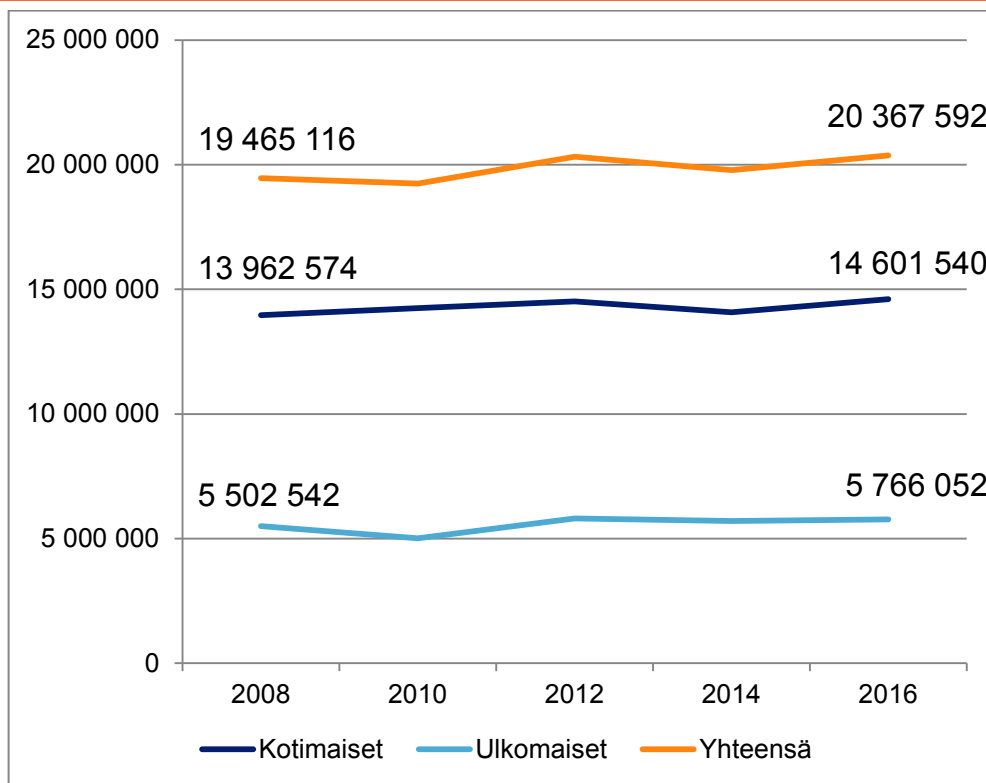
Kuvassa (Kuva 15-5) on esitetty Kajaanin rekisteröityjen yöpymisvuorokausien kehitys 2008–2016. Kajaanissa suurin osa rekisteröidyistä yöpymisistä tapahtuu hotelleissa. Tosin majoitusvaraamoiden kautta varatut majoitusvuorokaudet mökkeihin kirjautuvat rekisteröityihin yöpymisiin. Kajaanin matkailuyöpymiset

on otettu osaksi tätä selostusta sen vuoksi, että Nuasjärven ranta-alueita on sekä Kajaanin kaupungin että Sotkamon kunnan puolella. Matkailu ja virkistyskäyttö ovat toimintoja, joissa käyttäjä ei miellä tarkkoja kuntarajoja tai muita hallinnollisia rajoja.



Kuva 15-5. Kajaanin rekisteröityjen yöpymisten kehitys 2008 - 2016. (Lähde: Tilastokeskus 2017 / majoitustilasto)

Yöpymisvuorokausikehityksen vertailtavuuden vuoksi kuvassa (Kuva 15-6) on esitetty rekisteröityjen matkailuyöpymisten kehitys Suomessa ajanjaksolla 2008–2016. Ulkomaisten yöpymisten kasvu vuodesta 2008 vuoteen 2016 oli 4,78 prosenttia. Kotimaisten yöpymisten kasvu koko Suomessa oli samana ajanjaksona 4,57 prosenttia.



Kuva 15-6. Yöpymisvuorokausien kehitys Suomessa 2008-2016. (Lähde: Tilastokeskus 2017 /majoitustilasto)

15.2 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

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*. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi yhdistää terveysvaikutusten arvioinnin (TVA) ja sosiaalisten vaikutusten arvioinnin (SVA) (Terveystietokeskus ja hyvinvoinnin laitos 2015, Sosiaali- ja terveysministeriö 1999).

Osana ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointia on arvioitu myös hankkeen vaikutuksia virkistyskäyttömahdollisuuksiin. Näiden lisäksi on arvioitu koettuja vaikutuksia eli miten ihmiset kokevat edellä mainitut vaikutukset. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi tuottaa arvokasta tietoa eri sidosryhmien tarpeista arviointiprosessin aikana sekä hankkeen myöhemmissä vaiheissa ja toimii tiedon jakamisen kanavana.

Arvioinnissa yhdistyy kokemuspärasein, eli subjektiivisen tiedon analyysi ja asiantuntija-arvio. Vaikutusten arviointi on laadittu asiantuntija-arviona, jossa on hyödynnetty muiden vaikutusten arviointiosioiden tuloksia. Arvioinnin merkittävimpinä tausta-aineistoina on ollut asukaskyselyllä kerätty aineisto. Kyselyn avulla on kartoitettu kaivoksen lähialueen asukkaiden suhtautumista eri hankkeisiin, alueen nykyistä käyttöä sekä kaivoksen toimintaan mahdollisesti liittyviä omakohtaisia huolenaiheita. Kyselyaineiston analyysissä on hyödynnetty

tilastollisen aineiston analyysimenetelmiä, kuten ristiintaulukointia, sekä tuloksia täsmentäviä laadullisen aineiston analyysimenetelmiä.

Arvioinnissa on hyödynnetty kirjallisuutta, kartta-aineistoja, arviointiohjelmasta annettuja mielipiteitä sekä mediassa esitettyyn hankkeen kannalta oleelliseen hanketta koskevaan tietoa ja keskustelua. Arvioinnin tausta-aineistona on käytetty hankealuetta kuvaavia tietoja, kuten esimerkiksi asutuksen, loma-asutuksen, virkistysalueiden ja muiden ihmistoiminnan alueiden sijoittumista.

Arvioinnissa on kartoitettu lähialueen niin sanotut herkäät kohteet. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa on tunnistettu ne alueet, väestöryhmät tai virkistyskäyttömuodot, joihin vaikutukset erityisesti kohdistuvat. Arvioinnin avulla on etsitty myös keinoja mahdollisten haittavaikutusten poistamiseen tai lieventämiseen.

Vaikutusmekanismeina on tunnistettu muun muassa ilmapäästövaikutuksista ja melusta aiheutuvat muutokset ihmisten elinpiirissä, elinoloissa, terveydessä sekä päivittäisessä toiminnassa. Lisäksi ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia saattaa aiheutua tärinästä, lisääntyvästä liikenteestä, maisemavaikutuksista sekä vaikutuksesta kaivospiiriä ympäröivään luontoon. Tämä YVA-menettely koskee lähinnä kaivoksen muita vaikutuksia, vesistövaikutuksia on tarkasteltu erillisessä vesienhallinnan YVA-menettelyssä.

Hankkeen elinkeinovaikutusten arvioinnin yhteydessä on selvitetty millaista elinkeinotoimintaa hankkeen vaikutusalueelle sijoittuu ja millainen elinkeinorakenne hankkeen sijaintikunnassa on. Elinkeinoihin ja työllisyyteen kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu asiantuntija-arvioina hyödyntäen mm. Ramboll Finland Oy:n syksyllä 2016 laatimaa aluetalousselvitystä. Hankkeen vaikutuksia vaikutusalueen muuhun elinkeinotoimintaan on arvioitu olemassa olevan tiedon ja muiden vaikutusten arviointiosioiden tulosten perusteella. Arvioinnissa on kuvattu hankkeen myötä alueella syntyviä työtehtäviä. Edellä mainitun asukaskyselyn yhteydessä vastaajilta on kysytty myös vaikutusalueen elinkeinotoiminnasta.

15.3 Asukaskysely

Osana ympäristövaikutusten arviointia toteutettiin asukaskysely, joka suunnattiin kaivoksen lähialueiden vakituksille ja vapaa-ajan asukkaille. Kyselyn tavoitteena oli tiedottaa lähiasukkaita hankkeesta sekä kerätä asukkaiden näkemyksiä ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin tueksi. Asukaskysely toteutettiin postikyselynä touko- kesäkuussa 2017. Kysely lähetettiin vakituksille asukkaille ja loma-asukkaille 15 kilometrin säteellä kaivoksesta. Vastausprosentiksi muodostui 40, jota voidaan pitää aiempiin vastaaviin kyselytutkimuksiin verrattuna hyvänä. Osoitetietojen luovutuskiellon vuoksi mahdollisesti kaikkia kotitalouksia ei kyselyllä tavoitettu.

Kyselyyn vastanneet olivat pääosin yli 50-vuotiaita. Ainoastaan kuuden vastaajan taloudessa joku on kaivoksen tai sen alihankkijan palveluksessa. Vakituksista asukkaista 85 % asui Sotkamon kunnan alueella ja loma-asukkaista valtaosa asui vakituksesti joko Kajaanissa tai Sotkamossa. Merkittävä osa vastaajista on asunut tai omistanut loma-asunnon alueella jo pitkään. Lähes kaksi kolmesta vastaajasta on asunut tai omistanut loma-asunnon alueella yli 20 vuotta. Vastaajien asuin- tai lomapaikka sijoittui pääosin melko etäälle kaivoksesta. Sekto-

reittain tarkasteltuna vastaajien asunnot ja loma-asunnot sijoittuivat Sotkamon taajaman suuntaan.

Tärkeimmiksi alueen käyttötavoiksi arvioitiin marjastus ja/tai sienestys, retkeily ja kalastus. Asukaskyselyssä esitetyt käyttötavat olivat tärkeitä valtaosalle vastaajia. Avovastauksissa korostui vastaajien monipuoliset tavat käyttää aluetta. Vastauksissa mainittiin kotitarvekeräily (marjastus, sienestys), metsästys ja kalastus, elinkeinotoiminta (maa- ja metsätalous), mökkeily sekä luonnossa liikuminen. Osa vastaajista käyttää loma-asuntoja ympärivuotisesti ja osa ainoastaan kesäisin. Aluetta käytetään myös elinkeinotoimintaan, kuten maa- ja metsätalouteen sekä loma-asuntojen vuokraukseen. Useilla vastaajilla ovat asuneet tai omistaneet loma-asunnon alueella pitkään ja niitä käytetään useamman sukupolven toimesta.

Vastaajien suhtautuminen Terrafamen kaivoksen nykyiseen toimintaan kokonaisuutena vaihteli. Erittäin myönteisesti tai jokseenkin myönteisesti toimintaan suhtautui noin joka kolmas (32 %) vastaaja. Erittäin kielteisesti tai jokseenkin kielteisesti suhtautui joka toinen vastaaja. Kielteisimmän toimintaan suhtautuivat 5–10 kilometrin etäisyydellä ja koillisuuntaan (sektori A) kaivoksesta asuvat tai loma-asunnon omistavat vastaajat. Suhtautumiseen vaikuttaa esimerkiksi elinpiiriin kohdistuvien vaikutusten voimakkuus. Merkittävä osa kaivostoiminnan vesistövaikutuksista on kohdistunut sektorin A suuntaan ja vaikutukset ovat kokonaisuudessaan olleet lievemmiä etäämpänä kaivoksesta.

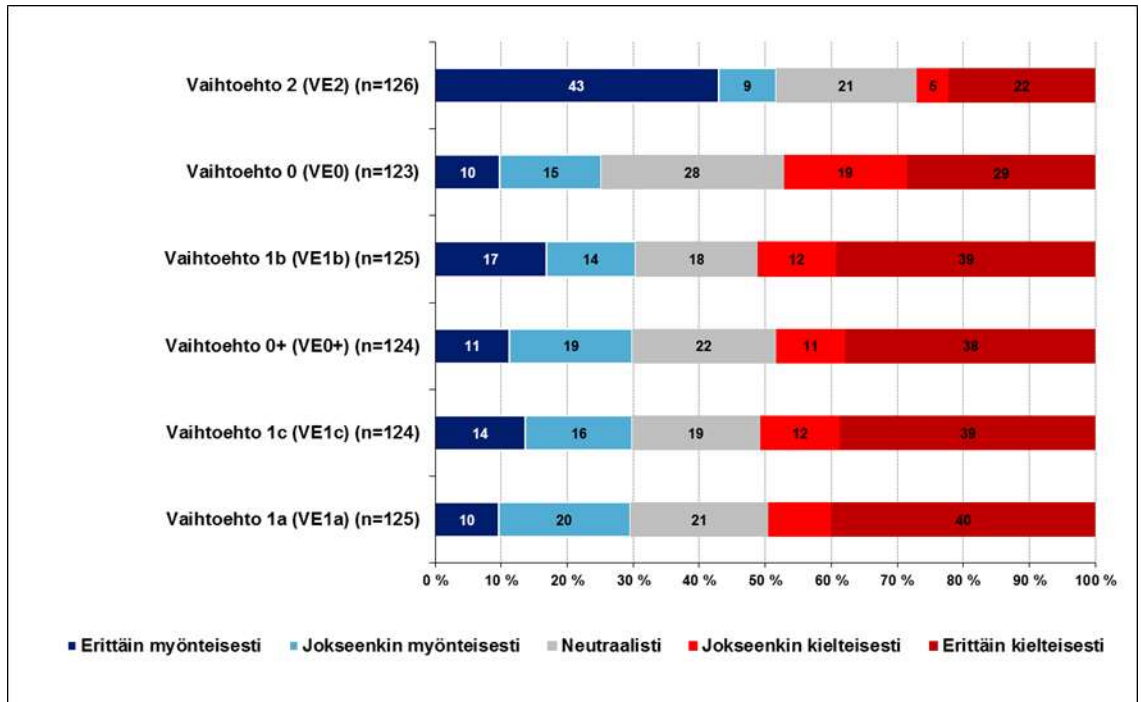
Olemassa olevan kaivoksen myönteisimmiksi vaikutuksiksi arvioitiin alueen työllisyyteen ja talouteen kohdistuneet vaikutukset. Useiden vaikutuskohteiden osalta olemassa olevan kaivoksen vaikutusten arvioitiin olleen merkittävilta osin kielteisiä. Kielteisimmiksi arvioitiin vesistöihin ja vedenlaatuun, lähialueen virkistyskäyttöön sekä maisemaan ja kulttuuriympäristöön kohdistuneet vaikutukset. Avoimissa vastauksissa mainittiin erityisesti kielteiset vaikutukset kiinteistöjen arvoon.

Kaivostoiminnan jatkamisen ja kehittämisen ennakoidut vaikutukset arvioitiin hyvin samankaltaisiksi kuin olemassa olevan kaivoksen vaikutukset. Myönteisimmiksi arvioitiin alueen työllisyyteen ja talouteen sekä palveluiden saatavuuteen kohdistuvat vaikutukset. Kielteisiä vaikutuksia arvioitiin kohdistuvan etenkin vesistöihin ja vedenlaatuun, lähialueen virkistyskäyttöön sekä luonnonympäristöön. Lisäksi useiden muiden arvioitavien vaikutusten kohdalla yli puolet vastaajista arvioi vaikutusten olevan jokseenkin kielteisiä tai erittäin kielteisiä. Tällaisia olivat vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön, asumisviihtyvyyteen, hajuun, meluun, pölyyn, liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen sekä tärinävaikutukset.

Kyselyn tuloksissa nousi esille lähialueen asukkaiden huoli kaivoksen vaikutuksista. Vastaajista 36 prosenttia ilmoitti, ettei koe erityistä huolta liittyen kaivostoiminnan jatkamiseen ja kehittämiseen ja 64 prosenttia ilmoitti kokevansa huolta. Merkittävin syy huolen kokemiseen oli mahdolliset ympäristöhaitat ja etenkin vesistövaikutukset, sekä niiden vaikutukset elinympäristöön, virkistyskäyttöön ja kiinteistöjen arvoon.

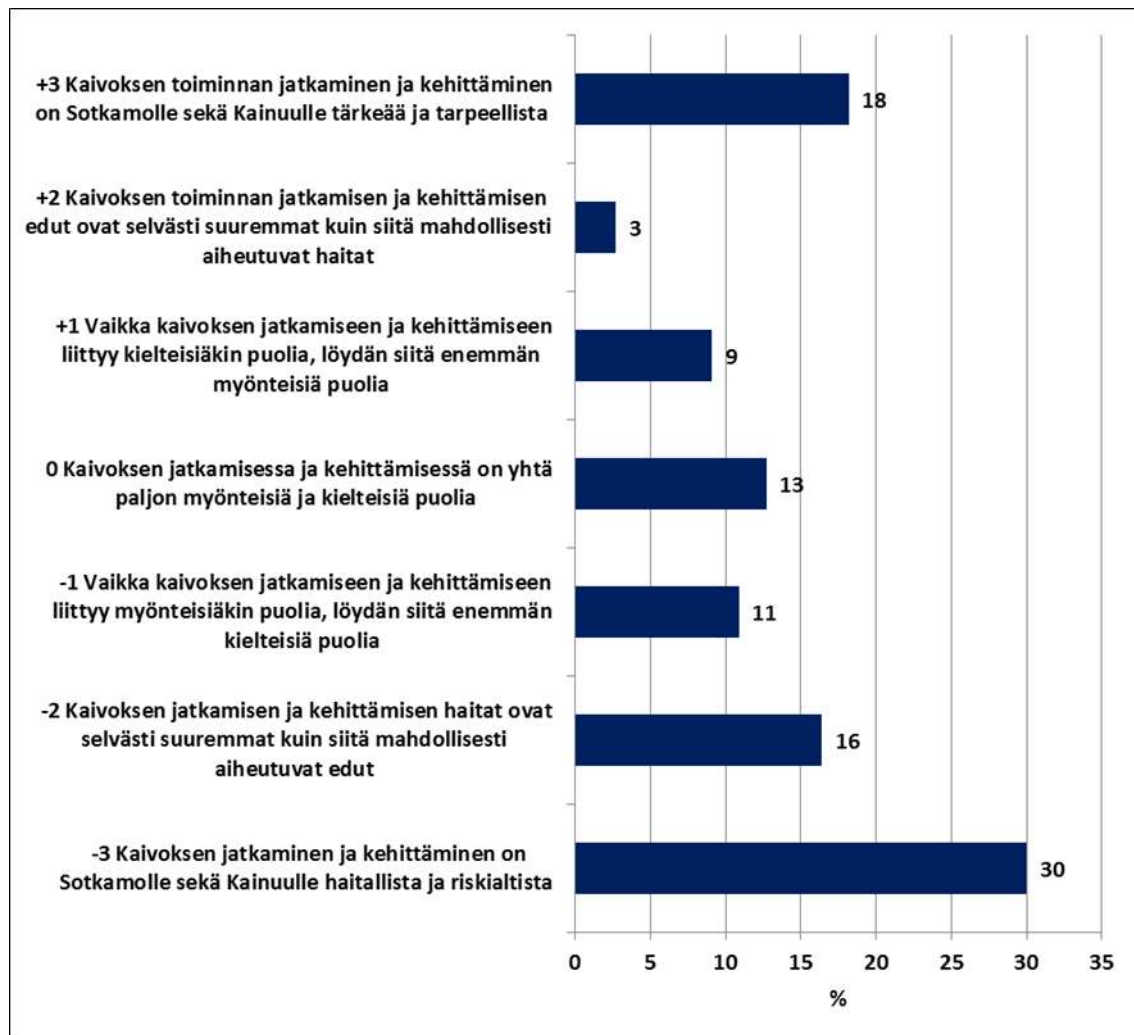
Suhtautuminen eri hankevaihtoehtoihin vaihteli kaivoksen sulkemisen (VE2) ja muiden vaihtoehtojen välillä (Kuva 15-7). Keskimäärin myönteisimmän suhtauduttiin vaihtoehtoon VE2, jossa kaivostoiminta päätetään lopettaa ja kaivos

suljetaan hallitusti vaiheittain. Yli puolet vastaajista (52 %) suhtautui vaihtoehtoon VE2 jokseenkin myönteisesti tai erittäin myönteisesti. Kaivoksen sulkemiseen suhtautui jokseenkin kielteisesti tai erittäin kielteisesti 28 prosenttia vastaajista. Suhtautuminen muihin vaihtoehtoihin oli melko samankaltaista. Kaivostoiminnan jatkamiseen nykyisellään (VE0) suhtauduttiin hieman myönteisemmin kuin kaivostoiminnan jatkamisen ja kehittämisen vaihtoehtoihin (VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c).



Kuva 15-7. Suhtautuminen Terrafamen kaivoksen hankevaihtoehtoihin. Vaihtoehdot on järjestetty suhtautumisen mukaan myönteisimmistä kielteisimpään (n=123–126).

Vastaajien **kokonaisnäkemystä kaivostoiminnan jatkamisesta ja kehittämisestä** (VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c) selvitettiin kysymyksellä, jossa vastaajilla oli mahdollisuus valita heidän mielestään sopivin väittämä koskien kaivoksen toiminnan etuja ja haittoja (Kuva 15-8). Noin 57 prosenttia vastaajista arvioi jatkamisella ja kehittämisellä olevan enemmän kielteisiä kuin myönteisiä puolia. Noin 30 prosenttia vastaajista arvioi myönteisiä puolia olevan enemmän kuin kielteisiä. Noin joka kolmas vastaaja (30 %) arvioi kaivoksen jatkamisen ja kehittämisen olevan Sotkamolle sekä Kainuulle haitallista ja riskialtista. Vastausten perusteluissa verrattiin kaivostoiminnan ympäristövaikutuksia ja toisaalta elinkeino- ja talousvaikutuksia. Jatkamiseen ja kehittämiseen kielteisesti suhtautuneet vastaajat perustelivat näkemystään kielteisillä ympäristövaikutuksilla. Toiminnan jatkamista ja kehittämistä toivovat perustelivat näkemyksiään positiivisilla elinkeino- ja talousvaikutuksilla.



Kuva 15-8. Kokonaisnäkemys Terrafamen kaivostoiminnan jatkamisesta ja kehittämisestä (VE0+, VE1a, VE1b, VE1c) (n=110).

Kaivoksen hallitun sulkemisen vaikutukset (VE2) arvioitiin pääosin myönteisiksi tai neutraaleiksi. Myönteisimmiksi arvioitiin luonnonympäristöön, lähialueen virkistyskäyttöön sekä asumisviihtyvyyteen kohdistuvat vaikutukset. Useimpien vaikutuskohteiden kohdalla yli puolet vastaajista arvioi vaikutusten olevan joko myönteisiä tai erittäin myönteisiä. Kielteisiksi arvioitiin etenkin alueen työllisyyteen ja talouteen kohdistuvat vaikutukset.

Lieventämiskeinoina esitettiin muun muassa laadukkaiden vesienpuhdistusmenetelmien käyttöönottoa, suljettua vesikiertoa, sekä turvallisuutta lisäävien kevyenliikenteenväylien rakentamista. Nykyisiä liikenneyhteyksiä pidettiin riittämättöminä. Myös melu- ja pölyvaikutuksia toivottiin minimoitavan. Tieto hankkeesta oli saavuttanut lähes kaikki vastaajat ennen kyselyä. Tämän perusteella hankkeesta tiedottaminen on onnistunut vähintäänkin kohtuullisesti. Mieluisimpia keinoja kaivoksen tiedottamisen ja osallistumismahdollisuuksien kehittämiseksi olivat kotiin säännöllisesti lähetettävät tiedotteet, tiedote paikallislehdessä säännöllisin väliajoin sekä tutustumiskäynnit hankealueelle.

Asukaskyselyn tuloksia on kuvattu yksityiskohtaisemmin liitteessä 7.

15.4 Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen sekä alueen virkistyskäyttöön

15.4.1 Elinolot ja viihtyvyys, virkistyskäyttö

VE0+

Vaihtoehdossa VE0+ ihmisiin kohdistuvat vaikutukset aiheutuvat pääosin lisääntyvästä liikenteestä, sekä melu- ja pölyvaikutuksista. Vaikutukset kohdistuvat etenkin kaivospiirin itäpuolelle sekä kuljetusreittien varrelle. Ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia arvioitaessa vaikutuksen voimakkuus on riippuvainen etäisyydestä kaivosalueeseen tai päästölähteisiin. Vaikutusten voimakkuus onkin usein alhaisempi kaivoksen läheisyydessä kuin etäämmällä kaivoksesta. Asukaskyselyssä vaihtoehtoon VE0+ suhtauduttiin hieman kielteisemmin kuin vaihtoehtoon VE0. Vaihtoehtoon VE0+ suhtautui kielteisesti tai jokseenkin kielteisesti 49 prosenttia vastanneista. Myönteisesti tai jokseenkin myönteisesti suhtautui 30 prosenttia vastanneista. Asukaskyselyn perusteella merkittävä osa lähialueen vakituista asukkaista on kokenut jo olemassa olevan kaivoksen aiheuttaneen kielteisiä vaikutuksia elinympäristöönsä sekä lähialueen virkistyskäyttöön.

Hankevaihtoehtoissa VE0+ sekä raskaan liikenteen että henkilöliikenteen määrä kasvaa nykyisestä uraanin talteenoton myötä. Muutos nykytilanteeseen nähdään on kuitenkin pieni. Vaikutukset kohdistuvat etenkin teiden 870 ja 8 740 varrella sijaitseviin asutuskeskittymiin. Niissä lisääntyvä liikenne (erityisesti raskas liikenne) aiheuttaa ennen muuta meluhaittaa, joka kuitenkin painottuu päiväaikaan. Lisääntyvän liikenteen ei arvioida aiheuttavan ympäristöluvan mukaisten raja-arvon ylityksiä päivä- tai yöaikaan.

Laadittujen melumallinnusten perusteella merkittävin melun lisäysvaikutus voi kohdistua etenkin Hakosenjärven loma-asuinkohteisiin (7 kpl). Lisäksi Kalliojärven lähimpään loma-asuinrakennukseen voi kohdistua ympäristöluvan raja-arvon ylittävää melua. Lisääntyvä melu saattaa aiheuttaa elinolojen ja viihtyvyyden heikentymistä Hakosenjärven ja Kalliojärven rannoilla olevissa kohteissa. Lisääntyvä melu todennäköisesti heikentää myös kaivospiirin lähialueiden virkistyskäyttöarvoa. Meluvaikutukset saattavat ulottua myös hankealueen eteläpuolella sijaitsevalle Iso Savonjärven läheisyydessä sijaitsevalle metsästyksmaalle sekä Puhakan alueelle.

PM₁₀ hiukkasille on määritetty vuodessa keskimääräisen päiväpitoisuuden 50 µg/m³ ylittävälle päiville enimmäismäärä 35 vrk vuodessa. Vaihtoehdolle VE0+ tehdyn arvioinnin perusteella ylityspäivien määrä nousee yli enimmäisrajan kaivospiirin itäpuolella alueella kohtalaisen laajalla alueella ilman teiden kastelua (Kuva 9-14). Ylitysalueen sisäpuolella, kuten Hakosen ja Taattolan alueella on jonkin verran vakituista asutusta ja loma-asutusta. Ilman teiden kastelua pölyäminen todennäköisesti heikentää jonkin verran asumisviihtyvyyttä etenkin kaivospiirin itäpuolella. Mallinnustulosten perusteella toimivalla kastelulla pölyäminen saadaan estettyä, eikä raja-arvot ylity kaivospiirin ulkopuolella.

Pölyn leviämislaskennassa suurimmat pölykuormitukset aiheutuvat kuljetuksista. Kuljetusten pölykuormitusta on mahdollista vähentää merkittävästi kuljetusreittien kastelulla. Kuljetusreittien pölyäminen vähenee merkittävästi myös lumi-

peitteisenä aikana, joten pölypäästöjä voidaan rajoittaa myös töiden ajoituksella.

Ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen saattaa vaikuttaa myös toiminnan laajentumisen myötä hajun leviäminen. Hajuvaikutuksia voi esiintyä, mutta ne ovat kuitenkin suhteellisen vähäisiä.

Asuinviihtyvyyteen vaikuttavat maisemavaikutukset jäävät vähäisiksi. Korkeuserojen ja ympäristön peitteisyyden vuoksi näkymiä uusiin rakenteisiin (esim. sivukivialueet, sekundääriliuotuslohkot) avautuu vain rajatuille alueille, esimerkiksi järvien rannoille. Vaikutukset kohdistuvat pieneen osaan lähialueen asukkaita.

Louhintamäärän ja liikenteen kasvaessa sekä uusien rakenteiden ja alueiden käyttöönoton myötä tärinävaikutukset lisääntyvät. Lähimmissä vakituisissa asunnoissa ja loma-asunnoissa saatetaan ajoittain havaita häiritseviä tärinävaikutuksia.

Asukaskyselyn mukaan tärkeimpiä virkistyskäyttömuotoja ovat etenkin marjastus, sienestys, retkeily, kalastus ja metsänhoito. Kaivoksen lähialueen virkistyskäytöllä on vakituisille ja vapaa-ajan asukkaille suuri merkitys ja virkistyskäyttö on pääasiassa vahvasti sidoksissa alueen luontoarvoihin. Virkistysarvojen herkkyyden perustana ovat esimerkiksi koettu epävarmuus virkistysmahdollisuuksien ja kotitarvekeräilyn turvallisuudesta. Mallinnusten perusteella melutaso voi läheisillä luonnonsuojelualueilla joissain tapauksissa nousta yli 45 dB:n ohjearvon päivällä sekä yli 40 dB yöllä. Suurin melun lisääntyminen kohdistuu Pitkämäen määräraikaiseen rauhoitusalueeseen sekä yksityiseen Savonmäen luonnonsuojelualueeseen. Lisääntyvä melu saattaa vaikuttaa riistaeläimien esiintymiseen ja siten metsästysmahdollisuuksiin alueilla, jonne meluvaikutukset ulottuvat. Lisäksi melutason nousu todennäköisesti heikentää alueen virkistyskäyttöarvoa, kuten retkeilyä luonnonrauhassa.

Vaihtoehdon VE0+ vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön jäävät kokonaisuudessaan merkitykseltään vähäiseksi, sillä vaikutukset keskittyvät verrattain pienelle alueelle kaivospiirin itäpuolelle ja liikennemäärän muutos nykyiseen on pieni. Lisäksi tässä YVA-menettelyssä ei käsitellä vesistövaikutuksia, sillä niitä on tarkasteltu erillisessä vesienhallinnan YVA-menettelyssä.

VE1a

Vaihtoehdon VE1a ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön kohdistuvat vaikutukset ovat suurilta osin samankaltaiset kuin vaihtoehdossa VE0+. Myös vaihtoehdossa VE1a ihmisiin kohdistuvat vaikutukset aiheutuvat pääosin lisääntyvästä liikenteestä, sekä melu- ja pölyvaikutuksista. Vaihtoehdossa VE1a liikennemäärät kasvavat lisäksi nikkelin tuotannon kasvattamisen vuoksi. Liikennemäärä kasvaa vaihtoehtoihin VE0 ja VE0+ verrattuna. Vaikutukset kohdistuvat etenkin teiden 870 ja 8740 varrella sijaitseviin asutuskeskittymiin. Niissä lisääntyvä liikenne (erityisesti raskas liikenne) aiheuttaa ennen muuta meluhaittaa, joka kuitenkin painottuu päiväaikaan. Vaihtoehtoon VE0+ verrattuna lisääntyvän liikenteen lisäksi meluvaikutukset lisääntyvät hieman kaivoksen eteläpuolella. Tuotannon kasvaessa vaihtoehdoista VE0 ja VE0+, saatetaan myös tärinävaikutukset kokea häiritsevämpänä. Vaihtoehdon VE1a maisema-, pöly- ja hajupäästöt ovat vastaavat kuin vaihtoehdossa VE0+.

Asukaskyselyssä vaihtoehtoon VE1a suhtauduttiin kielteisemmin. Suhtautumisen erot muihin jatkamisen ja kehittämisen vaihtoehtoihin olivat kuitenkin pieniä. Vaihtoehtoon suhtautui jokseenkin kielteisesti tai erittäin kielteisesti noin puolet vastaajista ja noin joka kolmas myönteisesti. Vaihtoehdon VE1a vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön ovat hieman suuremmat, kuin vaihtoehdossa VE0+ lisääntyneen liikenteen ja tuotantomäärän vuoksi, joista aiheutuu häiriövaikutuksia kaivoksen lähialueella ja liikennereittien varrella.

VE1b

Vaihtoehdon VE1b ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön kohdistuvat vaikutukset ovat suurilta osin samankaltaiset kuin vaihtoehdossa VE0+. Vaihtoehtoon VE1b suhtautui myönteisesti noin joka kolmas asukaskyselyyn vastannut ja kielteisesti noin joka toinen.

Liikennemäärät kasvavat vaihtoehdoista VE0+ ja VE1a. Tärinävaikutukset ovat vastaavalla tasolla kuin VE1a. Elinoloja ja viihtyvyyttä heikentävät hajupäästöt puolestaan saatetaan kokea pienempinä, sillä pasuton rakentaminen saattaa vähentää rikkivetypäästöjä. Rakennettavasta rikkihappotehtaasta aiheutuu normaalitoiminnan aikana rikkidioksidi- ja happosumupäästöjä. Rikkipäästöjen ei kuitenkaan ole arvioitu heikentävän ilmanlaatua kaivosalueen ympäristössä. Vaihtoehdon VE1b maisemavaikutukset ja pölypäästöt ovat vastaavat kuin vaihtoehdossa VE1a. Meluvaikutukset lisääntyvät vain hieman vaihtoehtoon VE1a nähden eivätkä siten aiheuta merkittävää muutosta asuinvihtyvyyteen tai elinoloihin vaihtoehtoon VE0+ nähden. Vaihtoehdon VE1b vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön ovat hieman suuremmat, kuin vaihtoehdossa VE1a lisääntyneen liikenteen vuoksi, joista aiheutuu häiriövaikutuksia liikennereittien varrella.

VE1c

Vaihtoehdon VE1c ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön kohdistuvat vaikutukset ovat suurilta osin samankaltaiset kuin vaihtoehdossa VE0+. Vaihtoehtoon VE1c suhtautui myönteisesti noin joka kolmas asukaskyselyyn vastannut ja kielteisesti noin joka toinen.

Vaikutukset liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen ovat suurimmillaan vaihtoehdossa VE1c, jossa tuotantomäärän kasvun sekä pasuton, sulaton ja uraanilaitoksen käyttöönoton myötä kaivoksen liikennemäärä kasvaa 20 % nykytilanteeseen nähden. Rakennettavasta rikkihappotehtaasta aiheutuu normaalitoiminnan aikana rikkidioksidi- ja happosumupäästöjä. Rikkipäästöjen ei kuitenkaan ole arvioitu heikentävän ilmanlaatua kaivosalueen ympäristössä.

Meluvaikutukset lisääntyvät vain hieman vaihtoehtoon VE1a ja VE1b nähden ja eivät siten aiheuta merkittävää heikennystä asuinvihtyvyyteen tai elinoloihin vaihtoehtoon VE0+ nähden.

VE2

Vaihtoehdossa VE2 kaivoksen toiminnan loppuessa liikennemäärät pienenevät vähitellen vaikuttaen positiivisesti liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen sekä liikenteen häiriövaikutuksia (melu, pöly, tärinä) vähentäen. Ihmisiin

kohdistuvat meluvaikutukset pienenevät vähitellen kun alueita ja toimintoja poistuu käytöstä.

Kokonaisuutena pölykuormitus vähenee selvästi nykytilanteeseen verrattuna. Hajuvaikutukset loppuvat metallien talteenottolaitoksen toiminnan alasajon jälkeen, mutta alasajotilanteessa rikkivety päästöt voivat ajoittaisesti olla suurempia, jolloin myös hajua voi epäedullisissa olosuhteissa tilapäisesti esiintyä ympäristössä. Kaivostoiminnan loppuessa myös räjäytystoiminta lakkaa, jolloin elinoloja ja viihtyvyyttä heikentävät värinävaikutukset vähenevät vähitellen.

Kokonaisuutena vaihtoehtoon VE2 ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön kohdistuvat vaikutukset ovat nykytilaan verrattuna myönteisiä. Muutos on voimakkain niillä alueilla, joille nykyisellään kohdistuu merkittävimmät vaikutukset, eli alueilla, jotka sijaitsevat kaivospiirin ja kuljetusreittien läheisyydessä.

Lähialueen asukkaiden asukaskyselyssä kielteisimmiksi arvioimat olevan toiminnan vaikutukset, (esim. vaikutukset luonnonympäristöön, virkistyskäyttöön, maisemaan, hajuun, asumisviihtyvyyteen, liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen) vähitellen vähenevät. Asukaskyselyyn vastanneet arvioivat kaivoksen sulkemisen vaikutukset pääosin myönteisiksi, lukuun ottamatta vaikutuksia alueen työllisyyteen ja talouteen.

15.4.2 Elinkeinot ja talous

Terrafamen kaivoksella on todella suuri taloudellinen merkitys Kainuun maakunnalle. Terrafamen kaivos ja metallien jalostaminen vaikuttaa aluetalouden vaikutuksen lisäksi bruttokansantuotteeseen (BKT), joka kuvaa alueella tuotettujen tavaroiden ja palvelujen yhteenlaskettua arvoa tarkasteluvuotena. Kaivoksen ja metallien jalostuslaitoksen vaikutukset BKT:een vastaa 0,21 % Suomen BKT:sta vuonna 2015 ja 10,89 % Kainuun BKT:sta vuonna 2013. Kaivoksen ja metallien jalostuslaitoksen vaikutus kokonaistuotokseen kerrannaisvaikutuksineen Kainuussa tulee olemaan noin 600 miljoonaa vuodessa (Ramboll Finland Oy 2016b).

Strategian mukaisessa tuotantotilanteessa Terrafamen kaivos ja metallien jalostuslaitos työllistää Kainuussa kerrannaisvaikutuksineen suurimmillaan noin 1 547 henkilöä vuodessa. Muualla Suomessa työllisyysvaikutukset ovat kaiken kaikkiaan koko hankintaketju huomioiden noin 2 778 henkilötyövuotta. Kaivoksella on myös veroluonteisia vaikutuksia, jotka muodostuvat kiinteistö-, yhteisö-, kunnallis-, arvonlisä-, tuote- ja tuotantoveroista. Kainuussa kunnallisveroja kertyy noin 11 miljoonaa euroa, joista noin 6 miljoonaa euroa on suoria vaikutuksia kaivoksella työskentelevien työntekijöiden maksamista kunnallisveroista, 2 miljoonaa kulutuksen kerrannaisvaikutuksien seurauksena syntyviä verotuloja ja 3 miljoonaa euroa tuotannon kerrannaisvaikutuksena syntyviä verotuloja. Muualla Suomessa kunnallisveroja kertyy yhteensä noin 16 miljoonaa euroa. Arvonlisäveroja kertyy noin 91 miljoonaa euroa. (Ramboll Finland Oy 2016b)

Hanke vaikuttaa koko Kainuun sosioekonomiseen toimintaympäristöön. Hanke luo sekä suoraan että välillisesti uusia työpaikkoja, mikä luo nykyisille ja tuleville asukkaille paremmat edellytykset asua ja hankkia elantoa alueelta. Asukkaiden aikaisempaa suurempi ostovoima luo mahdollisuuksia aktiivisemmalle taloudel-

liselle toiminnalle, liittyy se sitten tavaroiden ja palveluiden ostamiseen tai esimerkiksi uusien yritysten perustamiseen. (Ramboll Finland Oy 2016b)

Kaivostoiminnalla on positiivisia vaikutuksia myös muille toimialoille. Terrafamen kaivos ja metallien jalostuslaitos lisää kerrannaisvaikutuksia eli kysyntää lukuisille muille toimialoille. Nämä toimialat synnyttävät edelleen kerrannaisvaikutuksia eli lisäkysyntää muille toimialoille. Terrafame tarvitsee mm. kemianteollisuuden yrityksiä raaka-aineen hankintaan. Tuotantoketjussa esimerkiksi kemianteollisuuden yritykset tarvitsevat edelleen kuljetuspalveluita, korjaus- ja huoltopalveluja, jne. muilta yrityksiltä. Lisäkysyntää syntyy myös mm. koneiden ja laitteiden valmistuksen, korjauksen ja huollon, maarakentamisen ja muiden materiaali- sekä palveluhankintojen kautta. Näin syntyy hankintojen ketju, joka synnyttää vaikutuksia aluetalouteen. (Ramboll Finland Oy 2016b)

Myös matkailu ja ravitsemistoiminta hyötyvät kaivostoiminnan ympärivuotisista vaikutuksista. Kainuun matkailu perustuu suurelta osin luontomatkailulle. Vaikutusten arvioinnin mukaan hankkeen vaikutukset keskittyvät kaivospiiriin ja sen lähialueille, jolloin merkittäviä ympäristövaikutuksia matkailun painopistealueille ei aiheudu. Merkittävimmät kaivospiirin läheisyydessä oleva elinkeinotoiminta perustuu metsätalouteen. Lisäksi alueella on mökkivuokraustoimintaa. Hankkeella ei ole vaikutusta alueen metsätalouteen, mutta kaivostoiminnan mahdolliset häiriövaikutukset saattavat heikentää vuokramökkien vetovoimaa. Useissa asukaskyselyn vastauksissa nousi esiin kaivostoiminnan kielteiset vaikutukset kiinteistöjen arvoon. Kiinteistöjen arvon muutoksiin vaikuttaa kiinteistölle kohdistuvien häiriövaikutusten (melu, pöly, värinä) sekä muiden ympäristövaikutusten (esim. vesistövaikutukset) voimakkuus. Lisääntyvät ympäristövaikutukset saattavat heikentää kiinteistöjen arvoa kohteissa, joissa havaittava muutos on selkeästi kielteinen. Kaivoksen sulkeminen saattaa pitkällä aikavälillä vaikuttaa kiinteistöjen arvoa nostavasti ainakin niiden kiinteistöjen osalta, joihin nykyisellään kohdistuu ympäristövaikutuksia.

Asukaskyselyyn vastanneista 74 prosenttia arvioi kaivoksen vaikuttavan joko seenkin tai erittäin myönteisesti alueen työllisyyteen ja talouteen. Myös toiminnan jatkamisella ja kehittämisellä arvioitiin olevan merkittäviä myönteisiä vaikutuksia. Suuri osa vastaajista (77 %) arvioi kaivoksen sulkemisella olevan kielteisiä vaikutuksia alueen työllisyyteen ja talouteen.

Hankevaihtoehtojen positiiviset elinkeino- ja talousvaikutukset kasvavat kaivostoiminnan jatkamisen ja kehittämisen vaihtoehdoissa (VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c) asteittain investointien kasvaessa. Vaikutukset ovat merkittävimmät vaihtoehdossa VE1c. Kaivostoiminnan jatkamisen ja kehittämisen vaihtoehdoissa suoria työpaikkoja muodostuu lukuisiin tehtäviin esimerkiksi suunnitteluun, rakentamiseen, kuljetuspalveluihin sekä käyttöön ja ylläpitoon. Työllisyysvaikutukset ovat suurimmillaan rakentamisvaiheessa.

Kaivoksen sulkemisella (VE2) olisi merkittäviä taloudellisia vaikutuksia Kainuussa ja myös Suomen tasolla. Vaikutukset ulottuisivat useille toimialoille. Sulke- mispäätöksen jälkeen kaivostoimintaan liittyvät tehtävät vähenevät vaiheittain ja korvautuvat sulkemiseen liittyvillä työtehtävillä. Ensimmäisessä vaiheessa lopetetaan malmin louhinta ja bioliuotus. Metallien talteenotto lopetetaan asteittain noin neljän vuoden kuluessa. Sekundääriliuotusalueen ja kipsisakka-altaiden viimeisten osien arvioidaan olevan peitettynä noin 5–10 vuoden kuluttua lopet-

tamispäätöksestä. Nikkelintuotanto pysyisi merkittävä noin 1,5 vuotta. Sulkemispäätöksen jälkeen kaivoksen myönteiset työllisyys- ja talousvaikutukset vähenevät vaiheittain. Muutos on merkittävä yksittäisten työntekijöiden tasolla ja vaikutukset ulottuvat maakunnallisen tason lisäksi kansalliselle tasolle. Kielteiset vaikutukset näkyvät esimerkiksi massatyöttömyytenä Kainuussa ja kuntien verokertymän pienentymisenä.

15.5 Vaihtoehtojen vertailu

Ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia arvioitaessa vaikutuksen voimakkuus on riippuvainen etäisyydestä kaivosalueeseen tai päästölähteisiin. Vaikutusten voimakkuus onkin usein alhaisempi kaivoksen läheisyydessä kuin etäämmällä kaivoksesta.

Kaivostoiminnan jatkamisen ja kehittämisen vaihtoehdoissa (VE0+, VE1a, VE1b, VE1c) ihmisiin kohdistuvat vaikutukset aiheutuvat pääosin lisääntyvästä liikenteestä, sekä melu- ja pölyvaikutuksista. Vaikutukset kohdistuvat etenkin kaivospiirin itäpuolelle sekä kuljetusreittien varrelle. Elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön kohdistuvat kielteiset vaikutukset lisääntyvät vaihtoehdossa VE0+ nykytilaan verrattuna. Vaihtoehdoissa VE1a, VE1b ja VE1c vaikutukset ovat puolestaan merkitykseltään hieman suuremmat kuin vaihtoehdossa VE0+. Jatkamisen ja kehittämisen vaihtoehdoissa muodostuu merkittäviä myönteisiä elinkeino- ja talousvaikutuksia uusien investointien ja tuotantovolyymin lisääntymisen myötä.

Elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön kohdistuvat vaikutukset ovat merkitykseltään vähäisimmät vaihtoehdossa VE2. Vaihtoehdossa VE2 muodostuu merkittäviä kielteisiä elinkeino- ja talousvaikutuksia. Sulkemispäätöksen jälkeen kaivoksen myönteiset työllisyys- ja talousvaikutukset vähenevät vaiheittain.

Asukaskyselyn tulosten perusteella suhtautuminen eri hankevaihtoehtoihin vaihtelee kaivoksen sulkemisen (VE2) ja muiden vaihtoehtojen välillä. Keskimäärin myönteisimmin suhtauduttiin vaihtoehtoon VE2, jossa kaivostoiminta päätetään lopettaa ja kaivos suljetaan hallitusti vaiheittain.

15.6 Epävarmuudet

Vaikutusten merkittävyyden arviointi on usein arvosidonnaista ja myös ihmisten vaikutuksiin liittyvät kokemukset ovat subjektiivista, mikä tuo vaikutusten tunnistamiseen ja arviointiin epävarmuutta. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa kuvatut ihmisten kokemukset kaivostoiminnasta saattavat muuttua hankkeen edetessä. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa hyödynnetään muiden osioiden laadullisia ja laskennallisia arvioita. Näin ollen myös muiden vaikutusten arviointiosioiden (luvut 6-16) epävarmuudet tuovat epävarmuutta ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointiin.

Arviointiin liittyvät epävarmuudet liittyvät laajan ihmis- ja osallisyökon arvioiden subjektiivisuuteen. Tiedot toiminnan koetuista vaikutuksista ja sidosryhmien arviot eri vaihtoehtojen vaikutuksista eivät edusta kaikkien alueella toimivien näkemyksiä. Asukaskyselyn avulla saatiin kerättyä tietoa 40 prosentista kaivoksen lähialueella sijaitsevista vakituisista ja vapaa-ajan kiinteistöistä.

Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa ei ole käytettävissä tarkkoja raja-arvoja. Epävarmuustekijänä on myös se, miten nopeasti hankkeen vaikutuspiiriin ihmisillä tapahtuu sopeutumista mahdollisiin muuttuviin olosuhteisiin. Yksittäisten vaikutusten välille on vaikea määrittää rajoja, vaan osa ihmisiin kohdistuvista vaikutuksista on päällekkäisiä ja luonteeltaan yhteisvaikutuksia.

15.7 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Kaivostoiminnan haitallisten ympäristövaikutusten hallinta, parhaita mahdollisia käytäntöjä sekä lupaehtoja noudattaen, on perusoletus ihmisiin kohdistuvien vaikutusten hallitsemiseksi ja lieventämiseksi. Kaivoksen lähialueen toimijat ovat korostaneet ajantasaisen ja rehellisen informaation tärkeyttä. Tärkeää on myös epävarmuuksien hälventäminen aktiivisella ja avoimella vuoropuhelulla sekä muilla vastuullisilla toimintatavoilla.

Jatkosuunnittelussa on suositeltavaa edelleen tiedottaa lähialueen asukkaita ja muita toimijoita aktiivisesti. Aktiivisen vuoropuhelun avulla jatkosuunnittelussa voidaan paremmin huomioida paikallisten sidosryhmien näkökulmat ja toivomukset. Nämä voivat liittyä esimerkiksi liikennejärjestelyihin tai muihin hankkeen yksityiskohtiin, joilla on merkitystä haitallisten vaikutusten minimoinnin näkökulmasta.

16 TERVEYS

16.1 Nykytila

Kaivostoiminnalla voi olla suoria vaikutuksia ihmisten terveyteen ja viihtyvyyteen melun, tärinän, pölyn, kaasumaisten päästöjen tai pinta- ja pohjavesiin päätyvien haitta-aineiden seurauksena. Suorien vaikutusten (melu, tärinä, ilmapäästöt jne.) lisäksi toiminnalla voi olla epäsuoria vaikutuksia ihmisten viihtyvyyteen esimerkiksi päästöihin liittyvien pelkojen (epätietoisuus toiminnasta) ja haitallisten sosioekonomisten vaikutusten osalta (esimerkiksi omaisuuden arvon laskuun liittyvä mielipaha, stressi). Viihtyvyyshaitta saattaa myös muuttua terveyshaitaksi, jos ihmisten altistumistaso kasvaa tai haitta on jatkuva tai pitkäikäinen (Kauppila 2015).

Melun, tärinän, ilmapäästöjen ja pohjavesien nykytila on esitelty edeltävissä kappaleissa (9 Ilmasto ja ilmanlaatu, 10 Melu, 11 Tärinä ja 12 Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet). Pintavesien nykytila sekä terveysvaikutukset on käyty läpi vesienhallinnan YVA-selostuksessa (Pöyry Finland Oy 2017).

16.2 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Kaivos- ja rikastustoiminta voi aiheuttaa lähiympäristössä havaittavaa pölyämistä, melua ja tärinää, jotka vaikuttavat enemmän viihtyvyyteen, mutta voivat aiheuttaa myös terveysvaikutuksia. Ympäristövaikutusten arvioinnissa selvitettiin ilman ja pohjavesien välityksellä mahdollisesti leviäviä haitta-aineita ja arvioitiin ihmisten altistumista päästöille kaivoksen ympäristössä. Arvioinnissa hyödynnettiin tarkkailutuloksia ja myös toisaalla tehtyjä selvityksiä ja mittauksia mm. elintarvikkeina käytettäviin tuotteisiin päätyvistä haitta-ainepitoisuuksista. Pölyn ja metallien vaikutusmekanismeja terveyteen on kuvattu ilmanlaatukappaleen (9.1.2) yhteydessä.

Arvioinnissa hyödynnettiin mm. ilmanlaatuun, meluun, elintarvikkeisiin ja maaperän liittyviä ohjearvoja ja tunnuslukuja, joiden ylittyminen voi aiheuttaa terveyshaittoja.

Uraanin talteenottolaitoksen vaikutuksia ihmisten terveyteen on tarkasteltu erillisessä uraanilaitoksen YVA-menettelyssä (Ramboll Finland Oy 2010). Ihmisten terveyteen uraani ja sen hajoamistuotteet vaikuttavat hengitettynä pölyn tai kaasumaisen radonin kautta, juotuna kaivovedessä esiintyvän uraanin, radiumin tai radonin kautta tai syötynä luonnon marjojen, sienien ja kalojen sekä elintarvikkeiden kautta.

Kaivostoiminnasta syntyy ylijäämävesiä, jotka voivat vaikuttaa heikentävästi vaikutusalueen vesistöihin. Vesien mukana leviävät haitalliset aineet voivat aiheuttaa terveyshaittaa suoraan esimerkiksi vesien talousvesikäytön tai virkistyskäytön yhteydessä. Pintavesien välityksellä mahdollisesti aiheutuvia terveysvaikutuksia on tarkasteltu erillisessä vesienhallinnan YVA-menettelyssä (Pöyry Finland Oy 2017).

16.3 Vaikutukset terveyteen

16.3.1 Melu

Kaivostoimintaan (räjäytyksiin ja raskaaseen liikenteeseen) liittyvä melu on ensisijaisesti viihtyvyyshaitta ulkona, mutta usein toistuvana se saattaa aiheuttaa herkästi meluun reagoiville myös terveysvaikutuksia etenkin, jos melu pääsee tunkeutumaan rakennusten sisätiloihin. Melun terveystaittoja säädellään Sosiaali- ja terveysministeriön uudessa asumisterveysasetuksessa 545/2015, missä on säädelty etenkin yöajan sisätilan keskiäänitason sekä pientaajuisen äänen (basso) melutasoja uusilla toimenpiderajoilla.

Eri hankevaihtoehtojen mukaisten melumallinnuksien sekä ilmoitettujen meluhaittojen perusteella voidaan kaivostoiminnan meluhaittojen arvioida lisääntyvän lähtökohtaisesti ulkona. Hiljaisen ympäristön sekä eri säätilanteiden johdosta, melu saattaa joissain tapauksissa kuulua myös rakennusten sisätiloissa. Tarkempia sisätilan melumittauksia ei ole alueen rakennuksissa kuitenkaan suoritettu, mutta voidaan arvioida, että kaikki ulkomelun ohjearvot alittava melu, ei todennäköisesti ylitä Sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajoja (Sosiaali- ja terveysministeriö, 2015) myöskään asuntojen sisätiloissa. Melussa on havaittu aiemmin äänestmäisyyttä liittyen liotuskasojen ilmastointiin, joka meluilmoitusten perusteella on erottunut myös joissain tapauksissa asuntojen sisätiloissa. Sisätilojen melussa on ilmoitusten perusteella havaittu myös kaivosautojen melua liotusalueiden rakentamisen vuoksi. Meluilmoitukset koskevat pääasiassa kuitenkin ulkomelua ja ne ovat tulleet useiden kilometrien etäisyydeltä Jormasjärveltä saakka.

Laajennushankkeen osalta lähtöoletus kuitenkin on että äänestmäiset melulähteet eivät voi enää kaivoksella lisääntyä. Uusien sivukivialueiden sekä liotusalueiden laajentaminen voi kuitenkin lisätä ulkomelua kaivosautojen melun osalta. Asuin- ja loma-asuinkäytössä olevien rakennusten osalta voidaan suorittaa sisätilan melumittauksia melun mahdollisen terveystaittan todentamiseksi, joista on ohjeistettu STM:n asetuksessa (Sosiaali- ja terveysministeriö, 2015) sekä Ympäristöministeriön melumittausohjeessa (Ympäristöministeriö, 1995).

16.3.2 Tärinä

Kaivostoimintaan (räjäytyksiin ja raskaaseen liikenteeseen) liittyvä tärinä on ensisijaisesti viihtyvyyshaitta, mutta usein toistuvana se saattaa aiheuttaa tärinään reagoiville myös terveysvaikutuksia. Räjäytystöiden tärinä on lyhytkestoisempaa kuin liikenteen aiheuttama tärinä eikä ihminen koe sitä niin häiritseväenä, vaikka huipputärinäarvot olisivat suurempiakin.

Ympäristöperäiselle tärinälle ei ole terveysperusteisia raja-arvoja. Räjäytyksiin ja raskaaseen liikenteeseen liittyvällä tärinällä ei arvioida olevan suorita haitta-vaikutuksia elimistöön kaivosalueen ulkopuolella asuvilla ihmisillä, mutta tärinä aiheuttaa kuitenkin negatiivisia vaikutuksia lähiympäristöön etenkin mahdollisesti lisääntyvän raskaan liikenteen myötä.

16.3.3 Ilmapäästöt

Verrattuna ilmanlaadun tavoitearvoihin (Taulukko 9-3) tammi-heinäkuussa 2016 pölyleijumasta mitatut hengitettävien hiukkasten kadmium-, nikkeli- ja arseenipitoisuudet olivat sekä kaivosalueen että Myllyniemen mittauspisteellä selvästi tavoitearvojen alapuolella (Ilmatieteen laitos 2017a) sekä samalla tasolla kuin esimerkiksi Raahen lapaluodon teollisuusalueella, Helsingin Kallion kaupunkitausta-aseamalla tai Euroopan puhtailla tausta-alueilla.

Toimintojen laajentuessa hankevaihtoehdoissa VE0+ ja VE1a–c pölyvaikutukset lisääntyvät. Hengitettävien hiukkasten kadmium-, nikkeli- ja arseenipitoisuudet ovat kuitenkin olleet nykyisen toiminnan aikana (VE0) niin matalia, ettei pölyvaikutusten lisääntymisestä arvioida aiheutuvan ilmanlaadun tavoitearvojen ylityksiä eikä suoria terveydellisiä vaikutuksia raskasmetallien osalta.

Ilman teiden kastelua pölyn hengitettävien hiukkasten (PM10) vuorokausiarvon rajapitoisuus $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ saattaa pölymallinnuksen perusteella ylittyä kaivosalueen ulkopuolella useampana päivänä kuin olisi asetuksen mukaan vuositasolla sallittu (Kuva 9-14). Pitoisuusrajan ylittyessä usein tai yhtäjaksoisesti pöly voi henkilön herkkyydestä riippuen aiheuttaa lieviä hengitystieoireita. Kuitenkin teiden kastelulla saadaan vähennettyä pölyn leviämistä ympäristöön niin että raja-arvot eivät ylitä kaivospiirin ulkopuolella (Kuva 9-16).

Syksyllä 2016 tehdyn viljelymaiden ja -kasvien sekä mustikan haitta-ainetutkimuksen perusteella (Ramboll Finland Oy 2017b, liite 8) raskasmetallipitoisuuksissa oli alueella vaihtelua, mutta tutkimuksessa ei todettu pitoisuusmuutoksia suhteessa etäisyyteen kaivokselta tai vallitsevaan tuulensuuntaan. Nikkelin määrä on kohonnut ravintokasveissa osalla tutkimusalueista, mikä voi viitata osittain kaivoksen pölyvaikutuksiin, mutta myös teiden läheisyyteen tai tutkimuspaikan maa/kallioperään, missä nikkeliä luontaisesti esiintyy. Pölylaskeumatarkkailussa nikkelin vaikutusalueen on arvioitu ulottuvan noin 6 km etäisyydelle kaivosalueesta (Kuva 9-11). Yksittäisten ravintoaineiden pienet määrät koko ihmisen ravinnossa eivät johda siedettävän saannin ylittymiseen yksittäisten ravintoaineiden tarkasteluilla. Todennäköisesti nikkelin merkittävää siedettävän saannin ylitystä ei tapahdu, ja siedettävän saannin lievä ylittyminen ei välttämättä tarkoita vaikutusten esiintymistä. Toisaalta nikkelille herkat ihmiset voivat saada vaikutuksia jo siedettävää saantia pienemmillä annoksilla.

Ympäristön pölylaskeumasta mitatut raskasmetallipitoisuudet ovat olleet vuonna 2016 suhteellisen pieniä. Toimintojen laajentuessa aiheutuvien pölyvaikutusten ei arvioida merkittävästi lisäävän raskasmetallilaskeumaa kaivosalueen ympäristössä siten, että sillä olisi vaikutusta viljely- ja ravintokasvien kautta saatavaan altistumiseen nykytilanteeseen verrattuna.

Rikkilaskeuma voi toimintojen laajentuessa kasvaa vaihtoehdoissa VE1b ja VE1c, ja rikkilaskeumalle annettu pitkäaikainen tavoitetaso saattaa alueella ylittyä. Tavoitetaso on annettu järvien ja metsien pitkäaikaisten happamoitumisvaikutusten ehkäisemiseksi, eikä tason mahdollinen ylittyminen indikoi ihmisille aiheutuvia terveysvaikutuksia. Rikkidioksidipäästöjen vaikutus ilmanlaatuun kaivosalueen ulkopuolella on arvioitu hyvin vähäiseksi (Kuva 9-18). Rikkipäästöjen lisääntymisen ei näin ollen arvioida aiheuttavan vaikutuksia ihmisten terveyteen.

Hajuvaikutuksia toiminnasta voi arvioinnin mukaan jonkin verran esiintyä. Rikkipitoisuuden pitoisuudet ovat kuitenkin niin matalia, etteivät ne aiheuta terveysvaikutuksia. Uraanin talteenotosta ei aiheudu merkittäviä päästöjä ilmaan eikä terveysvaikutuksia ihmiselle.

16.3.4 Liikenne

Liikenne voi vaikuttaa ihmisten terveyteen ilmapäästöjen ja onnettomuuksien kautta. Liikenteen pakokaasupäästöt lisääntyvät nykytilanteesta vaihtoehdoissa VE1a–c, mutta vaihtoehdossa VE0+ päästöt ovat lähellä nykytilannetta. Pakokaasupäästöt kohdistuvat eniten kaivosalueen sisälle, ja niistä ei arvioida aiheutuvan terveysvaikutuksia alueen ulkopuolella. Maantiekuljetuksista aiheutuu maantiepölypäästöjä, joiden vaikutusalue rajautuu teiden välittömään läheisyyteen.

Kaivoksen tuotannon lisääminen lisää henkilöliikennettä ja raskasta liikennettä kaivoksen lähialueella ja siten myös onnettomuusriskiä, mutta arvioidut onnettomuuksien määrien lisäykset ovat kaikissa vaihtoehdoissa pieniä. Tieosuuksilla tapahtuneet onnettomuusmäärät ja sitä myötä onnettomuusriskit ovat pieniä ja sen seurauksena liikenteen lisääntymisen vaikutukset onnettomuusmääriin ovat myös pieniä. Arvioitu onnettomuusmäärän kasvu on suurinta seututiellä 870 kaivokselta pohjoisen suuntaan, jossa määrä kasvaa maksimivaihtoehdossa VE1c 0,2–0,3 onnettomuudella vuodessa.

16.3.5 Pohjavesi

Hankkeesta ei aiheudu terveysvaikutuksia pohjaveden välityksellä, koska pohjavesivaikutukset kohdistuvat kaivospiirin alueelle eikä sen pohjavettä hyödynnetä millään tavoin. Kaivospiirin alueella ja purkuputkilinjauksella tai niiden läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita. Talousvesikaivojen tarkkailun perusteella ei havaittu kaivostoiminnan vaikuttaneen pohjaveden laatuun tai määrään.

16.3.6 Koettu terveys

Vaikka hankkeesta ei aiheudu merkittäviä suoria terveysvaikutuksia, on mahdollista, että hankkeella on vaikutuksia koetun terveyden kannalta. Hanke saattaa aiheuttaa stressiä, jolla on suora yhteys fyysiseen terveyteen.

Vesienhallinnan YVA-menettelyyn liittyen kartoitettiin asukaskyselyllä ihmisten pelkoja ja huolia. Huolet liittyivät pääosin veden laatuun ja kalastukseen. Avovastausten perusteella osa vastaajista oli kokenut pöly- ja hajuhaittojen lisäksi terveysvaikutuksia kuten henkistä pahoinvointia.

16.4 Vaihtoehtojen vertailu

Pölyn ja raskasmetallien vaikutukset on arvioitu samansuuruisiksi kaikissa toiminnan kehittämisen vaihtoehdoissa VE0+ ja VE1a–c, joten niiden välillä terveysvaikutuksissa ei ole eroja. Rikkilaskeuma ei lisäännä vaihtoehdoissa VE0+ ja VE1a, joissa pasuttoa ja sulattoa ei rakenneta, mutta terveysvaikutusten kannalta vaihtoehtojen ero ei ole merkittävä. Kaivostoiminnan päättymisen VE2 on

terveysvaikutusten kannalta myönteisin vaihtoehto, koska päästöt ilmaan, liikenne, melu ja tärinä vähitellen loppuvat.

Mistään hankevaihtoehdosta aiheutu terveysvaikutuksia pohjaveden välityksellä, koska pohjavesivaikutukset kohdistuvat kaivospiirin alueelle eikä sen pohjavettä hyödynnetä millään tavoin.

Hankevaihtoehdoissa VE1a, VE1b ja Ve1c tärinävaikutukset kasvavat selvästi, johtuen kasvavasta räjähdystarpeesta sekä louninassa että rakennustyömailla, ja selvästi kasvavasta liikenteestä. Tärinä on kuitenkin enemmän viihtyvyyskuin terveyshaitta.

Melutasoa kasvattaa suhteellisesti eniten hankevaihtoehto VE0+ nykytilaan VE0 nähden, mutta muutos on ajallisesti vaihteleva, sillä työt ajoittuvat pitkän aikajakson sisälle. Muiden vaihtoehtojen osalta muutokset tilanteesta VE0+ ovat pieniä, enintään noin +1 dB:n verran, sillä vaihtoehtojen VE1a-VE1c osalta melu lisääntyy vain nykyisten talteenotto- ja tuotantolaitosten alueella sekä tiemelun osalta kuljetusten lisääntymisen kautta.

16.5 Epävarmuudet

Terveysvaikutusten arvioinnissa kertautuvat ympäristövaikutusten arvioinnin epävarmuudet. Esimerkiksi niiden tekijöiden osalta, joille tarkka leviämisen ja pitoisuuksien arvioiminen on haastavaa (kuten pöly), on jouduttu myös terveysvaikutusten arviointi toteuttamaan sanallisena kuvauksena. Terveysvaikutukset ovat hyvin riippuvaisia altistuvan henkilön herkkyydestä ja muista ominaisuuksista, mikä lisää epävarmuutta vaikutusten yleisessä arvioinnissa.

Kaivoksen terveysvaikutusten riskinarvioprosessi on asteittain syvenevä. YVA-vaiheessa voidaan nimetä merkitykselliset päästöt ja niihin liittyvät terveysriskit, mutta arvio joudutaan tekemään karkeammilla tiedoilla kuin kaivoksen jo toimissa. Kun hanke etenee ja riskinarvioon tarvittava tieto tarkentuu, myös terveysriskinarvio tarkentuu. (Kauppila 2015)

16.6 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Vähentämällä louninnasta ja kuljetuksista aiheutuvia pölypäästöjä voidaan vähentää myös pölyyn sitoutuneiden metallien päästöjä ja laskeumaa ympäristöön.

Räjäytysten aiheuttamia tärinävaikutuksia voidaan lieventää panostusta optimoimalla ja minimoimalla momentaarinen räjähdysainemäärä. Tärinän tuottamaa haittaa voidaan vähentää myös keskittämällä räjäytykset päiväsaikaan. Myös tärinää tuottava liikenne tuottanee vähiten haittaa päiväsaikaan. Liikenteeseen liittyvää tärinää voidaan lisäksi ehkäistä pitämällä kuljetusreittien tienpinnat hyvässä kunnossa.

Meluvaikutusten lieventämiseksi sivukiven täyttö KL2 alueella tehdään tarvittaessa siten, että läjitettävän alueen itä-reunaan täytetään ensin 10-20 metriä korkea louhepenger. Sen tarkoituksena on toimia meluvallina sisäosia täytettäessä ja pienentää toiminnasta syntyvää melua.

Sekundääriliotusalueen käytön osalta voidaan ilmastuspuhaltimien meluntuottoa optimoida laite- ja vaimenninratkaisuvallinnoilla sekä melun suuntaavuutta

parantamalla. Kasojen rakentamisen osalta melusuojausta voidaan parantaa kasojen täyttösuuntaa optimoimalla.

17 RISKIT

Terrafamen kaivoksella on tehty ympäristöriskienarvio syksyllä 2016. Työn tarkoituksena oli päivittää Terrafamen kaivoksen aiemmat ympäristöriskikartoitukset. Työssä analysoitiin jo olemassa olevien menetelmien riittävyttä, ennakkoivia toimenpiteitä ja niiden kattavuutta. Lisäksi POA (potentiaalisten ongelmien analyysi) menetelmällä tunnistettiin mahdollisia uusia riskejä ja toimenpiteitä riskien pienentämiseksi. Tunnistetut ympäristöriskit on koottu Ramboll Finland Oy tekemään raporttiin (liite 9). Vaikutusten arviointi keskittyy niihin vaaraa aiheuttaviin tilanteisiin, joista voi aiheutua merkittäviä ympäristöriskejä kaivoksen toiminta -alueen ulkopuoliselle alueelle. Tämän kaltaisiksi tilanteiksi tunnistettiin;

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

Tämän lisäksi vesienhallinnan YVA-selostuksessa on tarkasteltu purkuputkeen, vesien käsittelyyn sekä patoturvallisuuteen liittyviä riskejä. Uraanilaitoksen YVA-selostuksessa on käsitelty uraanin talteenoton riskit ja toimenpiteet riskien minimoimiseksi

17.1 Bioliuotuskasan rakennus ja pohjan rikkoutuminen

Jos bioliuotuskasan pohja rikkoutuu, johtaa se havaitsemattomana kasojen happaman ja metallipitoisen prosessiliuoksen vuotamisen kasojen alapuoliseen maaperään, josta ne voi kulkeutua alueen pohjaveteen. Pohjaveden laatua tarkkaillaan ja aineiden kulkeutumista rajoitetaan suojapumppausten ja suoto-vesipumppausten avulla, eikä pohjavettä käytetä hyväksi. Riski jää kovin pieneksi. (Liite 9)

17.2 Neutralointiaineen puute tai ajo väärään paikkaan

Neutralointiaineen annosteluhäiriön seurauksena vesienkäsittely ei toimi suunnitellulla tavalla ja pitoisuudet käsitelystä lähtevässä vedessä nousevat. Kuitenkin todennäköistä on, että neutralointiaineen loppuminen havaittaisiin prosessinvalvonnassa tai viimeistään purkuveden tarkkailunäytteissä nopeasti, jolloin vaikutukset vesistöjen vedenlaatuun eivät häiriön seurauksena lisäännä merkittävästi. (Liite 9)

17.3 Altaiden vuodoista/ylivuodoista aiheutuvat päästöt

Ramboll Finland Oy:n riskien arvioinnissa (Liite 9) tarkasteltiin altaiden vuodoista ja ylivuodoista aiheutuvia päästöjä sekä tarkasteltiin niiden riskejä. Osa vesistä johdetaan aina vesivarasto/patoaltaiden kautta ja osa voi kulkeutua suoraan

vesistöihin. Ojitusojiin on kuitenkin asennettu käsikäyttöiset venttiilit, joilla vedet voidaan johtaa vesivarastoaltaisiin riskien minimoimiseksi. Mikäli vesivarasto/patoaltaat vuotavat, voi sillä olla merkittäviä vedenlaatuvaikutuksia. (Liite 9)

17.4 Sähkökatkot ja pumppausten pysähtyminen

Lyhyissä ja paikallisissa sähkökatkoksissa merkittävien ympäristöpäästöjen esiintyminen on epätodennäköistä. Kriittisillä laitteilla on varavoimaa ja lisäksi on saatavilla varavirta-aggregaatteja. Koko kaivoksen kattavissa ja pitkissä sähkökatkotilanteissa riskinä on pumppausten pysähtyminen, joka voi aiheuttaa altaiden vuodoista aiheutuvat riskit. (Liite 9)

17.5 Pesurien ja suodattimien toimintahäiriöt

Pesurien toimintahäiriöistä voi olla seurauksena rikkivety- ja hajupäästöjä, jotka muodostavat ensisijaisesti työturvallisuusriskin kaivoksen tehdasalueen työntekijöille. Rikkivety- ja hajupäästöjen riskeihin on varauduttu jatkuvatoimisilla rikkivetymitareilla, päivittäin tehtävillä manuaalisilla mittauksella sekä kehittämällä pesurien toiminnan varmisteen tähtääviä toimenpiteitä. Vakavampia vaikutuksia kaivoksen ulkopuolisille alueille ei aiheudu, koska etäisyys lähimpien asuinrakennusten alueille on pitkä, noin 5 kilometriä, ja rikkivetypitoisuus ehtii laskea alle terveydelle vaarallisen tason. Hajuhaitta on ohimenevä viihtyvyyshaitta. (Liite 9)

17.6 Pasutto, rikkihappotehdas ja sulaton toimintahäiriöt/riskit/aiheutuvat päästöt

Pasutto

Pasuton poikkeus- ja häiriötilanteesta sekä prosessin alas- ja ylösajotilanteista voi aiheutua lähinnä poikkeavia hajupäästöjä ilmaan. Hajun leviäminen rajoittuu kaivosalueelle ja sen läheisyyteen, joten merkittävää haittaa tästä ei aiheudu. Maaperään tai vesistöön pasuton toiminnasta ei aiheudu riskejä. Pasutto voidaan ajaa alas sekunneissa ja tämän takia riskit on minimoitu.

Rikkihappotehdas

Rikkihappotehtaan poikkeus- ja häiriötilanteesta sekä prosessin alas- ja ylösajotilanteista voi aiheutua rikkidioksidi- ja happosumupäästöjen pitoisuuksien kasvua. Nämä vuodot huomataan hyvin nopeasti päivittäin tehtävillä mittauksilla. Tämä aiheuttaa ensisijaisesti työturvallisuusriskin tehdasalueen työntekijöille. Työturvallisuusriskit arvioidaan erillisinä prosessina ja työolosuhteet alueella täyttävät lain vaatiman tason. Pitkittyneet päästömäärät voivat lisätä rikkilaskeumaa lähialueella, mutta niiden riskin katsotaan olevan olematon. Rikkihappotehtaan alle on rakennettu varoallas, joka ehkäisee vuotoja ympäristöön poikkeustilanteessa. Rikkihappotehdas voidaan ajaa alas sekunneissa, eikä siellä ole ylimääräisiä välituotteita, joten muut riskit ovat pienet. Riskit ovat hallittavissa esimerkiksi tarkastamalla laitteet säännönmukaisilla tarkastuksilla.

Sulatto

Sulaton poikkeus- ja häiriötilanteesta sekä prosessin alas- ja ylösajotilanteista voi aiheutua poikkeavia päästöjä ilmaan, päästöt voivat sisältää metalleja. Tämä aiheuttaa ensisijaisesti työturvallisuusriskin tehdasalueen työntekijöille. Nik-

kelioksidi kuljetetaan täysin tiiviisti sulatukseen, mutta mikäli vuotoa ilmenisi, se havaittaisiin nopeasti aiheuttaen työturvallisuusriskin laitoksen välittömässä läheisyydessä. Työturvallisuusriskit arvioidaan erillisinä prosessina ja työolosuhteet alueella täyttävät lain vaatiman tason.

17.7 Avoimista kuljettimista tai kuljetuksesta johtuvat variseminen ja pölyäminen

Malmin variseminen kuljettimilta tai kuljetuksista sekä pölyäminen malmin käsittelyn yhteydessä aiheuttavat malmipölyn leviämistä kaivosalueen maaperään. Malmipöly voi heikentää maaperän laatua ja aiheuttaa hajakuormitusta kaivosalueen vesiin. Sen lisäksi voimakkaat tuulet voivat kuljettaa pölyn kauaksikin kaivosalueelta aiheuttaen lähinnä viihtyvyyshaittaa. Riskejä voidaan ehkäistä puhdistamalla kuljettimien alustoja sekä kastelemalla ja suolaamalla kuljetusreittejä ja malmikasoja. (Ramboll Finland Oy, Liite 9)

17.8 Kuljetusonnettomuudet

Sekä raskas- että työmatkaliikenne lisääntyy eniten vaihtoehdossa VE1c, joka lisää liikenneonnettomuuden riskiä. Onnettomuusriskit arvioidaan kuitenkin jäävän vähäiseksi (luku 8), koska teitä on parannettu ja riskialttiit risteykset ja kohdat on jo tunnistettu.

Öljyvuotoihin, kemikaalionnettomuuksiin ja liikenteen kuljetusten aiheuttamiin riskeihin varaudutaan suojarakenteilla ja toimintaohjeilla nykyiseen tapaan.

17.9 Luonnonilmiöt

Poikkeuksellisen suuri sademäärä lyhyellä ajanjaksolla voi aiheuttaa altaiden ylivuodon. Ukkosmyrsky saattaa aiheuttaa sähkökatkon. Riskejä on arvioitu Ramboll Finland Oy:n raportissa (Liite 9).

18 YHTEISVAIKUTUKSET

18.1 Liikenne

Terrafamen kaivoksen itäpuolella noin 5 km etäisyydellä sijaitsevan Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Uutelan kaivoksen talkkimalmi kuljetetaan seututien 870 kautta pohjoisen suuntaan yhtiön Sotkamon tehtaalle. Kaivoksen liikenne yhtyy tielle 870 Pirttimäessä noin 6 km Terrafamen kaivokselle johtavan tien 8714 risteyksen eteläpuolella. Uutelan kaivoksen ympäristöluvan (PSY 24/06/2) mukaan malmikuljetuksia tehdään vuodessa keskimäärin 3 000 kpl vuodessa, eli noin 16 kuljetusta vuorokaudessa kun huomioidaan myös paluuliikenne. Nämä kuljetukset sekä kaivoksen henkilöliikenne vaikuttavat yhdessä Terrafamen kaivoksen liikenteen kanssa heikentävästi tien 870 liikenteen sujuvuuteen ja heikentävät liikenneturvallisuutta erityisesti raskaan liikenteen suuren määrän vuoksi.

19

VAIHTOEHTOJEN VERTAILU, VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYS JA HANKKEEN TOTEUTTAMISKELPOISUUS

Hankevaihtoehdot VE0+, VE1a, VE1b ja VE1c ovat toteuttamiskelpoisia ja niiden vertailu sekä vaikutusten merkittävyys (Taulukko 19-1) on esitetty alla olevassa yhteenvetotaulukossa (Taulukko 19-2).

Ennenaikainen sulkemisen vaihtoehto ei ole toteuttamiskelpoinen (VE2). YVA-ohjelmavaiheessa syksyllä 2016 sulkemisen katsottiin olevan yksi vaihtoehto, mikäli kaivokselle ei löytyisi jatkorahoitusta. Toiminnan ylösajon turvaava jatkorahoitus varmistui vuoden 2017 alkupuolella, joten ennenaikainen sulkeminen ei ole tällä hetkellä todellinen vaihtoehto. Se on kuitenkin pidetty mukana myös YVA-selostuksessa ja käsitelty niiltä osin kuin se on ollut mahdollista.

VE0 mukaisessa vaihtoehdossa ei oteta käyttöön uusia läjitys- eikä liuotusalueita, mikä johtaa siihen että tuotanto päättyy noin vuonna 2020, eikä kaikkia malmivaroja päästä hyödyntämään. Ilman sivukivialuetta KL2 malmin tuotanto päättyy jo vuonna 2017. Näin ollen vaihtoehto VE0 johtaisi käytännössä vaihtoehtoon VE2, eikä vaihtoehtoa VE0 siten voida pitää toteuttamiskelpoisena.

Taulukko 19-1. Vaikutusten merkittävyys

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

Taulukko 19-2. Vaihtoehtojen vertailu

Hankkeen ympäristövaikutukset	Nollavaihtoehto	Vaihtoehto VE0+	Vaihtoehto VE1a	Vaihtoehto VE1b	Vaihtoehto VE1c	Vaihtoehto VE2
Maisema ja kulttuuriympäristö		Läjitys- ja liiutusalueet aiheuttavat muutamalle pihapiirille ja paikallisesti arvokkaalle rakennetulle kulttuuriympäristölle kohtalaisia vaikutuksia. Muutoin vaikutukset ovat vähäisiä tai merkityksettömiä.	Läjitys- ja liiutusalueet aiheuttavat muutamalle pihapiirille ja paikallisesti arvokkaalle rakennetulle kulttuuriympäristölle kohtalaisia vaikutuksia. Muutoin vaikutukset ovat vähäisiä tai merkityksettömiä.	Läjitys- ja liiutusalueet aiheuttavat muutamalle pihapiirille ja paikallisesti arvokkaalle rakennetulle kulttuuriympäristölle kohtalaisia vaikutuksia. Muutoin vaikutukset ovat vähäisiä tai merkityksettömiä.	Läjitys- ja liiutusalueet aiheuttavat muutamalle pihapiirille ja paikallisesti arvokkaalle rakennetulle kulttuuriympäristölle kohtalaisia vaikutuksia. Muutoin vaikutukset ovat vähäisiä tai merkityksettömiä.	
Melu		Läjitys- ja liiutusalueiden rakentaminen ja käyttö aiheuttavat melun kasvua etenkin Hakosen ja Kalliojärven alueen loma-asuinkohteissa. Vaikutukset ovat pitkäkestoisia ja tasoltaan vaihtelevia. Liikennemelun vaikutukset on vähäisiä.	Läjitys- ja liiutusalueiden rakentaminen ja käyttö aiheuttavat melun kasvua etenkin Hakosen ja Kalliojärven alueen loma-asuinkohteissa. Vaikutukset ovat pitkäkestoisia ja tasoltaan vaihtelevia. Liikennemelun vaikutukset on vähäisiä.	Läjitys- ja liiutusalueiden rakentaminen ja käyttö aiheuttavat melun kasvua etenkin Hakosen ja Kalliojärven alueen loma-asuinkohteissa. Vaikutukset ovat pitkäkestoisia ja tasoltaan vaihtelevia. Liikennemelun vaikutukset on vähäisiä.	Läjitys- ja liiutusalueiden rakentaminen ja käyttö aiheuttavat melun kasvua etenkin Hakosen ja Kalliojärven alueen loma-asuinkohteissa. Vaikutukset ovat pitkäkestoisia ja tasoltaan vaihtelevia. Liikennemelun vaikutukset on vähäisiä.	
Tärinä		Lisääntyvän louhinnan ja liikenteen johdosta tärinä lisääntyy	Lisääntyvän louhinnan ja liikenteen johdosta tärinä lisääntyy. Rakennusvaiheessa lisäksi työmaarajähdyksiä.	Lisääntyvän louhinnan ja liikenteen johdosta tärinä lisääntyy. Rakennusvaiheessa lisäksi työmaarajähdyksiä.	Lisääntyvän louhinnan ja liikenteen johdosta tärinä lisääntyy. Rakennusvaiheessa lisäksi työmaarajähdyksiä.	
Liikenne		Liikenne lisääntyy vähän	Liikenne lisääntyy kohtalaisesti	Liikenne lisääntyy kohtalaisesti	Liikenne lisääntyy kohtalaisesti	
Kasvillisuus		Erityisesti suojeltavan rotkokehräjäkälän (EN) esiintymä häviää KL2 sivukivialueen rakentamisen myötä. Muulle kasvustolle ei vaikutuksia.	Erityisesti suojeltavan rotkokehräjäkälän (EN) esiintymä häviää KL2 sivukivialueen rakentamisen myötä. Muulle kasvustolle ei vaikutuksia.	Erityisesti suojeltavan rotkokehräjäkälän (EN) esiintymä häviää KL2 sivukivialueen rakentamisen myötä. Muulle kasvustolle ei vaikutuksia.	Erityisesti suojeltavan rotkokehräjäkälän (EN) esiintymä häviää KL2 sivukivialueen rakentamisen myötä. Muulle kasvustolle ei vaikutuksia.	
Eläimistö		Liito-oravalle potentiaaliset elinympäristöt vähenevät / heikentyvät rakennettavien alueiden myötä.	Liito-oravalle potentiaaliset elinympäristöt vähenevät / heikentyvät rakennettavien alueiden myötä.	Liito-oravalle potentiaaliset elinympäristöt vähenevät / heikentyvät rakennettavien alueiden myötä.	Liito-oravalle potentiaaliset elinympäristöt vähenevät / heikentyvät rakennettavien alueiden myötä.	
Luonnonsuojelualueet		Lähimmälle luonnonsuojelualueelle vaikutuksia KL2-sivukivialueen pölyämisestä ja melusta. Muille suojelualueille ei vaikutuksia.	Lähimmälle luonnonsuojelualueelle vaikutuksia KL2-sivukivialueen pölyämisestä ja melusta. Muille suojelualueille ei vaikutuksia.	Lähimmälle luonnonsuojelualueelle vaikutuksia KL2-sivukivialueen pölyämisestä ja melusta. Muille suojelualueille ei vaikutuksia.	Lähimmälle luonnonsuojelualueelle vaikutuksia KL2-sivukivialueen pölyämisestä ja melusta. Muille suojelualueille ei vaikutuksia.	
Natura 2000-alueet		Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	

Hankkeen ympäristövaikutukset	Nollavaihtoehto	Vaihtoehto VE0+	Vaihtoehto VE1a	Vaihtoehto VE1b	Vaihtoehto VE1c	Vaihtoehto VE2
Maa- ja kallioperä		Lisääntyvä louninta ja uudet läjitysalueet (sivukivi, sekudääri, kipsisakka-allas) muuttavat sekä maaperää että kallioperää voimakkaasti (paikallisesti).	Primäärialueen käyttöönnotto lisää hieman vaikutuksia maaperään ja kallioperään (louninta).	Pasutto ja rikkihappotehdas sijoittuvat jo rakennetulle tehdasalueelle, vain paikallista vaikutusta tehdasalueella.	Sulatto sijoittuu jo rakennetulle tehdasalueelle, vain paikallista vaikutusta tehdasalueella.	
Pohjavesi		Vaikutukset paikallisia ja pysyvät kaivospiirin sisällä. Toiminta-alueille tehdään tiiviit suojarakenteet.	Vaikutukset paikallisia ja pysyvät kaivospiirin sisällä. Toiminta-alueille tehdään tiiviit suojarakenteet.	Vaikutukset paikallisia ja pysyvät kaivospiirin sisällä. Toiminta-alueille tehdään tiiviit suojarakenteet.	Vaikutukset paikallisia ja pysyvät kaivospiirin sisällä. Toiminta-alueille tehdään tiiviit suojarakenteet.	
Vesistöt, kaivospiirin ja purkuvesireittien ulkopuolella olevat lähijärvet		Vaikutukset ennallaan tai veden laatu hieman heikkenee	Vaikutukset ennallaan tai veden laatu hieman heikkenee	Vaikutukset ennallaan tai veden laatu hieman heikkenee	Vaikutukset ennallaan tai veden laatu hieman heikkenee	
Pölyvaikutukset		Pölypitoisuus ei todennäköisesti ylitä raja- tai ohjearvoja kaivospiirin ulkopuolella kun pölyn hallintatoimet ovat käytössä	Pölypitoisuus ei todennäköisesti ylitä raja- tai ohjearvoja kaivospiirin ulkopuolella kun pölyn hallintatoimet ovat käytössä	Pölypitoisuus ei todennäköisesti ylitä raja- tai ohjearvoja kaivospiirin ulkopuolella kun pölyn hallintatoimet ovat käytössä	Pölypitoisuus ei todennäköisesti ylitä raja- tai ohjearvoja kaivospiirin ulkopuolella kun pölyn hallintatoimet ovat käytössä	
Ilmasto ja ilman laatu		Liikenteen päästöt lisääntyvät vähän.	Liikenteen päästöt lisääntyvät.	Rikkihappotehtaan rikkipäästöt ilmaan voivat lisätä rikkilaskumaa. Liikenteen päästöt lisääntyvät.	Rikkihappotehtaan rikkipäästöt ilmaan voivat lisätä rikkilaskumaa ja sulatolta tuleva CO2 lisää kasvihuonekaasupäästöjä. Liikenteen päästöt lisääntyvät.	
Ihmisten elinolot, viihtyvyys ja alueen virkistyskäyttö		Elinolot, viihtyvyys ja lähialueiden virkistysarvo heikentyvät etenkin melu-, pöly- ja liikennevaikutusten vuoksi	Elinolot, viihtyvyys ja lähialueen virkistysarvo heikentyvät etenkin melu-, pöly- ja liikennevaikutusten vuoksi	Elinolot, viihtyvyys ja lähialueen virkistysarvo heikentyvät etenkin melu-, pöly- ja liikennevaikutusten vuoksi	Elinolot, viihtyvyys ja lähialueen virkistysarvo heikentyvät etenkin melu-, pöly- ja liikennevaikutusten vuoksi	
Talous ja elinkeinot		Investoinnit ja toiminnan laajeneminen lisää myönteisiä talous- ja työllisyysvaikutuksia	Investoinnit ja toiminnan laajeneminen lisää myönteisiä talous- ja työllisyysvaikutuksia	Investoinnit ja toiminnan laajeneminen lisää myönteisiä talous- ja työllisyysvaikutuksia	Investoinnit ja toiminnan laajeneminen lisää myönteisiä talous- ja työllisyysvaikutuksia	
Terveys		Tilanne heikkee hieman liikenteen päästöjen kasvun seurauksena.	Tilanne heikkee hieman liikenteen päästöjen kasvun seurauksena.	Tilanne heikkee hieman liikenteen päästöjen kasvun seurauksena.	Tilanne heikkee hieman liikenteen päästöjen kasvun seurauksena.	

20 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTA

20.1 Seurannan periaatteet

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

Tarkkailuohjelmat laaditaan yhteistyössä ympäristöviranomaisten kanssa ja niissä määritellään suoritettavan kuormitus- ja ympäristötarkkailun ja raportoinnin yksityiskohdat. Ympäristövaikutusten tarkkailuohjelma on suunnitelma tietojen keräämisestä säännöllisin aikavälein hankkeen aiheuttamasta ympäristökuormituksesta, ympäristövaikutuksista sekä ympäristön muutoksista hankkeen vaikutusalueella. Seurannan tavoitteita ovat mm.:

- tuottaa tietoa toiminnan ympäristökuormituksesta ja -vaikutuksista
- selvittää, mitkä ympäristön tilan muutokset ovat seurausta tarkkailun kohteena olevasta toiminnasta ja mitkä aiheutuvat muista tekijöistä
- selvittää, miten haittojen lieventämistoimet ovat onnistuneet
- käynnistää tarvittavat toimet, jos esiintyy ennakoimattomia haittoja.

Tarkkailun tuloksista raportoidaan määräajoin, yleensä vuosittain ja raportit toimitetaan ympäristöviranomaisille. Tarkkailuraportit ovat julkisia asiakirjoja.

20.2 Ympäristövaikutusten tarkkailu

Terrafame Oy:n kaivoksen tarkkailu perustuu tällä hetkellä seuraaviin tarkkailuohjelmiin, niiden hyväksymiskirjeisiin sekä Kainuun ja Lapin Ely-keskusten erillisiin hyväksymispäätöksiin:

- Talvivaaran kaivoksen tarkkailusuunnitelma. Talvivaara Sotkamo Oy. Pöyry Finland Oy 2013, täydennetty 27.6.2014. 16X179429.
 - *Päätös 24.2.2014: Kainuun ELY-keskus (Dnro KAIELY/1/07.00/2013)*
 - *Päätös 24.2.2014: Pohjois-Savon ELY-keskus (Dnro POSELY/206/07.00/2012, vesistövaikutusten tarkkailusuunnitelma) ja (Dnro POSELY/1427/5720-2012, kalataloudellinen tarkkailusuunnitelma)*
 - *Päätös 10.6.2014: Kainuun ELY-keskus (Dnro KAIELY/1707.00/2013, pohjavesitarkkailun laajentaminen)*
- Esitys Nuasjärven purkuputken ympäristötarkkailuksi, 31.7.2015. Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesä.
 - *Päätös 18.12.2015: Kainuun ELY-keskus (KAIELY/752/2014) ja Lapin ELY-keskus (LAPELY/1147/5723-2015)*

Hyväksymispäätöksessä purkuputken tarkkailuohjelmaan tuli lisäyksiä, jotka on huomioitu tarkkailussa vuodesta 2016 alkaen.

- Lapin ELY-keskus, 15.6.2016: Kirje 1147/5723-2015. Rehjanselän verkkoekalastusten toteuttaminen.
- Rehja-Nuasjärven koekalastus, tutkimussuunnitelma. Ramboll Finland Oy, 30.6.2016.
- Rimpilänniemen pohjavesiputkien asennussuunnitelma. Terrafame Oy, 7.7.2016.
- Kainuun ELY-keskus 6.10.2016: Purkuputken vaikutustarkkailun täydennykset.

Edellä mainitut tarkkailuohjelmat on yhdistetty yhdeksi ohjelmaksi (Pöry Finland Oy 2017b, 28.11.2016, täydennetty 6.2.2017). Ohjelmassa ei ole muutettu voimassa olevia, hyväksytyjä tarkkailuohjelmia, vaan ne on yhdistetty yhdeksi ohjelmaksi, joka sisältää Terrafamen kaivoksen käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailun kokonaisuutena. Tarkkailulla tuotetaan tietoa kaivostoiminnan päästöistä ympäristöön ja päästöjen vaikutuksista ympäristön tilaan ja ihmisten viihtyvyyteen. Tarkkailua täydennetään lisäanalyysillä tai tarkkailupisteillä tarvittaessa.

Tarkkailu sisältää käyttö- ja päästötarkkailun, vesistötarkkailun (jatkuvatoimiset mittausasemat, leviämiskartoituksen, pintaveden laatu, kasviplankton, pohja-eläimet ja vesikasvit), kalataloustarkkailun, sedimentin laadun tarkkailun, pohjavesitarkkailun, maa-alueiden biologisen tarkkailun, ilman laadun tarkkailun, melutarkkailun ja jätejakeiden kaatopaikkakelpoisuuden tarkkailun.

Vuosittaiset velvoitetarkkailuraportit julkaistaan internetissä Terrafamen sivuilla.

20.3 Uraanin talteenottolaitoksen, pasuton, rikkihappotehtaan ja sulaton tarkkailu

Uraanin talteenottolaitoksen tarkkailulle on annettu määräykset AVI:n ympäristölupapäätöksessä 30.4.2014 (Nro 36/2014/1). Uraanilaitoksen tarkkailu tullaan liittämään Terrafamen kaivoksen nykyiseen tarkkailuohjelmaan ennen mahdollista toiminnan aloittamista.

Pasuton, rikkihappotehtaan ja sulaton tarkkailu tullaan liittämään Terrafamen kaivoksen nykyiseen tarkkailuohjelmaan ennen mahdollista toiminnan aloittamista.

20.4 Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten seuranta

Yhteistyö sidosryhmien, kuten lähiasukkaiden, kanssa on tärkeä osa yrityksen toimintaa. Avoimella tiedonvaihdolla lähialueen asukkaiden kanssa hankevaastaava voi saada tietoa hankkeen vaikutuksista ja keinoista, joilla näitä vaikutuksia voisi lieventää tai ehkäistä. Terrafame Oy järjestää lähiasukkaille tupailtoja säännöllisin väliajoin sekä seuraa lähialueen asukkaiden raportoimia poikkeamia. Myös useita avoimien ovien päiviä on järjestetty kaivoksen toiminnan aikana ja järjestetään myös jatkossa.

21 LÄHDELUETTELO

- Ahokas, H. 2006.** The estimation of bedrock groundwater inflow into the Kuusilampi open pit.
- Forss, H., Lerssi, J., Huotari-Halkosaari, T., Pasanen, A., Eskelinen, A. & Kittilä A. 2013.** Talvivaara Geofysikaaliset tutkimukset 2013. Geologian Tutkimuskeskus.
- Huttunen, S. 2010,** Mitä Talvivaaran bioindikaattoritutkimuksen tulokset kertovat.
- Ilmatieteen laitos 2009.** Hengitettävien hiukkasten pitoisuusmittaukset Talvivaaran kaivosalueella ja sen ympäristössä jaksolla syyskuu 2008–helmikuu 2009.
- Ilmatieteen laitos 2017a.** Ilmanlaatumittaukset Terrafamen kaivoksen ympäristössä. Hengitettävien hiukkasten, arseenin ja metallien pitoisuudet jaksolla joulukuu 2015–elokuu 2016. Helsinki 20.1.2017.
- Ilmatieteen laitos 2017b.** Kajaanin ilmanlaadun tarkkailu. Mittaustulokset vuodelta 2016. Helsinki 30.3.2017.
- Ilmatieteenlaitos 2012.** Tilastoja Suomen ilmastosta 1981-2010.
- Ilmatieteenlaitoksen avoin datapalvelu.** <https://ilmatieteenlaitos.fi/avoin-data>
- Kainuun ELY-keskus 2017.** Lausunto Sivukivialueen KL2:n ympäristölupa ja toiminnan aloittamislupa, Sotkamo ja Kajaani. KAIELY/632/2015, KAIELY/7/2017
- Kainuun liitto 2014.** Kainuun maakuntaohjelma 2014–2017, Ympäristöselostus. Luonnos 20.5.2014.
- Kainuun liitto 2015.** Kainuu-ohjelma. Hyvinvoiva ja elinvoimainen Kainuu.
- Kainuun liitto 2016a.**
https://www.kainuunliitto.fi/maakuntakaavan_tarkistaminen. Luettu 31.5.2017.
- Kainuun liitto 2016b.** Maakuntakaavakartta. www.infokartta.fi/kainuunliitto. Haettu 15.7.2016
- Kainuun ulkoilukartta 2017.** <http://infogis.infokartta.fi/infogis-kainuu/> 16.6.2017
- Kainuun ympäristökeskus, 2008.** Sotkamon kulttuuriympäristöohjelma. 2. tarkistettu painos. Kainuun ympäristökeskuksen raportteja 1/2008.
- Kauppila T., Komulainen H., Makkonen S., Tuomisto J., (ed.), 2013,** Metallikaivosalueiden ympäristöriskinarviointiosaamisen kehittäminen, MINERA-hankkeen loppuraportti, GTK tutkimusraportti no 199.
- Kauppila T (toim). 2015.** Hyviä käytäntöjä kaivoshankkeiden ympäristövaikutusten arvioinnissa. GTK, Tutkimusraportti 222.
- Khandelwal, M. & Singh, T.N., 2007.** Evaluation of blast-induced ground vibration predictors. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 27, 116-125.

Lammi, E., Vauhkonen, M., Routasuo, P. & Hanski, I.K. 2016. Espoon liitoravien kokonaisselvitys 2014-2015. Espoon ympäristölautakunnan julkaisusarja 2/2016.

Liikennevirasto 2015. Tieliikenneonnettomuudet. [https://www.avoindata.fi/data/fi/dataset/tieliikenneonnettomuudet] Luettu 31.8.2016.

Liikennevirasto 2017. Liikennemäärät. [https://extranet.liikennevirasto.fi/extranet/web/public/latauspalvelu] Luettu 2.5.2017.

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

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

Pöyry Finland Oy 2016. Terrafame Oy. Alustava sulkemissuunnitelma.

Pöyry Finland Oy 2017. Terrafame Oy. Vesienhallinnan YVA-selostus 28.3.2017.

Pöyry Finland Oy 2017b. Terrafame Oy. Terrafamen kaivoksen tarkkailuohjelma, täydennetty 6.2.2017.

Pöyry Finland Oy 2017c. Selvitys pohjavesien pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta sekä primääriluotusalueen maaperään kohdistuvista päästöistä. 101003524, 28.2.2017. Terrafame Oy.

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 2015b. Pintavesien ja kalojen Ni, Cd ja Hg taustapitoisuusselvitys. Terrafame Oy.

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

Ramboll Finland Oy 2016b. Terrafame Group Oy. Terrafamen kaivoksen ja metallien jalostuslaitoksen aluetaloudelliset vaikutukset. 1.11.2016.

Ramboll Finland Oy 2016c. Terrafame Oy. Sivukivialue KL2. Pölyselvitys.

Ramboll Finland Oy 2017. Terrafamen kaivoksen ympäristötarkkailuraportit vuodelta 2016. <http://www.terrafame.fi/ymparisto/ymparisto-vesien-hallinta/ymparistotarkkailuraportit.html>

Ramboll Finland Oy 2017b. Viljelymaiden ja kasvien haitta-aineselvitys. Terrafame Oy.

Ramboll Finland Oy 2017c. Terrafamen alueen bioindikaattoritutkimus vuosina 2012 ja 2016. Terrafame Oy.

- Ramboll Finland Oy 2017d.** Terrafamen kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivitys LUONNOS.
- Retkikartta 2017.** Metsähallitus, www.retkikartta.fi 16.6.2017
- Räty E. & Länsivuori R. 2015.** VAK-onnettomuudet 2004–2013. Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimat vaarallisten aineiden tiekuljetusonnettomuudet. Liikennevakuutuskeskus. Vakuutusyhtiöiden liikenneturvallisuustoimikunta VALT.
- Sosiaali- ja terveysministeriö 1999.** Ympäristövaikutusten arviointi. Ihmisiin kohdistuvat terveydelliset ja sosiaaliset vaikutukset. Oppaita 1999:1.
- Sosiaali- ja terveysministeriö 2015.** Asumisterveysasetus 545/2015.
- Suomen mineraalistrategia 2010.** <http://projects.gtk.fi/mineraalistrategia/>
- Suomen Ympäristökeskus, 2010.** Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT). Ympäristöasioiden hallinta kiviainestuotannossa. Suomen Ympäristö 25 / 2010.
- Suomen ympäristökeskus ja ELY-keskukset 2016.** Pintavesien tilan tietojärjestelmä, vedenlaatu PIVET. <http://www.syke.fi/avointieto> Lokakuu 2016
- Syrjänen, P., Merjama, S., Kuula, H., Somervuori, P., Juutinen, T. and Remes, H. 2006.** Rock Mass Quality and Open Pit Stability Analysis. Talvivaara Rock Mechanical Report.
- TEM, Työ- ja elinkeinoministeriö 2016.** Alueelliset kehitysnäkymät 2 / 2016, Työ- ja elinkeinoministeriön sekä ELY-keskusten julkaisu syyskuu 2016. www.tem.fi
- Tilastokeskus 2017.** www.stat.fi. haettu 16.6.2017
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015.** Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi -käsikirja. <http://www.stakes.fi/FI/Etusivu.htm>
- Tmi Luontotieto Carex 2017.** Rohtokehräjäkälän esiintyminen Kellosärkällä ja Pirttikalliolla Sotkamossa. Pekka Halonen 28.6.2017.
- Virtanen, T., Salomäki, P., Tanskanen, S. & Yrjölä, R. 2014.** Liito-oravien radioseuranta Espoonlahden ja Matinkylän suuralueilla 2013. Ympäristötutkimus Yrjölä.
- Vuokatti 2016.** www.vuokatti.fi 20.7.2016
- Vuokatti Safaris 2016.** <http://www.vuokattisafaris.com/>
- White, T.E. & Robinson, P., 1995.** The Use of Explosives in Quarrying. The Institute of Quarrying.
- Ympäristöhallinnon avoimet ympäristötietojärjestelmät.** http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat
- Ympäristökarttapalvelu Karpalo.** http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat
- Ympäristöministeriö 2016.** Ympäristöministeriön ehdotus Natura-alueiden tietojen päivittämiseksi. Karttapalvelin:
- <http://syke.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=ed7aa611744f4be08bf2d8fd56a17d5b>

Ympäristöministeriö, 1995. Ympäristömelun mittaaminen, Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston Ohje I.

Ympäristöministeriö, 2007. Melutta -hankkeen loppuraportti, Ympäristöministeriön raportteja 20/2007.