

The top-left image shows a natural landscape with a calm lake, green grass, and a dense forest of tall evergreen trees in the background.

The top-right image is a close-up photograph of a geological rock face, showing distinct horizontal layering and a rough, textured surface.

The bottom-left image depicts an industrial processing site. A large yellow conveyor belt system is visible, transporting material. In the background, an orange excavator is working on a pile of dark material. The date "07. 26. 2005" is printed in the bottom right corner.

The bottom-right image is a geological map of the Kivijärvi area. It features various colored regions representing different geological formations. Labels on the map include: "Kalliovoima-avaruus", "Sivukivialue KS 1", "Sivukivialue KL 2", "Kusilampi-avaruus", "Sivukivialue KL 1", "Pääkivialue", "Sekundaarikasa, vaihe 1", "Sekundaarikasa, vaihe 2", "Metallien talteenotto", and "Kipsipakka-allas". The "TALVIVAARA" logo is visible in the bottom right corner.

LAPIN VESITUTKIMUS OY

Talvivaara Projekti Oy

4385A

TALVIVAARAN KAIVOSHANKKEEN YVA-SELOSTUS

LAPIN VESITUTKIMUS OY Elokuu 2005

Tekijät: Olli Salo, Jari Hietala, Sami Hamari, Arto Häyrynen, Aki Nurkkala, Simo Paksuniemi

SISÄLLYS

SIVU

1 JOHDANTO	1
2 YVA –MENETTELYN OSAPUOLET	1
3 YVA -MENETTELY	2
3.1 YVA -menettelyn toteutus.....	2
3.2 YVA:n selvitykset ja yhteysviranomaisen ohjauksen huomioiminen	3
3.3 Arviointimenettelyn ja osallistumisen järjestäminen	5
3.3.1 Ohjaus- ja seurantaryhmät.....	5
3.3.2 YVA -ohjelman esittelytilaisuudet.....	5
3.3.3 YVA -menettelyn aikataulu	5
3.3.4 Tiedottaminen ja lausuntopyynnot	6
4 HANKKEEN KUVAUS.....	7
4.1 Hankkeen tarkoitus ja sijainti	7
4.2 Hankkeen taustaa.....	8
4.3 Hyödynnettävät esiintymät.....	9
4.3.1 Kaivosoikeudet.....	9
4.3.2 Esiintymät	11
4.3.3 Hankealueen malmipotentiali	13
4.4 Tuotantomenetelmät	14
4.4.1 Louhinta	14
4.4.2 Louheen murskaus ja kuljetus	15
4.4.3 Malmin rikastus ja metallien liuotus	15
4.4.4 Metallien talteenotto.....	16
4.4.5 Käytettävät kemikaalit ja tarveaineet	19
4.5 Sivukivi, rikastushiekka ja metallien saostuksessa syntyvät ylijäämäsakat	23
4.6 Kaivoksen sivutuotteiden geokemialliset ympäristöominaisuudet.....	23
4.6.1 Rikastushiekka	23
4.6.2 Sivukivi	24
4.6.3 Pintamaat.....	25
4.6.4 Biokasaliuotuksessa liukenematon kiviaines ja muut sivutuotteet.....	26
4.7 Vesien hallinta.....	27

4.8	Tieolot ja kuljetukset	27
4.9	Kolmisoppijärven pato	30
4.10	Työvoima	30
4.11	Hankkeen aikataulu	31
4.12	Kaivoksen elinkaaren vaiheet.....	31
4.12.1	Perustaminen	31
4.12.2	Tuotanto	32
4.12.3	Kaivostoiminnan lopettaminen	33
5	TARVITTAVAT LUVAT JA SUUNNITELMAT	35
6	LIITTYMINEN MUIHIN HANKKEISIIN	36
6.1	Natura 2000 -verkoston alueet	36
6.2	Infrastruktuuri.....	36
6.3	Kaavoitus.....	37
7	TOTEUTTAMISVAIHTOEHDOT.....	38
7.1	Yleistä.....	38
7.2	Vertailtavat päävaihtoehdot.....	38
7.2.1	PR 1, vaahdotusrikastus ja autoklaaviliuotus	38
7.2.2	PR 2, biokasaliuotus.....	44
7.2.3	0-vaihtoehto.....	51
7.3	Kaivoksen sisäinen kiviainesten kuljetus ja murskaus	51
7.4	Vesipäästöjen johtaminen ja raakaveden otto	52
7.5	Voimalinja ja rautatie	52
8	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETELMÄT	55
8.1	Selvitys- ja arviointikohteet.....	55
8.2	Tarkastellut ympäristövaikutukset, vaikutusalueet, arviointimenetelmät ja arvioinnin epävarmuustekijät.....	55
8.2.1	Tarkastelu- ja vaikutusalueen raja	55
8.2.2	Arviointimenetelmät ja niiden epävarmuudet	56
9	FYYSISEEN LUONNONYMPÄRISTÖÖN KOHDISTUVIEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI	59
9.1	Maa- ja kallioperä.....	59
9.1.1	Nykytila.....	59
9.1.2	Hankkeen vaikutustavat maaperään	63
9.1.3	Hankkeen vaikutusten vähentäminen	64
9.1.4	Arvio hankkeen vaikutuksista maaperään	65
9.1.5	Vaihtoehtojen vertailu	67

9.1.6	Johtopäätökset	68
9.2	Pohjavesi	69
9.2.1	Pohjavesiolosuhteet.....	69
9.2.2	Pohjavesivaluma-alueet.....	71
9.2.3	Pohjaveden laatu	71
9.2.4	Hankkeen vaikutustavat pohjavesiin	73
9.2.5	Hankkeen haitallisten vaikutusten vähentäminen	74
9.2.6	Arvio hankkeen vaikutuksista pohjavesiin.....	75
9.2.7	Vaihtoehtojen vertailu	76
9.2.8	Johtopäätökset	77
9.3	Vesistöjen pohjasedimentit.....	78
9.3.1	Nykytila.....	78
9.3.2	Hankkeen vaikutustavat pohjasedimentteihin	81
9.3.3	Hankkeen haitallisten vaikutusten pienentäminen	81
9.3.4	Arvio pohjasedimentteihin kohdistuvista vaikutuksista.....	81
9.3.5	Vaihtoehtojen vertailu	82
9.3.6	Johtopäätökset	83
9.4	Vesistöjen vesitalous	84
9.4.1	Vesistöt ja valuma-alueet	84
9.4.2	Vesistöjen virtaamat	87
9.4.3	Vesistöjen nykyinen kuormitus ja säännöstely	89
9.4.4	Vesistöjen ja valuma-alueiden muuttaminen	89
9.4.5	Vedenoton ja vesistöjen muuttamisen vaikutustavat pintavesiin	90
9.4.6	Vedenoton ja vesistöjen muuttamisen haitallisten vaikutusten vähentäminen.....	91
9.4.7	Arvio raakaveden oton ja vesistöjen muuttamisen vaikutuksista.....	91
9.4.8	Vaihtoehtojen vertailu ja johtopäätökset.....	93
9.5	Kaivoksen vesipäästöt ja niiden johtaminen	93
9.5.1	Toiminnassa syntyvät vesipäästöt	93
9.5.2	Vaihtoehdon PR1 vesipäästö.....	94
9.5.3	Vaihtoehdon PR2 vesipäästö.....	96
9.5.4	Talousjätevedet.....	97
9.5.5	Johtopäätökset	98
9.6	Vesistöjen vedenlaatu.....	98
9.6.1	Perustilaselvityksen vedenlaatuaineisto	98
9.6.2	Vedenlaadun nykytilan kuvaus	98
9.6.3	Perustuotannon ravinnetasapaino.....	105
9.6.4	Vesistöjen käyttökelpoisuuden laatuluokitus	106

9.6.5	Arvio kaivoksen vesipäästöjen vaikutuksista pintavesien laatuun	107
9.6.6	Teollisuusjätevesien johtamisen vaikutukset vesistöjen yleisen käyttökelpoisuuden laatuluokitukseen	112
9.6.7	Vesipäästöjen haitallisten vaikutusten vähentäminen	113
9.6.8	Vaihtoehtojen vertailu	115
9.6.9	Johtopäätökset	116
9.7	Pienvedet	117
9.7.1	Pienvesien nykytila	117
9.7.2	Arvio hankkeen vaikutuksista pienvesiin ja vaikutusten vähentäminen	118
9.7.3	Vaihtoehtojen vertailu	120
9.7.4	Johtopäätökset	122
9.8	Ilmanlaatu	122
9.8.1	Nykytilanne	122
9.8.2	Päästöt ilmaan	123
9.8.2.1	Kiviainesperäiset pölypäästöt	123
9.8.2.2	Savu- ja pakokaasupäästöt	125
9.8.2.3	Räjätyskaasut	126
9.8.2.4	Rikkivedyn valmistuksen ilmapäästöt	127
9.8.2.5	Hiilidioksidipäästöt	127
9.8.2.6	Pölypäästöt rikasteen kuivauksesta ja varastoinnista	127
9.8.3	Päästöjen vähentämismenetelmät	128
9.8.3.1	Pölypäästöjen vähentäminen	128
9.8.3.2	Savu- ja pakokaasupäästöjen vähentäminen	128
9.8.4	Arvio ilmapäästöjen vaikutuksista ympäristöön	129
9.8.4.1	Ilman hiukkaspitoisuus ja pölystä tuleva laskeuma	129
9.8.4.2	Laskeumasta maahan kumuloituvat metallit	131
9.8.4.3	Kasvihuonekaasut	132
9.8.5	Vaihtoehtojen vertailu	132
9.8.6	Johtopäätökset	133
10	ELIÖYHTEISÖIHIN KOHDISTUVIEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI	134
10.1	Kasvillisuus ja luontotyypit	134
10.1.1	Kolmisopen alue ja Sopenvaara	134
10.1.2	Kaivoslammen- Kuusilammen alue	134
10.1.3	Mustamäki – Munninmäki – Kuusimäenkuilu	135
10.1.4	Rasvamäki ja Hoikkalampi	136
10.1.5	Martikanvaara ja Ylä-Lumijärvi	136
10.1.6	Haukisuo-Viitasuo-Torvelansuo-Lumisuo-Myllysuo	136

10.1.7	Lähteiden sammallajisto.....	137
10.1.8	Luonnontilaiset tai monimuotoiset kohteet	137
10.1.9	Kaivoksen vaikutustavat kasvillisuuteen.....	138
10.1.10	Haitallisten vaikutusten vähentäminen.....	138
10.1.11	Arvio hankkeen vaikutuksista kasvillisuuteen	139
10.1.12	Vaihtoehtojen vertailu	141
10.1.13	Johtopäätökset	143
10.2	Linnusto.....	146
10.2.1	Nykytilanne	146
10.2.2	Kaivoksen vaikutustavat linnustoon.....	148
10.2.3	Haitallisten vaikutusten vähentäminen.....	148
10.2.4	Arvio hankkeen vaikutuksista linnustoon	149
10.2.5	Vaihtoehtojen vertailu	150
10.2.6	Johtopäätökset	151
10.3	Liito-orava.....	151
10.3.1	Nykytilakartoitus.....	151
10.3.2	Kolmisoppi-järven ympäristö.....	151
10.3.3	Latomäki ja Raajamäki.....	152
10.3.4	Hakosen ympäristö.....	152
10.3.5	Kehikkolehdon tien varren alue	153
10.3.6	Mäkijärven tien varsi.....	153
10.3.7	Rasvamäki ja Alalehto	154
10.3.8	Martikanvaara.....	154
10.3.9	Kuusimäentien varsi	154
10.3.10	Iso-Savonjärventien varsi ja Iso-Savonjärven ympäristö	154
10.3.11	Kaivoksen vaikutustavat liito-oraviin	154
10.3.12	Hankkeen vaikutusten vähentäminen.....	155
10.3.13	Arvio hankkeen vaikutuksista liito-oraviin	155
10.3.14	Vaihtoehtojen vertailu	156
10.3.15	Johtopäätökset	158
10.4	Vesistöjen selkärangattomat pohjaeläimet	159
10.4.1	Virtavesien pohjaeläimet.....	159
10.4.2	Järvien pohjaeläimet.....	161
10.4.3	Kaivoksen vaikutustavat pohjaeläimistöön.....	162
10.4.4	Haitallisten vaikutusten vähentäminen.....	163
10.4.5	Arvio kaivoksen vaikutuksista pohjaeläimistöön.....	163
10.4.6	Vaihtoehtojen vertailu	165

10.4.7	Johtopäätökset	166
10.5	Kalasto.....	166
10.5.1	Nykytilanne	166
10.5.2	Kaivoksen vaikutustavat kalastoon	169
10.5.3	Haitallisten vaikutusten vähentäminen.....	170
10.5.4	Arvio hankkeen vaikutuksista kalastoon	171
10.5.5	Vaihtoehtojen vertailu	172
10.5.6	Johtopäätökset	173
11	IHMISEEN JA YHDYSKUNTAAN KOHDISTUVIEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI....	174
11.1	Maankäyttö ja yhdyskuntarakenne	174
11.1.1	Alueen nykytilanne	174
11.1.2	Arvio kaivoshankkeen vaikutuksista maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen	176
11.1.3	Kaivoshankkeen haitallisten vaikutusten vähentäminen	177
11.1.4	Vaihtoehtojen vertailu	177
11.1.5	Nollavaihtoehdon vaikutus.....	177
11.1.6	Johtopäätökset	178
11.2	Tieverkosto ja liikenne	179
11.2.1	Nykytilanne	179
11.2.2	Arvio hankkeen vaikutuksista liikenteeseen	186
11.2.2.1	Vaikutus liikennemääriin ja tiestöön.....	186
11.2.2.2	Vaikutukset liikenneturvallisuuteen.....	189
11.2.2.3	Parannettavat tiekohteet	190
11.2.2.4	Melu ja pöly	191
11.2.2.5	Pohjavesialueet	191
11.2.2.6	Muut kohteet	191
11.2.3	Haitallisten vaikutusten vähentäminen.....	192
11.2.4	Vaihtoehtojen vertailu	192
11.2.5	Johtopäätökset	193
11.3	Kalastus ja metsästys.....	193
11.3.1	Kalastusolot.....	193
11.3.2	Metsästysolot.....	198
11.3.3	Hankkeen kalastukseen ja metsästyksen kohdistuvat vaikutustavat	199
11.3.4	Haitallisten vaikutusten lieventäminen	200
11.3.5	Arvio hankkeen vaikutuksista kalastukseen ja metsästyksen.....	201
11.3.6	Vaihtoehtojen vertailu	202
11.3.7	Johtopäätökset	203
11.4	Arkeologia ja kulttuurihistoria	204

11.4.1	Nykytila.....	204
11.4.2	Hankkeen vaikutustavat arkeologiaan ja kulttuurihistoriaan	205
11.4.3	Hankkeen vaikutusten lieventäminen.....	205
11.4.4	Arvio hankkeen vaikutuksista arkeologiaan ja kulttuurihistoriallisiin kohteisiin	205
11.4.5	Vaihtoehtojen vertailu	205
11.4.6	Johtopäätökset	206
11.5	Sosiaaliset vaikutukset	206
11.5.1	Aineisto	206
11.5.1.1	Kysely- ja haastatteluaineisto	206
11.5.1.2	Eläytymismenetelmä.....	206
11.5.1.3	Tausta-aineistot	206
11.5.2	Tuleva kaivos ja asukkaiden suhtautuminen, tiedonsaanti, vaikutusmahdollisuudet ja ilmapiiri kylässä	207
11.5.3	Asuinalue ennen kaivosta ja kaivoksen toteutuessa	209
11.5.4	Mielikuvat paikkakunnasta ja sidosryhmien näkemyksiä	210
11.5.5	Asukkaiden sopeutuminen	213
11.5.6	Hankkeen haittojen vähentäminen ja seuranta	214
11.5.7	Vaihtoehtojen vertailu	219
11.5.8	Johtopäätökset	220
11.6	Maisema	221
11.6.1	Nykytilanne	221
11.6.2	Kaivoksen vaikutustavat maisemaan ja haitallisten vaikutusten vähentäminen	222
11.6.3	Arvio hankkeen vaikutuksista maisemaan	222
11.6.4	Vaihtoehtojen vertailu	228
11.6.5	Johtopäätökset	229
11.7	Melu ja värinä.....	229
11.7.1	Nykytila.....	229
11.7.2	Arvio hankkeen aiheuttamasta melusta.....	229
11.7.2.1	Melun laskentamalli.....	229
11.7.2.2	Laskentamallissa huomioidut tuotantovaiheet ja laitteet	230
11.7.2.3	Äänitasot kaivosalueella ja sen ympäristössä	231
11.7.3	Arvio hankkeen aiheuttamasta värinästä.....	234
11.7.3.1	Värinän laskentamalli.....	234
11.7.3.2	Värinäarvot kaivosalueella ja sen ympäristössä	234
11.7.4	Melu- ja värinähaittojen vähentäminen.....	236
11.7.5	Vaihtoehtojen vertailu	237
11.7.6	Johtopäätökset	237
11.8	Ihmisten terveys	238

11.8.1	Terveysvaikutusten tunnistaminen ja estäminen	238
11.8.2	Päästöt pintavesiin.....	239
11.8.3	Päästöt ilmaan	240
11.8.4	Vaikutukset pohjavesiin	241
11.8.5	Melu	242
11.8.6	Tärinä	242
11.8.7	Onnettomuudet ja tapaturmat	243
11.8.8	Terveysvaikutusten riskin aiheuttamat sosiaaliset vaikutukset	243
11.8.9	Johtopäätökset	244
12	LUONNONSUOJELULAIN MUKAINEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI	245
12.1	Liito-oravan lisääntymis- ja levähdyspaikkojen suojelu	245
12.2	Luonnonsuojelulain 65 §:n määräysten soveltaminen.....	246
13	KAIVOSHANKKEEN HAITALLISTEN VAIKUTUSTEN EHKÄISEMINEN JA RAJOITTAMINEN.....	246
13.1	Fyysiseen luonnonympäristöön kohdistuvat vaikutukset	246
13.2	Eliöyhteisöihin kohdistuvat vaikutukset.....	247
13.3	Ihmiseen ja yhteiskuntaan kohdistuvat vaikutukset	248
14	VAIHTOEHTOJEN VERTAILU JA TOTEUTTAMISKELPOISUUDEN ARVIOINTI ..	250
14.1	Vertailussa käytetty menetelmä.....	250
14.2	Prosessivaihtoehdot	250
14.3	Kiviainesten kuljetus ja murskaus	255
14.4	Vesipäästöjen johtaminen.....	257
14.5	Raakaveden ottaminen	258
14.6	Voimalinjan suuntaus	260
14.7	Rautatien suuntaus.....	262
15	YMPÄRISTÖRISKIT JA NIIDEN HALLINTA	264
15.1	Rakentamisvaihe	264
15.2	Louhinta ja murskaus	265
15.3	Autoklaaviliuotus (päävaihtoehto PR1)	265
15.4	Bioliuotus (päävaihtoehto PR2)	267
15.5	Metallien talteenotto.....	267
15.6	Työkoneet, kuljetukset, liikenne.....	268
15.7	Vesipäästön johtaminen, sivukivialueet, jätehuolto	269
15.8	Jälkihoitovaihe.....	269
15.9	Johtopäätökset	270
16	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTA	270

LVT	ix	Talvivaara Projekti Oy Talvivaaran kaivoshankkeen YVA-selostus
-----	----	---

16.1	Seurannan tehtävät	270
16.2	Seurannan toteutus	271
16.2.1	Toimintavaihe	271
16.2.2	Rakentamisvaihe	271
16.2.3	Jälkihoitovaihe	273

Sanasto

Lyhenteet

VIITTAUKSET

Pohjakartat copyright Maanmittauslaitos lupa myy/16/05

1 JOHDANTO

Talvivaaran kaivoshankkeen tarkoituksena on hyödyntää Sotkamon kunnan Tuhkakylässä sijaitsevat Kuusilammen ja Kolmisopen mustaliuskepohjaiset monimetalliesiintymät, jotka sisältävät yhteensä yli 300 miljoonaa tonnia malmia.

Esiintymät ovat Euroopan suurimmat sulfidiset nikkemiesiintymät. Aiemmin Outokumpu Oy on selvittänyt esiintymien hyödyntämisen kannattavuutta useaan otteeseen 1970 – 1990 -luvuilla. Nikkelin suotuisien hintanäkymien ja tekniikan kehittymisen vuoksi Talvivaaran esiintymien kannattava hyödyntäminen on mahdollista tämän vuosikymmenen lopulla. Esiintymien hyödyntäminen luo satoja uusia työpaikkoja.

Ympäristöluvan hakemista varten hankkeelle on laadittu ympäristövaikutusten arviointi (YVA). Arvioinnin on suorittanut Lapin Vesitutkimus Oy (LVT) Talvivaara Projekti Oy:n toimeksiannosta. YVA -menettely on toteutettu YVA -ohjelman mukaisesti, jonka Kainuun ympäristökeskus on julkaissut sidosryhmien nähtäväksi ja josta se on antanut lausuntonsa lokakuussa 2004.

2 YVA –MENETTELYN OSAPUOLET

Hankkeesta vastaava yhtiö on Talvivaara Projekti Oy. Yhtiön kotipaikka on Sotkamo.

YVA –menettelyn osapuolet ja yhteystiedot ovat:

Hankkeesta vastaava kaivosyhtiö

Talvivaara Projekti Oy
Polttimonkatu 4
33210 Tampere

Yhteyshenkilöt: Toimitusjohtaja Pekka Perä
sähköposti: pekka.pera@talvivaara.com, gsm 040-585 9225,
ympäristöpäällikkö Lassi Lammassaari
sähköposti: lassi.lammassaari@talvivaara.com, gsm 0400-922881

YVA –menettelyssä hankkeen yhteysviranomainen

Kainuun ympäristökeskus
PL 115
87101 Kajaani
Yhteyshenkilö: Seija Schroderus-Härkönen
sähköposti: seija.schroderus-harkonen@ymparisto.fi, puhelin: (08) 616 31

YVA -menettelyn ympäristökonsultti

Lapin Vesitutkimus Oy
PL 96, Kairatie 56
96101 Rovaniemi
Yhteyshenkilö: Olli Salo
sähköposti: olli.salo@lvt.fi, puh. (016) 331 0800, gsm 0400-124996

3 YVA -MENETTELY

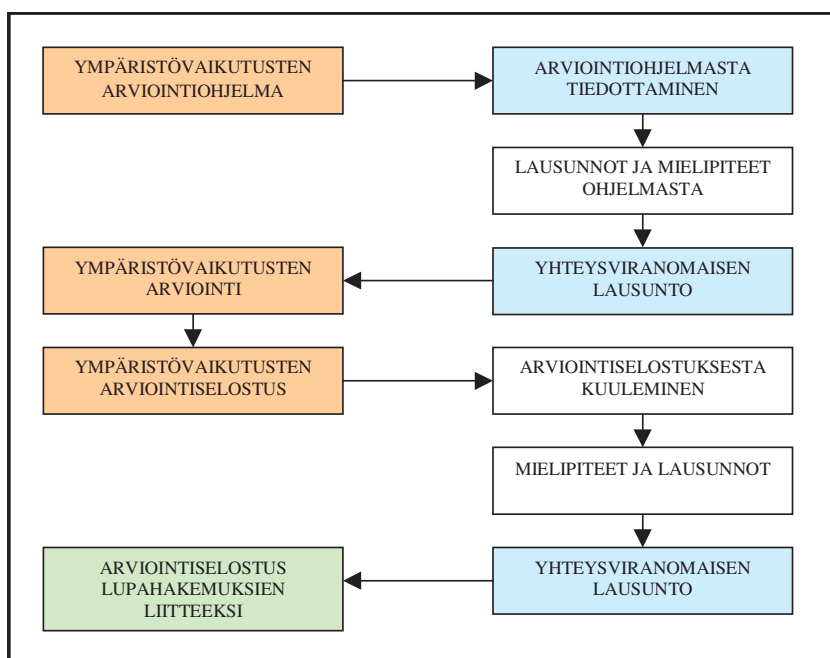
3.1 YVA -menettelyn toteutus

Talvivaaran kaivoshankkeen YVA-menettelyssä noudatetaan lakia (468/1994) ja asetusta (268/1999) ympäristövaikutusten arviointimenettelystä.

YVA-asetuksen 6 pykälän kohdan 2 a) mukaan hankkeisiin, joihin ympäristövaikutusten arviointimenettelyä sovelletaan, kuuluu mm. ”metallimalmien tai muiden kaivoskivennäisten louhinta, rikastaminen ja käsittely, kun irrotettavan aineksen kokonaismäärä on vähintään 550 000 tonnia vuodessa tai avokaivokset, joiden pinta-ala on yli 25 ha”. Talvivaaran kaivoshankkeen koko täyttää nämä tunnusmerkit ja siksi siihen on sovellettava lain edellyttämää ympäristövaikutusten arviointimenettelyä.

Arviointimenettely alkaa, kun hankkeesta vastaava toimittaa yhteysviranomaiselle arviointiohjelman. YVA-ohjelmassa esitellään hanke ja suunnitelma sen ympäristövaikutusten arvioimiseksi. Yhteysviranomainen kuuluttaa hankkeesta ja ohjelman nähtävillä olosta ja järjestää hankkeen vaikutusalueella tarvittavat tiedotustilaisuudet, joissa kansalaiset ja yhteisöt voivat esittää mielipiteitään arvioinnin kohteena olevasta hankkeesta. Ohjelmasta annettujen lausuntojen, mielipiteiden, tiedotustilaisuuksissa esille tulleiden seikkojen ja muun lisäinformaation pohjalta yhteysviranomainen antaa ohjelmasta lausuntonsa ja toteaa, miltä osin arviointiohjelmaa on tarkistettava (kaavio kuvassa 3.1).

YVA -ohjelman ja yhteysviranomaisen lausunnon pohjalta arvioidaan hankkeen ympäristövaikutukset ja arvioinnin tulokset esitetään ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa. Yhteysviranomainen kuuluttaa arviointiselostuksesta kuten ohjelmastakin, ja järjestää tiedotustilaisuudet. Selostuksesta pyydetään tarvittavat lausunnot ja varataan mahdollisuus mielipiteiden esittämiseen selvitysten riittävydestä. Yhteysviranomainen laatii selostuksesta oman lausuntonsa. YVA-menettely päättyy, kun yhteysviranomainen toimittaa arviointiselostuksesta antamansa lausunnon hankkeesta vastaavalle. Lupia tai niihin rinnastettavia päätöksiä haettaessa arviointiselostus liitetään hakemuksiin.



Kuva 3.1 Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn kulku.

3.2 YVA:n selvitykset ja yhteysviranomaisen ohjauksen huomioiminen

YVA-lain tarkoittamia selvitettäviä ympäristövaikutuksia ovat hankkeen tai toiminnan aiheuttamat välittömät ja välilliset vaikutuksia Suomessa ja sen alueen ulkopuolella, jotka kohdistuvat

- a) ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen,
- b) maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen, eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen,
- c) yhdyskuntarakenteeseen, rakennuksiin, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön,
- d) luonnonvarojen hyödyntämiseen sekä
- e) a-d alakohdassa mainittujen tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

Selvitettävien kohteiden ja arvioitavien vaikutusten tunnistamisessa on käytetty paitsi YVA- lakia ja -asetusta, niin myös KTM:n opasta kaivoshankkeiden YVA- selvityksistä (Salminen ym. 2000) sekä kaivoshankkeista aikaisemmin tehtyjä ympäristövaikutusten arviointeja (esim. Salo 2001).

YVA –selvityksissä on käytetty hyväksi olemassa olevia tietoja mm. Outokumpu Oyj:n, Geologian tutkimuskeskuksen, ympäristöhallinnon, ilmatieteen laitoksen, maamittauslaitoksen ja Talvivaara Projekti Oy:n aineistoista. Taulukossa 3.1 on lueteltu YVA –ohjelman mukaisten selvitysten tekijät ja YVA –selostuksen laatimiseen osallistuneet tahot.

Taulukko 3.1. Perustilaselvitysten ja ympäristövaikutusten arvioinnin tekijät.

Selvityskohde	Tekijät
Maa- ja kallioperä	Lapin Vesitutkimus Oy
Pohjavedet	Lapin Vesitutkimus Oy
Vesistöt ja pienvedet	Tuomas Väyrynen ja Lapin Vesitutkimus Oy
Ilman laatu	Lapin Vesitutkimus Oy
Kasvillisuus	Aulikki Laine, Britta Wiltafsky ja Lapin Vesitutkimus Oy
Linnusto	Tuomas Väyrynen ja Lapin Vesitutkimus Oy
Kalasto	Lapin Vesitutkimus Oy
Liito-orava	Lapin Vesitutkimus Oy
Vesikasvillisuus ja vesistöjen pohjaeläimet	Anna Saarinen ja Lapin Vesitutkimus Oy
Maankäyttö ja yhdyskuntarakenne	Sotkamon kunta
Tieverkosto ja liikenne	Lapin Vesitutkimus Oy
Arkeologia ja kulttuurihistoria	Kainuun museo ja Lapin Vesitutkimus Oy
Sosiaaliset vaikutukset	Arja Kokkonen (Lapin yliopisto)
Maisema	Lapin Vesitutkimus Oy
Melu	Ramboll Finland Oy
Tärinä	Finnrock Oy
Ihmisten terveys	Lapin Vesitutkimus Oy

Hankkeesta vastaava on antanut hankekuvauksen (kappale 4) tiedot ja tehnyt nollavaihtoehdon käsittelyn kappaleeseen 7.2.

YVA –ohjelmasta annetussa Kainuun ympäristökeskuksen lausunnossa 25.10.2004 on annettu ohjausta YVA:n selvityksiin ja menettelyn kulkuun ja sen tarkoituksena on osoittaa ohjelman painotuksien soveltuvuutta ja tuoda uusia selvitystarpeita esille. Tässä YVA –selostuksessa on otettu huomioon ympäristökeskuksen lausunnossa kohdittain esitetyt kannanotot. Pääosa annetuista kommentteista on selvitysten sisältöön ja raportointiin liittyviä, ja ne on huomioitu selostuksen rakenteen ja sisällysluettelon mukaisissa kohdissa. Alla olevassa taulukossa 3.2 on viitattu YVA –selostuksen kohtiin, joista vastaukset eräisiin yksittäisiin tietoihin ja selvitystarpeisiin löytyvät.

Taulukko 3.2. Viittaukset YVA -selostuksen kappaleisiin, joissa on käsitelty eräitä YVA -ohjelmasta annetuissa lausunnoissa ja ympäristökeskuksen ohjauksessa esille tulleita selvitystarpeita ja näkökulmia.

YVA – selostuksen kappaleet	Kainuun ympäristökeskuksen YVA –ohjelmasta 25.10.2004 antamassa lausunnossa esitetty selvitysvaatus
4.4	Tiedot metallien saostuksessa syntyvän kipsisakan määrästä.
4.10	Tiedot jätteiden määrästä ja laadusta.
7.2	Tiedot raakavesimäärästä, ylijäämävesien määrästä, kierrätettävän veden mahdollisesta varastoinnista (prosessivesi), alueen kuivatusvesien määrästä.
7.5	Rautatie- ja voimareittilinjaus liitettävä mukaan YVA –menettelyyn.
4.9, 13, 15	Hankkeen poikkeustilaan liittyvät ja rakennusaikaiset toiminnot, niiden ympäristövaikutukset sekä vaikutusten ehkäisemis- ja vähentämistoimet.
11.2	Lisääntyvän liikenteen vaatimat toimenpiteet.
7.1	VAT -liuotus käsiteltävä tasavertaisesti muiden menetelmien kanssa.
7.2	Kaivoshankkeista koituvat myös suuret ja pitkäaikaiset kustannukset, jotka 0-vaihtoehdossa tulee huomioida toteuttamatta jättämisen hyödyksi.
4.7	Selvitettävä myös vaihtoehto, jossa Kolmisopin esiintymä jätetään hyödyntämättä tai se hyödynnetään vain osittain.
7.2	Liuotuskasojen vaihtoehtoisena sijoituspaikkana Pyysuo - Kalliosuo - Joutensuo – alue.
4.7, 9.1, 9.2	Tulee selvittää Kolmisoppijärven pohjan soveltuvuus (kallioperän ruhjeisuus, maa-aines jne) patorakenteiden perustamispohjaksi.
9.7	Kiinnitettävä huomiota myös pienvesikartoitukseen, erityisesti tulee kartoittaa luonnontilaiset purot ja lähteet.
10.2	Alueen linnusto on selvitettävä biotooppikohtaisesti ja riittävän kattavasti.
11.4, 11.1	Kolmisopen alueelle sijainneiden vanhojen (ilmeisesti 1600-luvulta peräisin olevien) asuinpaikkojen merkitys alueen kulttuurihistorialle.

Ympäristökeskuksen lausunnossaan mainitsevat perustilaselvitykset, puiden runkojen epifyyttijäkäläkartoitus, sammalten, sienten ja marjojen metallipitoisuus, on päätetty jättää myöhemmin tehtäviksi. Selvitykset ehditään tehdä ennen kaivoksen rakentamista ja ne voidaan kohdistaa paremmin, kun näytepaikat valitaan tarkennettujen suunnitelmien mukaisina.

3.3 Arviointimenettelyn ja osallistumisen järjestäminen

3.3.1 Ohjaus- ja seurantaryhmät

Hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnin seurantaryhmän kokouksia on pidetty 6 kpl, jotka on kaikki pidetty Tuhkakylän koululla. Niiden ajankohdat ovat olleet 15.11.2004, 24.1.2005, 28.2.2005, 4.4.2005, 2.6.2005 ja 28.7.2005. Kokouksissa on pidetty esityksiä kaivoshankkeen suunnittelusta ja luontoselvityksistä, keskusteltu kaivoshankkeen toteutuksen vaihtoehdoista mm. toimintojen sijoituksen ja vesien johtamisen osalta. Osanotto kokouksiin on ollut vilkasta ja läsnäolijoita on ollut noin 40 – 65.

Ohjausryhmän kokouksia on pidetty 2 kpl: 15.11.2004 Sotkamon kunnantalolla ja 4.4.2005 Kajaanin kaupungintalolla. Ohjausryhmään on kutsuttu edustajat seuraavista tahoista:

- Kainuun liitto
- Kainuun TE-keskus, kalatalousyksikkö
- RKTL Kainuun kalantutkimus ja vesiviljely
- Kajaanin kaupunki, Tekninen palvelukeskus
- Metsähallitus Metsätalous Kainuu
- Laatumaa (4.4.2005)
- Kajaanin kaupunki, kaupunginvaltuusto
- Kajaanin kaupunki
- Sotkamon kunta, Kaavoitus- ja mittaus toimisto (4.4.2005)
- UPM-Kymmene Oy Maankäyttö
- Sotkamon riistanhoitoyhdistys
- Kainuun riistanhoitopiiri
- Kainuun luonnonsuojelupiiri
- Sotkamon kalastusalue
- Sotkamon Yrittäjät

3.3.2 YVA -ohjelman esittelytilaisuudet

Hanketta ja ympäristövaikutusten arviointia koskeva tiedotustilaisuus pidettiin Sotkamon kunnanviraston valtuustosalissa 24.8.2004.

Hanketta koskeva epävirallinen tiedotustilaisuus pidettiin Lahnasjärven metsästysmajalla 31.8.2004. Tilaisuudessa esiteltiin Talvivaaran kaivoshanketta sekä sitä koskeva YVA-ohjelma. Tilaisuudessa oli läsnä noin 60 osallistujaa.

3.3.3 YVA -menettelyn aikataulu

YVA -menettelyn aikataulu on YVA -ohjelman laatimisen yhteydessä laadittu toteuttamiskelpoiseksi yhdessä kaivoshankkeen suunnittelun ja alueen kaavoituksen kanssa. Aikataulu on esitetty kuvassa 3.2. YVA -selostuksesta annettavaa lausuntoa tarvitaan useiden kaivostoiminnan tarvitsemien lupien myöntämiseksi. Aikataulun mukainen toteutus turvaa meneillään olevan laajamittaisen suunnittelun ja rikastukseen liittyvien tutkimusten valmistuessa samanaikaisesti YVA –menettelyn kanssa koko projektin pysymisen toteutusaikataulussa. YVA-menettelyn eteneminen on tapahtunut suunnitellun aikataulun puitteissa.

	2004				2005			
Tehtävä	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Luontoselvitykset								
Muut YVA -selvitykset								
YVA-ohjelma								
Yhteysviranomaisen lausunto								
YVA-menettely								
YVA selostus								
Yhteysviranomaisen lausunto								

Kuva 3.2. YVA –menettelyn aikataulu.

3.3.4 Tiedottaminen ja lausuntopyynnöt

Virallisen tiedotusten järjestämisestä vastuu on lain mukaan YVA:n yhteysviranomaiselle, joka on tässä hankkeessa Kainuun ympäristökeskus. Tiedotukseen kuuluvat ilmoitukset YVA:n kuulemismenettelyistä ja tiedotustilaisuuksista lehdissä ja kuntien ilmoitustauluilla.

Kainuun ympäristökeskus on kuuluttanut arviointiohjelman vireillä olosta ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain ja asetuksen mukaisesti Sotkamon kunnan ja Kajaanin kaupungin sekä Kainuun ympäristökeskuksen ilmoitustauluilla 17.8. – 30.9.2004. Arviointiohjelma on ollut nähtävillä edellä mainittuna aikana Sotkamon kunnanvirastossa ja pääkirjastossa, Kajaanin kaupungintalon Neuvokissa, Kajaanin kaupunginkirjastossa sekä Kainuun ympäristökeskuksen kirjaamossa. Kuulutus arviointiohjelman nähtävillä olosta on julkaistu Kainuun Sanomissa ja Sotkamo-lehdessä 17.8.2004 sekä Koti-Kajaanissa 18.8.2004.

Kuulutuksen mukaisesti hankkeesta sai esittää mielipiteitä ja huomautuksia kirjallisesti 30.9.2004 mennessä. Kainuun ympäristökeskus on pyytänyt lausunnot Oulun lääninhallitukselta, Kainuun Liitolta, Kainuun TE-keskukselta, Tiehallinnolta, Kajaanin kaupunginhallitukselta ja ympäristölautakunnalta sekä sosiaali- ja terveyslautakunnalta, Sotkamon kunnanhallitukselta ja ympäristölautakunnalta sekä sosiaali- ja terveyslautakunnalta, Metsähallitukselta, UPM-Kymmeneltä, Kainuun Luonnonsuojelupiiriltä, Jormasjärven kalastuskunnalta ja Laakajärven kalastuskunnalta sekä Lahnasjärven kalastuskunnalta.

YVA-ohjelmasta jättivät lausuntonsa annetun aikarajan puitteissa:

- Oulun lääninhallitus, sosiaali- ja terveysosasto
- Kainuun liitto
- Kainuun TE-keskus
- Tiehallinto, Oulun tiepiiri
- Kajaanin kaupunki, ympäristölautakunta
- Sotkamon kunta, ympäristölautakunta
- Kainuun luonnonsuojelupiiri ry
- Jormaskylän kalaveden osakaskunta
- Lahnasjärven kalastus/osakaskunta

Lisäksi YVA-ohjelmasta jätettiin 7 mielipidettä.

Hankkeesta vastaavalla on ollut aktiivinen rooli tiedottamisessa. Kaivoshankkeen suunnittelun kehityksestä on tiedotettu säännöllisesti paikallislehdistä. Lisäksi hankkeesta on tehty useita lehtiartikkeleita niin paikallisissa kuin valtakunnallisissakin sanomalehdissä. Hanketta on käsitelty useita kertoja myös mm. television uutislähetyksissä ja radiossa.

4 HANKKEEN KUVAUS

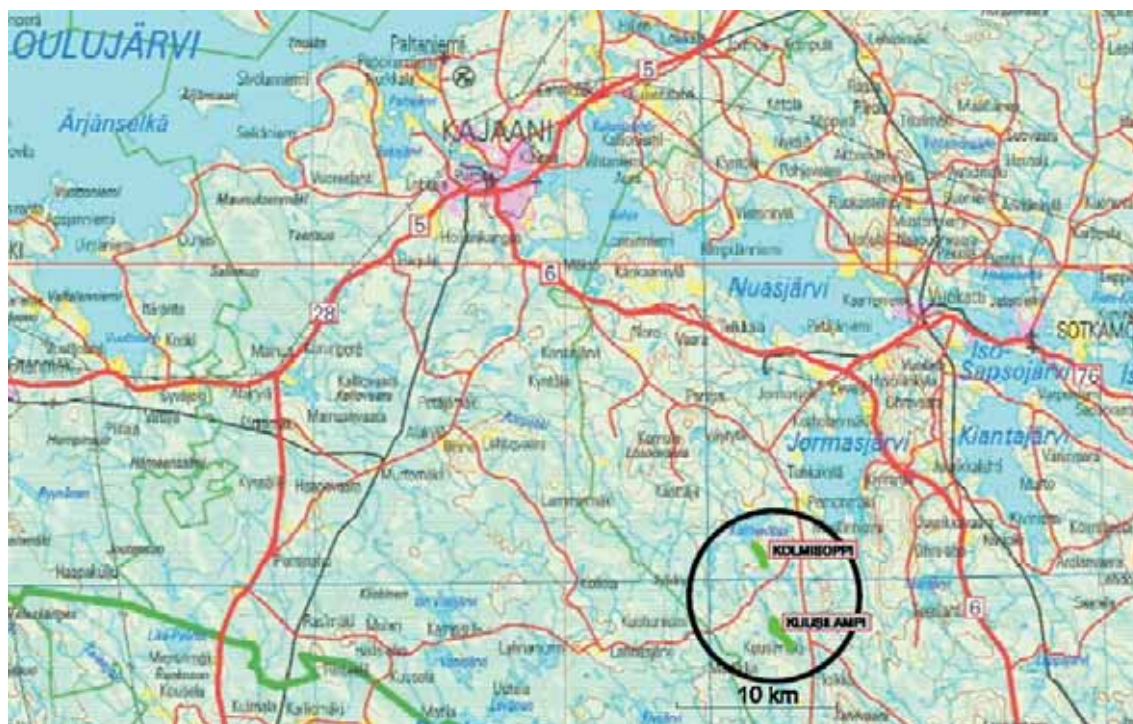
4.1 Hankkeen tarkoitus ja sijainti

Talvivaaran kaivoshankkeen tarkoituksena on hyödyntää Kuusilammen ja Kolmisopen mustaliuskepohjaiset monimetalliesiintymät. Hankkeessa louhitaan kaksi avolouhosta ja rakennetaan tuotantolaitos sekä toimintaa palvelevat muut toiminnot, kuten tulotie, läjitysalueet, sähkölinjat, vedenottamot jne. Metallien tuotantomenetelmäksi tarkastellaan kahta eri vaihtoehtoa: autoklaaveissa tapahtuvaa kemiallista liuotusta sekä biologista kasaliuotusta.

Kaivoshankkeen lopputuotteina syntyy nikkeliä, sinkkiä, kuparia sekä kobolttia sisältäviä metallirikasteita, jotka kuljetetaan jatkokäsittelyyn jollekin jalostuslaitokselle. Teknis-taloudellisten selvitysten perusteella nikkelin vuosituotannoksi on arvioitu yli 30 000 tonnia, mikä toteutuessaan tekee Talvivaarasta kansainvälisesti merkittävän nikkelin tuottajan. Jo nyt tunnetuilla malmimäärillä kaivoksen elinajaksi arvioidaan 23 vuotta.

Suuren koon ohella Talvivaaran esiintymien arvoa kansainvälisesti lisää edelleen se, että hyödyntämättömiä sulfidisia nikkeliyesiintymiä on koko maailmassa hyvin vähän. Uusista kaivoshankkeista merkittävä osa perustuu trooppisilta alueilta löytyviin lateriittisiin esiintymiin, joissa kaivostoiminta on sekä investointi- että käyttökustannuksiltaan sulfidisia mineralisaatioita merkittävästi kalliimpaa.

Kaivoshanke sijoittuu noin 25–30 km Kajaanin keskustasta kaakkoon ja 20–25 km Sotkamon keskustasta lounaaseen (kuva 4.1). Esiintymät ovat kokonaisuudessaan Sotkamon kunnan alueella, mutta läntinen osa suunnitellusta toiminta-alueesta sijoittuu Kajaanin kaupungin alueelle.



Kuva 4.1. Kaivoshankkeessa hyödynnettävien esiintymien sijainti.

4.2 Hankkeen taustaa

Talvivaaran alueen sulfidimalmit ovat Euroopan suurin tunnettu sulfidinen nikkeliesiintymä, josta sivutuotteina saadaan myös kuparia, sinkkiä ja kobolttia. Kolmisoppi-Talvivaara-mustaliuskevyöhyke on tunnettu jo 1900-luvun alkupuolelta saakka, mutta Kuusilammen ja Kolmisopen Ni-Cu-Co-Zn-S-esiintymät paikannettiin vasta Geologian tutkimuskeskuksen vuonna 1977 käynnistämässä tutkimuksissa.

Outokumpu Oyj laati 1980-luvun alussa suunnitelman esiintymien hyödyntämiseksi ja yhtiön 1990-luvulla laatimat selvitykset perustuivat autoklaaviliuotukseen sen jälkeen, kun oli todettu, ettei malmityyppi sovellu esimerkiksi pelkkään vaahdotusrikastukseen. Autoklaaviliuotuksen todettiin koetuotannossa soveltuvan hyvin kyseiselle malmityypille ja hankkeen toteuttamisen olevan kannattavaa. Hanke päätettiin jättää kuitenkin toteuttamatta mm. suurten investointikustannusten vuoksi. Autoklaaviliuotus on kuitenkin edelleen varteenotettava vaihtoehto kaivoshankkeen toteutukselle varsinkin nykyisellä metallien kysynnällä.

Löytääkseen Talvivaaran malmille taloudellisesti kannattavan, vaihtoehtoisen rikastusmenetelmän, Outokumpu Oyj tutki myös bioliuotusteknologiaa aktiivisesti jo 1980- ja 1990-luvuilla. Erityisesti havaittiin, että suuren sulfidipitoisuutensa vuoksi Talvivaaran malmi soveltuu erittäin hyvin bioliuotukseen. Positiivisista kannattavuustarkasteluista huolimatta teknologia katsottiin kuitenkin vielä liian riskialttiiksi lopullista investointipäätöstä ajatellen. Viimeisten kymmenen vuoden aikana bioliuotustekniikkaa on maailmanlaajuisesti menestyksekkäästi sovellettu etenkin kuparin ja kullan erotuksessa, ja siitä on tullut todistettua tekniikkaa.

Bioliuotus on mikrobiologinen liuotusprosessi, joka perustuu sulfidien hapettumiseen ja metallien liukenemiseen mikrobitoiminnan seurauksena. Sen on muualla todettu olevan kustannustehokas tapa rikastaa alhaisen pitoisuuden malmeja ja sen vuoksi kiinnostus sen soveltamiseen on maailmanlaajuisesti voimakasta. Liuotuksessa käytettävät bakteerit ovat alueella luontaisesti esiintyviä. Liuotuksessa voidaan kuitenkin hyödyntää myös tarkoitukseen soveltuvia bakteeriymppejä.

Mikrobiologista liuotusta ei ole aiemmin Suomessa toteutettu. Talvivaara-hankkeen eräs tavoite onkin kehittää soveltuvat ratkaisut uuden teknologian käyttöönottamiseen Suomessa sekä vastaavissa ilmasto-olosuhteissa myös muualla maailmassa. Liuotuksen toimivuutta suuressa mittakaavassa kylmissä ilmasto-olosuhteissa tutkitaan parhaillaan Kuusilammen avolouhoksen alueella käynnissä olevassa laajamittaisessa koetoiminnassa.

Outokummussa sijaitsevan Geologisen Tutkimuskeskuksen mineraalitekniikan tutkimusyksikön ulkoalueelle rakennettiin helmikuussa 2005 iso hirsikehikosta tehty liuotuskolonne bioliuotuskoetta varten osana EU:n Bioshale-projektia (kuva 4.2). Kokeeseen tarvittu noin 110 t malminäyte louhittiin Kuusilammen kaivospiiristä, josta myös kokeessa käytetyt bakteerit oli aiemmin eristetty. Koe käynnistyi maaliskuun alussa talven pahimman pakkasjakson aikana. Biologinen prosessi käynnistyi välittömästi, kun kolonniin kytkettiin liuoskierto ja ilman puhallus.

Bioliuotus kolonnissa on sujunut erittäin hyvin. Lämpötilaa seurataan kolonnin eri kohtiin asennetun 27 lämpötila-anturin avulla. Lämpötilat pysyivät yli 10 °C kovimmissakin pakkasissa. Kesällä lämpötilat ovat olleet yli 20 °C. Metallien liukeneminen on edistynyt hyvin, korkeimmat mitatut metallipitoisuudet ovat olleet yli 30 g/l. Metallien talteenotto kiertoliuoksesta jouduttiin aloittamaan jo toukokuussa. Tutkimustulokset ovat olleet jopa ennakko-odotuksia parempia. Koetta on tarkoitus jatkaa, kunnes malmin arvometallit ovat lähes kokonaan liuenneet.



Kuva 4.2. Talvivaaran malmin bioliuotuskoe hirsikehikossa Outokummussa.

4.3 Hyödynnettävät esiintymät

4.3.1 Kaivosoikeudet

Geologian Tutkimuskeskus käynnisti Talvivaaran alueen tarkemmat tutkimukset 1977, jonka jälkeen 1980-luvun alussa Outokumpu Oyj laati suunnitelman esiintymien hyödyntämiselle, jolloin muodostettiin myös Kolmisopen ja Kuusilammen esiintymillä edelleen voimassa oleva kaivospiiri.

Kaivosoikeuden haltija on nykyään Talvivaara Projektin Oy. Se on jättänyt kaivospiirin laajennushakemuksen Kauppa- ja Teollisuusministeriölle huhtikuussa 2005. Laajennettuna kaivospiiri (kuva 4.3.) kattaa kaivoshankkeen aluesuunnitelmien mukaisten maankäyttövaihtoehtojen alueet.

Kaivoslain mukaan: ”kaivosoikeuden haltija saa ottaa työn alaiseksi ja käyttää hyväkseen kaikki kaivospiirissä tavatut kaivoskivennäiset (kaivostyö). Oikeus käsittää myös aikaisemmasta louhinnasta kaivospiiriin jääneet jätteet.”

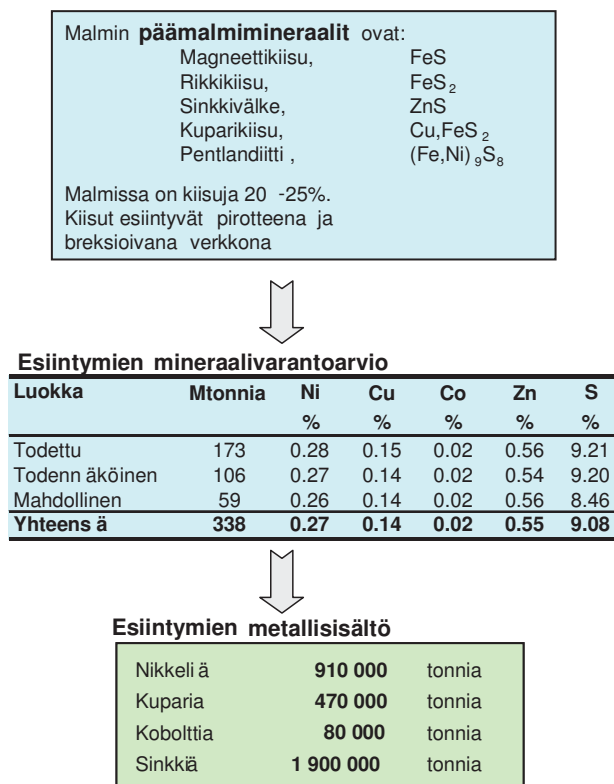
”Paitsi kaivoskivennäisiä, saa kaivosoikeuden haltija käyttää hyväkseen muitakin kaivospiirin kallio- ja maaperään kuuluvia aineita, sikäli kuin se on tarpeen kaivos- tai siihen liittyvän jalostustyön tarkoituksenmukaista toimittamista varten taikka tällaiset aineet saadaan talteen sivutuotteina tai jätteinä kaivoskivennäisten louhinnasta tai jalostuksessa. Milloin ilmaantuu erimielisyyttä siitä, mitä on pidettävä sivutuotteena ja jätteenä, ratkaisee asian kauppa- ja teollisuusministeriö kaivoslautakuntaa kuultuaan.”



4.3.2 Esiintymät

Talvivaaran alueen sulfidimalmit kuuluvat Kainuun liuskejaksoon, joka ulottuu etelä-pohjoissuuntaisesti Rautavaaralta Pudasjärvelle noin 200 km pitkänä ja 40 km leveänä vyöhykkeenä.

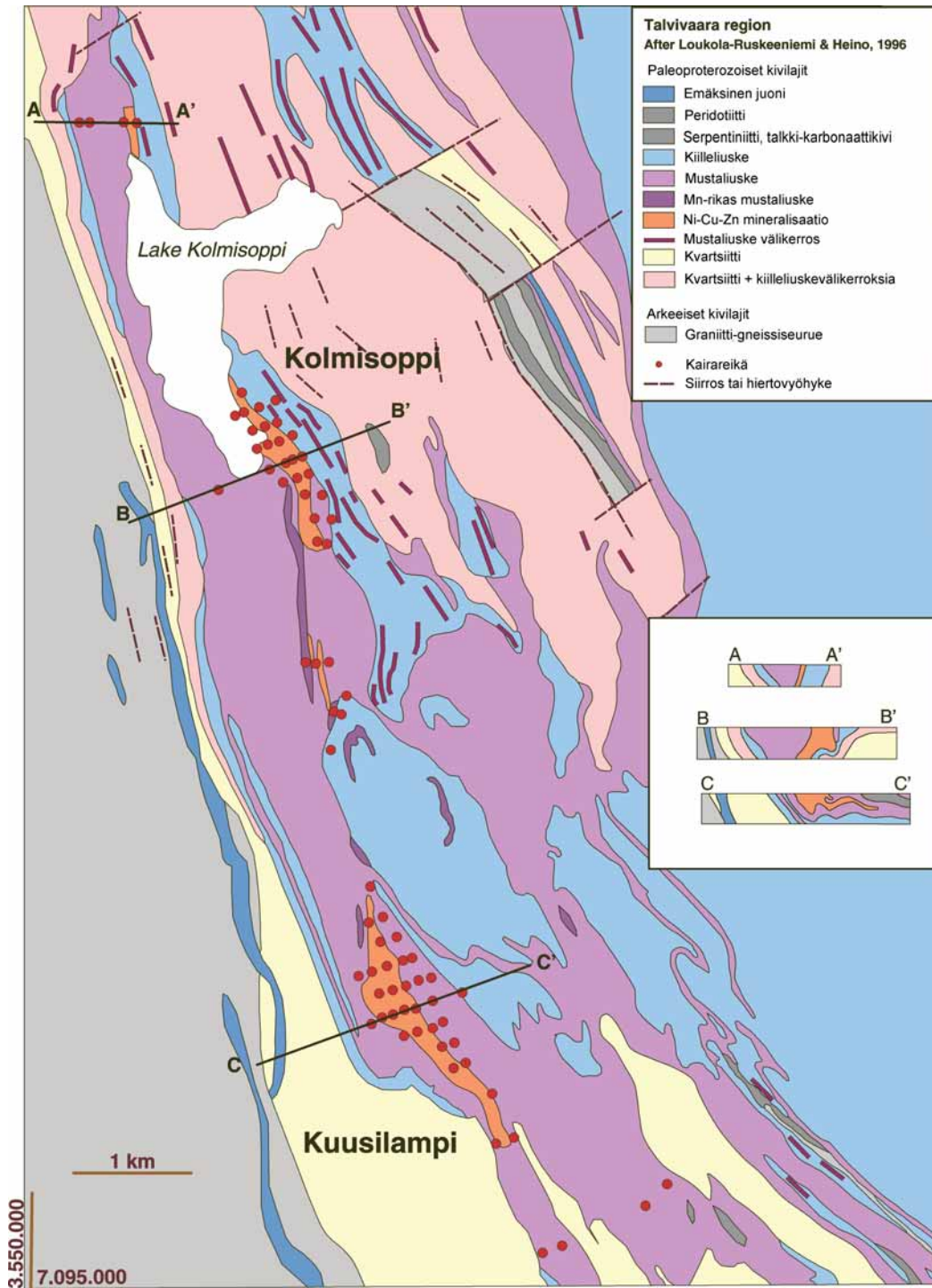
Hyödynnettävään Ni-Cu-Zn-esiintymään kuuluu kaksi erillistä mineralisaatiota, Kuusilampi ja Kolmisoppi, jotka kivilajeiltaan vastaavat toisiaan. Isäntäkivenä on sulfidi- grafiittirikas mustaliuske. Tärkeimmät sulfidit ovat rikkikiisu, magneettikiisu, sinkkivälke, pentlandiitti ja kuparikiisu. Alueen pääkivilajit stratigrafia-järjestyksessä ovat: pohjagneissikompleksi, kvartsiitit, kiilleliuskeet ja mustaliuskeet. Tähänastisten tutkimusten perusteella mineralisaatioiden on arvioitu sisältävän yli 300 Mt (miljoonaa tonnia) malmia (kuva 4.4).



Kuva 4.4. Kuusilammen ja Kolmisopen esiintymien päämineraalit, mineraalivarantoarvio ja metallisisältö.

Talvivaaran alueen kallioperässä voidaan erottaa neljä litologisesti ja geokemiallisesti erilaista vyöhykettä (kuva 4.5), joilla on vaikutusta erityisesti pohjavesien ja maaperän koostumukseen. Ne ovat lännestä itään päin mentäessä seuraavat:

- Arkeinen pohjakompleksi, jonka itäreuna sijaitsee noin 1 km Kuusilammen ja Kolmisopen esiintymän länsipuolella. Tällä alueella sekä perusmetallit että rikkipitoisuudet ovat alhaiset.
- Kolmisoppi-Talvivaara -mustaliuskevyöhyke, jolla on pituutta noin 20 km sen ulottuessa Kolmisoppijärven pohjoispuolelta SE-suuntaisesti Talvivaaraan asti. Sen leveys vaihtelee muutamasta sadasta metrillä noin 1,5 kilometriin. Vyöhykkeelle ovat tyypillisiä anomaaliset perusmetallipitoisuudet ja korkea rikkipitoisuus.



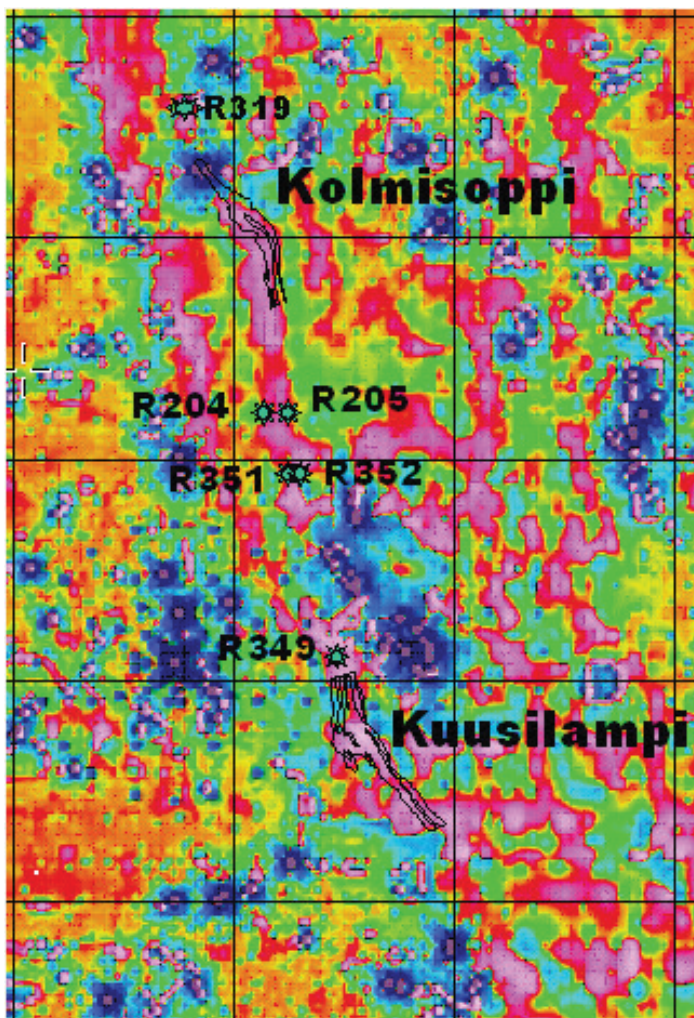
Kuva 4.5. Geologinen yleiskartta Talvivaaran alueesta (Loukola-Ruskeeniemi et al 1995).

- Kuusilampi-Kolmisoppi -malmivyöhyke, johon sijoittuvat sekä Kuusilammen että Kolmisopen esiintymät. Se ulottuu Kuusilammen esiintymän eteläpäästä Kaivoslammen itäpuolitse ja Kolmisopen esiintymän kautta Kolmisoppijärven Aittolahden pohjoispuolelle. Vyöhykkeelle tulee pituutta noin 10 km ja leveyttä maksimissaan 400 metriä. Tälle alueelle ovat tyypillisiä korkeat perusmetalli- ja rikkipitoisuudet.
- Kiilleliuske-kvartsiittivyöhyke sisältää paikoin myös mustaliuskevälikerroksia ja sen itäreuna sijaitsee noin 1 km Kuusilammen esiintymän ja noin 100 metriä Kolmisopen esiintymän itäpuolella. Kvartsiitit ovat vahvimmin edustettuina Sopenmäki-Taattola-

alueella. Kiilleliuskeet sijoittuvat sen alueen eteläpuolelle ja edelleen idempänä Jormasjärveltä etelään ulottuvalla vyöhykkeelle. Viteikko-Kotämäki-Mäkitupa-alueella kiilleliuskeen yhdessä esiintyy mustaliuskevälakerroksia. Alueelle ovat tyypillisiä alhaiset perusmetalli- ja rikkipitoisuudet, mutta paikallisesti saattaa esiintyä mustaliuskeesta johtuvaa anomaalisuutta.

4.3.3 Hankealueen malmipotentiali

Molemmat tunnetut esiintymät on tutkittu timanttikairauksin 40-200 metrin profiilivälein. Tutkimuskairauksista on tehty yhteensä noin 28 kilometriä, mutta molemmat esiintymät ovat edelleen rajaamatta pituusjatkeiden ja syvyysulottuvuuden osalta. Alueella tehty geofysikaalinen matalalentomittaus, jonka tulkinta on esitetty kuvassa 4.6, osoittaa myös molempien esiintymien jatkuvan kairausalueiden ulkopuolelle.



Kuva 4.6. Geofysikaalisesta matalalentomittauksesta tulkittu esiintymien kuva.

Kuvasta 4.6 selviää, että:

- Kuusilammen malmi jatkuu kohti pohjoista ja anomaalinen vyöhyke ulottuu aina 3.5 kilometrin etäisyydellä olevaan Kolmisopen malmiin asti. Tätä käsitystä tukevat myös välialueelle tehdyt tutkimusreiät R204, R205, R349, R351 ja R352, joissa kaikissa on malmiluokan lävistyksiä.
- Kolmisopen esiintymä jatkuu pohjoiseen ulottuen järven pohjoispuolelle Tiaspurolle saakka. Tulkintaa tukee yksi kairanreikä R319, jossa on malmiluokan lävistys.

- Kuusilammen malmilla ei ilmeisesti ole merkittävää jatketta etelään.

Talvivaara Projekti keskittyy tällä erää tunnettujen malmien Kuusilammen ja Kolmisopen tutkimiseen tuotantovalmiuteen ja yllä esitellyt malmipotentialiset alueet tullaan tutkimaan yksityiskohtaisemmin myöhemmin.

4.4 Tuotantomenetelmät

4.4.1 Louhinta

Molemmat hankkeessa hyödynnettävät esiintymät on suunniteltu louhittavaksi avolouhoksina. Avolouhinta on taloudellisin ja tehokkain louhintamenetelmä esiintymien geologisen rakenteen, sijainnin, kallion teknisten ominaisuuksien ja louhinnan kustannusten vuoksi. Molemmissa esiintymissä malmi mm. puhkeaa kallionpintaan laajalla alueella. Avolouhinnan periaate on esitetty kuvassa 4.7.

Räjäytettävään kenttään porataan ensin poralaitteilla räjäytysreiät, joihin räjähdysaineet pumpataan emulsiomuotoisina raaka-aineina (kts. kappale 4.4.5). Räjäytyksiä suoritetaan päivittäin. Louhinnassa tarvitaan keskimäärin seitsemän poralaitetta sekä panostusautot.



Kuva 4.7. Avolouhinnan periaate ja valokuva Kemin kaivoksen avolouhoksesta.

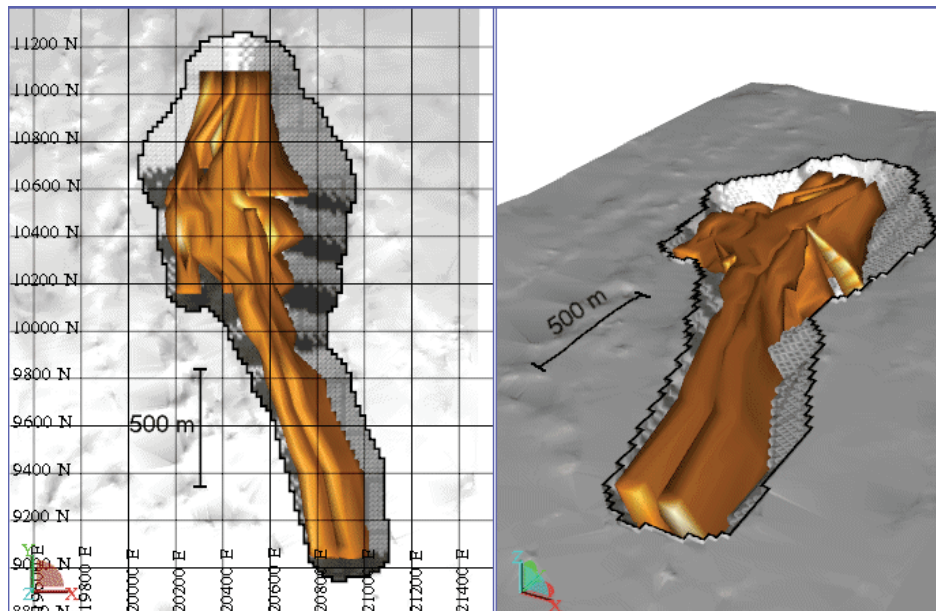
Louhinnan tuotantomäärät ja louhosten lopulliset mittasuhteet riippuvat malmin rikastusmenetelmästä, jonka perusteella ratkaistaan hyödynnettävän malmin pitoisuusrajat ja suoritetaan avolouhosoptimointi. Taulukossa 4.1 on esitetty bioliuotusvaihtoehdon mukaisen alustavan louhosoptimoinnin tulokset.

Alustavan louhosoptimoinnin ja aiemmin autoklaaviliuotukselle tehtyjen optimointien perusteella tiedetään, että bioliuotuksessa soveltuva malmin vuosilouhintamäärä on noin 15 Mt ja autoklaaviliuotuksessa noin 12 Mt. Vastaavasti kaivoksen toiminta-aika bioliuotuksessa on noin 23 vuotta ja autoklaaviliuotuksessa 12 vuotta. Hankkeen kokonaislouhintamäärä vaihtelee sivukiven louhintamäärien mukaan. Suurimmillaan kokonaislouhintamäärä on bioliuotuksessa noin 45 ja autoklaaviliuotuksessa noin 75 Mt vuodessa.

Malmin esiintyminen tunnetaan riittävällä tarkkuudella noin 300 m syvyydelle. Esiintymät jatkuvat todennäköisesti myös tämän tason alapuolella. Esiintymistä voi olla mahdollista hyödyntää malmia avolouhintana noin 400 m syvyyteen saakka, jolloin louhosten pituudeksi tulisi enintään noin 3 km ja leveydeksi noin 1,5 km (kuva 4.8).

Taulukko 4.1. Avolouhosten mittasuhteet.

Louhos	Pituus (m)	Leveys (m)	Syvyys (m)	Malmi (Mt)	Sivukivi (Mt)
Kuusilampi	2 400	400 - 900	300	225	350
Kolmisoppi	1 800	400 - 700	300	110	200



Kuva 4.8. Kuusilammen avolouhos ja malmimalli.

4.4.2 Louheen murskaus ja kuljetus

Toteutustavat louheen (malmi tai sivukivi) murskaukselle ja siirrolle pois louhoksesta ovat YVA:ssa tarkasteltavia hankkeen toteutusvaihtoehtoja. Tavanomaisin tapa on lastata sekä malmi- että sivukivilouhe kaivosdumppereihin ja kuljettaa se maanpäälliseen murskaukseen tai sivukivikasalle. Vaihtoehtoisesti murskaus voidaan suorittaa louhoksessa ja siirtää murske hihnakuljetuksella jatkokäsittelyyn. Kaivoshankkeelle laaditussa uusimmassa kannattavuusselvityksessä on tarkasteltu ratkaisua, jossa malmilouhe murskataan avolouhoksessa noin 150 mm kappalekokoon ja siirretään hihnakuljettimilla tehdasalueella sijaitsevaan murskaamorakennukseen jatkomurskattavaksi. Sivukivi siirretään dumppereilla läjitysalueelle.

Malmilouheen murskaus tapahtuu todennäköisimmin kolmivaiheisessa murskaus-seulonta sarjassa. Esimurskauksessa pienennetään ylisuuret kivet. Murskattu louhe siirretään kuljettimilla välimurskaimeen, josta murskattu louhe kuljetetaan edelleen kuljettimella seulontayksikköön. Seulonnassa erotetut jäljelle jääneet ylisuuret kivet johdetaan jälkimurskaimeen. Seulottu materiaali siirretään jatkoprosessointiin (kuva 4.10).

Louheen lastauksessa ja kuljetuksessa tarvittavan kaluston määrä riippuu valittavasta tuotantomenetelmästä ja se vaihtelee vuosittain. Nykyisen arvion mukaan keskimääräinen kuljetuskaluston määrä on 10 dumpperia ja 4 lastauskonetta. Pieni määrä johtuu siitä, että kalusto on erittäin suurikokoista (kuva 4.9). Yksi dumpperi voi ottaa hyötykuormaa noin 240 t kerrallaan.

4.4.3 Malmin rikastus ja metallien liuotus

Hankkeessa louhittavan malmin metallit on suunniteltu irrotettaviksi kivistä liuottamalla joko kemiallisesti tai biologisesti. Vaihtoehtoiset menetelmät ovat YVA:ssa tarkasteltavat hankkeen päävaihtoehdot ja niitä on tarkemmin käsitelty toteutusvaihtoehtojen kuvauksessa (kappale 7).

Kemiallinen liuotus suoritetaan autoklaaveissa paineen ja korkean lämpötilan avulla. Siihen sisältyy myös esirikastusvaihe magneettierotuksella ja jauhattua malmia vaahdottamalla. Biologinen liuotus suoritetaan bioliuotuskasoissa.



Kuva 4.9. Louheen lastaus ja laitos malmin toisen ja kolmannen vaiheen murskaukseen.

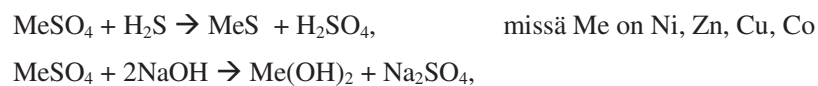


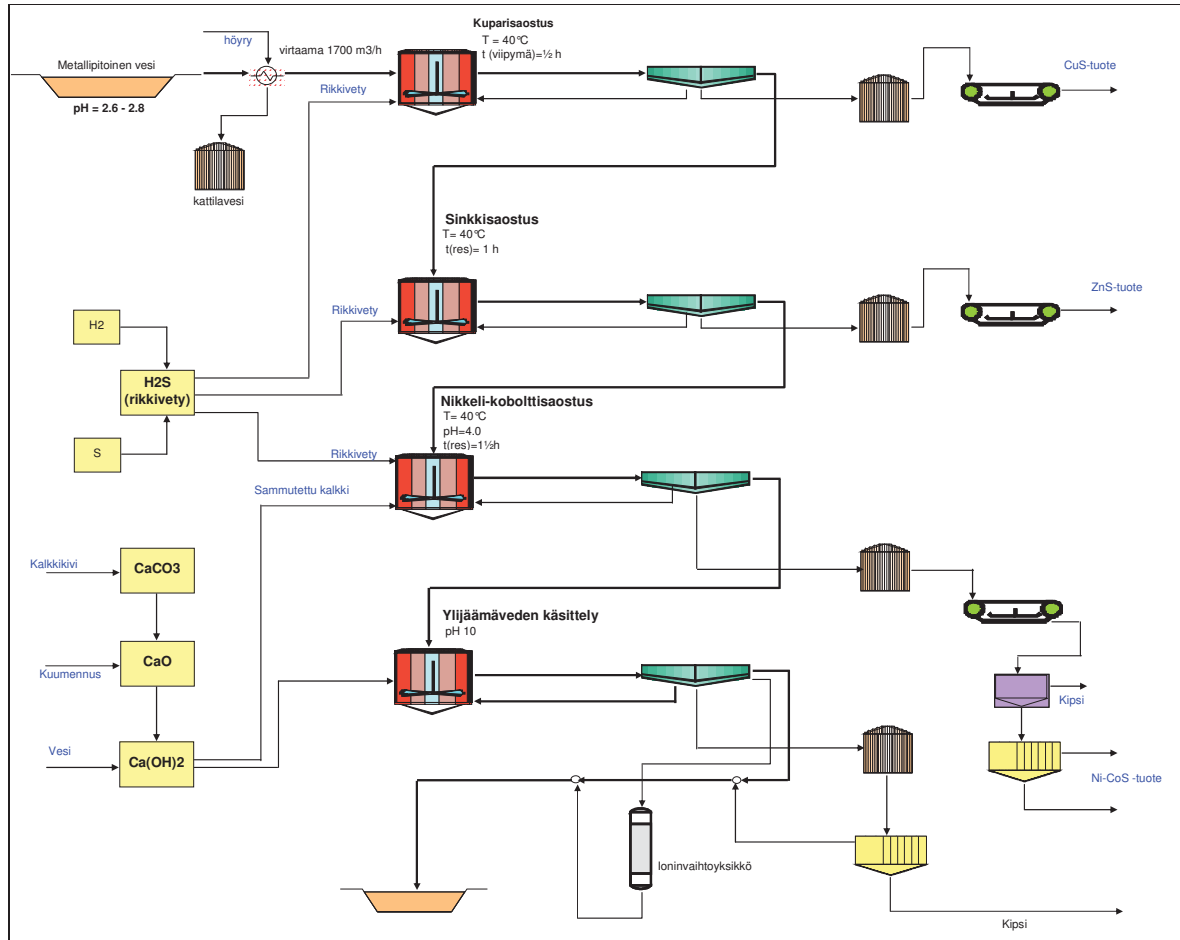
Kuva 4.10. Louhoksessa oleva murskaamo ja murskatun kiven kuljettimet (kuvan lähde: www.metsominerals.com).

4.4.4 Metallien talteenotto

Metallien talteenottoprosessi on periaatteiltaan hyvin yksinkertainen kemiallinen vesienkäsittelyprosessi, joka sisältää kolme eri saostusvaihetta sekä vesien käsittelyn. Saostettavan liuoksen pH:ta säädetään eri vaiheissa emäksellä (esim. kalkki), jolloin kupari, sinkki ja nikkeli-koboltti voidaan saostaa selektiivisesti omiksi tuotteikseen. Prosessikaavio on esitetty kuvassa 4.11.

Metallien talteenotto on alustavassa kannattavuusselvityksessä suunniteltu toteutettavaksi rikkivedyllä sulfidisaostuksena, jonka mukaisesti myös kemikaalien kulutus on ilmoitettu. Metallien saostus voidaan suorittaa myös esim. lipeällä, jos tuotetaan metallihydroksideja. Kemialliset reaktioyhtälöt eri kemikaaleilla ovat seuraavat:





Kuva 4.11. Metallien talteenotto prosessi.

Metallien talteenottoon johdetaan noin 1 700 m³ liuotuksella tuotettua metallipitoista liuosta. Liuoksen nikkelpitoisuus on noin 2,5 – 3 g/l. Ennen ensimmäistä saostusvaihetta metallien talteenottoon tuleva liuos lämmitetään höyryllä 40 °C:een reaktionopeuksien lisäämiseksi. Kupari saostetaan liuoksesta ensimmäisenä kaasumaisella rikkivedyllä. Saostunut kuparisulfidi erotetaan sakeuttimessa, suodatetaan ja pestään vedellä. Sakka puristetaan mahdollisimman kuivaksi ja liuokset johdetaan sinkin talteenottoon.

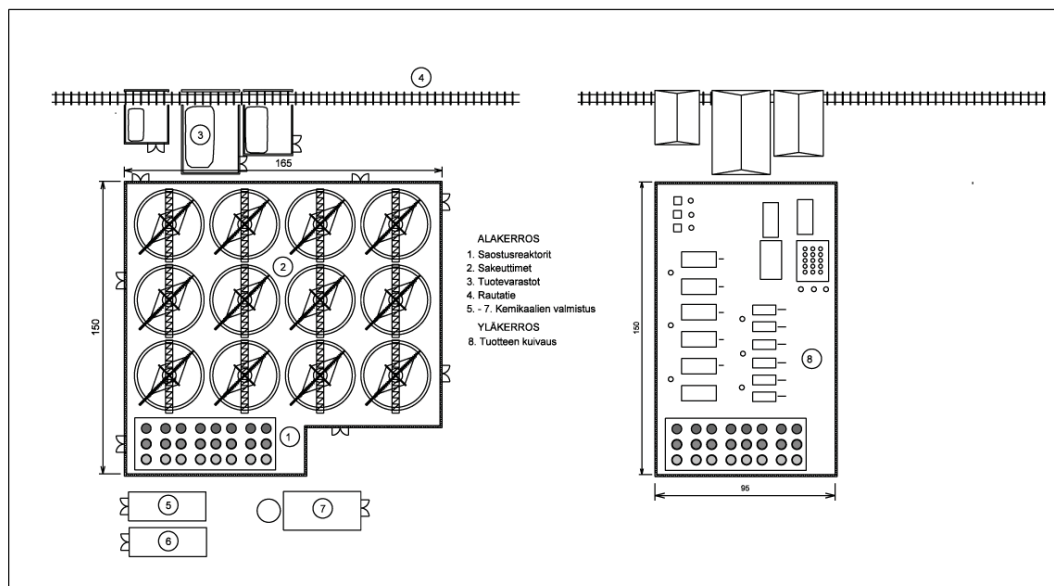
Sinkki saostetaan liuoksesta seuraavaksi lisäämällä rikkivetyä kaasuna. Saostunut sinkkisulfidi erotetaan sakeuttimessa, suodatetaan ja pestään vedellä. Sakka puristetaan mahdollisimman kuivaksi ja liuokset johdetaan nikkelin ja koboltin talteenottoon.

Nikkeli ja koboltti saostetaan sekasulfidina seuraavassa prosessivaiheessa. Ennen rikkivetyosaostusta liuoksen pH nostetaan lähelle pH-arvoa neljä sammutetulla kalkilla. Nikkeli-koboltti sekasulfidin lisäksi liuoksesta saostuu myös kipsiä. Sakat erotetaan liuoksesta sakeuttimessa, jonka ylivuoto johdetaan vesien käsittelyyn. Osa sakasta kierrätetään takaisin saostusprosessiin sakan laadun parantamiseksi. Valtaosa sakasta suodatetaan ja pestään. Nikkeli-koboltisulfidi erotetaan kipsistä vaahdottamalla. Kipsi johdetaan kipsialtaaseen. Puhdistettu nikkeli-kobolttituote suodatetaan ja puristetaan mahdollisemman kuivaksi.

Viimeisessä saostusvaiheessa liuoksen sisältämät loput metallit saostetaan hydroksideina nostamalla liuoksen pH arvoon 10 sammutetulla kalkilla. Kipsiä sisältävä hydroksidisakka erotetaan sakeuttamalla. Osa alitteesta kierrätetään takaisin suodatukseen sakan laadun parantamiseksi. Sakka suodatetaan, pestään ja pumpataan kipsialtaaseen. Suurin osa sakeuttimen ylitteestä kierrätetään biokasaliuotuksen kasteluvedeksi.

Osa sakeuttimen ylitteestä puhdistetaan joko ioninvaihdolla tai biologisesti sulfaatinpelkistäjäbakteerien avulla (kts kuva 4.13) käytettäväksi metallien talteenotto-prosessissa puhtaana prosessivetenä tai johdetaan ympäristöön.

Ioninvaihtoa käytettäessä osa liuoksesta johdetaan kationin ja anionin vaihtokolonniin läpi kipsin poistamiseksi. Kalsium- ja sulfaatti-ionit jäävät kolonneihin. Kolonnit regeneroidaan suolahapolla ja natriumhydroksidilla.



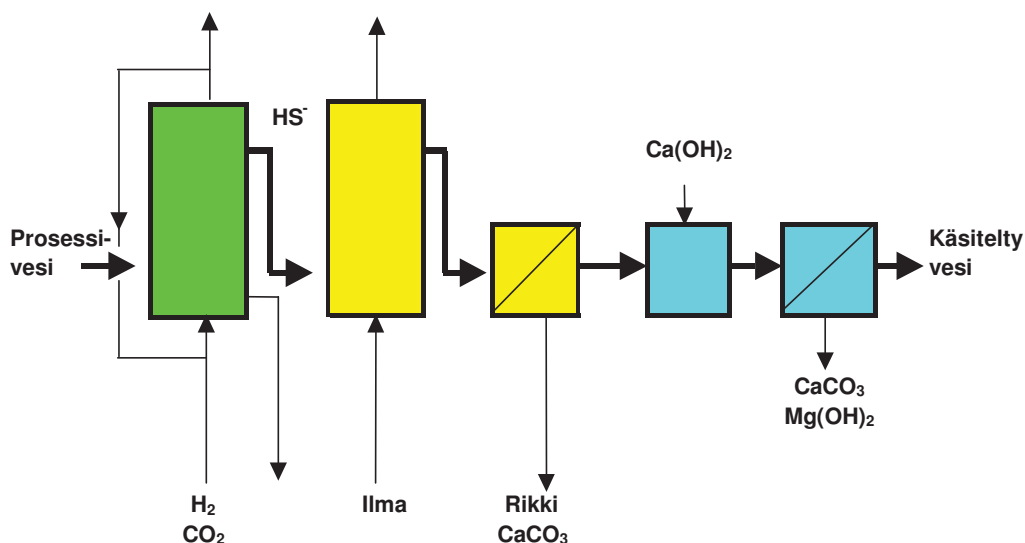
Kuva 4.12. Metallien talteenottolaitoksen kahteen kerrokseen sijoitetut toiminnot sekä kemikaalien valmistusyksiköt ja tuotevarastot sen yhteydessä.

Biologisessa prosessissa vesi johdetaan kuvan 4.13 mukaisesti anaerobiseen bioreaktoriin. Siihen syötetään vetyä ja hiilidioksidia ja muodostunut vetysulfidi hapetetaan alkuaainerikiksi, joka erotetaan käytettäväksi prosessikemikaalina. Loppu vesiliuos käsitellään vielä kalsiumhydroksidilla ja lopputuotteena saadaan vettä, jonka kokonaismetallipitoisuus on alle 0,1 mg/l, sulfaattipitoisuus alle 300 mg/l ja Ca- ja Mg- pitoisuudet alle 50 mg/l. Tätä menetelmää käyttämällä olisi mahdollista jättää ioninvaihto pois prosessista, vähentää prosessista pois johdettavan veden määrää ja vähentää biokasaliuotuksessa ja autoklaaviliuotuksessa tarvittavan rikkihapon määrää. Tällä menetelmällä voitaisiin saavuttaa merkittävää vähennystä vesistöön johdettavaan kuormitukseen. Menetelmän soveltuvuutta Talvivaaran prosessiin tullaan selvittämään jatkotutkimuksissa.

Hankkeessa tuotettavien rikasteiden ja metallisulfidien kokonaismäärä on noin 233 000 t vuodessa. Ne kuljetetaan alueelta jatkojalostukseen muualla. Rikasteiden sisältämien metallien ja pyriitin (rikkikiisu FeS_2) vuosituotanto on arvioitu seuraavaksi:

- Nikkeli n. 30 000 t
- Sinkki n. 60 000 t
- Kupari n. 10 000 t
- Koboltti n. 1 000 t

Pyriittiä tuotetaan lisäksi n. 400 000 t Vuosituotantomäärät ovat samansuuruiset eri liuotusmenetelmillä.



Kuva 4.13. Vaihtoehtoinen menetelmä, eli sulfaatin pelkistys, veden puhdistuksesta tulevan veden käsittelemiseksi edelleen ennen johtamista vesistöön.

4.4.5 Käytettävät kemikaalit ja tarveaineet

Kaivoshankkeen polttoaineiden ja muiden tarveaineiden käyttö on arvioitu alustavan kannattavuusselvityksen perusteella, joten niiden osalta arviot perustuvat bioliuotuksen mukaiseen vaihtoehtoon. Eri prosessivaihtoehtojen ja metallien talteenotossa käytettävien kemikaalien arvioidut kemikaalinkulutukset on esitetty taulukoissa 4.2, 4.3 ja 4.4. Niiden määrien arvioinnissa on hyödynnetty myös aiempia autoklaaviliuotukselle laadittuja laskelmia.

Prosessikemikaalit ja pääosa polttoaineista varastoidaan tarkoitukseen varatuilla asianmukaisilla varastointipaikoilla teollisuusalueella. Avolouhoksilla tarvittavia polttoaineita ja räjähdyskemikaaleja varastoidaan louhosalueella.

Autoklaaviprosessissa esivaahdotusvaiheet suoritetaan käyttämällä tavanomaisia vaahdotuskemikaaleja, kuten ksantaatteja, mäntyöljypohjaisia vaahdotteita, rikkihappoa ja kalkkia. Ne ovat yleisessä käytössä vaahdotustekniikkaa käyttävillä rikastamoilla Suomessa ja muualla maailmassa. Autoklaaveihin syötetään rikkihappoa ja happea, jotka ovat kemiallisen reaktion aikaansaamisen raaka-aineet.

Bioliuotuksessa käytettävistä kemikaaleista tärkein on rikkihappo. Sitä käytetään liuotuskasoihin pumpattavan kiertoveden pH:n säätöön, millä huolehditaan liuotuksen kannalta sopivien olosuhteiden luomisesta. Rikkihapon kulutus on suurimmillaan toiminnan alkuvaiheessa, jolloin ensivaiheen bioliuotuskasojä rakennetaan. Se johtuu siitä, että varsinkin toiminnan alkuvaiheessa joudutaan suuren kivi- ja vesimäärän pH alentamaan liuotuksen edellyttämälle tasolle. Myöhemmässä vaiheessa kulutus laskee, kun malmimurskeen sisältämien sulfidien hapettuminen on tehokkaasti käynnissä. Bioliuotuksessa tarvitaan myös ravinteita, jotka tuodaan prosessiin bakteeriympin valmistuksessa. Osa tarvittavista ravinteista saadaan louhosveden ja sivukivikasojen veden typpiyhdisteistä. Malmista on myös hieman fosfaatteja, joskin vaikeasti liukenevassa muodossa, eikä niiden saannin riittävydestä olla varmoja ilman kaliumvetyfosfaatin lisäystä.

Metallien talteenotossa tarvitaan pH:n säätö- ja saostuskemikaaleja. Osa käytettävistä kemikaaleista valmistetaan tuotantolaitoksella muualta tuotavista raaka-aineista. Valmistettavista kemikaaleista tärkeimmät ovat rikkivety ja sammutettu kalkki.

Taulukko 4.2. Malmin rikastukseen ja autoklaaviliuotukseen perustuvan prosessin (PR1) arvioidut kemikaalien kulutukset.

Kemikaali	Kulutus	Käyttökohde	Kemikaalin alkuperä
mäntyöljytuote	3 800 t/a	vaahdotus	tuodaan alueen ulkopuolelta
riikkihappo, H ₂ SO ₄	26 400 t/a	vaahdotus	tuodaan alueen ulkopuolelta
kaliumamyyliksantaatti, KAX	1 500 t/a	vaahdotus	tuodaan alueen ulkopuolelta
kalkkikivi, CaCO ₃	13 800 t/a	vaahdotus	tuodaan alueen ulkopuolelta
karboksimeetyliselluloosa, CMC	2 520 t/a	vaahdotus	tuodaan alueen ulkopuolelta
kuparisulfaatti, CuSO ₄	1 890 t/a	vaahdotus	tuodaan alueen ulkopuolelta
natriumisobutyliksantaatti, NaIBX	7 800 t/a	vaahdotus	tuodaan alueen ulkopuolelta
happi, O ₂	765 000 t/a	autoklaaviliuotus	valmistetaan hankealueella

Taulukko 4.3. Bioliuotusvaihtoehdon (PR2) arvioidut kemikaalien kulutukset.

Kemikaali	Kulutus	Käyttökohde	Kemikaalin alkuperä
riikkihappo, H ₂ SO ₄	390 000 t/a	agglomerointi, kiertoveden pH:n säätö	tuodaan alueen ulkopuolelta
ferrosulfaatti, FeSO ₄ x 2 H ₂ O	17 000 t/a	bakteeriympin valmistus	tuodaan alueen ulkopuolelta
kaliumvetyfosfaatti, K ₂ HPO ₄	300 t/a	bakteeriympin valmistus	tuodaan alueen ulkopuolelta
ammoniumsulfaatti, (NH ₄) ₂ SO ₄	300 t/a	bakteeriympin valmistus	tuodaan alueen ulkopuolelta
magnesiumsulfaatti, MgSO ₄	300 t/a	bakteeriympin valmistus	tuodaan alueen ulkopuolelta

Taulukko 4.4. Liuenneiden metallien talteenottovaiheessa käytettävien kemikaalien arvioidut kulutukset.

Kemikaali	Kulutus	Käyttökohde	Kemikaalin alkuperä
kalkkikivi, CaCO ₃	864 000 t/a	sammutetun kalkin valmistus	tuodaan alueen ulkopuolelta
sammutettu kalkki, Ca(OH) ₂	640 000 t/a	talteenottolaitos, pH:n säätö	valmistetaan hankealueella
propani, C ₃ H ₈	19 800 t/a	vedyn valmistus	tuodaan alueen ulkopuolelta
vety, H ₂	3 600 t/a	rikkivetytehdas, rikkivedyn tuotanto	valmistetaan hankealueella
rikki, S	69 000 t/a	rikkivetytehdas, rikkivedyn tuotanto	tuodaan alueen ulkopuolelta
rikkivety, H ₂ S	60 000 t/a	talteenottolaitos, metallien saostus	valmistetaan hankealueella

Tärkeimpien hankkeissa käytettävien kemikaalien ympäristöominaisuuksia on koottu taulukkoon 4.5. Tiedot on kerätty Työterveyslaitoksen kansainvälisistä kemikaalikorteista (TTL) ja Toxnet-tietokannasta, jota ylläpitää United States National Library of Medicine. Tietolähteenä Toxnet-tietokannassa oli Hazardous Substances Data Bank (HSDB®).

Taulukko 4.5. Merkittävimpien hankkeessa käytettävien kemikaalien ympäristöominaisuuksia.

Kemikaali	CAS #	Tunnettuja haitallisia ympäristöominaisuuksia	Tietolähde
rikkihappo, H ₂ SO ₄	7664-93-9	LD50-arvo suun kautta rotalla: 2140 mg/kg. Välitön myrkyllisyys kalalle LC50 (96 h) = 100-330 mg/l.	TTL
kalkkikivi, CaCO ₃	471-34-1	LD50 suun kautta rotalla 6450 mg/kg	TOXNET
poltettu kalkki, CaO	1305-78-8	-	TTL
propaani, C ₃ H ₈	74-98-6	-	TTL
kuparisulfaatti, CuSO ₄	7758-98-7	LD50 suun kautta rotalla 300 mg/kg LDLo suun kautta ankalla 600 mg/kg LC50 0,739 mg/l (2d) <i>Chironomus decorus</i> LC50 0,58 mg/l (1d) <i>Daphnia magna</i>	Nikunen ym 1990
ferrosulfaatti, FeSO ₄ x 2 H ₂ O	7720-78-7	LD50 hiirellä 670-1230 mg/kg	TOXNET
natriumisobutyliksantaatti, NaIBX	140-93-2	LD50-arvo kalalle (96 h) 2-13 ppm Ksantaatit voivat hajotessaan muodostaa hiilidisulfidia, rikkihiiltä. [Rikkihiilen haitallisuus: - LD50-arvo suun kautta rotalla: 3188 mg/kg. - Välitön myrkyllisyys kalalle LC50 (96 h) = 4,0 mg/l ja vesikirpulle LC50 (48 h)= 2,1 mg/l]	TOXNET
happi, O ₂	7782-44-7	-	TTL
vety, H ₂	1333-74-0	-	TTL
rikki, S	7704-34-9	-	TTL
rikkivety, H ₂ S	7783-06-4	LC50-arvo hengittämällä rotalla 4 tunnin kokeessa: 444 ppm. Välitön myrkyllisyys kalalle LC50 (96 h) = 0.007-0.55 mg/	TTL

Rikkivedyn valmistus

Rikkivety valmistetaan vedystä ja rikistä, jotka reagoivat 7 kg/cm² paineessa ja 445 – 455 °C lämpötilassa. Rikki sulatetaan ja pumpataan laitokseen 130 – 150 °C:ssa ja pumpataan rikkivedyn kehittimeen. Vety johdetaan huoneen lämpötilassa kehittimeen, jossa kuuma sula rikki kuumentaa sen reaktiolämpötilaan. Rikki höyrystetään ja vety kyllästyy rikkihöyryllä kehittimen lämpötilassa ja paineessa. Kehitin saa lämpöä

- vedyn ja rikin reaktiossa kehittyvästä lämmöstä,
- tuotekaasujen lämpösisällöstä ja
- lämmitysvastuksista, jotka sijaitsevat sulassa rikissä kehittimen alaosassa.

Rikkivety (noin 97 tilavuus-%) ja rikkihöyryt lähtevät kehittimen yläosasta ja kulkevat täytetyn jäähdystornin läpi, jossa ne joutuvat kosketuksiin sulan rikin kanssa, joka on syöttörikkiä tai jäähdytettyä kiertorikkiä. Tämä jäähdyttää rikkivedyn 140 – 160 °C:een ja poistaa rikkihöyryn kaasusta. Rikkivedyn loppujäähdytys ja loppu rikkihöyryjen poisto tapahtuu vesijäähdytyksellä. Kehittimen pohjasta lähtevä kiertorikki jäähdytetään 140 °C:een ja palautetaan kiertopumpuilla jäähdystorniin ja kehittimeen. Jäähdytys tapahtuu höyrystimessä tai kattilatyypisessä jäähdytimessä, jossa lämpö siirtyy kuumaan veteen. Kuuma vesi höyrystyy ja höyry lauhdutetaan vesijäähdytetyllä palautusjäähdyttimellä.

Vety valmistetaan propaanista höyryreformeriprosessissa, jonka ydin on katalyyttinen reaktio hiilivetyjen ja höyryn välillä.

Kalkin poltto ja sammutus

Poltettua kalkkia valmistetaan kuumentamalla murskattu ja lajiteltu kalkkikivi noin 1000 OC:ssa joko kierto- tai kuilu-uunissa. Kalkkikivi (CaCO_3) hajoaa kalsiumoksidiksi eli poltetuksi kalkiksi (CaO) ja hiilidioksidiksi (CO_2). Tarvittava lämpö tuotetaan kivihieillä, polttoöljyllä tai maakaasulla. Poltetu kalkki on rakeista tai jauhemaista. Muodostuvat savukaasut sisältävät typen oksideja, hiilidioksidia ja rikkidioksidia. Valmistusprosessi aiheuttaa myös pölypäästöjä, joiden vähentämiseksi uunin savukaasut kulkevat tehokkaan sähkö- tai tekstiilisuodattimen läpi.

Sammutettua kalkkia valmistetaan lisäämällä vettä poltetuun kalkkiin. Kalsiumoksidi reagoi veden kanssa muodostaen kalsiumhydroksidia (Ca(OH)_2), eli sammutettua kalkkia, joka on kuivaa, puuterimaista, vaaleaa jauhetta. Sammutetun kalkin valmistuksessa vapautuu lämpöä ja vesihöyryä. Tehokkaan pölynpoiston ansiosta päästöt ilmaan ovat merkityksettömät.

Höyryn tuotanto

Metallien talteenotto-prosessissa bioliuotuksesta tai rikastamolta tulevaa liuosta tai seosta, joka on kylmää, joudutaan lämmittämään reaktioiden nopeuttamiseksi ja siihen käytetään höyryä. Höyryn valmistus kuluttaa noin 45 000 m³ polttoöljyä vuodessa. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää kivihieitä.

Louhinnan räjähdysaineet

Räjäytyksissä käytettävät räjähteet ovat emulsioita (esim. Kemiitti 510). Niiden raaka-aineet varastoidaan erikseen tarkoitukseen soveltuvalla alueella. Raaka-aineiden sekoitus tapahtuu louhintapaikalla ja räjähdysaineet aktivoituvat vasta porausrei'issä. Oy Forcit Ab:n käyttöturvallisuustiedotteen mukaan emulsion vaaralliset ainesosat ovat ammoniumnitraatti 50% (varoituserkki O, hapettava) ja kalsiumnitraatti 30 % (varoituserkki O, hapettava). Emulsio ei ole ekotoksinen eikä liukene veteen.

Malmin louhinnassa käytetään ammoniumnitraattia ja kalsiumnitraattia yhteensä keskimäärin 5000 t vuodessa (minimi 3900 t ja maksimi 5300 t). Sivukiven louhinnassa käytetään vastaavasti keskimäärin 6700 t räjähdysaineita vuodessa (minimi 1200 t ja maksimi 16000 t).

Työkoneiden käyttämä polttoainemäärä

Alustavan kannattavuusselvityksen mukaan avolouhinnassa käytettävän kevyen polttoöljyn kulutus tulee olemaan keskimäärin noin 14 000 t vuodessa (minimi 5000 t ja maksimi 28000 t).

Taulukko 4.6. Polttoaineen kulutuksen jakautuminen käyttötarkoituksen mukaan.

Käyttökohde	Osuus %
Malmin poraus	4
Malmin lastaus	10
Malmin kuljetus	7
Sivukiven kairaus	8
Sivukiven lastaus	12
Sivukiven kuljetus	60

Sähköenergia

Kaivoshankkeen sähkötehtäjäntarve on noin 100 MW (vaahdotus ja autoklaaviliuotus) tai 50 MW (biokasaliuotus). Vuotuinen sähkönkulutus biokasaliuotusta käytettäessä on noin 400 GWh ja vaahdotusta ja autoklaaviliuotusta käytettäessä 900 GWh. Suurimmat sähkönkuluttajat ovat malmin murskaus, kiviainesten siirto ja metallien talteenotto-prosessi. Lisäksi vesienhallinta kuluttaa huomattavan määrän sähköenergiaa. Sähkönsiirtoa varten kaivokselle rakennetaan 110 kV voimalinja, jonka suuntaus on eräs YVA:ssa tarkasteltava vaihtoehto.

4.5 Sivukivi, rikastushiekka ja metallien saostuksessa syntyvät ylijäämäsakat

Hankkeessa muodostuvan sivukiven määrä riippuu valittavasta prosessiratkaisusta ja sen perusteella tehtävästä louhosoptimoinnista. Nykyisen arvion mukaan autoklaaviliuotuksen vaihtoehdossa muodostuu noin 550 Mt ja bioliuotusvaihtoehdossa 740 Mt sivukiveä.

Malmin käsittely bioliuotuksella mahdollistaa alhaisempia pitoisuuksia sisältävien malmien hyödyntämisen kuin autoklaaviliuotus, mikä pienentää louhinnan sivukivi/malmisuhdetta. Molemmissa prosessivaihtoehdoissa varaudutaan sivukivien läjitykseen osoittamalla läjitysalueet louhosten välittömään läheisyyteen, koska kuljetusmatkoja on taloudellisista syistä minimoitava. Tämä on useimmiten myös ympäristöllisesti edullisin ratkaisu, koska se pienentää hankkeen kokonaisvaikutusalueen laajuutta.

Hankkeessa syntyy rikastushiekkaa ainoastaan, jos prosessiratkaisuna on autoklaaviliuotus. Autoklaaviliuotuksessa syntyvän rikastushiekan määrä vastaa lähes louhittavan malmin määrää eli noin 12 Mt vuodessa. Outokumpu Oyj:n laatimassa aluesuunnitelmassa rikastushiekka-allas on sijoitettu Kuusilammen louhoksen länsipuolelle. Alueen koko on noin 770 ha ja täyttöpaksuus noin 20 m. Allas rakennetaan hyödyntämällä alueen suotuisia maanpinnan muotoja. Patopenkereitä joudutaan suunnitelman mukaisessa sijoituksessa rakentamaan vain osalla aluetta. Liette voidaan osittain kuivata ja hiekka sijoittaa varastointialueelle kasaamalla, jolloin patorakenteita ei välttämättä tarvita.

Metallien saostuksessa syntyy kipsisakkaa arviolta 1,5 - 2,0 Mt vuodessa. Autoklaaviliuotusvaihtoehdossa syntyvät sakat sijoitetaan rikastushiekka-altaalle. Bioliuotuksessa sakat sijoitetaan erilliselle varastoaltaalle tuotantolaitosalueen välittömään läheisyyteen. Altaan pinta-ala on noin 140 ha ja sen täyttökorkeus on enimmillään noin 25 m.

4.6 Kaivoksen sivutuotteiden geokemialliset ympäristöominaisuudet

4.6.1 Rikastushiekka

Rikastushiekan laatua on mitattu Talvivaaran malmilla tehdyissä pilot -mittakaavan rikastuskokeissa. Niissä on tähdätty mahdollisimman hyvään malmin arvometallien saantiin, mutta lopullista täsmällistä rikastusmenetelmän reseptiä ei ole päätetty. Tämän vuoksi ei ole valittu minkään yksittäisen rikastuskokeen lopputulosta lukuisista kokeista edustamaan yksin rikastushiekkaa, vaan on käytetty malmin laatua ja keskimääräisiä saanteja laskettaessa rikastushiekkaan päätyvien metallien ja rikin pitoisuutta. Laskelma rikastushiekan laadusta on esitetty taulukossa 4.7.

Taulukko 4.7. Rikastushiekan laatuarvio magneettierotuksella ja vaahdotuksella tehtyjen pilot-kokeiden tulosten perusteella.

Alkuaine	Pitoisuus malmissa	Saanti rikasteeseen	Rikastushiekan koostumus
	mg/kg		mg/kg
Arseeni	105	90	11
Barium	19	50	9,5
Elohopea	<2	90	<0,2
Kadmium	17	90	1,7
Koboltti	230	94	14
Kromi	120	90	12
Kupari	1380	94	83
Lyijy	42	90	4,2
Nikkeli	2710	96	110
Rikki	84600	97	2500
Sinkki	5630	95	280
Strontium	30	50	15
Vanadiini	500	90	50

Olennaista rikastushiekan laadussa ovat rikin ja metallien pitoisuudet. Rikin pitoisuudesta voidaan päättää, onko hiekka happoa muodostavaa ja metallien pitoisuuden mukaan arvioidaan sijoituskelpoisuutta eri menetelmillä. Taulukon 4.11 mukaan metallipitoisuudet ovat verrattain pienet ja rikkiä (pääosa sulfideina) on niin vähän, että rikastushiekka ei todennäköisesti ole happoa muodostavaa pitkälläkään ajanjaksolla. Tämän perusteella hiekan lopullinen sijoittaminen voidaan tehdä tavanomaisilla menetelmillä.

4.6.2 Sivukivi

Testausmenetelmät

Liukoisuuskoe suoritettiin standardin SFS-EN 12457-3 mukaisesti. Standardia voidaan käyttää jauhamaisten tai rakeisten materiaalien tai lietteiden liukoisuuden testaamiseen. Näytemateriaalin raekoon on oltava yli 95 %:sti alle 4 mm, tarvittaessa näyte voidaan jauhaa. Koetuloksia verrattiin Euroopan Unionin Neuvoston päätöksen mukaisiin suotautumisen raja-arvoihin (direktiivi 1999/31/EY, 16 artiklan ja liitteen II mukaiset perusteet ja menettelyt jätteen hyväksymiseksi kaatopaikoille).

ABA-testissä pulverimaista näytettä punnitaan tarkasti noin 2 g ja tämän jälkeen näytettä sekoitetaan huoneenlämpötilassa hapon kanssa. Seosta käsitellään emäksellä ja pH-mittauksen tuloksista lasketaan hapon ja emäksen muodostuskapasiteetti.

Mustaliuske

Sivukiven laadusta on tehty tutkimuksia sekä Outokumpu Oyj:n että Talvivaara Projekti Oy:n toimesta. Valitettavasti kairasydämistä käytettävissä olevat aineistot koskevat vain välittömästi malmin läheisyydessä olevan mineralisaatioon kuuluvan mustaliusketta olevan sivukiven laatua. Johtuen siitä, että kairasydämistä saadun sivukiven rikkipitoisuus on korkea, on materiaali ilmeisesti happoa tuottavaa ja sen vuoksi varastointi on suunniteltava ympäristön (maaperä, pohjavesi) kannalta turvalliseksi. Sivukivialueiden valumavedet on tarkoitus käyttää prosessin raakavetenä. Osa sivukivestä käytetään bioliuotusvaihtoehdossa rakentamiseen.

Taulukko 4.8. Talvivaaran mustaliusketta olevan sivukiven laatu.

Alkuaine	Pitoisuus sivukivessä mg/kg
Arseeni	132
Barium	17,3
Elohopea	<2
Kadmium	18,5
Koboltti	60
Kromi	131
Kupari	800
Lyijy	39
Nikkeli	600
Rikki	73000
Sinkki	3100
Strontium	50
Vanadiini	607

ABA -testissä kairasydämistä saaduissa näytteissä oli runsaasti sulfideita, ja testatuista 17 näytteestä vain 2 näytteen luonne oli ei-happoa muodostava (NAF) ja muiden luonne oli potentiaalisesti happoa muodostava (PAF).

Liukoisuuskoeksessa 13 näytettä 17 näytteestä tuotti testiliuokseen niin paljon liuenneita metalleja, että testattua kiviainesta ei voitaisi sijoittaa kaatopaikoille tavanomaisen jätteen sijoittamisessa käytettävää menettelyä noudattaen.

Muut sivukivet

Koska kairasydännäytteistä saaduissa sivukivissä oli runsaasti sulfideita, otettiin kallion pinnasta näytteitä sellaisista osista sivukiveä, jossa mineralisoituneen aineksen osuus on pienempi. Näytteiden rikkipitoisuus vaihteli 0,01 - 0,76 %. Tätä kirjoitettaessa ei vielä ole käytettävissä alkuaineanalyysien tuloksia näistä näytteistä, mutta happo-emäs- ja liukoisuustestauksen tulokset ovat (taulukko 4.9).

Taulukko 4.9. Sivukivien liukoisuustestauksen tulokset. Kumulatiiviset liuenneiden aineiden pitoisuudet liuos-kiintoainesuhteella L/S = 10.

Näyte	Al	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Zn
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
1	1800	< 10	< 10	< 10	< 110	< 1,0	9320	105	< 14	< 50	< 100
2	3510	< 10	< 10	< 10	< 110	< 1,0	539	< 15	< 12	< 50	125
3	4770	< 10	< 10	< 10	< 100	< 1,0	105	< 10	< 11	< 50	< 100
4	5400	< 10	< 10	12,5	< 115	< 1,0	167	< 10	< 11	< 50	< 100
5	2190	< 10	< 10	< 10	< 115	< 1,0	4900	279	< 11	< 50	439
6	9100	< 10	< 10	< 10	< 100	< 1,0	412	< 10	< 11	< 50	102
7	2990	10,2	< 10	10,6	< 110	< 1,0	3330	70,0	12,0	< 50	100
8	2160	10,9	< 10	< 10	< 100	< 1,0	917	22,3	< 10	< 50	100
9	6100	12,5	< 10	12,9	< 100	< 1,0	423	21,7	< 10	< 50	211
10	3780	10,3	< 10	10,2	< 100	< 1,0	997	247	< 11	< 50	265
11	3620	11,9	< 10	10,7	< 100	< 1,0	724	82,9	< 10	< 50	108
Raja-arvo		500	40	500	2 000	10		400	500	60	4 000

ABA-testissä (happo- ja neutralointikapasiteettikoe) 15 näytettä 17 näytteestä oli happoa muodostamattomia (NAF) ja 2:ssa rikin pitoisuus oli liian korkea, jotta neutralointikapasiteetti olisi riittänyt kompensoimaan mahdollista haponmuodostusta. Tämän perusteella hankkeen sivukivet tullaan jakamaan kahteen tai useampaan luokkaan, joista vähärikkistä materiaalit (S < 0,25 %) kelpaavat rakentamiseen. Enemmän rikkiä sisältävien kivilajien osalta joudutaan liukoisuuskokeiden tulosten perusteella valitsemaan varastointitapa ja mahdollinen rajoitetumpi hyödyntäminen.

4.6.3 Pintamaat

Maaperätutkimuksen yhteydessä otettiin viisi kokoomanäytettä alueittain valituista maanäytteistä. Yhtä kokoomanäytettä varten kerättiin maa-ainesta viidestä tai kuudesta osanäytteestä.

- Alue 1: Kolmisopen lounaispuoli
- Alue 2: Torvelansuon ympäristö
- Alue 3: tutkimusalueen keskeltä, sekundaarikasan kohdalta
- Alue 4: primäärikasan kohdalta
- Alue 5: Kuusilammen sivukivikasojen kohdalta

Tutkituilla moreeninäytteillä alkuainepitoisuudet olivat moreenin keskiarvopitoisuuksien alapuolella tai niiden tuntumassa, kun analyysituloksia verrattiin Geologian tutkimuskeskuksen geokemiallisen atlas -kartoituksen yhteydessä tutkimaan moreeniaineistoon. Geologian tutkimuskeskuksen tekemässä moreenin geokemiallisessa kartoituksessa analyysissä käytettiin moreenin hienoaainesta, jonka raekoko on alle 0,06 mm (Koljonen 1992). Yhden näytteen osalla

rikkipitoisuus (802 mg/kg) ylitti selvästi Suomessa esiintyvien moreenien keskiarvopitoisuuden. Tutkittujen alkuaineiden pitoisuudet olivat selvästi SAMASE-projektin (Ympäristöministeriö 1994) saastuneille maa-aineksille määrittämien raja-arvopitoisuuksien alapuolella.

Kooste tutkittujen näytteiden alkuainepitoisuuksista on esitetty taulukossa 4.10.

Taulukko 4.10. Moreenin (alle 2,0 mm) analyysituloksia. Vertailuarvoina GTK:n geokemiallisessa kartoituksessa analysoituja pitoisuuksia sekä SAMASE-projektin pilaantuneen maan raja-arvot.

Alkuaine	Vaihteluväli ICP-AES mg/kg	Aritm. keskiarvo ICP-AES mg/kg	GTK:n moreeni (<0,06m)* mg/kg	SAMASE-raja-arvo** mg/kg
Alumiini (Al)	3870- 11300	7830	74000± 6000	
Kalsium (Ca)	1900- 3380	2360	18000- 4000	
Kadmium (Cd)	<0,5	<0,5		10,0
Kromi (Cr)	12-36,8	24,1	69± 35	400
Kupari (Cu)	11,3-36,4	22,4	24± 14	400
Rauta (Fe)	6420-17100	12560	33000± 10000	
Kalium (K)	796- 2680	1690	21000± 5000	
Magnesium (Mg)	1960-5920	3840	10000± 4000	
Mangaani (Mn)	70-185	126	510± 110	
Nikkeli (Ni)	6,8- 19,4	13,9	27,2± 19	200
Rikki (S)	<20- 802	294	180± 140	
Titaani (Ti)	567- 1460	949	4000± 1000	
Sinkki (Zn)	11,4- 49,5	31,1	66± 34	700

* GTK:n geokemiallinen kartoitus, moreenin hienoinaaines, 2,5 % trimmattu aritm. keskiarvo- ja hajonta

** ”Saastuneet maa-alueet ja niiden käsittely Suomessa”. Muistio 5/1994. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto.

Tulosten mukaan kaivoshankkeen rakentamisen yhteydessä poistettavaa maata voidaan käyttää rakentamisessa. Maa-ainesten varastoinnissa ei myöskään tarvitse turvautua erikoistoimenpiteisiin ympäristöön kohdistuvien riskien välttämiseksi. On huomattava, että malmilouhosten kohdalla moreenin metallipitoisuudet ovat rakennettavia alueita korkeammat.

4.6.4 Biokasaliuotuksessa liukenematon kiviaines ja muut sivutuotteet

Biokasaliuotuksen tuloksena tulee sekundaarisista liuotuskasoista syntymään metallit ja sulfidit luovuttaneen kiviaineksen loppusijoituspaikkoja. Liuotuskasat on suunniteltu jätettäväksi paikalleen ja jälkihoidettaviksi soveltuvalla tavalla.

Metallien ja sulfidien liukenemista Talvivaaran malmista on tutkittu pitkään erilaisissa kokeissa. Kolonnikokeiden jälkeen tehdyt määritykset osoittavat Talvivaaran malmin loppupitoisuuksiksi Ni 0,028%, Zn 0,12%, Cu 0,08%, Co 0,007%, Fe 7,3%, Mn 0,14%, Ca 0,8%, Mg 1,6%, SiO₂ 52%, S 3,7 % ja C 8 %. Toisessa kolonnikokeessa on analysoitu myös muita komponentteja ja tulokset olivat Mo <0,02%, Cd 0,002%, As 0,002%, Sb <0,02%, Pb 0,010%, Sn < 0,001%, U 0,005% ja Se 0,004%.

Kokeiden loppunäytteistä on myös tehty röntgendifraktioanalyysit, joista ei kyetty lainkaan tunnistamaan sulfidimineraaleja niiden vähäisestä määrästä johtuen. Difraktogrammeissa esiintyi sekundaarisina saostumina kipsiä ja rautahydroksisulfaattia sekä sivumineraaleina kvartsiä, grafiittia ja erilaisia hydrautuneita silikaatteja.

Liuotusjäännöksiä tarkasteltiin myös mikroskoopilla, elektronimikroskoopilla, jossa on EDS -analyysaattori ja mikroanalyysointila. Näiden tutkimusten mukaan liukenemattomat

metallisulfidit ovat jääneet sulkeuksiin esimerkiksi kvartsi-, silikaatti- tai grafiittirakeisiin, joihin liuokset eivät ole päässeet lainkaan vaikuttamaan. Osittain sintrautuneissa liuotusjäännöksissä on kookkaiden partikkelien lomaan iskostunut hienojakoista liejuainesta ja tämän sekaan sitovaksi faasiksi saostunut rautaoksisulfaatteja, toisessa tilanteessa saostumat ovat täyttäneet kookkaiden partikkelien välisen tilan estäen siten sulfidien liukenemista loppuun saakka.

Bioliuotus on näiden tutkimusten mukaan edennyt niin pitkälle kuin mahdollista, loput metallit ja sulfidirikki ovat liuotusjäännöksessä liukenemattomassa muodossa.

Laitteiden huollon yhteydessä muodostuu kiinteitä tai lietemäisiä kalkkeumia, pohjasakkoja, käytettyä pesuhappoa ym. liuoksia ja massoja. Metallien talteenotto-prosessin ylösajon yhteydessä voi muodostua myyntikelvottomia sivutuotteita (sulfaatit, hydroksidit jne.). Prosessissa voi myös syntyä liian rauta-, mangaani- ja magnesiumipitoisia nikkeli-, sinkki-, kupari- ja koboltisakkoja, joita ei voida palauttaa prosessiin, tai epäonnistuneet sulfidisaostuseriä ja mahdollisesti arseeni- ja kadmiumipitoisia sivutuotteita. Näiden ympäristöominaisuudet edellyttävät todennäköisesti ongelmajätteiden kaatopaikan perustamista kaivosalueelle. Sellaisen todennäköinen sijoitus on teollisuusalueen yhteydessä tai kipsisakka-altaan osana.

Riippuen siitä, tuleeko energia tuotannossa käytettäväksi paikallista lämpölaitosta, muodostuu siitä mahdollisesti lentotuhkaa, joka myös edellyttää ongelmajätteenkaatopaikkaa.

4.7 Vesien hallinta

Hankkeen vesitase ja vesien hallintatavat riippuvat valittavasta prosessivaihtoehdosta. Niiden mukaiset vesienhallintakaaviot on esitetty toteutusvaihtoehtojen kuvauksessa.

Hankkeen vesien hallinnan peruslähtökohta on:

- turvata hankkeen tarvitseman prosessiveden saanti ensisijaisesti kierrättämällä prosessi- ja valumavesiä ja toissijaisesti ottamalla raakavettä vesistöistä
- pitää ympäröivien alueiden pintavedet kaivostoimintojen vaikutuspiirin ulkopuolella
- minimoida vaikutukset alueen ulkopuolisten pintavesien laatuun, virtaamiin ja vedenpinnan tasoihin
- minimoida toiminta-alueella syntyvien likaantuvien valumavesien määrä tehokkaalla maankäytön suunnittelulla ja toteutuksella
- minimoida happamien suotovesien pohjavesiin kohdistamat haitat
- käsitellä likaantuneet vedet ja johtaa ne tarvittaessa ympäristöön hallitusti

Hankkeen tarvitseman prosessiraakaveden ottamista ja ylijäämävesien johtamista tarkastellaan hankkeen toteutusvaihtoehtoina. Otettavat vesimäärät voivat edellyttää vesistön säännöstelyä.

Hankkeen tarvitsema talousvesi tullaan ottamaan porakaivoista tai toiminnot voidaan liittää vesiosuuskunnan vesijohtoverkkoon. Kaivokselle tullaan rakentamaan oma talousjätevesien pienpuhdistamo. Puhdistamossa käsitellyt jätevedet johdetaan kaivoksen prosessivesien käsittelykiertoon esimerkiksi kipsisakka- tai rikastushiekka-altaalle. Talous- ja jätevesien määrä tulee olemana merkityksellömän pieni verrattuna hankkeen muuhun vesikiertoon. Niiden määrä tulee olemaan arviolta noin 100 m³/d.

4.8 Tieolot ja kuljetukset

Hankealue sijaitsee Kainuun eteläosassa lähellä Pohjois-Savon sekä Pohjois-Karjalan maakuntarajoja. Hankkeen kannalta alueen merkittävimmät tiet ovat valtateiden n:o 5 ja 6 lisäksi kantatie n:o 87 ja seututie n:o 870 sekä hankealueelta länteen, valtatielle n:o 5 suuntautuvat yhdystiet n:o 8711, 8714 ja 19037 (kuva 4.14).



Kuva 4.14. Kajaanin ja Sotkamon eteläpuoliset tieyhteydet.

Kaivosalueelle rakennetaan tulotie teollisuuslaitokselle tien 8714 ja/tai 870 kautta valitun prosessivaihtoehdon mukaan. Niitä pitkin suuntautuu pääosa Kajaanista ja Sotkamosta tulevista henkilöliikenteestä ja paikallisesta huoltoliikenteestä. Osa liikenteestä hankealueelle voi tulla myös lännestä Lahnasjärven suunnasta. Henkilöliikenne tapahtuu suurimmalta osin työvuorojen mukaan 05:00-08:00, 13:00-16:00 ja 21:00-23:00 välisinä aikoina ja sen määrä on noin 100 - 150 ajon./vuorokaudessa. Lahnasjärven tietä joudutaan hankkeen sijoittumisen vuoksi uudelleen linjaamaan noin 2-6 km matkalla Rahvaanmäen ja Papinmäen välillä.

Kaivoksen tuottama mineraalirikaste kuljetetaan joko jalostettavaksi Suomessa tai laivattavaksi johonkin ulkomaiseen jalostuslaitokseen, minkä vuoksi sen kuljetukset suuntautuvat joko länteen (esim. Oulu, Kokkola) tai etelään (esim. Harjavalta). Rikastuksessa käytettävät kalsiumkarbonaatti (CaCO_3), rikkihappo sekä hankkeen tarvitsemat polttoaineet kuljetetaan pääosin Etelä-Suomesta.

Taulukko 4.11. Materiaalikuljetuksissa käytettävien ajoneuvojen kuljetuskapasiteetteja.

Kuljetusyksikkö	Kapasiteetti
Säiliövaunun kuorma (t) (Rikastevaunu)	55
Säiliövaunun kuorma (t) (CaCO_3)	60
Säiliörekan kuorma (t)	38
Säiliörekan tilavuus (m^3)	40
Soa Öljyvaunu (m^3) (Polttoöljy)	61
Zan-v happovaunu (m^3) (Rikkihappo)	45

Kaivoksen aiheuttamat rikaste- ja raaka-ainekuljetukset voidaan kuljettaa joko rautateitse tai maanteitse. Mikäli rautatie rakennetaan, tullaan pääosa kaivoksen kuljetuksista hoitamaan rautateitse. Maanteitä pitkin kulkisi tällöin osa kemikaalikuljetuksista sekä tavanomaiset huoltokuljetukset. Jos rautatietä ei rakenneta, kaikki kuljetukset tapahtuvat maanteitse. Mahdollinen raskas maantieliikenne ja junakuljetukset jakaantuvat tasaisesti eri vuorokauden ajoille, joskin tarvittaessa kuljetuksia voidaan rytmittää haittojen pienentämiseksi.

Materiaalikuljetuksista aiheutuvia raskaan liikenteen määriä on arvioitu vertaamalla tuotettuja rikastemääriä, sekä kaivostoiminnassa tarvittavien materiaalien määrää yleisesti käytettävien kuljetusajoneuvojen ja junanvaunujen kapasiteetteihin (taulukko 4.11). Liikennemäärät on arvioitu erikseen sekä ilman rautatieyhteyttä että rautatieyhteyden kanssa, arviot on esitetty taulukoissa 4.12 ja 4.13. Taulukoissa ei ole huomioitu autojen ja junien paluusuuntaa.

Taulukko 4.12. Kuljetuskapasiteettien perusteella arvioidut raskaan autoliikenteen liikennemäärät, mikäli rautatietä ei rakenneta (liikennemäärässä ei ole huomioitu autojen paluusuuntaa).

Kuljetettava materiaali	Kuljetusmäärä	Liikennemäärä maanteitse [autoa/vko]
Cu-rikaste	23000 t/a	12
Zn-rikaste	135000 t/a	68
Ni-Co-rikaste	75000 t/a	38
Rikkihappo	3700 m ³ /vko	93
Propani	19800 t/a	10
FeSO ₄	46 t/d	8
CaCO ₃	870 000 t/a	440
Kivihiili	174 000 t/a	88
Kevyt polttoöljy	55 700 m ³ /a	27
Muut huoltokuljetukset		28
Yhteensä		812 autoa/vko (116 autoa/vrk)

Taulukko 4.13. Kuljetuskapasiteettien perusteella arvioidut raskaan auto- ja junaliikenteen liikennemäärät, mikäli rautatie rakennetaan (liikennemäärässä ei ole huomioitu autojen ja vaunujen paluusuuntaa).

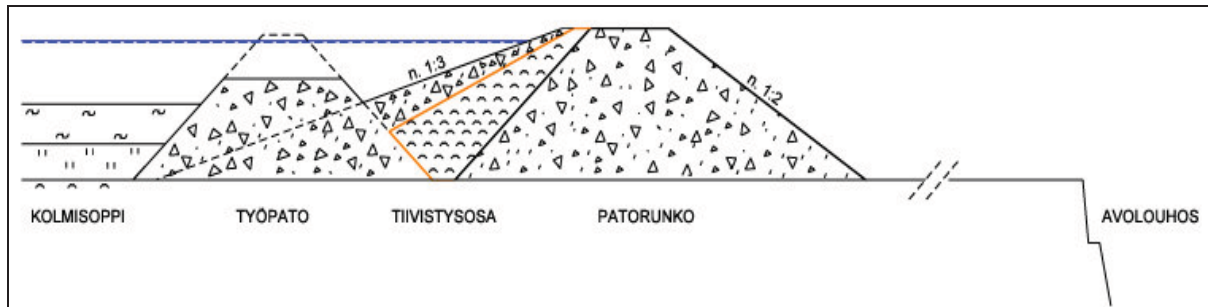
Kuljetettava materiaali	Kuljetusmäärä	Liikennemäärä rautateitse [vaunua/vko]	Liikennemäärä maanteitse [autoa/vko]
Cu-rikaste	23000 t/a	8	-
Zn-rikaste	135000 t/a	47	-
Ni-Co-rikaste	75000 t/a	26	-
Pyriittirikaste	400000 t/a	140	-
Rikkihappo	3700 m ³ /vko	82	-
Propani	19800 t/a	-	10
FeSO ₄	46 t/d	-	8
CaCO ₃	870 000 t/a	279	-
Kivihiili	174 000 t/a	139	-
Kevyt polttoöljy	55700 m ³ /a	-	27
Muut huoltokuljetukset		-	28
Yhteensä		721 vaunua/vko (n. 103 vaunua/vrk)	73 autoa/vko (n. 10 autoa/vrk)

4.9 Kolmisoppijärven pato

Eräissä YVA -ohjelmasta annetuissa lausunnoissa esitettiin, että Kolmisoppeen suunniteltu pato jätettäisiin toteuttamatta. Kolmisopelle suunniteltu avolouhos on olennainen osa hankkeen kannattavuutta. Mikäli patoa ei rakenneta, joudutaan avolouhoksen pinta-alaa maanpinnalla supistamaan lähes puoleen suunnitellusta. Esiintymä ulottuu nykyisen tiedon mukaan noin 300 m syvyyteen ja voi jatkua vielä ainakin 100 m syvemmälle. Louhinnan eteneminen näin syvälle edellyttää, että louhos on riittävän laaja. Mikäli pato jätetään rakentamatta, joudutaan myös syvyysuunnassa jättämään merkittävä osa malmista louhimatta. Kokonaisuudessaan avolouhinta pieneneisi alle puoleen suunnitellusta. Esiintymän alhaisten pitoisuuksien vuoksi hankkeen kannattavuus perustuu suureen kapasiteettiin. Louhintamäärien pienentäminen voi johtaa siihen, että avolouhosta ei kannata perustaa lainkaan, joka johtaisi koko kaivoshankkeen vaarantumiseen. Näiden seikkojen vuoksi padon jättämistä rakentamatta ei voida ottaa mukaan tarkasteltaviin hankevaihtoehtoihin, vaan sen vaikutukset arvioidaan osana koko kaivoshankkeen 0-vaihtoehtoa.

Kolmisoppijärven Hovinlahteen rakennettava pato tehdään vasta Kolmisopen avolouhinnan käynnistyessä. Padon rakentamisen ensimmäisessä vaiheessa järven poikki tehdään louheesta tilapäinen työpato. Työpato muodostaa lopullisessa patorakenteesta osan padon ulkoluiskasta. Työpadon avulla turvataan varsinaista patorakentamista ja estetään siitä aiheutuvat haitat järven veden laadulle. Työpato rakennetaan päätypengerryksenä. Patomassan tunkeutumista pehmeiden pohjakerrosten läpi voidaan edistää apukaivulla ja imuruoppauksella (kuva 4.15).

Työpadon rakentamisen jälkeen käynnistetään varsinaisen padon rakentaminen. Siihen liittyvinä työvaiheina suoritetaan pohjan ruoppaus patolinjalta, louherungon täyttäminen ja tiivistyskerroksen rakentaminen moreenista. Työvaiheet tehdään työpadon suojassa täyttönä veteen. Vesipintaa lahdessa voidaan ennen täyttöä alentaa, mikäli työpatoon rakennetaan väliaikainen tiivistyskerros. Viimeisessä vaiheessa työpato kaivetaan pois noin 5 m syvyyteen saakka ja kaivumassat siirretään ja muotoillaan osaksi varsinaisen patorakenteen ulkoluiskaa. Lopullisen padon pituus on noin 750 m, luiskakaltevuudet 1:2...1:3 ja maksimikorkeus noin 30 m. Padon harja kohoaa noin 2 m maksimivedenkorkeutta ylemmäs (kuva 4.15).



Kuva 4.15. Hovinlahden patorakenteen yleispiirteinen periaatepiirustus.

Lopullisen padon valmistuttua käynnistetään lahden kuivatus sekä pohjalietteen ja moreenin poisto imuruoppaamalla ja kaivamalla. Lietteet sijoitetaan altaisiin sivukivialueille ja kuivumisen jälkeen ne käytetään kaivosalueen maisemointiin.

Järven vedenlaatuun kohdistuvat muutokset rajoittuvat ennen kaikkea työpadon rakentamisaikaan eli noin 6 kk ajalle sekä lahden kuivatusvaiheeseen. Patorakenteet voidaan rakentaa noin yhtä vuotta ennen lahden kuivatuksen aloitusta, jolloin suljettuun lahteen jäävä vesimassa ehtii selkeytyä ja sen pumppaaminen padon yli voidaan suorittaa ilman merkittäviä vaikutuksia.

4.10 Työvoima

Kaivoshankkeen arvioitu työvoiman tarve on noin 400 henkilöä, jotka kaikki sijoittuisivat toimimaan osana tuotantoketjua. Tämän lisäksi voidaan arvioida, että kerrannaisvaikutusten kautta kaivos työllistää lisäksi noin 2 - 3 -kertaisen määrän henkilöitä mm. erilaisissa palveluissa.

Kaivoksen rakentaminen aloitetaan Kuusilammen avolouhoksen pintamaiden poistolla ja esilouhinnalla sekä tehdasalueen ja primäärisen kasa-alueen maarakentamisella (kuva 4.17). Avolouhoksen koko pinta-ala paljastetaan noin kahdessa vuodessa, jonka jälkeen louhinta etenee syvyysuuntaan noin 20 m vuodessa.



Kuva 4.17. Liutuskasa-alueen maarakentamista ja pohjantiivistystä, Kuusilampi kesäkuu 2005.

Tehdasalueelle rakennetaan ensimmäisessä vaiheessa malmin jatkomurskauksen edellyttämä murskaus- ja agglomerointilaitos, joka aloittaa toimintansa vuoden 2007 lopussa. Varsinaisen metallien talteenottolaitoksen ja siihen liittyvien muiden yksiköiden pystytys suoritetaan vuoden 2008 kuluessa.

Primäärinen kasa-alueen rakennetaan lopulliseen laajuuteen kolmessa vuodessa. Louhitun malmin murskaus ja kasaaminen liutusalueelle aloitetaan kuitenkin ensimmäisen rakentamisvuoden lopussa, jolloin kolmannes kasa-alueen pohjatöistä on tehty. Sekundaarista malmia varten tarvitaan liutuskenttää vasta neljä vuotta rakentamisen alkamisesta. Sekundaarialueet rakennetaan vaiheittain tuotannon etenemisen mukaan siten, että ensin pyritään täyttämään eteläisempi Kuusilammen louhoksen vieressä oleva alue.

Ylimääräistä sivukiveä syntyy Kuusilammen malmion ominaisuuksien vuoksi merkittävässä määrin vasta noin viiden vuoden kuluttua louhinnan käynnistymisestä. Yksittäiset läjitysalueet pyritään täyttämään ja jälkihoitamaan osissa. Kuljetusetäisyyksien vuoksi kaikki sivukivialueet tulevat todennäköisesti kuitenkin olemaan osittain käytössä yhtäaikaaisesti. Kipsisakka-altaan maarakentaminen aloitetaan kesällä 2007 ja saadaan päätökseen syksyllä 2008.

Kaivoksen tarvitsemasta infrastruktuurista rakennetaan vuoden 2007 aikana mm. voimalinja, tieyhteydet tehdasalueelle ja Kuusilammen louhokselle sekä raakavedenottoon ja kaivosalueen vesienhallintaa liittyvät rakenteet. Samalla joudutaan tekemään suunniteltu yleisen tien kääntö. Mahdollisen rautatieyhteyden rakentaminen käynnistyy myös vuonna 2007 ja se valmistuu tuotannon alkamiseen mennessä.

4.12.2 Tuotanto

Tuotantovaiheen pituus riippuu valittavasta prosessiratkaisusta. Tuotanto jatkuu alustavan kannattavuusselvityksen mukaan noin 23 vuotta, jonka jälkeen alue jälkihoidetaan.

Avolouhosten louhintajärjestyksiä on tarkasteltu alustavalla louhosoptimoinnilla. Jatkossa optimointia tarkennetaan ja sen avulla tullaan selvittämään oikea tuotantotapa kahdesta avolouhoksesta. Tuotantosuunnittelussa pyritään mm. pitämään malmin laatu, sivukiven määrä ja kuljetusetäisyydet eri aikoina mahdollisimman tasaisina. Tästä syystä molemmat louhokset ovat todennäköisesti käytössä yhtä aikaa, vaikka nykyisten suunnitelmien mukaan aktiivisia louhintatöitä kuten porausta ja räjäytyksiä ei tehdä yhtäaikaaisesti kahdesta louhoksesta. Tässä vaiheessa voidaan arvioida, että Kolmisopen avolouhoksen tuotanto alkaa noin 5 vuotta Kuusilammen louhoksen jälkeen. Sen jälkeen louhintaa suoritetaan molemmista louhoksista vuorollaan. Toiminta Kuusilammen louhoksella loppuu noin 15 - 17 vuoden kuluttua ja sen jälkeen malmia louhitaan Kolmisopesta vielä 6 - 8 vuotta.

Bioliutuksesta voidaan pumpata metallipitoista liuosta talteenottolaitokselle noin puoli vuotta kasauksen aloittamisen jälkeen, jolloin riittävä määrä metallipitoista liuosta saadaan metallien talteenottoon noin vuoden kuluttua kasauksen aloittamisesta ja kaksi vuotta rakentamisen

käynnistymisestä. Metallien talteenottolaitos käynnistyy aikataulun mukaan vuoden 2009 alussa. Tehtaan käynnistymiseen liittyy lyhyt noin puoli vuotta kestävä käynnistysjakso, jonka lopulla tehtaan tuotanto saavuttaa suunnitellun kapasiteetin. Tehtaan käyttöönoton myötä käynnistyy myös tarvittavien kemikaalien valmistus ja varastointi tehdasalueella.

Autoklaaviliuotuksen mukaisen tuotantomenetelmälle ei ole laadittu vastaavaa tuotannon käynnistysaikataulua. Koska louhintasuunnitelmat määräävät hyvin pitkälle koko kaivoshankkeen aikataulun, voidaan kuitenkin olettaa, että myös tässä vaihtoehdossa tuotanto ja rakentaminen etenevät vastaavalla tavalla. Kolmisopen avolouhos avataan noin viisi vuotta Kuusilammen jälkeen. Sivukiveä syntyy molemmissa louhoksissa heti louhinnan alusta alkaen. Rikastushiekka-allas täyttö alkaa noin kaksi vuotta rakentamisen alkamisesta. Rikastushiekka pumpataan altaalle vesilietteenä. Sen vuoksi allas joudutaan rakentamaan lopulliseen laajuuteensa heti toiminnan alussa. Sen jälkeen patorakenteita korotetaan noin 2 m vuositahtia.

4.12.3 Kaivostoiminnan lopettaminen

Kaivostoiminnan kesto riippuu mineraalivarantojen riittävydestä ja tuotannon kannattavuudesta. Kaivostoiminta on luonteeltaan joka tapauksessa väliaikaista maankäyttöä ja sen vuoksi hankkeen suunnittelun ja kannattavuusselvitysten keskeisiä osia ovat alueen jälkihoidon suunnittelu ja toimenpiteistä aiheutuviin kustannuksiin varautuminen. Kaivoksen sulkemissuunnitelman lähtökohtana ovat kaivoslain määräykset niistä toimenpiteistä, joihin kaivostoiminnan harjoittajan on ryhdyttävä toiminnan päättyessä. Sulkemissuunnitelmaan sisältyy kaivosympäristön jälkihoitosuunnitelma.

Jälkihoitosuunnitelman kehitys ja yleiset tavoitteet

Taulukossa 4.14 on esitetty jälkihoitosuunnitelman vaiheittainen kehitys. Ympäristövaikutusten arvioinnissa esitettävien periaatteiden tavoite on muodostaa perusta jälkihoitotoimien suunnittelulle. YVA:ssa tarkastellaan jälkihoitotoimia erityisesti niiltä osin kuin ne vaikuttavat hankkeen oleellisiin ympäristövaikutuksiin ja toteutusvaihtoehtojen vertailuun. Alustava jälkihoitosuunnitelma laaditaan osana teknistä suunnittelua ja se tulee osaksi ympäristölupahakemusta. Lupaviranomainen tulee lupaprosessissa asettamaan toiminnalle jälkihoitovakuuden. Jälkihoitosuunnitelmaa toteutetaan ja päivitetään kaivostoiminnan aikana ja lopullinen jälkihoitosuunnitelma laaditaan tuotannon loppuvaiheessa. Lopullista suunnitelmaa laadittaessa huomioidaan alueen tuleva maankäyttö.

Taulukko 4.14. Jälkihoitosuunnitelman kehitys.

Hankkeen vaihe	Suunnitelma	Tavoite
Kannattavuusselvitys ja YVA	YVA	- Tavoitteiden ja periaatteiden asettaminen - Lähtökohta tarkemmalle suunnittelulle - Toiminnan jälkeisten ympäristövaikutusten arvioiminen
Toteutussuunnitelma ja ympäristölupahakemus	Alustava jälkihoitosuunnitelma	- Jälkihoitovelvoitteiden asettaminen - Yksityiskohtainen kuvaus toimintojen aikaisesta ja jälkeisestä jälkihoidosta
Toiminta-aika	Päivitettävä alustava jälkihoitosuunnitelma	Suunnitelman päivittäminen toiminnan aikaisten toimenpiteiden ja kokemusten mukaisesti.
Toiminnan loppuminen	Lopullinen jälkihoitosuunnitelma	- Lopullisten tavoitteiden asettaminen - Sopiminen toiminnan jälkeisestä maankäytöstä yhteistyössä viranomaisten ja maanomistajien kanssa

Kaivoksen lopettamissuunnitelmalla varmistetaan seuraavien tavoitteiden saavuttaminen:

- turvallisuuden ja terveyden turvaaminen,
- haitallisten ympäristövaikutusten vähentäminen ja estäminen ja
- alueen palauttaminen alkuperäiseen tai uuteen, yhteistyössä sovittavaan maankäyttöön.

Jälkihoidon pitkän tähtäimen tavoite on saattaa alue sellaiseen kuntoon, että sen hoito ja tarkkailu edellyttää toiminnan harjoittajalta vain vähäisiä toimia ja alueesta voidaan luopua. Sen saavuttamiseksi jälkihoidossa on yleensä kaksi välivaihetta:

- *aktiivisen hoidon* vaihe, jolloin jälkihoitotoiminta toteutetaan ja toteutettuja ratkaisuja ylläpidetään ja
- *passiivisen hoidon* vaihe, jolloin vain vähäisiä ylläpito- ja tarkkailutoimia suoritetaan, jotta voidaan varmistaa asetettujen tavoitteiden saavuttaminen

Geologisia tutkimuksia jatketaan kaivostoiminnan kuluessa ja kaivoksen toiminnan jatkamisen edellytyksiä tarkastellaan niiden perusteella. Lopettamistoimien suunnittelussa onkin huomioitava mahdollisuus toiminnan jatkumiseen.

Kaivoksen lopettamisen pääperiaatteet

Louhokset

Avolouhosten annetaan täyttyä toiminnan päätyttyä vedellä. Louhosten täyttöö nopeutetaan johtamalla alueen valumavesiä niihin. Siihen on molemmilla louhoksilla hyvät edellytykset alueen topografian vuoksi. Louhosten täyttyminen tulee kuitenkin kestämaan vuosia. Kolmisopen avolouhos yhdistetään lopuksi Kolmisoppijärveen poistamalla avolouhosta suojaava pato. Ennen sitä voidaan järven vettä johtaa hallitusti louhokseen täyttymisen nopeuttamiseksi. Johdettavan vesimäärän suuruus vastaisi tällöin toiminnan aikaisia raakavedenottomääriä, eikä niiden vaikutus järven vesimäärille olisi normaalitoiminnasta poikkeava. Louhosten lopullisen vesipinnan yläpuoliset osat luiskataan turvallisiksi ja myöhemmälle alueen käytölle soveltuviksi. Ranta-alueista tulee muodostumaan monimuotoisia kallioalueiden, maaleikkausten ja kosteikkojen yhdistelmiä. Louhosalueille voidaan myöhemmin osoittaa mm. virkistyskäyttöön (uiminen ym.) soveltuvia paikkoja.

Sivutuotealueet

Toiminnassa muodostuneet sivutuotealueet ovat laaja-alaisin jäljelle jäävä osa kaivoksesta. Niiden jälkihoidon perustan muodostaa materiaalien ympäristöominaisuudet. Jälkihoidon kannalta voidaan tässä vaiheessa olettaa, että:

- bioliuotuksessa jäljelle jäävä malmimurske on loppuun liennutta ympäristölle haitatonta
- rikastushiekan rikki- ja metallipitoisuudet ovat alhaisia, eikä se muodosta happamia metallipitoisia suotovesiä
- kipsisakka sisältää metalleja, mutta ei ole happamia suotovesiä muodostavaa
- sivukivi on pääosin happamia suotovesiä muodostavaa

Näiden materiaalien osalta tehdään toiminnan aikana jatkuvasti lisäkokeita, jotta oikea jälkihoitotapa voidaan valita. Lähtökohtaisesti niiden läjitysalueet tullaan peittämään maalla ja maisemoimaan antamalla niiden kasvettua vapaasti.

Koska bioliuotuksen malmimurske on loppuun liennutta, voidaan sekundaarimalmialueet jälkihoitaa muotoilemalla ja peittämällä ne kevyesti orgaanisilla maa-aineksilla. Kasvupohjan ravinnetasapaino ja pH tarkistetaan kasvillisuuden kasvuolosuhteiden vuoksi. Mursketta voidaan tätä ennen ottaa käyttöön mm. muissa jälkihoidettavissa kohteissa. Kasa-alueiden sopeutuminen ympäröivään maisemaan tullaan varmistamaan jo alueiden täytön yhteydessä. Niiden muotoilu on alueiden laajuuden vuoksi jälkikäteen mahdotonta.

Rikastushiekka- ja kipsisakka-altaat ovat toiminnan päätyttyä laakeita kosteikkoalueita. Lähtökohtaisesti niiden peittäminen on tehokkainta suorittaa ns. märkäpeittona, jossa altaan pohjavesipinta säilytetään mahdollisimman lähellä täytön pintaa ja alueen keskellä ylläpidetään pientä vesiallasta. Märkäpeitto estää tehokkaasti hapen ja veden liikkeitä täytössä ja siten rajoittaa jäljellä olevien metallien ja rikin kulkeutumista ja niistä aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Kipsisakka-altaan päälle voidaan siirtää ensin bioliuotettua malmimursketta, jotta pinnasta muodostuu kantava. Sen päälle voidaan levittää kaivoksen rakentamisvaiheen maanpoistoissa syntyneitä ylijäämämoreenia ja turvetta, siten että koko pintakerroksesta muodostuu heikosti

vettä johtava. Rikastushiekka-altaan peiterakenteen tavoitteena on ennen kaikkea lisätä rikastushiekkaan kasvien kasvun edellyttämää humusta ja ravinteita.

Sivukivialueiden maisemointi pyritään suorittamaan ennen kaikkea jatkuvaa jälkihoitoa noudattaen siten, että niiltä muodostuvien valumavesien määrä voidaan minimoida. Sivukivialueiden peiterakenteessa käytetään avolouhosten maanpoistossa syntyneitä moreeneja, joiden vedenläpäisevyys on pieni. Moreenikerrokset peitetään turpeella kasvun edistämiseksi. Vaihtoehtoisena peiterakenteena tullaan selvittämään mahdollisuus hyödyntää esimerkiksi muovikalvoja ja niiden peittona rikastushiekkaa tai loppuun liuotettua malmimursketta sekä turvetta.

Jälkihoidettujen sivukivialueiden todennäköisin maankäyttömuoto tulee olemaan metsätalous. Niiden alueisiin voi myöhemmin olla kiinnostusta esimerkiksi talviurheilupaikkoina.

Teollisuusalueet ja infrastruktuuri

Teollisuusalueesta voi muodostua myös mahdollinen muu teollisuuden tai vastaavan toiminnan keskittymä. Alueen syrjäinen sijainti tulee kuitenkin hankaloittamaan valmiiden rakenteiden jatkokäyttömahdollisuuksia.

Kaivoshankkeessa rakennettu infrastruktuuri ja tuotantolaitosrakennukset tullaan purkamaan toiminnan päätyttyä, ellei niille löydy myöhempää käyttöä. Samoin bioliuotuksen primäärinen liuotusalue tullaan purkamaan. Varsinkin osa tieverkosta voi jäädä palvelemaan paikallista liikennettä ja metsätaloutta. Purettujen alueiden maanpinta muokataan metsän kasvulle edulliseksi ja alueiden annetaan metsittyä.

5 TARVITTAVAT LUVAT JA SUUNNITELMAT

Kaivostoimintaa varten tarvitaan monia lupia ja suunnitelmia, joiden tarpeesta ja kattavuudesta säädetään useissa laeissa ja asetuksissa. Tärkeimpiä kaivostoimintaa koskevia säädöksiä ovat:

- Kaivoslaki (503/1965) ja kaivosasetus (663/1965),
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös kaivosten turvallisuusmääräyksistä (921/1975),
- Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (468/1994) ja Asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (268/1999),
- Ympäristönsuojelulaki (86/2000) ja Ympäristönsuojeluasetus (169/2000),
- Luonnonsuojelulaki (1096/1996) ja Luonnonsuojeluasetus (160/1997),
- Vesilaki (264/1961) ja Vesiasetus (282/1962),
- Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta (711/2001),
- Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (993/1992),
- Jätelaki (1072/1993) ja Jäteasetus (1390/1993),
- Ympäristöministeriön asetus yleisimpien jätteiden ja ongelmajätteiden luettelosta (1129/2001),
- Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) ja Maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999),
- Muinaismuistolaki (295/1963),
- Kemikaalilaki (744/1989), Kemikaaliasetus (675/1993),
- Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (59/1999),
- Räjähdeasetus (473/1993),
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös räjähdystarvikkeista (130/1980),
- Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta tiellä (194/2002) ja
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus vaarallisten aineiden luettelosta (624/2001), muutos (509/2005) tulee voimaan 31.10.2005.

Kaivostoiminnan käynnistämiseen Talvivaaran alueella tarvitaan ympäristönsuojelulain nojalla ympäristölupa, jonka myöntää Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto hankkeesta vastaavan

hakemuksesta. Ympäristöluvassa käsitellään mm. jätehuoltoon, pohjavesiin, maaperään ja ilmansuojeluun liittyvät asiat. Veden ottoon ja vesien johtamiseen tarvitaan vesilain mukainen lupa. Vesilain mukainen hakemus ja saman toiminnan ympäristönsuojelulain mukainen vesien pilaantumista koskeva hakemus on käsiteltävä yhdessä ja ratkaistava samalla päätöksellä, jollei sitä ole erityisestä syystä pidettävä tarpeettomana.

Kaivostoiminnassa tarvittavien maa- ja vesialueiden hallintaa ja käyttämistä varten on suoritettu kaivoslain mukainen kaivospiiritoimitus, jonka tuloksena on muodostettu kaivospiiri ja annettu kaivosoikeus Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksellä. Voidakseen aloittaa kaivostoiminnan, kaivosoikeuden haltija tarvitsee Turvatekniikan keskuksen hyväksymisen kaivoksen yleissuunnitelmalle Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen (921/1975) mukaisesti. Turvatekniikan keskus käsittelee vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista annetussa asetuksessa (59/1999) tarkoitettuja teollisen käsittelyn ja varastoinnin lupia ja ilmoituksia. Turvatekniikan keskuksen vastuulla on myös tarkastaa ja hyväksyä rikastushiekka-altaan padot sekä muut padot ja niihin kuuluvat asiakirjat. Kaivostoiminnassa noudatetaan soveltuvin osin patoturvallisuusohjeita, jotka on julkaissut maa- ja metsätalousministeriö.

Kaivoksella tarvittavien rakennusten rakentamista varten tarvitaan rakennuslupa, jonka myöntää kunnan viranomaisen. Rakennuslupan myöntämisen edellytyksiin kuuluvat kaavoitus ja alueiden käytön varauksista tehtävät kunnan päätökset.

6 LIITTYMINEN MUIHIN HANKKEISIIN

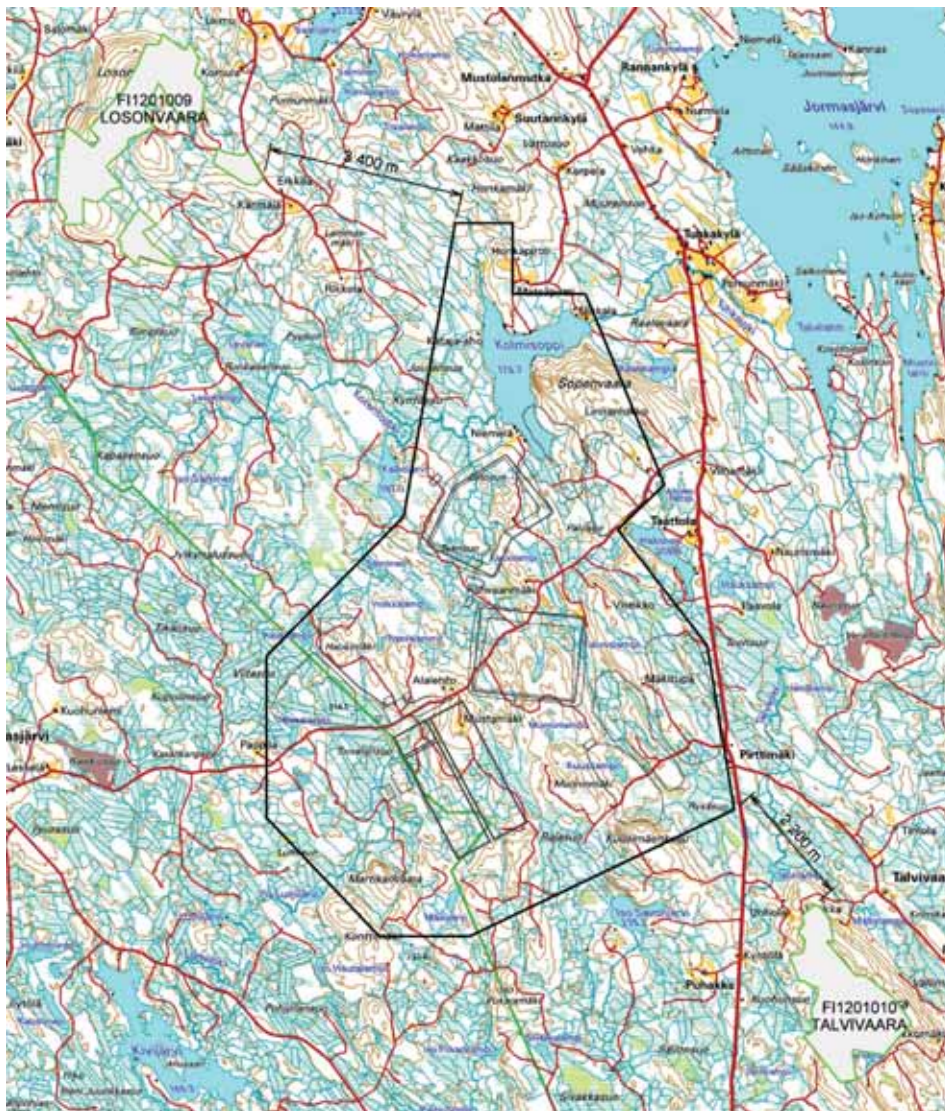
6.1 Natura 2000 -verkoston alueet

Hankkeen lähialueella sijaitsevat Talvivaaran ja Losonvaaran Natura-kohteet. Nämä eivät osu toiminta-alueelle, mutta Natura-arvioinnin tarveharkinta suoritetaan alueiden kuvauksien ja hankkeen vaihtoehtokuvausten perusteella kappaleessa 12. Alueiden sijainti on esitetty kuvassa 6.1.

6.2 Infrastrukturi

Kaivoshankkeen YVA -ohjelmassa todettiin, että kaivoksen tarvitsema 110 kV voimalinja ja teollisuusrautatie toteutetaan erillisinä hankkeina, joille laaditaan niiden edellyttämät ympäristövaikutusarviot myöhemmässä vaiheessa. YVA:n yhteysviranomaisena toimivan Kainuun Ympäristökeskuksen kanssa on kuitenkin sovittu, että voimalinja- ja rautatieyhteyksille esitetään kaivoshankkeen YVA -selostuksessa vaihtoehtoisia reittejä ja niiden vaikutuksia tarkastellaan yleisellä tasolla hyödyntämällä peruskarttoja ja muita valmiina saatavia aineistoja.

Voimalinja, rautatie ja mahdolliset tiekunnostukset suunnitellaan ja toteutetaan kuitenkin lopulta omina hankkeinaan eri tahojen toimesta. Niille toteutetaan myös tarvittaessa omat lupamenettelyt.



Kuva 6.1. Natura 2000 –verkoston kohteiden Losonvaara ja Talvivaara sijainti Talvivaaran kaivospiiriin (haettu) nähden. Toimintojen sijoitus kaivospiirissä vastaa prosessivaihtoehtoa PR2.

6.3 Kaavoitus

Kainuun liitto on käynnistänyt Kainuun maakuntakaavan ja maakuntasuunnitelman laatimisen vuoden 2000 lopulla. Maakuntakaava toimii ohjeena alueiden käytön järjestämisessä. Maakuntakaavassa kaivosalue on varattu kaivostoiminnoille.

YVA -ohjelmaa laadittaessa hankealueelle aiottiin laatia osayleiskaava. Tarkemmissa keskusteluissa kaivosyhtiön, kuntien ja Kainuun Ympäristökeskuksen edustajien kesken, on päädytty siihen, että osayleiskaavaa ei ole tarpeen laatia. Tarvittavasta maankäytön ohjauksesta kaivosalueella vastaa kaivospiiritoimituksen kautta Kauppa- ja Teollisuusministeriö. Sen sijaan teollisuusalueelle, jonne sijoittuvat tärkeimmät rakennukset kuten metallien talteenottolaitos, laaditaan asemakaava. Asemakaavoitus on käynnistynyt ja ensimmäisessä vaiheessa laaditaan kaavoituksen tarvitsema osallistumis- ja arviointisuunnitelman. Asemakaava valmistuu vuoden 2006 aikana. Kaavoituksesta vastaa Sotkamon kunta.

7 TOTEUTTAMISVAIHTOEHDOT

7.1 Yleistä

Talvivaaran kaivoshankkeen YVA -selostuksessa tarkasteltavat vaihtoehdot ovat säilyneet pääsääntöisesti samoina kuin YVA -ohjelmassa esitettiin. Hankkeen toteuttamisen päävaihtoehdot perustuvat eri tuotantoprosessivaihtoehtoihin ja hankkeen 0-vaihtoehtoon. Päävaihtoehtojen maankäyttösuunnitelmia on YVA -prosessin aikana tarkennettu.

Ympäristövaikutusten arviointiohjelmassa oli yhtenä päävaihtoehtona esitetty altaissa tapahtuvaan bioliuotukseen (ns. VAT -liuotus) perustuva päävaihtoehto PR3. Se oli eräs sovellus bioliuotuksesta. VAT -liuotus ei selvitystyöstä huolimatta ole nykymuodossaan osoittautunut teknis-taloudellisesti käyttökelpoiseksi prosessivaihtoehdoksi. Tämän menetelmän käyttöönotto edellyttäisi merkittävää teknistä kehitystyötä ja olennaisia muutoksia suunnitellussa tuotantoprosessissa. Koska merkittävää läpimurtoa teknisessä kehityksessä ei ole näkyvissä eikä prosessi nykymuodossaan voi kannattavasti toteutua, VAT -liuotusta ei käsitellä tässä ympäristövaikutusten arvioinnissa. Menetelmän kehitys tulee kuitenkin jatkumaan ja sen hyödyntäminen voi tulla mahdolliseksi esimerkiksi bioliuotusvaihtoehtoon perustuvan tuotannon tehostamisessa.

Kainuun Ympäristökeskuksen ohjeiden mukaisesti muihin tarkasteltaviin vaihtoehtoihin on lisätty rautatien ja voimalinjan linjausvaihtoehdot. YVA -ohjelmasta poiketen on tarkasteltu raakavedenotossa kolmea vaihtoehtoa.

7.2 Vertailtavat päävaihtoehdot

Hankkeen vaihtoehtoiset toteutustavat rakentuvat eri prosessivaihtoehtojen ympärille. Tarkasteltavat päävaihtoehdot ovat:

- PR1, vaahdotusrikastus ja autoklaaviliuotus
- PR2, biokasaliuotus

7.2.1 PR 1, vaahdotusrikastus ja autoklaaviliuotus

Autoklaaviliuotuksessa malmin sisältämät metallit liuotetaan liuotusreaktoreissa kemiallisesti. Jauhettuun vesilietteenä olevaan malmiin syötetään happea korkeassa lämpötilassa, jolloin sulfidit hapettuvat ja liuoksen pH laskee. Liuenneet metallit erotetaan liuoksesta saostamalla ja muodostettu sakka kuivataan tuotteeksi. Autoklaaviliuotuksessa käsitellään noin 12 Mt malmia vuodessa. Seuraavassa on lyhyesti kuvattu eri prosessivaiheet, jotka on esitetty myös kuvassa 7.1.

Jauhatus ja magneettierotus

Murskattu malmi jauhetaan hienojakoiseksi monivaiheisesti autogeenimyllyissä. Jauhettu malmi johdetaan magneettierotukseen, jossa erotetaan ei-magneettiset ja magneettiset materiaalit. Ei-magneettiset materiaalit johdetaan esivaahdotukseen ja magneettiset suoraan happiliuotukseen.

Esivaahdotus

Magneettierotuksessa muodostuneet ei-magneettiset materiaalit vaahdotetaan kupari-, sinkki- ja bulk -rikasteeksi. Vaahdotuksessa käytetään tavanomaisella vaahdotustekniikkaa, jossa kemikaaleilla ja lietteeseen puhallettavalla ilmalla synnytetään kuplasto haluttujen arvoaineiden kiinnittymisalustaksi. Syntynyt vaahto ja sen mukana olevat metallit erotetaan painovoimaisesti. Kupari- ja sinkkirikasteet kuivataan lopputuotteiksi ja bulk -rikaste johdetaan happiliuotukseen. Esirikastuksen tarkoituksena on pienentää autoklaaviliuotusvaiheeseen päättävä materiaaliveirta noin puoleen alkuperäisestä syötteestä.



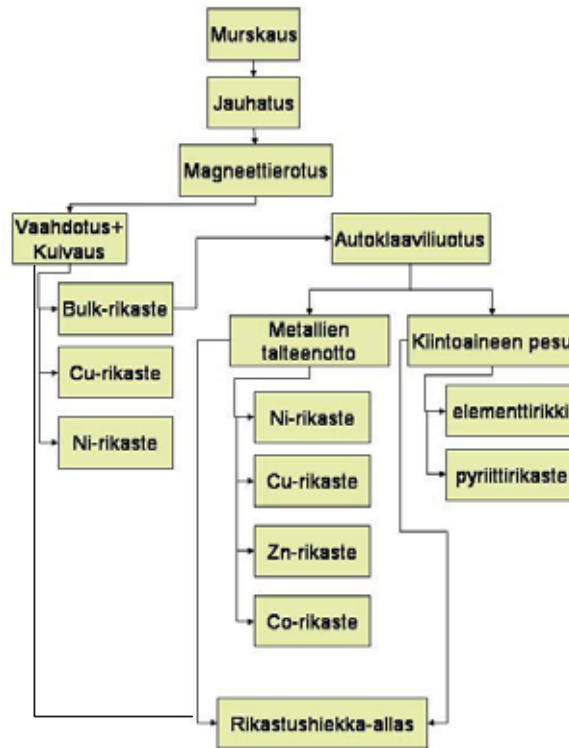
Kuva 7.1. Malmin jauhatuksessa käytetty autogeenimylly (kuvan lähde: www.metsominerals.com).

Autoklaaviliuotus

Esivaahdotuksen bulk -rikaste ja magneettierotuksen magneettiset materiaalit johdetaan sarjaan kytkettäviin liuotusreaktoreihin, autoklaaveihin, joissa mineraalien metallien liuotus tapahtuu. Happiliuotus on autogeeninen kemiallinen prosessi. Liuotusreaktio saadaan aikaan johtamalla malmilietteeseen happea ja lämmittämällä lietettä. Tehdyissä liuotuskokeissa lämpötila on ollut noin $+140^{\circ}\text{C}$. Liuotuksessa lietteen kiintoainepitoisuus on noin 50 %. Liuotuksessa happi reagoi malmin sisältämien sulfidien kanssa ja liuoksen pH laskee noin 1 – 2. Alhainen pH liuottaa kiintoaineen sisältämät metallit liuokseen. Liuotettu liete johdetaan sakeuttimille, joissa neste ja kiintoaine erotetaan. Kiintoaineesta erotetaan vielä rikkituotteet (elementtirikki S ja pyriittituote, FeS_2) ja jäännös johdetaan rikastushiekka-altaalle (kuva 7.2). Metallipitoinen liuos johdetaan metallien talteenottoon.



Kuva 7.2. Rikastushiekan läjitystä rikastushiekka-altaaseen Pyhäsalmen kaivoksella.

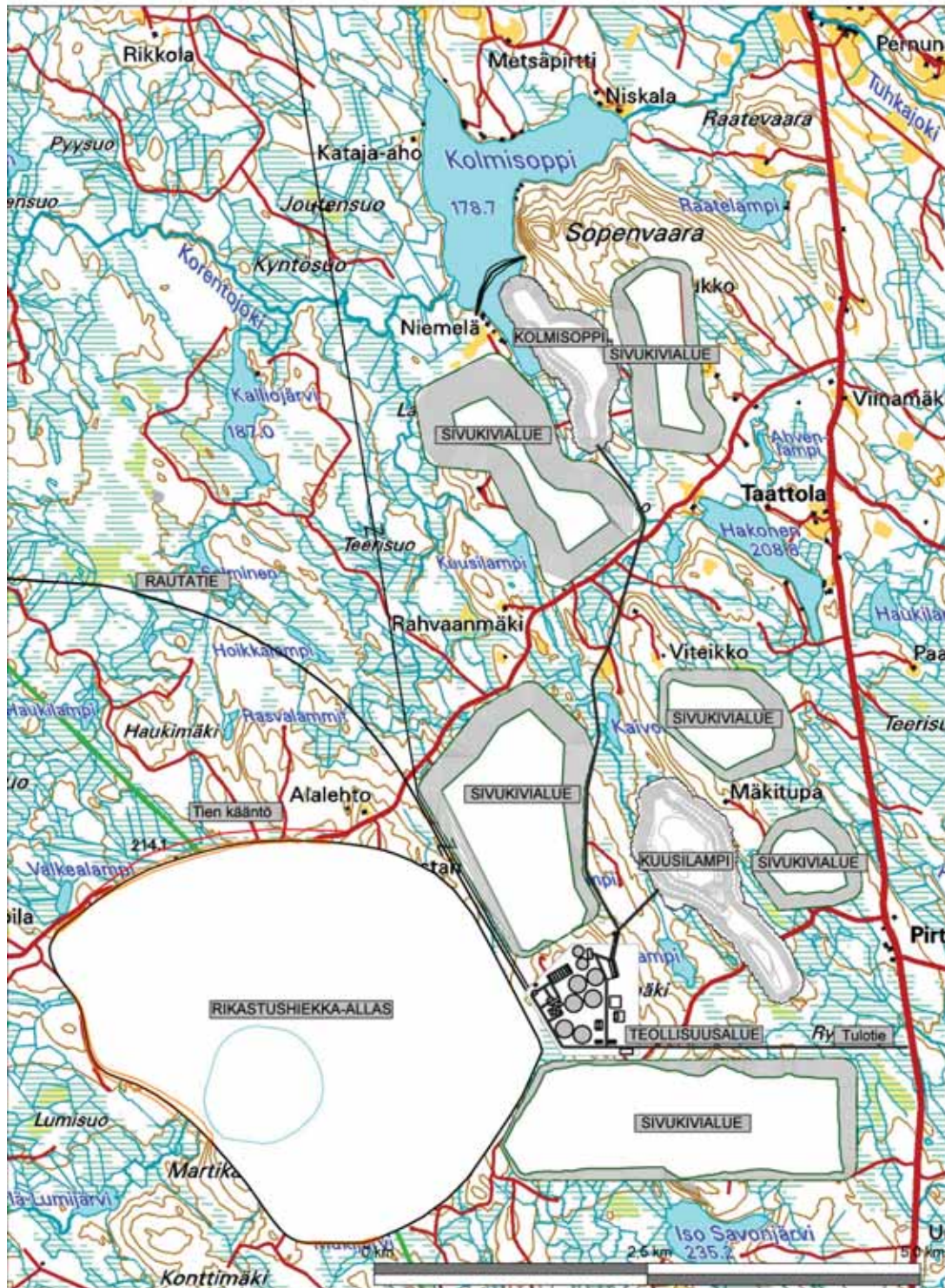


Kuva 7.3. Autoklaaviliuotuksen yksikköprosessit.

Taulukossa 7.1 on esitetty arvio biokasaliuotuksen edellyttämästä maankäytöstä. Arvio perustuu pääosin aiempiin Outokumpu Oyj:n tekemiin suunnitelmiin. Maankäyttösuunnitelma on esitetty kuvassa 7.4. Tässä vaihtoehdossa laajimmat alueet on varattu sivukiven ja rikastushiekan varastointiin. Suunnitelma ei poikkea sisällöltään YVA -ohjelmassa esitetystä, vaan siihen on tehty lähinnä pieniä täsmennyksiä.

Taulukko 7.1. Päävaihtoehdon PR1 (autoklaaviliuotus) toiminta-alueiden laajuudet.

ALUEET	Pinta-ala (ha)	Täyttökorkeus (m)	Ylin korkeustaso (mpy)
Louhokset	215	-	-
Sivukivialueet			
Kolmisoppi	350	75	+280
Kuusilampi	650	65	+280
Tehdasalue	85	-	-
Rikastushiekka-allas	800	33 (maksimi)	+230
Vesialtaat	10	-	-
Tie- ja putkilinjat	30	-	-
YHTEENSÄ	2 140		



Kuva 7.4. Alueiden käyttösuunnitelma päävaihtoehdossa PR 1.

Prosessivaihtoehdon PR 1 alustava vesien hallintakaavio on esitetty kuvassa 7.5. Vaihtoehdon vesien hallinta ja vesitase perustuu teollisuuslaitoksen (rikastus ja metallien talteenotto) ja rikastushiekka-altaan väliseen vesikiertoon, joka pyritään suunnittelemaan mahdollisimman suljettuna. Kiertoon joudutaan lisäämään hyvälaatuista raakavettä eri pesuvaiheissa. Samoin rikastushiekka-altaalle hiekkaan sitoutuva ja maaperään suotautuva vesimäärä aiheuttaa kiertoon

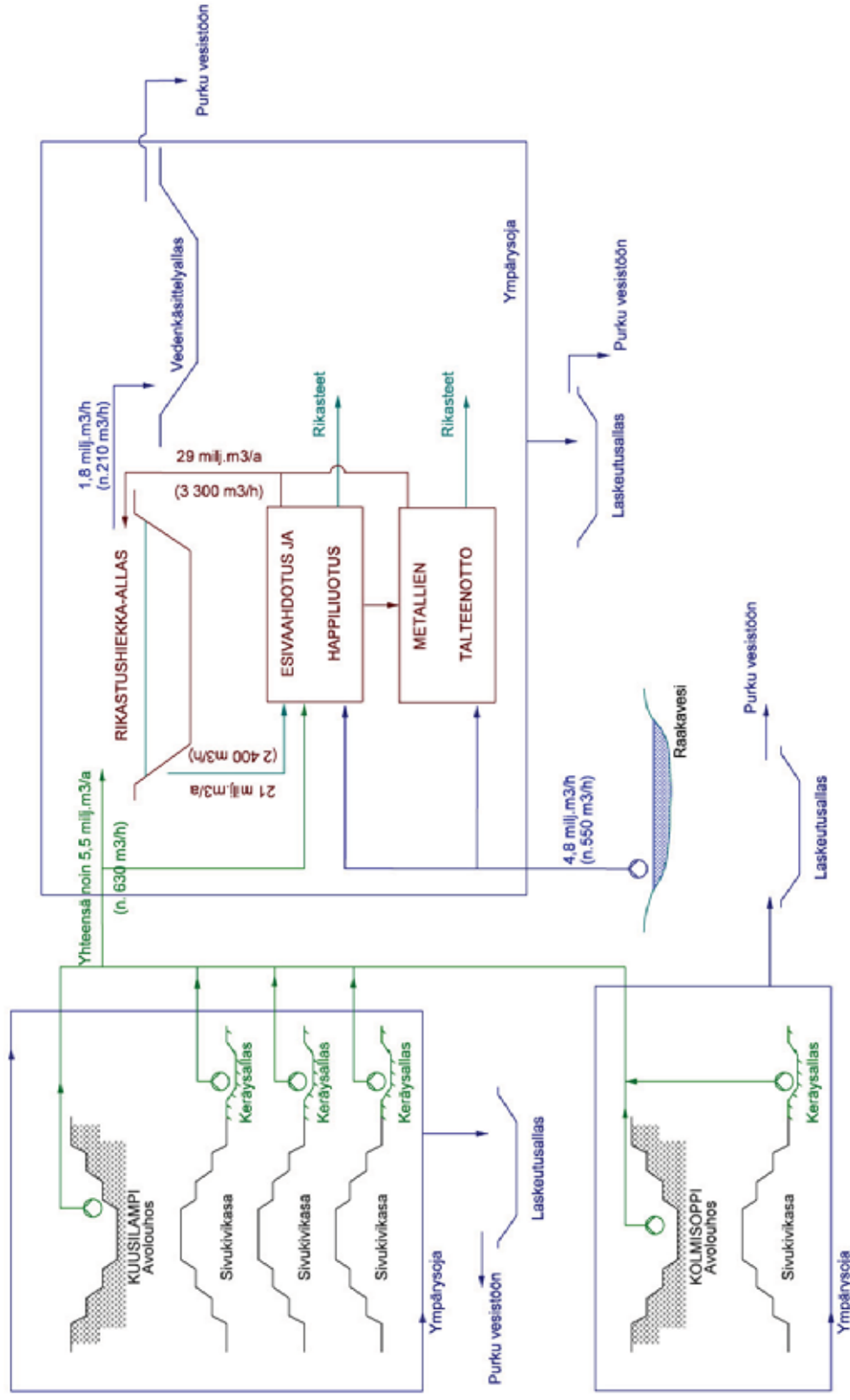
vesivajetta. Rikastushiekka-altaan laajan pinta-alan vuoksi sadannassa ja haihdunnassa sekä sulamisvesien määrässä tapahtuvat muutokset johtavat siihen, että vettä on kierrosta poistettava varsinkin keväällä. Vesien hallintakaavion mukaisesti vaihtoehdon PR 1 vesien hallinta on järjestetty seuraavasti:

- rakennettavien alueiden ulkopuolelta tulevat vedet ohjataan tarvittaessa ympärysojien alueiden ohi
- louhosten kuivatusvedet pumpataan maanpäällisiin altaisiin ja johdetaan prosessivedeksi tai rikastushiekka-altaalle, arvioitu vesimäärä yhteensä noin 2,5 milj.m³ vuodessa
- sivukivialueiden valumavedet kerätään altaisiin ja johdetaan prosessivedeksi tai rikastushiekka-altaalle, arvioitu vesimäärä yhteensä noin 3 milj.m³ vuodessa
- esivaahdotus, autoklaaviliuotus ja metallien talteenotto
 - tarvittava prosessivesimäärä noin 29 milj.m³ vuodessa, prosessivesi tarvitaan malmijauheen liettämiseen lietteeksi
 - prosessivesi saadaan kierrättämällä vettä rikastushiekka-altaalta ja ottamalla vettä louhoksilta, sivukivialueilta ja vesistöistä
 - noin puolet prosessivedestä päätyy rikastushiekka-altaaseen vaahdotuksesta ja puolet autoklaaviliuotuksen kiintoainepesusta ja metallien talteenotosta
 - rikastushiekka-altaasta voidaan kierrättää takaisin noin 72 % prosessin tarvitsemasta vesimäärästä
 - prosessin tarvitseman puhtaan raakaveden tarve noin 550 m³/h (toiminnan alkuvuosina vesimäärä voi olla suurempikin)
 - metallien talteenottoon johdetaan metallipitoisia vesiä autoklaaviprosessista noin 14 milj.m³ vuodessa (1 700 m³/h)
 - metallien talteenoton ylijäämävesi johdetaan rikastushiekka-altaalle

Luontoon johdettavien ylimääräisten vesien johtamisjärjestys on suunniteltu tehtäväksi seuraavasti:

1. rikastushiekka-altaan ylijäämävedet (maksimissaan 1,8 milj.m³ vuodessa)
2. metallien talteenottolaitoksen läpäisseet vedet
3. avolouhosten kuivatusvedet
4. sivukivialueiden vedet

Hankkeen suunnittelussa on kuitenkin lähdetty siitä, että vain ensin mainittua johdetaan vesistöön, josta siis varsinainen vesistökuormitus muodostuu. Poisjohdettavien vesien laatua tullaan seuraamaan laadittavan seurantaohjelman mukaisesti. Lähtökohtaisesti arvio veden laadusta on sellainen, että niiden käsittelyksi riittää laskeuttaminen ja pintavalutuskentille johtaminen. Lisäksi veden pH:ta voidaan tarvittaessa nostaa kalkilla.



Kuva 7.5. Hankkeen vesienjohtamiskaavio prosessivaihtoehdossa PR 1, autoklaaviliuotus.

7.2.2 PR 2, biokasaliuotus

Biokasaliuotuksessa liuotus suoritetaan kasa-alueilla, joihin sijoitettua malmipatjaa kastellaan ja ilmastetaan. Malmin sisältämät metallit liukenevat kierrätettävään nesteeseen. Mikrobiologisen toiminnan perusedellytykset ovat riittävä kosteus, ravinteet ja hapen saanti (Niemelä ym. 1994). Prosessi on eksotermiäinen eli lämpöä tuottava. Bakteerien aktiivisuus on suoraan verrannollinen liuotuskasan lämpötilaan, jonka vuoksi tuotantonopeutta pyritään parantamaan myös lämpötilan ylläpidolla. Muita bakteeritoimintaan vaikuttavia tekijöitä on mm. pH. Bioliuotuksessa käsitellään noin 15 Mt malmia vuodessa.

Agglomerointi ja kasa

Biokasaliuotusprosessin ensimmäisessä vaiheessa suoritetaan agglomerointi (kuva 7.6). Agglomerointiasema sijoittuu murskausaseman viereen teollisuusalueelle. Hienoksi murskattu malmi (noin 80 % - 8 mm) kuljetetaan hihnakuljettimella agglomerointirumpuihin, joihin lisätään laimeaa rikkihappoa ja bakteereita sisältävää liuosta. Rummut pyörivät hitaasti, jolloin hienot malmipartikkelit tarttuvat karkeampien pinnoille ja murskeesta muodostuu hyvän läpäisykyvyn omaavaa rakeista materiaalia kasaliuotusta varten. Rummusta tuleva materiaali kuljetetaan hihnakuljettimella kasa-alueelle, jonka täyttö suoritetaan liikkuvalla hihnakuljettimella.



Kuva 7.6. Murskatun malmin agglomerointirumpu ja kasauslaitteisto.

Biokasaliuotus

Biokasaliuotus suoritetaan tarkoitusta varten rakennettavilla kasa-alueilla. Alueen pohja tasataan rinteeseen noin 3-5 % kaltevuudessa viettäväksi. Tasattu alue tiivistetään esimerkiksi HDPE -muovikalvolla vettä läpäisemättömäksi pohjaksi, jonka päälle asennetaan salaojakerros karkearakeisesta sivukivimurskeesta. Salaojakerrokseen sijoitetaan salaojaputkistot kiertoliuoksen keräystä varten. Salaojakerroksen päälle asennetaan ilmastusputkisto, jonka kautta kasaan puhalletaan puhaltimilla ilmaa.

Liuotuskasan päälle asennetaan rei'itetty kasteluputkisto, jonka kautta avulla malmia kastellaan tasaisesti. Kastelussa käytetään noin 90 %:sesti kierrätettävää kasteluvettä ja loppuosa tarvittavasta vedestä saadaan mm. louhosten kuivatusvedestä ja metallien talteenottolaitokselta palautettavasta vedestä. Kasan kastelunopeus on noin 5-15 l/m²/h. Kokonaisvesimäärä on noin 20 000 m³/h. Kasteluvettä kierrätetään aluksi niin kauan, että sen metallipitoisuudet ovat riittävän korkeat metallien talteenottoa varten. Sen jälkeen metallien talteenottoon johdetaan sivuvirta kiertoliuoksesta. Kasa-alue voidaan peittää lämpöä eristävällä kalvolla lämpöhäviöiden ehkäisemiseksi (kuva 7.7).



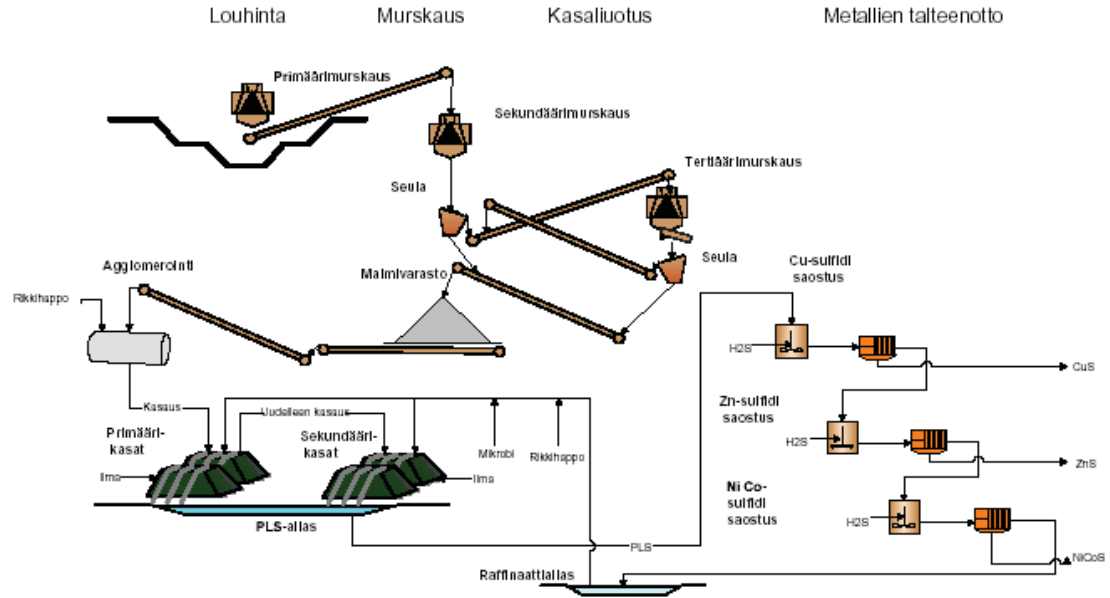
Kuva 7.7. Bioliuotuskasan kasteluputkistot ja kasaa peittävä muovikalvo.



Kuva 7.8. Bioliuotuskasan purkuvaihe.

Biokasaliuotus suoritetaan kahdessa vaiheessa. Kolmen vuoden primääriliuotuksen jälkeen kasa siirretään sekundaariselle liuotusalueelle (kuva 7.8), jossa aktiivista liuotusta jatketaan vielä kaksi vuotta. Primääri- ja sekundaarivaiheen aikana tehtävän materiaalin siirron tarkoituksena on saada lähes loppuun liuotettua kasaa sekoitettua niin paljon, että liukenematta jääneet alueet (kasan reunat, mahdolliset sakkaumat yms.) tulevat liuotetuiksi (kuva 7.9).

Sekundaarinen liuotusalue rakennetaan sivukivillä muotoillun pohjan päälle, jolloin pohjarakenne saadaan haluttuun 3 % kaltevuuteen ilman luonnollisten mäkialueiden hyödyntämistä. Sekundaarisen liuotusalueen pohjarakenne tehdään vastaavanlaisella tavalla kuin primäärinen liuotusaluekin. Mikäli sen alapuoliset sivukivitäytöt tehdään mustaliuskeesta, tullaan niiden pohjat rakentamaan vastaavasti kuin sivukivialueiden. Näillä osin etuna on se, että sivukivi kapseloituu liuotuskentän alle. Liuotuksen jälkeinen loppumateriaali, josta metallit ovat lienneet, jätetään sekundaariselle kasa-alueelle ja toiminnan päätyttyä alue maisemoidaan.



Kuva 7.9. Bioliuotuksen yksikköprosessit.

Taulukossa 7.2 on esitetty nykyiset arviot biokasaliuotuksen edellyttämästä maankäytöstä. Maankäyttösuunnitelma on esitetty kuvissa 7.10 ja 7.11. Tässä vaihtoehdossa laajimmat alueet on varattu sivukiven varastointiin sekä malmin liuotukseen.

YVA-ohjelmassa esitettyyn alustavaan suunnitelmaan nähden uudessa aluesuunnitelmassa on päästy merkittävästi pienialaisempaan maankäyttöön. Primääriselle liuotuskasa-alueelle valittu dynaaminen täyttötekniikka mahdollistaa kasan täyttämisen ja tyhjentämisen samanaikaisesti, jolloin pinta-alan tarve on oleellisesti pienempi. YVA -ohjelmassa esitetyistä viidestä noin 100 ha primäärikasa-alueesta on voitu siirtyä yhteen noin 320 ha kasa-alueeseen. Lisäksi suunnitelmassa on yhdistetty sivukivi- ja sekundaariliuotusalueita, jolloin aluetarve ja maarakennustöiden määrä vähenee.

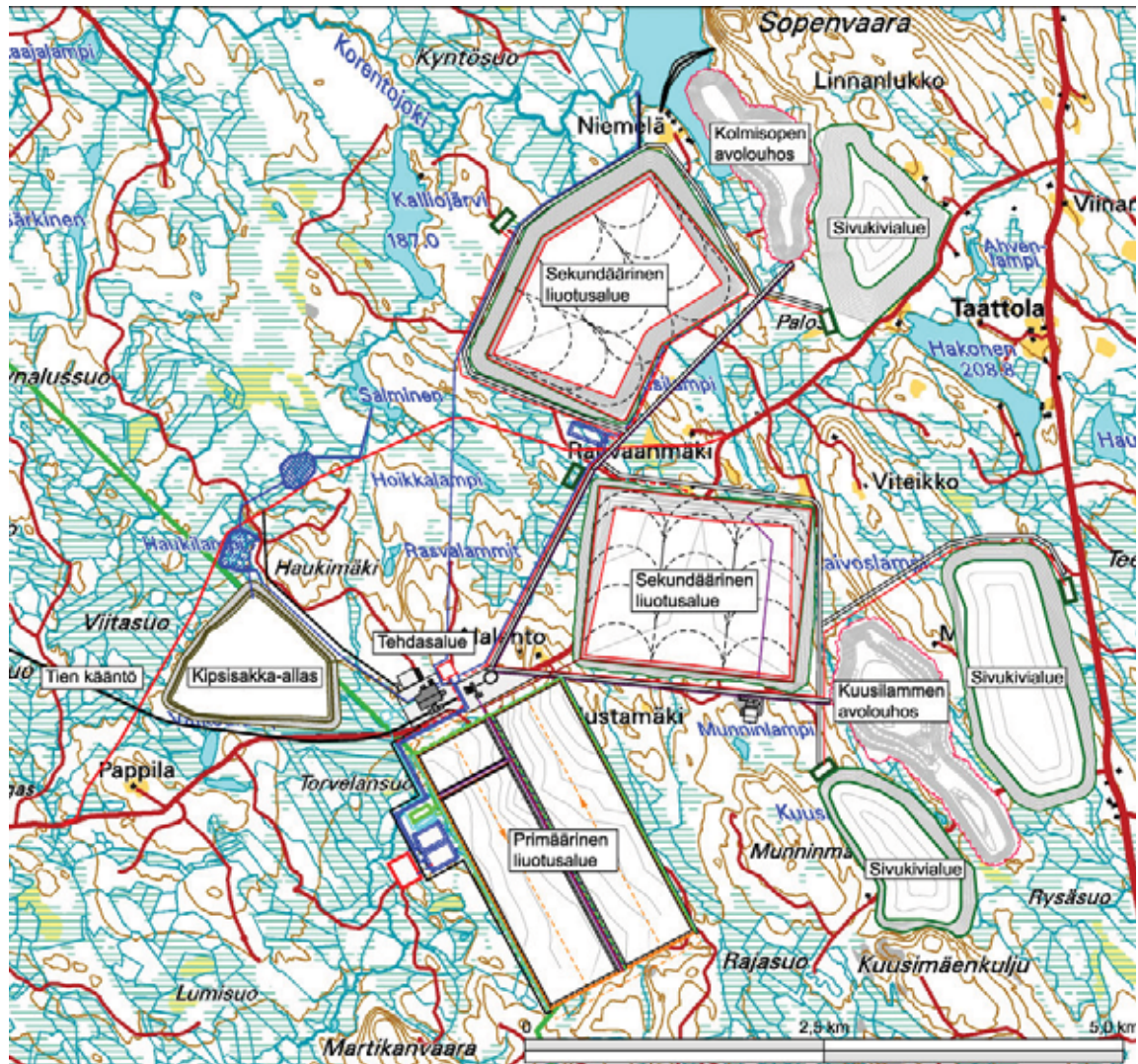
Aluetarvetta voitaisiin edelleen pienentää korottamalla sivukivi- ja sekundaariliuotusalueita. Suunnitelmassa on kuitenkin lähdetty siitä, että maisemallisista syistä johtuen ylimmät korkeustasot on haluttu säilyttää korkeimman luonnollisen maanpinnan tasolla.

Suunnitelmassa on esitetty myös rautatie- ja voimalinjasuunnat. Samoin kipsisakka-altaalta lähtevälle vedelle on esitetty suunnitelmassa kaksi käsittelyallasta, jotka on muodostettu Hauki- ja Käräslammista, joista vesi virtaa edelleen Tuhkajoen vesistöön. Kaikki nämä suuntaukset ovat osana YVA:ssa tarkasteltavia vaihtoehtoja ja niiden osalta ratkaisu tulee perustumaan myös YVA:n lopputuloksiin.

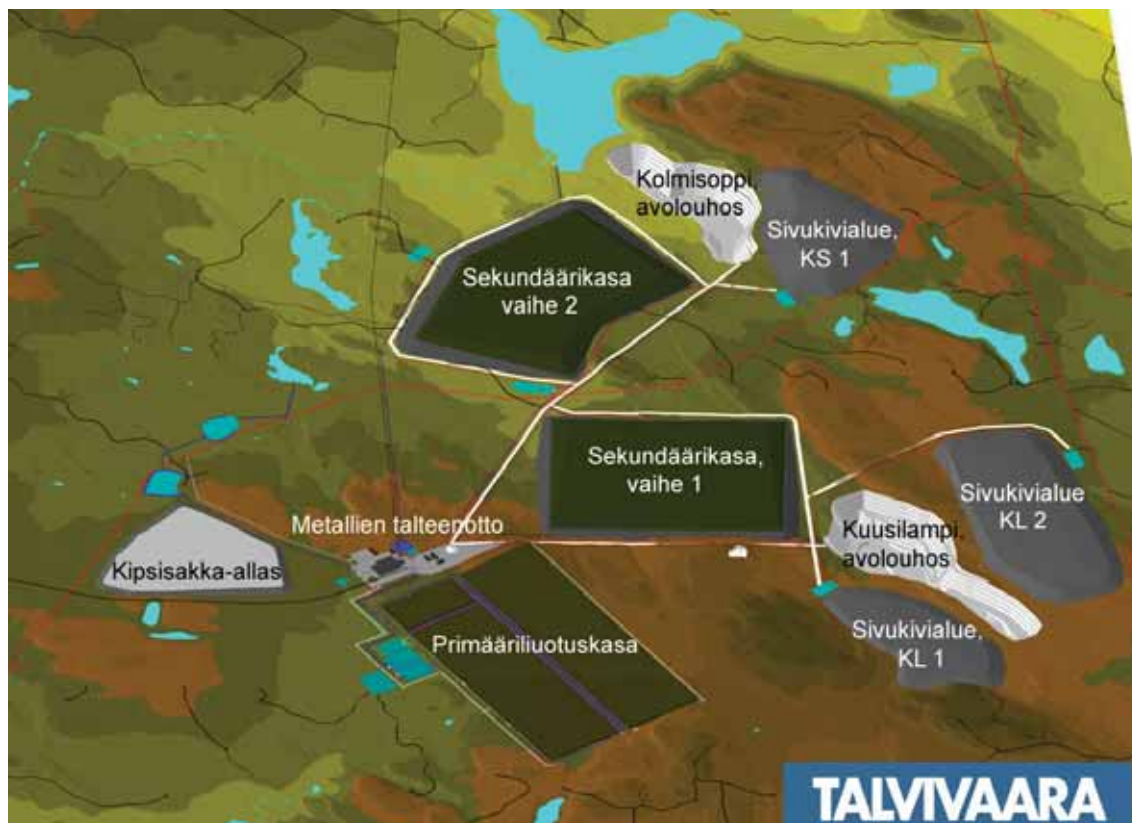
YVA -ohjelmasta antamassaan lausunnossa Lahnasjärven kalastuskunta esitti bioliuotusalueen sijoittamista Pyysuon-Kalliosuon-Joutensuon alueelle. Sitä ei ole kuitenkaan alla otettu tarkasteluun mukaan, koska se sijoittuu etäälle louhoksista ja laajentaisi näin kaivoksen toiminta-alueita. Kyseisen suoalueen etäisyys varsinkin Kuusilammen louhoksesta on malmin kuljetuksille liian pitkä. Alue ei myöskään tarjoa maastollisesti bioliuotuskasalle edullisia olosuhteita, jotka muutoin olisivat voineet puoltaa alueen valintaa. Ympäristön kannalta merkittävä haitta muodostuisi siitä, että esitetyn alueen ja muun toiminta-alueen väliin jää Kalliojärvi ja -joki ja rakennettava bioliuotusalue peittäisi Korentojoen uomaa. Onnettomuustilanteissa ja muissa poikkeusolosuhteissa Kolmisoppijärven läheisyys alavirran puolella lisää riskiä vakaviin seurauksiin.

Taulukko 7.2. Päävaihtoehtoon PR2 (biokasaliuotus) toiminta-alueiden laajuudet.

ALUEET	Pinta-ala (ha)	Täyttökorkeus (m)	Ylin korkeustaso (mpy)
Louhokset	215	-	-
Primäärinen liuotuskasa	350	8	+275
Sekundaariset liuotuskasat	600	70	+280
Kipsisakka-allas	150	20	+235
Sivukivialueet			
Kolmisoppi	130	75	+280
Kuusilampi	310	65	+280
Tehdasalue	35	-	+260
Vesi- ja liuosaltat	30	-	-
Tie- ja putkilinjat	60	-	-
YHTEENSÄ	1 880		



Kuva 7.10. Alueiden käyttösuunnitelma päävaihtoehtossa PR 2 (biokasaliuotus).



Kuva 7.11. Biokasaliuotusvaihtoehdon mukaista maankäyttöä havainnollistava esitys.

Prosessivaihtoehdon PR 2 alustava vesien hallintakaavio on esitetty kuvassa 7.12. Bioliuotuksessa on kaksi merkittävää toisiinsa sidoksissa olevaa lähes suljettua vesikiertoa: kasojen kasteluvesikierto ja metallien talteenoton vesikierto. Kaavion mukaisesti vesien hallinta on järjestetty seuraavasti:

- rakennettavien alueiden ulkopuolelta tulevat vedet ohjataan ympärysojin alueiden ohi
- louhosten kuivatusvedet pumpataan maanpäällisiin altaisiin louhosten reunalla. Vedet pumpataan biokasaliuotukseen kasteluvedeksi tai kipsisakka-altaalle, arvioitu vesimäärä yhteensä noin 2,5 milj.m³ vuodessa
- sivukivialueiden valumavedet kerätään altaisiin ja johdetaan bioliuotuksen kasteluvedeksi tai kipsisakka-altaille, arvioitu vesimäärä yhteensä noin 2 milj.m³ vuodessa
- biokasaliuotuksen kastelu:
 - arvioitu kasteluvesimäärä (PLS -altaat) yhteensä noin 160 milj.m³ vuodessa, 90 % kasalta palaavasta vedestä kierrätetään takaisin kasteluun, noin 10 % vedestä johdetaan metallien talteenottoon
 - mahdollisuus uuden kasanosan tilapäiseen kasteluun toiminnassa olevan kasan vanhimpien osien kiertoliuoksella (IPLS -kierto)
- metallien talteenotto
 - Talteenottoon johdetaan metallipitoisia vesiä primääri- ja sekundaarikasoilta sekä raakavettä käytettäväksi mm. pesuvesinä

- metallipitoisen PLS -liuoksen määrä noin 14 milj.m³ vuodessa (1 700 m³/h)
- raakaveden tarve keskimäärin noin 450 m³/h (varsinkin ensimmäisinä toimintavuosina vedentarve voi olla suurempi, jopa 1800 m³/h).
- pääosa metallien talteenoton läpäissee vedestä johdetaan takaisin kasa-alueiden kasteluun, osa voidaan johtaa kipsisakka-altaalle tai vesienkäsittelyjärjestelmään
- kipsisakka-altaalle sitoutuva vesimäärä noin 1 milj.m³ vuodessa
- luontoon johdettavan ylimääräisen veden määrä on noin 1,1 milj.m³ vuodessa

Käynnissä olevalla (elokuu 2005) bioliuotuksen koetoiminnalla tullaan tarkentamaan vesitaseeseen liittyviä arvioita mm. haihdunnan suuruutta liuotuskasasta ja sateiden vaikutusta liuoskiertoon.

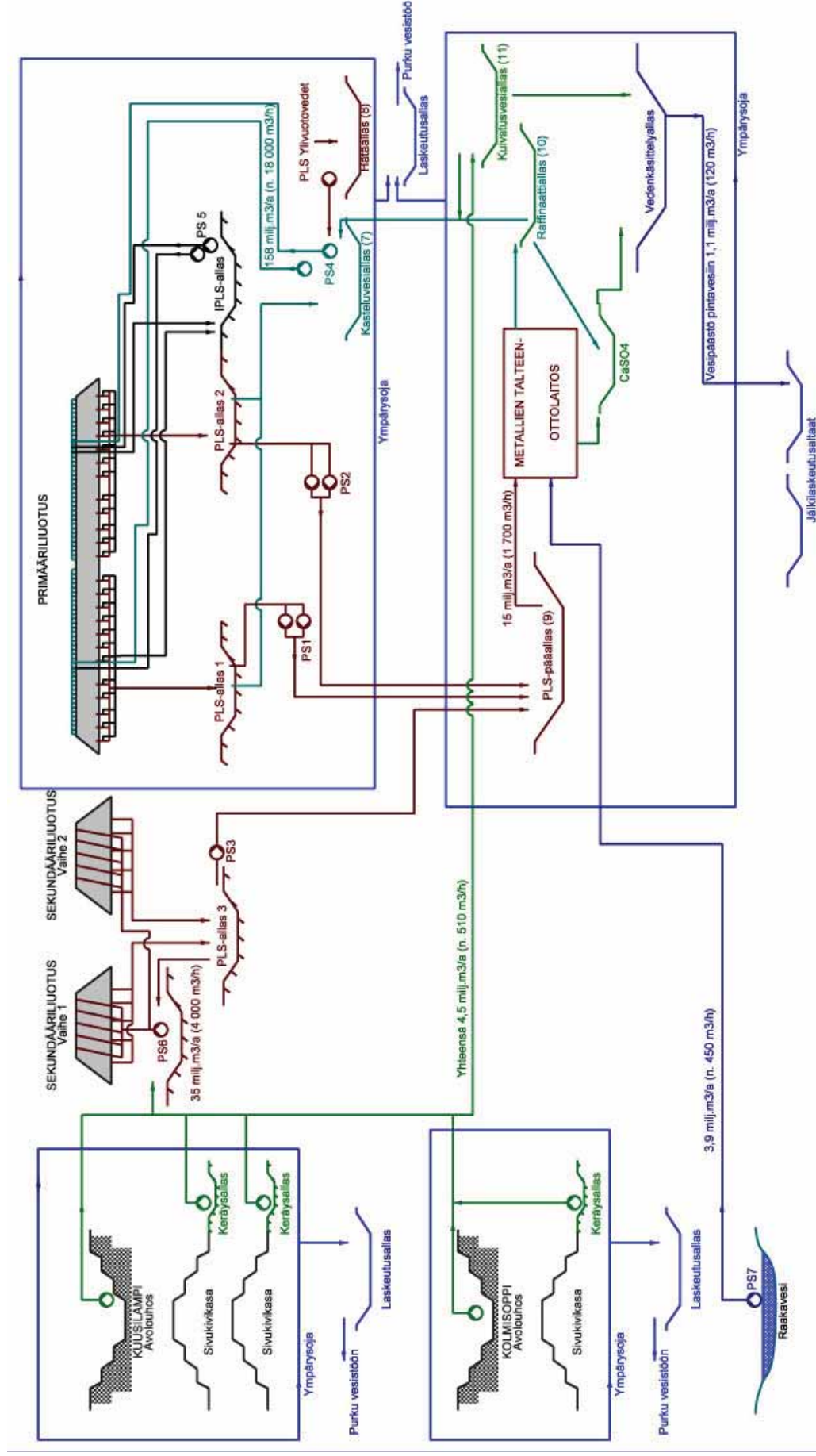
Bioliuotuksen suunnittelussa on varauduttu suuriin allastilavuuksiin varsinkin kasojen kasteluvesikierrossa. Kaikkiaan vesiallastilavuutta on vaihtoehdon mukaisessa toteutustavassa lähes 1 milj.m³, joka vastaa kaivoksen rakennettavien alueiden vuosisadantaa. Vesien hallinnassa keskeisellä sijalla on ollut poikkeuksellisten sateiden huomioiminen. Kuitenkin on muistettava, että keskimääräinen vuosisadanta liuotuskasoihin on vain noin 0,5 – 1,4 % kastelun kokonaismäärästä. Esimerkiksi kesän 2004 poikkeuksellisen voimakkaiden rankkasateiden aikana satoi vuorokaudessa vähemmän vettä pinta-alayksikköä kohden kuin mitä kasojen kastelussa käytetään.

Rankkasateiden tai kevät sulamisen nopeaa vaikutusta vesikierrossa on mahdollista pienentää usealla tavalla. Poikkeustilanteissa on ajoittain mahdollista lyhytaikaisesti varastoida ylimääräistä vettä avolouhoksiin ja varsinkin keväällä muutamia viikkoja kipsisakka-altaaseen. Lisäksi jatkossa tarkastellaan mahdollisuutta hyödyntää sivukivialueita tilapäisinä vesivarastoina. Tällöin tiivispohjaisten sivukivialueiden sisään muodostettaisiin varastointikapasiteettia pengertämällä sivukivialueiden reuna-alueita ja hyödyntämällä kasa-alueen pohjan muotoja. Lisävarmuutta vesikierron kapasiteetteihin antaa vielä se, että rankkasateiden sattuessa voidaan kasojen kastelua pienentää. Sadeveden kulkeutuminen kasa-alueiden läpi kestää noin vuorokauden, mikä pienentää oleellisesti sateiden aiheuttamia virtaamapiikkejä.

Vesipäästöjen kannalta eri alueiden vedet on jaettu seuraavaan johtamisjärjestykseen toiminnallisuuden ja veden laadun perusteella:

- kipsisakka-altaalla erottuva ylimääräinen vesi (maksimissaan 1,1 milj.m³ vuodessa)
- metallien talteenotosta tuleva saostusprosessin läpäissyt vesi
- avolouhosten kuivatusvedet
- sivukivialueiden vedet

Hankkeen suunnittelussa on lähdetty siitä, että vain kahta ensin mainittua johdetaan käsiteltynä vesistöön. Johdettava vesimäärä on tällöin enintään 1,1 milj.m³ vuodessa. Vesien käsittely järjestetään kuten vaihtoehdossa PR 1.



Kuva 7.12. Hankkeen vesienjohtamiskaavio prosessivaihtoehdossa PR 2, bioliuotus.

7.2.3 0-vaihtoehto

YVA -ohjelmasta antamassaan lausunnossa Kainuun Ympäristökeskus toteaa, että ”Arviointiohjelman mukaan päävaihtoehtoja verrataan YVA -menettelyssä myös 0-vaihtoehtoon. Ohjelmassa 0-vaihtoehtojen käsittely jäi kuitenkin sisällyksettömäksi, kuten Kainuun luonnonsuojelupiiri ry:n lausunnossa todetaan. Koska kyseessä on hyvin laajamittainen hanke, ei 0-vaihtoehtoon poisjättämiselle ole perusteita. Ohjelman mukaan 0-vaihtoehto merkitsee kaivoksen positiivisten sosiaalisten ja aluetaloudellisten vaikutusten jäämistä toteutumatta. Kaivoshankkeista koituvat myös suuret ja pitkäaikaiset kustannukset, jotka 0-vaihtoehtossa tulee huomioida toteuttamatta jättämisen hyödyksi ja laskea samalla tavoin kuin toteutumisesta koituvat hyödyt.”

Päävaihtoehtoja on verrattu laadituissa vaikutusarvioissa soveltuvin osin myös ns- 0-vaihtoehtoon. 0-vaihtoehto tarkoittaa hankkeen jättämistä kokonaan toteuttamatta, jolloin hankealue jää ensi alkuun nykyiseen tilaansa. Alueen kehittymistä ja muuttumista tulevaisuudessa on erittäin vaikea arvioida, koska alue on syrjäinen, eikä sen alueeseen tietävästi liity rakentamiseen, matkailuun tai muuhun käyttöön tehtyjä suunnitelmia. Alueen kuntien maankäytön suunnitteluun ja Kainuun Liiton maakuntakaavaan perustuen voidaan arvioida, että alue on jatkossakin pääosin metsätalouskäytössä. Mökkien ja kesäasuntojen käyttö sekä pysyvän asutuksen tilanne säilynee pääosin ennallaan. Luonnollisesti etenkin Kolmisopen rannoille voi kehittyä laajempaa loma-asutusta. Kainuun alueen yleisen kehityksen nojalla voidaan arvioida, että työpaikkojen ja asutuksen määrä tulee seudulla hitaasti vähenemään ja väestö ikääntymään.

0-vaihtoehto merkitsee ennen kaikkea alueen ympäristön ja maankäytön säilymistä nykyisen kaltaisena sekä kaivoksen positiivisten sosiaalisten ja aluetaloudellisten vaikutusten jäämistä toteutumatta. Kaikki suoranaiset ympäristöön kohdistuvat haitalliset vaikutukset siis vältetään. Se ei kuitenkaan tarkoita välttämättä sitä, ettei esimerkiksi metsätalous voisi edelleen heikentää alueen arvokkaiksi havaittuja elinympäristöjä tai eliölajeja, koska useilla niistä ei ole suojelullista statusta.

Nykyaikainen kaivostoiminta suunnitellaan jo lähtökohtaisesti siten, että se on toteuttamiskelpoinen myös ympäristöön kohdistuvien haittojen osalta. Sen vuoksi jo alustavien kannattavuusselvitysten mukaisiin rakenne- ja prosessiratkaisuihin sisältyy osana ympäristönsuojeluun liittyvät kustannukset. Useimmiten ne palvelevat sekä hankkeen kannattavuutta että pienentävät siitä aiheutuvia vaikutuksia (esimerkiksi tehokas vesien hallinta). Ne ovat myös oleellinen osa hankkeen toteuttamiskelpoisuudesta. Samoin kaivoksen jälkihoidon kustannukset arvioidaan alusta alkaen osana hanketta ja niille asetettavaan vakuuteen varaudutaan hyvissä ajoin. Luonnollisesti vastaavalla tavalla esimerkiksi työvoiman kouluttamiseen liittyvät yhteiskunnalliset kustannukset vaikuttavat tehtäviin koulutus päätöksiin. Käytännössä hankkeesta syntyvät kustannukset sisältyvät aina osaksi kannattavuuden ja toteuttamiskelpoisuuden arvioimista ja huomioidaan hankkeen positiivisissa vaikutuksissa. Toisaalta 0-vaihtoehtoon eduksi niitä ei voi huomioida, koska vastaavia investointeja ei siinä tapauksessa todennäköisesti suoriteta.

7.3 Kaivoksen sisäinen kiviainesten kuljetus ja murskaus

Kiviainesten kuljetuksen ja murskauksen vaihtoehtoisia tekniikoita on kuvattu kappaleessa 4. Hankkeen kuvaus. YVA:ssa tarkasteltavat tarkennetut vaihtoehdot kiviainesten kuljetukselle ovat:

KU 1, murskaus louhoksessa ja hihnakuljetus:

- lastaus louhoksessa,
- siirto dumpperilla murskaukseen louhoksen pohjalla,
- esimurskaus louhoksessa 150 - 250 mm kappalekokoon,
- siirto hihnakuljetuksena louhoksesta teollisuusalueelle (malmi) tai sivukivikasalalle,

- malmin murskaus ja välppäys murskausasemalla ja
- jatkoprosessointi.

KU 2: dumpperikuljetus

- lastaus louhoksessa,
- siirto dumpperilla teollisuusalueelle tai sivukivikasalalle,
- malmin murskaus ja välppäys murskausasemalla ja
- malmin jatkoprosessointi

Kannattavuusselvityksessä malmin murskaus avolouhoksessa on suunniteltu tehtäväksi joko mobiililla (liikkuvalle) tai semimobiililla (siirrettävällä) murskainlaitteella. Siirrettävyyden vuoksi louhokseen sijoitetaan vain esimurskaus ja jatkomurskaukset tehdään kiinteällä murskausasemalla maanpinnalla. Sivukiven siirto on suunniteltu tehtäväksi autokuljetuksina, koska se ei edellytä kiven murskausta. YVA:ssa laaditut kulutus- ja päästöarviot mm. pakokaasujen ja melun osalta on suoritettu näillä oletuksilla. Myöhemmin hankkeen suunnittelussa tullaan kuitenkin myös selvittämään sivukiven murskauksen ja hihnakuljetuksen teknis-taloudelliset mahdollisuudet.

Vertailtaessa eri toteutustapoja voidaan kuitenkin verrata eri niiden yksikkökulutuksia ja – päästöjä, kuten esimerkiksi energiankulutusta siirrettyä kivitonnin ja tiettyä etäisyyttä kohden. Tällöin voidaan hyödyntää kannattavuusselvityksestä saatavia laitekohtaisia arvoja, koska käytännössä ei ole merkitystä sillä onko siirrettävä materiaali malmia vai sivukiveä.

7.4 Vesipäästöjen johtaminen ja raakaveden otto

Hankkeessa pyritään kierrättämään mahdollisimman tehokkaasti prosessi- ja valumavesiä, millä pienennetään tarvetta johtaa ylijäämävesiä luontoon ja toisaalta tarvetta ottaa raakavettä luonnosta. Kokonaan ei kuitenkaan voida välttyä siltä, ettei vesikierrrosta johdeta luontoon ja siihen oteta lisää raakavettä. Ennen kaikkea tämä johtuu vuodenaikaisista ilmaston vaihteluista.

Vaihtoehtoisina ylijäämävesien purkuvesistöinä on tarkasteltu seuraavia vaihtoehtoja:

- PV 1: Kivijoen valuma-alue (esim. reitti Lumijoki → Kivijärvi → Kivijoki → Laakajärvi),
- PV 2: Tuhkajoen valuma-alue (esim. reitti Kuusijoki/Kalliojärvi → Kalliojoki → Kolmisoppijärvi → Tuhkajoki → Jormasjärvi),
- PV 3: Sopenjoen valuma-alue (esim. reitti Mäkijärvi → Sopenjärvet → Sopenjoki → Laakajärvi ja
- PV 4: PV2 ja PV3 yhdistettyinä, jolloin vesiä johdettaisiin samanaikaisesti molempiin vesistöihin.

Sekä raakavedenottovesistöinä

- RV 1 Kolmisoppijärvi,
- RV 2 Kivijärvi ja
- RV 3 Jormasjärvi.

Vesienjohtamisreittejä on selostettu yksityiskohtaisesti kappaleessa 9.4.1.

7.5 Voimalinja ja rautatie

YVA:n tarkasteluun on otettu voimalinjavaihtoehtoista seuraavat:

- VL 1, Vuolijoen muuntoasema → Talvivaaran kaivos, 42 km
- VL 2, (Vuolijoki → Tihisenniemi) → Lahnaslammen muuntoasema → Talvivaaran kaivos, 15 km

Linjausvaihtoehdot on esitetty kuvassa 7.13. Kaikki linjaukset kuvaavat lähinnä liittymissuuntia. Yksityiskohtainen reittisuunnittelu laaditaan myöhemmin valituille suunnille. Alustavan

tarkastelun mukaan rautatie ja voimalinja voidaan sijoittaa suurelta osin samaan maastokäytävään länteen ja pohjoiseen sijoittuvissa vaihtoehdoissa. Linjausten lopulliseen sijoitukseen vaikuttaa kuitenkin mm. perustamisolosuhteet ja maastonmuodot, joiden vuoksi rautatielinjausta ei välttämättä voida suunnitella yhtä suoraviivaisena kuin voimalinjaa.



Kuva 7.13. Hankkeen rautatievaihtoehtojen RT1, RT2 ja RT3 sekä voimalinjavaihtoehtojen VL1 ja VL2 alustava suuntaus.

Voimalinjareiteistä on käyty alustavia keskusteluja sekä Finngrid Oy:n että Graninge Kainuu Oy:n kanssa ja molemmat vaihtoehdot on todettu mahdollisiksi, sillä edellytyksellä, että välille Tihisenniemi - Lahnaslampi rakennetaan suunniteltu uusi 110 kV voimalinja.

Vaihtoehto VL 1 voidaan Vuolijoen päässä linjata kulkemaan olemassa olevan rautatien vartta Murtomäkeen noin 19 km matkalta, jolloin linjan aiheuttama maankäyttölinen haitta jää vähäiseksi. Loppuosa linjasta kulkee metsätalousvaltaisilla alueilla pitkin. Reitin varressa on vain muutamia taloja, jotka voidaan yksityiskohtaisessa linjasuunnittelussa välttää.

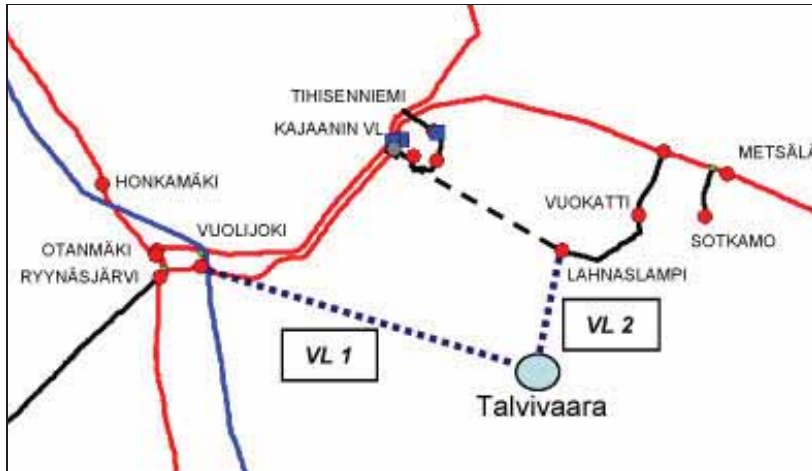
Vaihtoehto VL 2 voidaan linjata Kolmisoppijärven itäpuolelta pääosin metsätalousvaltaisilla alueilla pitkin suoraan Lahnaslampi. Myös tässä vaihtoehdossa linja kulkee metsätalousvaltaisilla alueilla ja haitat asutukselle voidaan estää. Noin puolet linjauksesta jää haetun kaivospiirialueen sisäpuolelle.

Rikasteiden ja toiminnassa tarvittavien kemikaalien kuljetus voidaan tehdä joko maanteitse tai rautatie- ja maantiekuljetusten yhdistelmänä. Maantiekuljetukset on mahdollista tehdä kaivoksen lähialueella kolmea vaihtoehtoista reittiä pitkin.

Tarkasteluun otetut rautatievaihtoehdot ovat seuraavat (kuva 7.14):

- RT 1, Talvivaaran kaivos → Murtomäki, 23 km
- RT 2, Talvivaaran kaivos → Lahnaslampi, 15 km
- RT 3, Talvivaaran kaivos → Joensuun rata, 20 km

Vaihtoehto RT 1 sijoittuu samaan maastokäytävään voimalinjavaihtoehdon VL 1 ja vaihtoehto RT 2 vaihtoehdon VL 2 kanssa. Vaihtoehto RT 3 suuntautuu suoraan itään Parkuan- ja Talvivaaran välistä ja liittyy Joensuun rataan Lappajärven pohjoispuolella.



Kuva 7.14. Kajaanin ja Sotkamon alueen voimalinjat. Mustalla katkoviivalla esitetty suunniteltu uusi yhteys Lahnaslammelle ja sinisellä katkoviivalla vaihtoehdot VL1 ja VL2.

Vaihtoehdossa RT 1 on mahdollista jatkaa Murtomäestä Iisalmen kautta Etelä-Suomeen ja Kontiomäen kautta Ouluun tai Vartiukseen. Vaihtoehdossa RT 2 Lahnaslammelta liitytään Joensuun rataan Vuokatissa, josta on mahdollista jatkaa etelään Joensuuhun tai pohjoiseen Kontiomäkeen. Vaihtoehdossa RT 3 jatkomahdollisuudet ovat vastaavat kuin RT 2:ssa (kuva 7.15).



Kuva 7.15. Suomen rataverkkoa. Sinisellä sähköistetyt ja punaisella sähköistettävät osuudet. Talvivaara ja vaihtoehdoiset teollisuusradat esitetty kartassa vihreällä.

8 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETELMÄT

8.1 Selvitys- ja arviointikohteet

Kappaleissa 9-11 on esitelty eri osatekijöiden mukaisesti hankealueen ja sen lähiympäristön nykytilaa, hankkeen mahdollisia vaikutuksia, haitallisten vaikutusten vähentämismenetelmiä sekä toteutusvaihtoehtojen vertailu. Kappaleet on järjestetty seuraaviksi kokonaisuuksiksi:

Fyysiseen luonnonympäristöön kohdistuvien vaikutusten arviointi

- maa- ja kallioperä
- pohjavesi
- pintavedet
- pohjasedimentit
- ilman laatu

Eliöyhteisöihin kohdistuvien vaikutusten arviointi

- kasvillisuus
- linnusto
- kalasto
- liito-orava
- vesikasvit ja pohjaeläimet

Ihmisiin ja yhdyskuntaan kohdistuvien vaikutusten arviointi

- maankäyttö ja yhdyskuntarakenne
- liikenne
- kalastus
- arkeologia ja kulttuurihistoria
- sosiaaliset vaikutukset
- maisema
- melu
- ihmisten terveys

Kaivoshankkeen ympäristövaikutukset kohdistuvat erityisesti maankäytön kautta, koska toiminnot on sijoitettava lähelle malmiesiintymää. Maankäyttösuunnitelmista (kappale 4) ja perustilaselvityksistä (kappaleet 9 ja 10) tehdyistä havainnoista on koottu yhdistelmäkartat (kuvat 10.6 ja 10.7), joista voidaan nähdä vaihtoehtojen PR1 ja PR2 ja mm. asuintalojen ja luontokohteiden sijoittuminen toisiinsa nähden. Sosiaalisten vaikutusten yhteydessä selvitettiin asukkaille tärkeitä ympäristön kohteita suunnitellun kaivoksen alueella ja tiedoista laadittu karttaesitys on kuvassa 11.12 (kappale 11).

Kappaleessa 12 on arvioitu luonnonsuojelulain mukaisesti hankkeen vaikutukset mm. Natura 2000 –verkoston suojelukohteisiin.

8.2 Tarkastellut ympäristövaikutukset, vaikutusalueet, arviointimenetelmät ja arvioinnin epävarmuustekijät

8.2.1 Tarkastelu- ja vaikutusalueen rajaus

Tarkastelualueella tarkoitetaan kullekin päästölle tai vaikutukselle määriteltyä aluetta, jolla kyseistä ympäristövaikutusta selvitetään ja arvioidaan. Vaikutusalueella tarkoitetaan aluetta, jolla selvityksen tuloksena ympäristövaikutuksen arvioidaan ilmenevän.

Valitut tarkastelualueet eri vaikutusten suhteen ovat seuraavat:

- Maa- ja kallioperään sekä pohjaveteen kohdistuvia vaikutuksia on selvitetty haetun kaivospiirin alueella, jonka arvioidaan olevan pääasiallinen vaikutusalue. Aluekuivatuksen seurauksena vaikutukset voivat kohdistua lievinä myös alapuolisiin vesistöihin, mikä sisältyy pintavesiosioon.
- Pintavesiin kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu kaivosalueelta alavirtaan Laakajärveen ja Nuasjärveen asti.
- Ilman laadun osalta vaikutusalueena on pidetty noin 1 km etäisyydellä pölyävistä kohteista olevia, pölylle alttiimpia alueita. Poikkeustilanteissa pölyn on todettu leviävän enimmillään 2-3 km päähän.
- Kasvillisuutta, linnustoa, liito-oravaa ja vesikasvillisuutta on selvitetty kaivospiirin alueelta. Lisäksi mm. pöllöjen pesäpaikat ja liito-oravan esiintyminen on huomioitu viereisillä alueilla.
- Pohjaeläimistöä ja kalastoa sekä kalastusta on selvitetty Laakajärveen ja Nuasjärveen kaivosalueelta laskevissa ja vesistöissä, jotka katsotaan niiden osalta vaikutusalueeksi
- Kaivos vaikuttaa maankäyttöön ensisijaisesti kaivospiirissä. Yhdyskuntarakenteeseen ja sosiaalisiin olosuhteisiin kohdistuvia vaikutuksia ilmenee eniten Sotkamon ja Kajaanin alueella, mutta vaikutuksia aiheutuu myös muualle.
- Tielikenteen vaikutukset kohdistuvat suurimmassa määrin kaivoksen läheisyyteen. Vaikutustarkastelu on ulotettu valtatieasoiselle tielle asti.
- Arkeologisiin kohteisiin vaikutuksia aiheutuu rakennettaville alueille. Selvitykset on tehty koko kaivospiirille, kuten myös kulttuurihistorian osalta.
- Hankkeen maisemavaikutukset rajoittuvat naapuruston lisäksi lähiseudun muutamiin avoimiin maaston kohtiin. Kaukomaisemassa teollisuuden piiput näkyvät kauas, mutta tulevat poistumaan kaivostoiminnan lopettamisen jälkeen.
- Melun tarkastelu on kohdistettu melupäästön lähteisiin ja niiden välittömään ympäristöön, sekä kuljetusten aiheuttamaan meluun liikennereittien varrella.
- Ihmisten terveysvaikutuksia on tarkasteltu naapuruston asukkaiden kannalta sekä päästöjen leviämisalueella.

8.2.2 Arviointimenetelmät ja niiden epävarmuudet

Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet

Kallioperätiedot pohjautuvat olemassa oleviin ja Talvivaara Projekti Oy:n antamiin tietoihin. Maaperä- ja pohjavesitietoja on saatu GTK:n tekemistä tutkimuksista sekä YVA:ssa tehdyistä selvityksistä. Louhosten kuivatusvesimäärän arvio perustuu muilta avolouhoksilta saatuihin vertailutietoihin ja niissä saattaa olla pohjatietojen suppeuteen liittyviä epävarmuuksia.

Maaperään ja pohjaveden laatuun kohdistuvien vaikutusten kannalta arviointia yksinkertaistaa hankkeessa rakenteiden alla pääosin käytettävä tiivis pohjarakenne. Maaperän perustilaselvityksessä saavutettu kattavuus on tyydyttävä, mutta edellyttää luonnollisesti rakentamisen suunnittelussa geoteknisiä lisätutkimuksia.

Sivutuotteiden laatu

Kaivostoiminnan sivutuotteiden laatutiedot ovat tuottaneet arviointipohjaa mm. maaperään, pohjavesiin ja vesistöihin kohdistuvien vaikutusten arvioinnille. Geokemiallista loppusijoituskelpoisuutta ja materiaalien hyötykäyttöön soveltuvuutta on tutkittu laboratoriokokein ja tuloksia on verrattu normeihin ja kaivosteollisuuden sivutuotteista saatuihin kokemuksiin Suomessa. Malmin laatuun liittyvät tiedot ovat erittäin luotettavia, mutta sivukivestä on käytettävissä suhteellisen suppea aineisto, ja sivukiven hyötykäyttö rakentamisessa edellyttää materiaalista saatavilla olevan tiedon täydentämistä. Sen vuoksi sitä ei ole tarkasteltu laajemmin vaikutusten lieventämisen yhteydessä.

Vesistöt ja niiden sedimentit, pienvedet

Vesistöjen vesitalouteen kohdistuvat vaikutukset on arvioitu kaivoksen yleispiirteiseen vesitaseeseen, valuma-alueisiin ja vesistöjen muuttamiseen pohjautuvien tietojen perusteella. Kaivoksen vesitaseeseen liittyy epävarmuutta, sillä vasta meneillään oleva koetoiminta tulee tuottamaan tarkempaa tietoa mm. veden haihtumisesta kasaliuotuksesta. Louhosten kuivanaapitoveden määrääarviossa on epävarmuutta, kuten edellisessä kohdassa on todettu. Kaivoksen vesipäästön määrää on vesistövaikutusarviossa jonkin verran liioiteltu, jotta vesitalouteen kohdistuvat vaikutukset ja veden laadun muutosarvio olisi tehty vähintään riittävänä. Siitä huolimatta vasta kaivoshankkeen metallien talteenottolaitoksen koeohjelmien valmistumisen jälkeen tiedetään tarkemmin vesipäästön laatu. Vaikutusalue tarkastelu on tehty Nuasjärveen ja Laakajärveen ulottuen. Pääasiallinen tarkastelumenetelmä on ollut laimentumislaskelma ja vaikutusten vertaaminen vedenlaatuolosuhteeseen, juomavesien laatuvaatimuksiin, minimiravinteen suhteisiin ja pohjaeläinten ja kalojen osalta metallien haittavaikutuksesta oleviin tietoihin. Vaikutusarviossa on otettu huomioon järvieläinten mm. ravinteita ja metalleja kumuloivaa vaikutusta.

Pienvesien kartoitus on pääosin tehty muiden luontokartoitusten yhteydessä. Vain harvalukuisia luonnontilaisia pienvesiä on löydetty. Niihin kohdistuvat vaikutukset on arvioitu kaivospiirin alueella.

Ilman laatu

Ilman laatuun tulevat vaikutukset on arvioitu tunnettujen teollisuusprosessien, niiden ainekäyttäjien, sallittujen ominaispäästöjen ja työkalujen käyttämien polttoainemäärien ja päästöjen perusteella. Pölyn vaikutuksia on arvioitu muiden vastaavien toimintojen päästöjen ja leviämiskäyttäytymisen perusteella.

Kasvillisuus ja luontotyytit

Kasvillisuuden ja luontotyyppien lajimääritykset, uhanalaisuusluokittelun ja tyyppitykset ovat tehneet erikoistuneet tutkijat. Selvitysalueen laajuudesta huolimatta kohteet on voitu kartoittaa kasvillisuuden kannalta oikeina aikoina. On todennäköistä, että uusia laajoja uhanalaisten kasvien tai luontotyyppien esiintymiä ei alueelta enää löydy.

Kasvillisuuteen kohdistuvien vaikutusten arviointi on tehty pölyn metalli- ja rikkipitoisuuden ja niistä maahan kertyvän ainepitoisuuden sekä vesikasvien osalta veden metallipitoisuuksien avulla. Luontotyyppien ja arvokkaiden luontokohteiden säilymistä on tarkasteltu sen perusteella, miten rakentaminen ja alueiden kuivatus vaikuttavat kasvillisuuteen.

Linnusto

Pesimälinnusto on kartoitettu vuonna 2004 linjalaskentana ja vuonna 2005 biotooppien mukaisesti. Lisäksi kartoitettiin pölyjen reviirit talvella 2005. Pesimälajiston määrä saavutti vuonna 2004 alueen normaalia lajistoa vastaavan määrän ja vuonna 2005 voitiin tuloksia tarkentaa mm. vesilintujen, kahlaajien ja pölyjen pesien osalta.

Liito-orava

Tutkimusalueen maastosta etsittiin ilmakuvatulkinnan perusteella sopivat habitaatit ja löydettiin lähes 150 liito-oravalle soveltuvaa potentiaalista tai asuttua ydinaluetta. Liito-oravaan kohdistuvien vaikutusten ja haittojen lieventämiskeinojen arvioinnin epävarmuutena on lajin biologian puutteellinen tuntemus.

Kartoitusalueelle sijoittuvien kaikkien talojen pihapiirejä ei selvitetty kartoituksen yhteydessä systemaattisesti. Todennäköisesti pihapiirin tarkalla kartoittamisella löytyisi huomattavasti lisää liito-oravan ydinalueita.

Kalat ja pohjaeläimet

Kalastotutkimukset on tehty maastossa ja tietoja kalastosta on tullut myös kalastustiedustelujen yhteydessä. Koekalastuksia häiritsi joissakin vesistöissä korkeahko vedenpinnan taso.

Pohjaeläimistön tutkimusaineisto on koottu siinä laajuudessa, että sitä voidaan käyttää lopullisena perustila-aineistona kaivoshankkeen ympäristövaikutusten seurannassa. Tutkimuksia on painotettu pohjaeläimistöön, koska YVA –ohjelmasta annetuissa lausunnoissa vesiin kohdistuvat vaikutukset oli katsottu tärkeimmiksi. Vaikutusten arviointi on perustettu lajien herkkyyteen vedenlaadun muutoksille ja niiden metallien siedosta käytettävissä olevaan testiaineistoon.

Ihminen, yhdyskuntarakenne, kulttuurihistoria, maisema

Sosiaalisia vaikutuksia on arvioitu tehdyn kartoituksen perusteella ja alueen olosuhteista olevat tiedon perusteella. Kartoitus on tehty pääosaltaan henkilökohtaisena kartoituksena, jossa saadaan yksityiskohtaisia tietoja asukkaiden suhtautumisesta ja olosuhteista. Kartoitus on kattanut myös muualla asuvia henkilöitä, koululaisia, yrittäjiä ja virkamiehiä. Arviointi on tuottanut kokonaisvaltaisen näkemyksen vaikutuksista.

Muinaismuistoihin kohdistuvien vaikutusten arviointi perustuu kartoituksen tuloksiin ja maankäyttösuunnitelmiin. Sotkamon kunta on arvioinut maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen kohdistuvat vaikutukset.

Maisemallisia vaikutuksia on tutkittu karttatyöskentelyn, maastokäyntien, 3D-mallinnusten ja valokuvasovitteiden avulla. Muutoksia on tarkasteltu kohteiden välittömässä lähiympäristössä ja laajemmin ympäröivässä maisemassa sekä luonnollisten näkemästeiden taholta.

Melu ja värinä

Melun ja värinän vaikutukset on arvioitu laskennallisten mallien tuloksiin perustuen. Melumallinnus antaa maaston muodot huomioivan tuloksen, mutta ei ota puustoa huomioon.

Värinän arvioinnissa laskentamallissa joudutaan oletamaan kallioperän ominaisuuksia ja arviossa on sen vuoksi epävarmuutta. Toisaalta laskentaparametrit on voitu varmistaa muiden kaivosten mittauksilla.

Liikenne

Liikenteen ympäristövaikutusten arviointi perustuu kaivoshankkeen materiaali- ja henkilökuljetusmääriin ja kuljetusneuvojen kantavuuteen. Tieolosuhteet tunnetaan hyvin ja erityiskohteet on voitu tunnistaa. Tieosuuksittain on voitu osoittaa parannettavat kohteet ja liikennemäärien muutos. Kuljetettavien materiaalmäärien arviot ovat vielä täsmentymättömiä, mutta tässä vaiheessa riittäviä, sillä huomattavakaan muutos kuljetuksissa ei ratkaisevasti vaikuta tehtyihin johtopäätöksiin.

Kalastus ja metsästys

Kalastustiedustelujen tulokset olivat palautuksiltaan hyviä ja luotettavia. Vähän kalastettujen vesien osalta epävarmuutta tulee vaihtelusta, jota talouskohtaisissa saalis- ja pyynti-ilmoituksissa on. Metsästyksen osalta tilastointi on tarkkaa ja arviointi on perustettu siihen.

9 FYYSISEEN LUONNONYMPÄRISTÖÖN KOHDISTUVIEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

9.1 Maa- ja kallioperä

9.1.1 Nykytila

Suoritettut tutkimukset

Hankealueella on tehty maaperä-, kallioperä- ja pohjavesitutkimuksia useassa vaiheessa 1970-luvulta lähtien. Maa- ja kallioperätutkimuksia ovat suorittaneet mm. seuraavat tahot:

- Lapin Vesitutkimus Oy keväällä 2005, 53 koekuoppaa maapeitekerroksiin
- PSV-Maa ja Vesi Oy kesällä 2004 ja keväällä 2005, 11 kairauspistettä Hovinlahden pohjasedimenttiin
- Vesi-Hydro Oy 1980-luvulla, 19 tärykairauspistettä ja 47 maanäytettä rakennusmateriaali- ja pato- ja allaspohjatutkimusten yhteydessä
- Geologian tutkimuskeskus, Outokumpu Oy ja Talvivaara Projekti Oy 1970-luvulta lähtien, noin 150 malminetsintäkairauspistettä louhosalueille

Hankealueen maa- ja kallioperäolosuhteet

Talvivaaran alue sijoittuu Kainuun liuskejaksona tunnetun geologisen vyöhykkeen eteläosaan, jossa vallitsevina kivilajeina ovat kvartsiitit, mustaliuskeet ja kiilleliuskeet. Mustaliuskeen päämineraaleina ovat hienorakeinen kvartsi, vaalea biotiitti, hyvin hienorakeinen grafiitti sekä rikki- ja magneettikiisu. Kiisujen kokonaismäärä on noin 8 - 20 %. Paikallisesti tavataan enintään parin metrin paksuisia tremoliittikarsi -välikerroksia. Sivukivenä oleva mustaliuske eroaa hyödynnettävästä mustaliuskeesta lähinnä alhaisemman nikkeli-, kupari-, sinkki- ja kobolttipitoisuuden perusteella.

Talvivaaran mustaliuske on todennäköisesti 1960 - 1970 milj. vuotta vanhaa. Tektonisten prosessien ansiosta mustaliuskekerrostumat ovat alueella kerrostuneet jopa 400 metriä paksuiksi kerrostumiksi. Talvivaaran mustaliuske-esiintymä on 15 km pitkä ja 1 - 2 km leveä ja sijaitsee 100 km pitkän turbidiittiesiintymän sisällä (Loukola-Ruskeeniemi ja Heino 1996).

Hankealueen maapeitteet ovat tyypillisesti ohuet (kuva 9.1). Malminetsintätutkimuksissa louhosalueilla havaitut maapeitteen paksuudet ovat olleet keskimäärin 1,8 m. Havainnoissa on vain muutamia yksittäisiä syviä peitteitä; molemmilla louhoksilla yksi yli 10 m syvä ja neljä 5 - 10 m syvää kairauspistettä. Syvin maanpeitepaksuus Kuusilammella oli 19,6 m ja Kolmisopella 11,5 m. Rakennettavilla alueilla tehdyissä kairauksissa suurin maapeitteen paksuus oli 5,2 m.

Alueelta voidaan erottaa kaksi maalajin osalta poikkeavaa aluetyyppiä: korkeissa maastonkohdissa vallitseva maalaji on moreeni ja moreenipeitteiset alueet sekä alavammilla suoalueilla turve. Tutkimusalueella on useilla alueilla kalliopaljastumia, esimerkiksi Sopenvaaralla, Mustikkamäellä ja Vuohimäellä. Usealla tutkimuskohteen osa-alueella kallion yläpuolisen maapeitteen, tavallisesti moreenin, paksuus oli alle metrin.



Kuva 9.1. Ohutta maapeitettä, kuvanottoaikka koetoiminta-alueen koekuopasta.

Alueen yleisin geomorfologinen muodostuma on pinnaltaan alava ja heikosti aaltoileva peitemoreeni. Peitemoreeni mukaillee alueella kallioperän muotoja ja sitä esiintyy useissa korkealla sijaitsevilla maaston kohdissa sekä esim. Kolmisopen ympäristössä. Tutkimusalueen keskiosassa, esim. Kalliojärvestä eteläiselle Kuusilammelle ulottuva vyöhyke, on peitemoreenivaltaista aluetta. Peitemoreenin paksuus vaihtelee alueella alle metristä pariin metriin. Kohteen länsiosassa esiintyy myös ns. kuolleen jään kumpumoreeneja. Kumpumoreenit sijoittuvat yleensä alavammille seuduille ja suoalueille.

Tutkimusalueella havaittiin yksittäisiä moreenikumpuja myös korkeammilla maastonkohdilla, esimerkiksi Kuusilammen eteläpuolinen soranottoaikka sijaitsee kumpumoreenilla. Kuusilammen soranottoaikassa havaittiin huuhtoutunutta moreenia sekä lajittuneen aineksen kerroksia, esim. soraa ja hiekkaa. Moreeni tutkimusalueella on yleensä vihreänharmaata, rakenteeltaan matriksikannatteista ja massiivista moreenia. Pintakerroksessa moreeni on paikoin ruskeaa ja ainekseltaan löyhää. Syvemmällä moreeni on lohkarista ja vaikeasti kaivettavaa. Karkeamman aineksen kerroksia esiintyy moreenissa ainoastaan paikallisesti.

Alavammissa maastonkohdissa on yleisesti vetistä suota. Turvepeitteen paksuus vaihtelee alle metristä neljään-viiteen metriin asti. Turpeen alla on tavallisesti moreenia ja moreenin alla kallio. Paksuimmat moreenipeitteet tavattiin suoalueilla ja muissa painanteissa (kuva 9.2).

Tutkimusalueen keskiosassa jäätikön sulamisvaiheen vedet ovat paikoin lajitelleet mineraaliainesta, esim. hiekkaa turpeen alapuolella. Tutkimusalueella ei esiinny harjuja. Tutkimusalueella olevat lajittuneet ainekset ovatkin pienialaisia, ohuita rantakerrostumia tai sora- ja hiekkavaltaisia kumpumoreeneja.

Kuvassa 9.3 on esitetty yleispiirteisesti tutkimusalueella tavattavat maalajit.

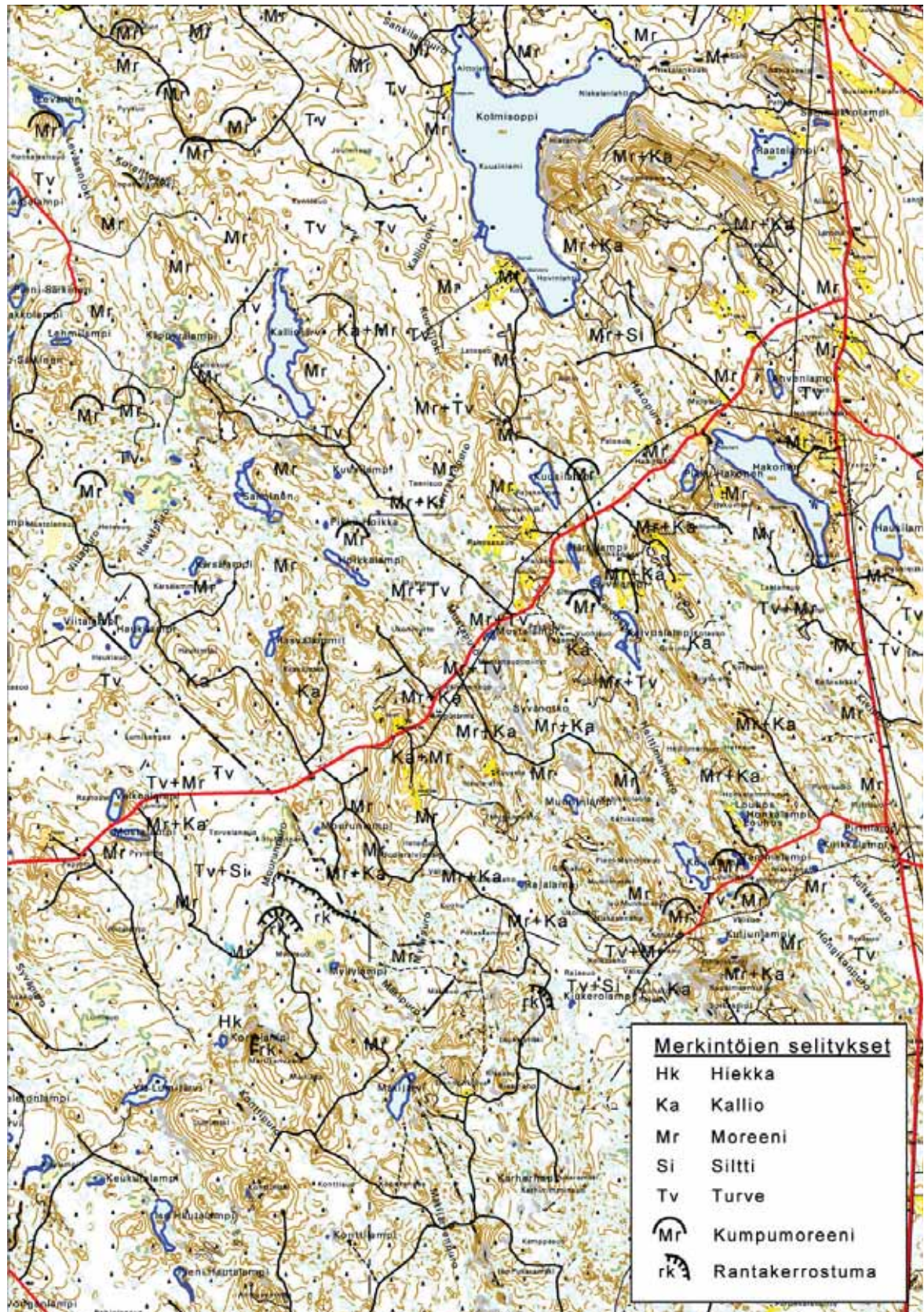


Kuva 9.2. Kuvassa vasemmalla moreeniin kaivettu koekuoppa, jossa pinnalla silttikerros. Oikealla turvealueen koekuoppa.

Maa-aineksen vedenjohtavuusominaisuudet

Vesi-Hydro Oy:n ja Lapin Vesitutkimus Oy:n tekemien tutkimusten perusteella hankealueen moreeni on useimmiten hiekkamoreenia ja vähäisemmässä määrin siltistä hiekkamoreenia. Muut mineraalimaanäytteet on määritetty hiekaksi, siltiksi tai hiekkaiseksi siltiksi. Karkeampirakeisia maalajeja, kuten soraa, ei maalaboratoriotutkimuksissa havaittu.

Maa-aineksen vedenjohtavuuksia on tutkittu viidellä tutkimusalueelta valitulla maa-ainesnäytteellä, jotka kaikki olivat maalajiltaan moreenia. Vedenjohtavuuden arvot vaihtelivat välillä $3,38 \cdot 10^{-9}$ – $2,34 \cdot 10^{-7}$ m/s. Suurimmat vedenjohtavuuden arvot tutkimusalueella tavattiin maalajeiltaan karkearakeisia moreeneja sisältävillä alueilla.



Kuva 9.3. Tutkimusalueen yleispiirteinen maalajikartta.

Maa-aineksen alkuainekoostumus

Viiden moreeninäytteen osalla tehtiin alkuainepitoisuuksien selvittämiseksi kemiallinen ICP-AES-analyysi Geologian tutkimuskeskuksen geolaboratoriossa keväällä 2005. Tutkimuksella selvitettiin hankealueen moreenipeitteen keskimääräisiä alkuainepitoisuuksia, josta johtuen tutkitut näytteet muodostettiin useasta koekuopasta otettujen yksittäisten näytteiden aluekohtaisina kokoomina. Näytteitä tutkimuksiin ei valittu suoraan malmioiden yläpuolisesta moreenista. ICP-AES-analyysi tehtiin alle 2,0 millimetrin raekokoa olevalle maa-ainekselle.

Tutkittujen moreeninäytteiden alkuainepitoisuudet vastasivat Geologian tutkimuskeskuksen geokemiallisen atlaskartoituksen yhteydessä tekemien moreenianalyysien tulosten keskiarvoja. Yhden näytteen osalla rikkipitoisuus ylitti selvästi Suomessa esiintyvien moreenien keskiarvopitoisuuden. Tulosten perusteella arvioidaan hankealueen moreenin vastaavan alkuainekoostumukseltaan Suomessa yleisesti tavattavia pitoisuuksia ja malmin vaikutuksen arvioidaan painottuvan malmioiden välittömään läheisyyteen. Alkuaineanalyysien tuloksia on olennaisilta osiltaan koottu taulukkoon 9.1.

Taulukko 9.1. Geokemiallisen alkuainemäärittelyn tuloksia moreenista.

Näyte	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	P	Pb	S	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Kokoomanäyte 1	2,82	<0,5	6,27	22,9	25,6	11900	19,4	425	6,27	479	49,5
Kokoomanäyte 2	<2	<0,5	3,69	12,0	11,3	6420	6,76	456	<4	41,7	11,4
Kokoomanäyte 3	<2	<0,5	9,86	36,8	36,4	17100	18,6	563	8,15	126	35,6
Kokoomanäyte 4	<2	<0,5	6,51	24,3	15,0	11400	11,9	516	4,59	<20	21,0
Kokoomanäyte 5	3,51	<0,5	5,98	24,7	23,6	16000	12,8	456	6,35	802	38,1

9.1.2 Hankkeen vaikutustavat maaperään

Kaivoshankkeen keskeisimmät vaikutukset maa- ja kallioperään ovat:

- maa- ja kallioperän geologisten olosuhteiden, kuten kerrosjärjestyksen muuttuminen
- maaperän kemiallisten ominaisuuksien muuttuminen

Näitä vaikutuksia voivat aiheuttaa maarakentaminen ja louhinta, pölylaskeuma, likaantuneet valumavedet, rikastushiekka-altaan ja sivukivialueiden suotovedet, kemikaalien, polttoaineiden ja öljyjen poikkeustilanteiden vuodot ja jälkihoitoon liittyvä maarakenteiden muuttaminen

Maaperän geologisten olosuhteiden muuttuminen

Maaperää eniten muuttavia toimintoja hankkeessa ovat toiminnan aikaiset louhinta ja maarakenteiden toteuttaminen sekä jälkihoitotoimenpiteet toiminnan päätyttyä.

Toteuttamistavasta riippuen alueelle tehdään useita suuria maaperäolosuhteita muuttavia rakenteita, joita ovat sivukivikasat, bioliuotuskasat, rikastushiekka-allas sekä mm. pato-, tie-, rautatie- ja putkirakenteet. Lisäksi tullaan tekemään useita suuria teollisuusrakennuksia, jotka edellyttävät maa- ja pohjarakentamista.

Hankealueen rakennettavilla osilla maakerrokseen tehdään rakentamisvaiheessa muutoksia, jonka myötä luonnontilainen maaperä näiltä osin poistuu ja korvataan rakennekerroksilla. Näitä muutoksia voivat olla mm.:

- pintamaan ja maapeitteiden poisto
- kalliroleikkaus rakennettavalla alueella
- kalliroleikkaus rakennusmateriaalin hankintaa varten
- louhinta avolouhoksissa
- massanvaihto heikosti kantavalla alueella
- painanteiden tai alavien maastonosien täyttö

Hankealueen osilla, joille ei suoranaisesti kohdistu rakentamista eikä rakennusmateriaalin louhintaa, ei tehdä tarpeettomia maarakentamistöitä. Näiltä osin maaperä jää luonnontilaan.

Jälkihoidolla tarkoitetaan tässä toiminnan lopettamisen jälkeistä alueen saattamista turvallisuuden, terveyden ja haitallisten ympäristövaikutusten kannalta hyväksyttävään tilaan ja alueen palauttamista alkuperäiseen tai uuteen maankäyttöön. Maaperään kohdistuvia vaikutuksia aiheuttavat esim. rakenteiden purku ja rakennekerrosten poistaminen, mahdollisten pilaantuneiden alueiden puhdistaminen ja alueelle jäävien maarakenteiden, kuten sivukivikasojen peittäminen.

Maaperän kemiallinen muuttuminen

Maaperän kemiallisella muuttumisella tarkoitetaan kemikaalien tai alkuaineiden kulkeutumista maaperään, jolloin maaperän alkuainekoostumus voi muuttua tai siihen voi kohdistua muita kemiallisia vaikutuksia.

Suotovedet ovat erilaisten kasojen, altaiden, patojen ja vastaavien rakenteiden läpi suotautuvaa vettä, joka kulkeutuu joko rakenteen ympärille pintaveteen tai pohjan kautta pohjaveteen. Suotovesi voi sisältää haitallisia pitoisuuksia metalleja, jotka voivat pidentyä maakerrokseen. Lisäksi suotovesillä voi olla muitakin maaperää muuttavia ominaisuuksia, kuten happamuus.

Työkoneiden ja kiinteiden laitteiden voimanlähteenä käytettävä kevyt tai raskas polttoöljy tai muut toiminnassa tarvittavat kemikaalit voivat levitä ympäristöön ainoastaan poikkeuksellisissa tilanteissa, kuten onnettomuuden tai laiterikon yhteydessä. Tällöin niillä olisi maaperää pilaava vaikutus.

Pölylaskeuman maaperää muuttava vaikutus kohdistuu lähinnä aivan maan pinnassa olevaan kerrokseen. Vaikutuksena on huomioitava pölyn sisältämän metallipitoisuuksien kasvu maan pintakerroksessa. Pölylaskeumaa on käsitelty kohdassa 9.8.2.

9.1.3 Hankkeen vaikutusten vähentäminen

Maaperän geologisten olosuhteiden muuttuminen

Maankäytöstä ja rakentamisesta aiheutuva maaperän muuttaminen tehdään aina rakentamissuunnitelmien mukaisesti. Hankkeen toteutussuunnitteluvaiheessa pyritään toimintoja sijoittamaan siten, että alueiden perustamisolosuhteet olisivat edullisia ja mm. louhinnan ja massanvaihtojen tarve on vähäinen. Ympäristöhaittojen vähentämisen lisäksi on myös rakentamiskustannusten kannalta edullista minimoida muutettavat alueet. Tästä syystä hankkeen vaikutusalue tullaan suunnittelussa minimoimaan, mikä pienentää myös maaperään kohdistuvia vaikutuksia.

Hankealueella tapahtuvaa maarakentamista säätelevät ympäristö- ja rakentamisluvat, jotka tyypillisesti eivät mahdollista suunnittelematonta maa- tai muuta rakentamista. Näin ollen maankäytöstä aiheutuva hallitsematon maaperäolosuhteiden muuttuminen tai vaikutusalueen hallitsematon laajentuminen eivät käytännössä ole mahdollisia.

Luonnontilaisen maapohjan hyvästä kantavuudesta johtuen rakennekerrosten alapuolella sijaitsevat kerrokset eivät pääsääntöisesti edellytä rakenteellisia vahvistuksia ja ne säilyvät näin ollen pääosin luonnontilaisena. Rakennekerrokset toteutetaan ennalta määrättyihin korkeustasoihin, joten luonnontilaisen maan ja rakenteiden välinen rajapinta jää varsin selväksi.

Suunnitteluvaiheessa tarkastellaan ennalta kaikki mahdollisuudet käyttää hyödyksi sivukiveä ja rikastushiekkaa tie- ja patorakenteissa sekä rikastamoalueen rakentamisessa. Näiden materiaalien hyötykäytöllä vähennetään materiaalien sijoittamisesta aiheutuvia ympäristöhaittoja sekä tarvetta maa-ainesten ottoon muilta alueilta.

Jälkihoitovaiheelle on tyypillistä toiminnan aikaisten maakerrosten muokkaus sekä uusien peittokerrosten rakentaminen. Jälkihoidon suunnittelu tullaan aloittamaan hankkeen toteutussuunnittelun aikana, joten jälkihoitoon tarvittavia maa-ainesmääriä on arvioitu jo rakentamisen aikana. Rakentamisen yhteydessä poistetut maa-ainekset varastoidaan siten, että ne voidaan hyödyntää toiminnan päättyttyä. Alueen jälkihoidon yhteydessä näitä maa-aineksia voidaan käyttää mm. häiriintyneiden maa-alueiden peittämiseen, mikä vähentää muiden maa-ainesvarojen käyttöä.

Maaperän kemiallinen muuttuminen

Suotovesien maaperään aiheuttamia vaikutuksia voidaan vähentää toisaalta suotovesien määrää vähentämällä ja toisaalta käsittelemällä suotovedet vähemmän haitallisiksi. Suotovesien määrää voidaan vähentää lähinnä alueiden pohjarakenteiden ja myöhemmässä vaiheessa myös pintarakenteiden oikealla toteutuksella. Suotovesien käsittelyllä voidaan osittain vähentää niiden kemiallisia vaikutuksia. Allas- ja kasa-alueiden pohjan läpi suoraan alla olevaan maaperään kulkeutuvan suotoveden käsittely ei kaikilta osin kuitenkaan ole mahdollista. Rikastushiekka-altaan ja sivukivialueiden suotovesien sekä valumavesien käsittelymenetelmiä on kuvattu kappaleessa 9.6.7.

Pölylaskeuman maaperään aiheuttamien haittojen vähentämiseksi ainoa toteuttamiskelpoinen keino on vähentää muodostuvien pölypäästöjen määrää. Syntyneen pölylaskeuman maaperään mahdollisesti aiheuttaman haitan puhdistaminen on käytännössä lähes mahdotonta. Pölypäästöjen vähentämistä on tarkasteltu kappaleessa 9.8.3.

9.1.4 Arvio hankkeen vaikutuksista maaperään

Maaperän geologisten olosuhteiden muuttuminen

Rakentamisen aiheuttama maa-alueiden muuttaminen voidaan jakaa kahteen erityyppiseen ryhmään. Merkittävin muutos maa- ja kallioperässä on alueilla, joilla tehdään maan kaivua ja kallion louhintaa, kuten louhokset. Maaperää muuttavat myös muut rakennettavat alueet, joilla luonnontilaista maaperää suurelta osin ei poisteta, mutta sen päälle tehdään uusi maarakenne, kuten sivukivikasa tai rikastushiekka-allas.

Kokonaisuudessaan hankealue kattaa päävaihtoehdosta riippuen 18-21 km² maa-alueita. Maa- ja kallioperään kohdistuvat muutokset ovat käytännössä pysyviä. Paikallisesti muutokset ovat merkittäviä. Muutettavalla alueella ei kuitenkaan sijaitse geologisesti arvokkaita tai poikkeuksellisia kohteita ja hankealueen maaperä on Kainuulle varsin tyypillistä. Rakentamisen aiheuttamat muutokset eivät suuremmassa mittakaavassa ole merkittäviä.

Avolouhosten alueilta poistetaan ja läjitetään uuteen paikkaan noin 3,9 Mm³ maa-aineksia, jotka valtaosaltaan ovat moreenia. Kahden avolouhoksen yhteenlaskettu pinta-ala on noin 215 ha ja niiden alueelta poistetaan keskimäärin noin 1,8 m maata. Louhittavan kallion tilavuus on noin 885 Mt, josta sivukiven osuus on 550 Mt. Kaivostoiminnassa maa- ja kallioperään kohdistuvia vaikutuksia on mahdotonta välttää. Näiltä osin maa- ja kallioperä muuttuu pysyvästi, koska louhoksia ei tulla toiminnan päättyttyä täyttämään kiviaineksella, vaan niiden annetaan täyttyä vedellä.

Muilla toiminta-alueilla maa-aineksia poistetaan perustusten vuoksi (esim. talteenottolaitos ja tieverkko) tai maa-alueita peittyy sivutuotteiden läjityksen yhteydessä. Lisäksi tietyillä osa-alueilla joudutaan pohjarakentamisen tai kasa-alueiden muotoilun asettamien vaatimusten vuoksi rakentamaan täyttöjä, jolloin näille alueille muodostuu uusia maakerroksia.

Jälkihoidolla voidaan osittain vähentää haitallisia vaikutuksia, mutta alueiden täydellinen palauttaminen alkuperäisen kaltaiseen tilaan ei ole mahdollista.

Maaperän kemiallinen muuttuminen

Toiminnassa voi muodostua suotovesiä lähinnä rikastushiekka- ja sivukivialueilla sekä poistetun pintamaan varastokasoilla. Bioliuotusvaihtoehdossa ei muodostu suotovesiä kasteluvesialtaissa tai liuotuskasoissa johtuen näiden rakenteiden pohjan tiivistysmenetelmästä. Näiltä alueilta maaperää muuttavaa vaikutusta voi aiheuta ainoastaan poikkeuksellisissa vuototilanteissa, kuten onnettomuuden yhteydessä. Kasteluvesillä olisi tällaisessa tilanteessa vastaavia vaikutuksia kuin suotovesillä, mutta kasteluveden ominaisuuksista johtuen vaikutukset olisivat todennäköisesti voimakkaampia.

Sivukivikasoilla muodostuvien suotovesien laatua on tutkittu kairasydännäytteiden liukoisuus- ja ABA -testeillä, joita on esitelty kappaleessa 4.10. ABA -testissä mustaliusketta sisältävistä näytteistä valtaosa havaittiin potentiaalisesti happoa muodostaviksi. Muista kuin mustaliusketta sisältävistä näytteistä valtaosa määriteltiin ei-happoa muodostaviksi. Sivukiven laatu vaihtelee merkittävästi alkuperän mukaan, mistä syystä osa sivukivialueista suunnitellaan rakennettavaksi niin, että sivukivi eristetään ympäröivästä maaperästä ja suotovesien synty estetään. Näille alueille tultaisiin sijoittamaan ne massat, jotka joko haponmuodostuspotentiaalinen tai liukoisten metallipitoisuuksien perusteella mahdollisesti aiheuttaisivat muutoin sijoitettuna maaperän tai pohjaveden pilaantumista. Tällöin suotovesiä muodostuu ainoastaan happoa muodostamattomien ja liukoisilta metallipitoisuuksiltaan alhaisten sivukivien kasoista eikä maaperän pilaantumisvaaraa näistä sivukivikasoista arvioida olevan. Happoa muodostavien ja muodostamattomien sivukivien suhdetta ei tämän hetkisen tiedon perusteella voida varmuudella arvioida. Koska sivukiven laatu määräytyy kallioperästä louhittavan materiaalin laadun perusteella eikä prosessivalinnalla voida siihen vaikuttaa, ei päävaihtoehtojen välillä arvioida olevan merkittäviä eroja.

Päävaihtoehtossa PR1 muodostuvan rikastushiekan laatua on tutkittu pilot-mittakaavaisten rikastuskokeiden yhteydessä, joita on esitelty kappaleessa 4.6. Rikkipitoisuuden perusteella rikastushiekka ei todennäköisesti ole happoa muodostavaa ja sen metallipitoisuudet ovat verrattain pienet. Arvion mukaan rikastushiekka ei tule aiheuttamaan haitallisia suotovesiä, jolloin maaperän ja pohjaveden merkittävää pilaantumisvaaraa ei ole.

Rakennettavilta alueilta poistettavan pintamaan ei ole alustavissa tutkimuksissa todettu sisältävän haitallisia pitoisuuksia metalleja tai muita alkuaineita. Pintamaan varastointi vastaa näin ollen tavanomaista maa-aineksen varastointia eikä edellytä erityistoimenpiteitä ympäristöhaittojen ehkäisemiseksi. Pintamaata voidaan myös käyttää rakennusmateriaalina ilman maaperään kohdistuvia vaikutuksia.

Bioliuotuksen kasteluveden, kemikaalien ja polttoaineiden suojarakenteet estävät maaperään kohdistuvat vaikutukset näiltä alueilta. Onnettomuuksien tai laiterikkojen aiheuttamia pienialaisia vuotoja ja edelleen maaperän pilaantumista voi kuitenkin tapahtua ja niihin varaudutaan toimenpideohjeilla. Laajemmat vaikutukset estetään vesienhallintasuunnitelman mukaisilla suojarakenteilla (ympärysojilla), joilla valumavedet kootaan ja siten niiden vaikutukset ympäröivään maaperään estetään. Vuodoista ja valumavesistä maaperään kohdistuvat vaikutukset arvioidaan vähäisiksi ja paikallisiksi.

9.1.5 Vaihtoehtojen vertailu

Päävaihtoehdot PR1 ja PR2

Maaperää muuttava vaikutus kohdistuu kaivoshankkeen laajan mittakaavan vuoksi molemmissa päävaihtoehdoissa varsin suurelle alueelle. Käytännössä kaikilla rakennettavilla alueilla maaperää muokataan joko kaivamalla ja louhimalla tai rakentamalla uusia täyttökerroksia. Maa- ja kallioperän poisto tehdään ensisijaisesti louhosalueilla, jotka ovat päävaihtoehdoissa PR1 ja PR2 samansuuruiset eikä vaihtoehtojen välillä tältä osin ole eroja.

Maaperää peittävien uusien rakenteiden, joiden alapuolinen maa jää suurelta osin luonnontilaan, kannalta eroa muodostuu rakennettavien alueiden pinta-alasta. Vaihtoehdossa PR1 rakennettava kokonaisalue on noin 21 km² ja vaihtoehdossa PR2 18 km², joten tältä kannalta vaihtoehdon PR1 vaikutus on jonkin verran laajamittaisempi.

Maaperää peittäviä rakenteita, ovat mm. korkeat kasamaiset alueet, kuten sivukivi- ja liuotuskasat ja toisaalta patorakenteen rajaamat laajat ja matalammat alueet, kuten rikastushiekka- ja kipsiallas. Suurin yksittäinen maaperää muuttava rakenne on rikastushiekka-allas, joka yksin peittää alleen noin 8 km² alueen. Yksittäinen laaja alue toisaalta hyödyntää tehokkaasti maa-alueen, mutta toisaalta rikastushiekka-altaan laajuus rajaa voimakkaasti mm. altaan sijoituspaikan valintaa. Tällöin maaperässä mahdollisesti havaittavien arvokkaiden muodostumien säästäminen maankäyttösuunnitelmaa muuttamalla on vaikeaa, ellei jopa mahdotonta. Vaikka tällaisia muodostumia ei tutkimusalueelta ole havaittu, arvioidaan rikastushiekka-altaan laajuus vaihtoehdon PR1 kannalta sitä heikentäväksi tekijäksi. Muiden alueiden osalta vaihtoehtojen välillä ei arvioida olevan eroja.

Sivukivialueiden laajuuden osalta päävaihtoehdoilla on selvä ero (PR1 11 km², PR2 4,4 km²). Tällä ei kuitenkaan arvioida olevan merkittävää eroa maaperään kohdistuvien kemiallisten vaikutusten kannalta, koska haitallisia suotovesiä muodostavat sivukivet sijoitetaan tiiviin pohjarakenteen päälle. Lisäksi vaihtoehtojen välisten suotovesimäärien eroa pienentää toiminnan aikana tehtävä sivukivikasojen jälkihoito. Vaihtoehdossa PR1 suotovesiä voi aiheutua myös rikastushiekka-altaalta. Vaihtoehdon PR2 sisältämät muut alueet, kuten bioliuotuskasat eivät aiheuta suotovesiä tiiviin pohjarakenteen vuoksi. Suotovesien määrä arvioidaan suuremmaksi vaihtoehdossa PR1. Suotovesien määrä riippuu kuitenkin suuresti valittavista pohja- ja patorakenteista. Suotovesien maaperälle aiheuttamien vaikutusten osalta päävaihtoehdoilla ei arvioida olevan merkittävää eroa, koska alueiden pohjarakenne toteutetaan kullakin alueella suotoveden laadun perusteella siten, että maaperän pilaantuminen estetään.

Vuotojen ja valumavesien aiheuttamia maaperävaikutuksia voi aiheutua onnettomuus- tai laiterikkotilanteissa. Työkoneissa ja kiinteissä laitteissa onnettomuusriskin arvioidaan olevan molemmissa vaihtoehdoissa samansuuruisen. Kemikaalivuotojen tapahtumisriskin arvioidaan lisääntyvän kemikaalien käytön myötä, millä perusteella näiden vuotojen todennäköisyys arvioidaan suuremmaksi vaihtoehdossa PR2. Myös vaihtoehdon PR2 laajoissa kasteluvesialtaissa ja –putkistoissa tapahtuvat vuodot voivat aiheuttaa vaikutuksia maaperään, mikäli suojarakenteet ja varotoimet eivät toimi suunnitellusti. Näillä perusteilla vaihtoehto PR1 on vuotojen ja valumavesien kannalta edullisempi.

Ympäristöön leviävää pölyämistä voi aiheutua lähinnä jälkihoitamattomilta sivukivialueilta sekä rikastushiekka- ja kipsisakka-alueiden kuivilta reunaosilta. Sivukivialueita on selvästi enemmän PR1:ssä, mutta niitä tullaan jälkihoitamaan jo toiminnan aikana, mikä pienentää vaihtoehtojen välistä eroa. Rikastushiekka-allas vaihtoehdossa PR1 tulee todennäköisesti aiheuttamaan jossain määrin pölyämishaittoja; lisäksi altaan laajuus vaikeuttaa tehokasta pölyämisen estämistä esim. hiekka-allasta kastelemalla. Rikastushiekan metallipitoisuudet on arvioitu varsin alhaisiksi, mutta pölyämisen maaperään aiheuttama vaikutus arvioidaan suuremmaksi vaihtoehdossa PR1.

Kiviainesten kuljetus ja murskaus

Kiviainesten kuljetuksessa louhokselta tuotantoon on vaihtoehtoina hihnakuljetus (KU1) ja dumpperikuljetus (KU2). Vaikutukset maaperään aiheutuvat lähinnä kuljetusrakenteiden (tiet tai

hihnalinjat) vaatimasta rakennusmateriaalista sekä pölyämisestä. Tarvittavien maarakennusmateriaalien määrän arvioidaan olevan molemmissa vaihtoehdoissa samansuuruinen. Pölyämisen suhteen vaihtoehdon KU1 mukainen hihnakuuljetin tehdään katettuna, jolloin pölyämisen ja pölyn aiheuttamien maaperävaikutusten määrä on selvästi dumperikuljetusta vähäisempi.

Murskauksen osalta vertailtavina vaihtoehtoina on murskaamon sijoitus joko louhokseen (KU1) tai maanpäälle (KU2). Tällöin eroja syntyy lähinnä murskauksen aiheuttaman pölyn vaikutuksista. Murskaamon aiheuttaman pölyn määrä ei ole riippuvainen sen sijoituspaikasta. Mikäli murskaamo sijoitetaan louhokseen, muodostuva pöly kuitenkin laskeutuu käytännössä lähes kaikilta osin takaisin louhokseen. Sijoitus louhokseen arvioidaan näin ollen edullisemmaksi vaihtoehdoksi.

Vesipäästöjen johtaminen ja raakavedenotto

Vesipäästöjen johtaminen voi vaikuttaa maaperäolosuhteisiin mahdollisen maaperään suotautumisen kautta. Maaperään suotautuminen vaikuttaa ensisijaisesti pohjaveteen ja jossain määrin myös maaperään, mutta vesipäästöjen laimentuminen purkuojissa pienentää näitä vaikutuksia. Vesipäästöjen johtamis- ja raakavedenottovaihtoehtojen aiheuttamien maaperävaikutusten välillä ei arvioida olevan merkittäviä eroja.

Voimalinjan ja rautatien suuntaus

Voimalinja ei tyypillisesti aiheuta maaperää pilaavia vaikutuksia. Näin ollen sen sijoituksella ei arvioida olevan vaikutuksia eikä vaihtoehtojen VL ja VL2 välillä eroja.

Rautatielinjalla voi arvioida olevan maaperävaikutuksia mahdollisten polttoainepäästöjen ja pölyämisen kautta. Polttoainepäästöjen arvioidaan olevan vähäisiä eikä rautatien sijainnilla ole vaikutusta polttoainepäästöihin tai niiden aiheuttamiin maaperävaikutuksiin.

Rautatieliikenne voisi aiheuttaa pölyämistä joko kuljetettavan materiaalin pölyämisen myötä tai junan maasta nostattaman pölyn välityksellä. Materiaalin pölyäminen on lähtökohtaisesti estettävä jo taloudellisista syistä. Maasta noussut pöly laskeutuu puolestaan takaisin maahan lähiympäristöön eikä sen arvioida aiheuttavan maaperävaikutuksia. Vaihtoehdoilla RT1, RT2 ja RT3 ei ole arvion mukaan eroja maaperäolosuhteiden osalta.

Nollavaihtoehto

Nollavaihtoehdon toteutuessa kaivosta ei avata, jolloin kaikki maa- ja kallioperään kohdistuvat vaikutukset vältetään. Koska kaivostoimintaan kuuluu keskeisesti kallioperän louhiminen, nollavaihtoehto on maaperän muuttumisen kannalta luonnollisesti merkittävästi molempia päävaihtoehtoja edullisempi.

On kuitenkin huomattava, että vaikka kaivoshanke ei nyt toteutuisi, hankealueelle jäisi hyödyntämättä kansallisesti ja kansainvälisesti varsin merkittävä luonnonvara, jota ei voi siirtää toiselle alueelle. Mikäli tämä luonnonvara joskus tulevaisuudessa tultaisiin hyödyntämään, vaikutukset kohdistuvat samalle alueelle ja tulevat olemaan todennäköisesti merkittäviä. Näin ollen voidaan arvioida, että nollavaihtoehdonkin toteutuessa maa- ja kallioperää olennaisesti muuttava toiminta ei tule siirtymään muualle tai eikä todennäköisesti jäävän lopullisesti toteutumatta. Raaka-ainevarannon merkittävän kokoluokan vuoksi maaperää muuttava toiminta tulisi ainoastaan siirtymään tulevaisuuteen hankkeen kokoluokan osalta suunnitellun kaltaisena.

9.1.6 Johtopäätökset

Kaivostoiminnan keskeisenä osana on kallioperässä olevien luonnonvarojen hyödyntäminen louhimalla. Näin ollen kaivostoiminnasta aiheutuu väistämättä vaikutuksia maaperään. Hanke tulee aiheuttamaan muutoksia maaperäolosuhteisiin vaihtoehdosta riippuen 18-21 km² laajuisella alueella. Muutoksen kohteena olevat alueet ovat tyypillisiä Kainuulle eikä hankealueella sijaitse erityisen merkityksellisiä maaperämuodostumia. Merkittävimmät fysikaaliset vaikutukset maan kerrosrakenteeseen aiheutuvat louhinnasta sekä tarvittavien maarakenteiden toteuttamisesta. Kemiallisesti vaikutuksia maaperään voi aiheutua suotovesistä, pölyämisestä sekä mahdollisista vuototilanteista.

Päävaihtoehtojen aiheuttamat vaikutukset maaperään ovat samansuuntaisia. Vaihtoehdon PR2 edellyttämistä suojarakenteista johtuen sen vaikutusten arvioidaan olevan jossain määrin vähäisemmät. Tässä vaihtoehdossa myös rakennettava pinta-ala on pienempi.

Kiviaineksen murskauksen ja kuljetuksen vaihtoehtojen välillä louhokseen sijoitettavan murskaamon ja hihnakuljetuksen (KU1) vaikutuksen maaperään arvioidaan pienemmiksi kuin dumpperikuljetuksen ja maan päällä tapahtuvan murskauksen (KU2). Vesipäästöjen johtamisen, raakavedenoton tai voimalinjan ja rautatien sijoituksen eri vaihtoehtojen maaperävaikutuksilla ei voida osoittaa olevan merkittäviä eroja.

9.2 Pohjavesi

Pohjavesien inventointiraportti on tehty sekä karttatulkinnan että vedenpintamittausten perusteella. Aineistona on käytetty myös Teknillisen korkeakoulun professori Kirsti Loukola-Ruskeeniemen ohjaamaa Klaus Einsalon diplomityötä.

9.2.1 Pohjavesiolosuhteet

Kolmisopen ja Kuusilammen malmiesiintymien ja alueen muiden köyhempien mineralisaatioiden tiedetään vaikuttaneen alueen moreenin ja sen vuoksi myös pohjaveden laatuun. Sen sijaan idässä hankealueelta olevissa kiilleliuskeissa pohjavedessä ei ole epäpuhtautena mineralisaatiosta liuenneita aineita, vaan pohjavesi on yleensä malmion metalleista vapaata. Kalliopohjavesi on mineralisaation kohdalla metallipitoista ja käyttökeltotonta (Loukola-Ruskeeniemi 1995).

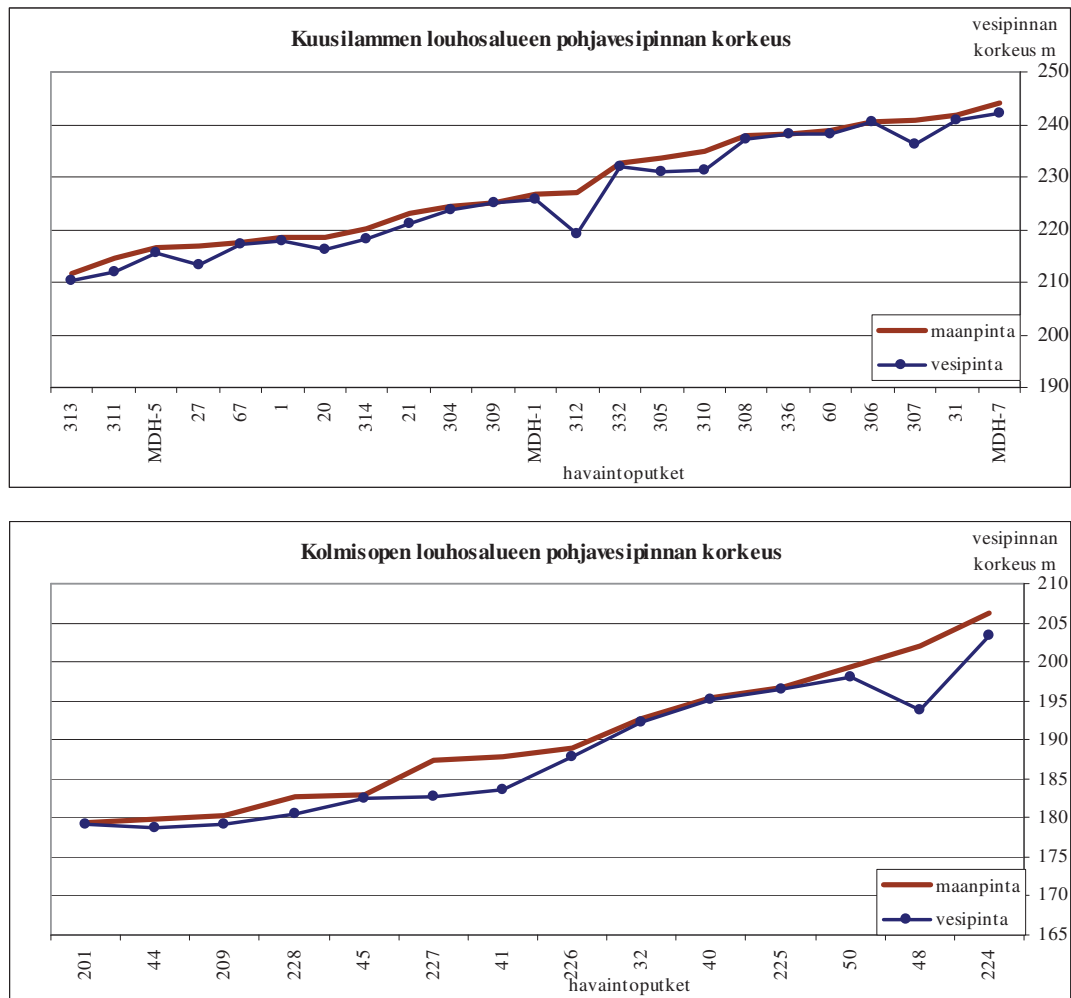
Hankkeen arvioidulta vaikutusalueelta ei ole tiedossa luokiteltuja pohjavesialueita (Britschgi et al. 1996). Hankealueen maaperä on verrattain ohut ja suuria pohjavesivaroja siinä ei ole. Maaperä on ohut ja koostuu pääsääntöisesti hiekkamoreeneista, eikä alueella ole myöskään sora- tai hiekkaharjuja, jotka voisivat tuottaa suuria määriä pohjavettä (kuva 9.4).



Kuva 9.4. Pohjavesi kallion ja maan rajapinnassa.

Talvella 2005 mitattiin louhosten alueella olevista malmikairausten rei'istä pohjaveden pinnan korkeuksia ja mittaus toistettiin kesäkuussa. Tarkoituksen oli havainnoida vuoden alinta ja ylintä pohjaveden pinnan tasoa. Eroa talven ja kevään mittausten välillä oli 0 – 49 cm eli suhteellisen vähän. Pohjaveden pinta oli joissakin putkissa maanpinnan tasolla ja syvimmillään noin 8 m

syvyydessä. Koekuopissa havaittiin, että rinnealueilla pohjavesi virtaa ennen kaikkea kallion ja maan rajassa. Kuusilammen louhosalueen maaston korkeimmissa kohdissa maakerrosten paksuus on pienempi kuin maaston alemmilla alueilla ja sen seurauksena pohjavesi oli keskimäärin lähempänä maanpintaa mäkien ylärinteillä kuin alavammilla paikoilla. Kolmisopen louhosalueella pohjavesipinnan korkeuden suhde maaston korkeuteen oli päinvastainen ja alavien paikkojen pohjavesi oli lähellä maanpintaa. Huhtikuussa tehtyjen mittausten mukaan Kuusilammen louhosalueella pohjavedenpinnan syvyys maanpinnasta lukien oli keskimäärin noin 1,3 m ja Kolmisopen louhosalueella noin 1,2 m (kuva 9.5).



Kuva 9.5. Louhosalueiden pohjavedenpinnan korkeus suhteessa maanpintaan 9.4.2005.

Alueen kivilajeissa selvimmän näkyvä rakennepiirre on liuskeisuus, joka kulkusuunta on NNW (pohjoisluode) tai eteläosassa NW (luode) ja kaade 50 - 60 astetta itään. Poimutus on intensiivistä ja mustaliuskeissa on usein nähtävissä pienoispöimutusta. Alueen etelä- ja keskiosassa poimuakseli on loiva 10 - 20 astetta NW tai NNW. Kolmisopen alueella kaateet vaihtelevat laajasti 10 - 90 astetta akselin suunnan ollessa NNW tai SSE (eteläkaakko) (Heino ja Havola 1980).

Kuusilammen alueen kalliomekaanisissa kartoituksissa on havaittu kolme rakoilusuuntaa ja rakojen määrä vaihtelee välillä 2,6 - 4,7 rakoa/metri (Gridpoint 2004). Havaintojen mukaan rakojen määrä vähenee syvyyden kasvaessa. Tavallisesti rakopinnat ovat karkeita, lievästi aaltoilevia eikä niissä ole rakotäytteitä. Siten niiden vedenjohtavuus on heikko. Gridpoint on arvioinut kiven kalliomekaanisen laadun pääsääntöisesti kohtalaisen hyväksi tai hyväksi, jota osoittaa mm. korkea RQD-arvo 90 - 100 %. Kuusilammen kalliomekaanisissa kartoituksissa löydettiin joitakin kapeita ruhjevyyhykkeitä, mutta niiden vedenjohtavuus voidaan olettaa vähäiseksi.

Merkittävin ruhje on havaittu reiässä R320, joka sijoittuu Kuusilammen esiintymän länsipuolelle Heittimenpuron varteen. Tässä Geologian tutkimuskeskuksen 1979 kairaamassa reiässä on sydänhukkaa välillä 27,7 - 59,5 m yhteensä noin 11 metriä. Ruhjeen suunnaksi voidaan olettaa karkeasti NW eli kivilajien yleinen kulkusuunta. Outokumpu Oyj:n kairauksissa Kuusilammen kairanrei'issä oli sydänhukkaa 0,15 % ja vastaavasti Kolmisopella 1 %. Molempia lukuja voidaan pitää pieninä. Kolmisopen esiintymään voidaan tulkita esiintymän pituussuuntaa seuraava ruhje, joka sijoittuu mineralisaation itäkontaktin tuntumaan. Geologian tutkimuskeskus on tulkinnut Kolmisopen esiintymän itäpuolella SW-NE -suuntaisia (lounas-koillinen) siirroksia, mutta niillä ei ole ulottuvuutta malmialueelle.

Kuusilammen alueelle on Talvivaara Projekti Oy:n toimesta tehty kaksi kaivoa, joista toinen sijoittuu malmin itäpuolen mustaliuskeeseen. Kaivolla on syvyyttä 152 metriä ja siitä saatu vesimäärä on jäänyt vaatimattomaksi ollen keskimäärin 1 m³ /h. Toinen kaivo sijoitettiin malmin keskelle, jossa kallio on RQD -lukujen mukaan keskimääräistä rikkonaisempaa ja tästä 40 metriä syvästä kaivosta saadaan vettä 7,5 m³/h.

9.2.2 Pohjavesivaluma-alueet

Pohjaveden pinta myötäilee topografiaa. Tulovirtaama ja maanpinnan alaiset olosuhteet säätelevät vesitasapainoa ja muodostuvaa virtauskuvaa. Yksi pohjaveden muodostajista on sade. Kumpuileva pohjavedenpinta suurillakin pohjavesialueilla on pikemmin sääntö kuin poikkeus. Aktiivisessa veden maanalaisessa hydrologisessa kierrossa olevilla alueilla pohjavedenpinta on yleensä jatkuvassa muutostilassa (Mälkki 1999).

Tutkimusalueella pohjavedenpinta viettää pohjoiseen eli kohti Kolmisoppea ja vedet päätyvät lopulta pintavesiin Oulujoen vesistöalueella. Vedenjakaja on eteläisemmän Kuusilammen eteläpuolella, josta alkavat Vuokseen laskevat vesistöt. Kuvan 9.6 malli esittää tutkimusalueen pohjaveden virtaussuunnat.

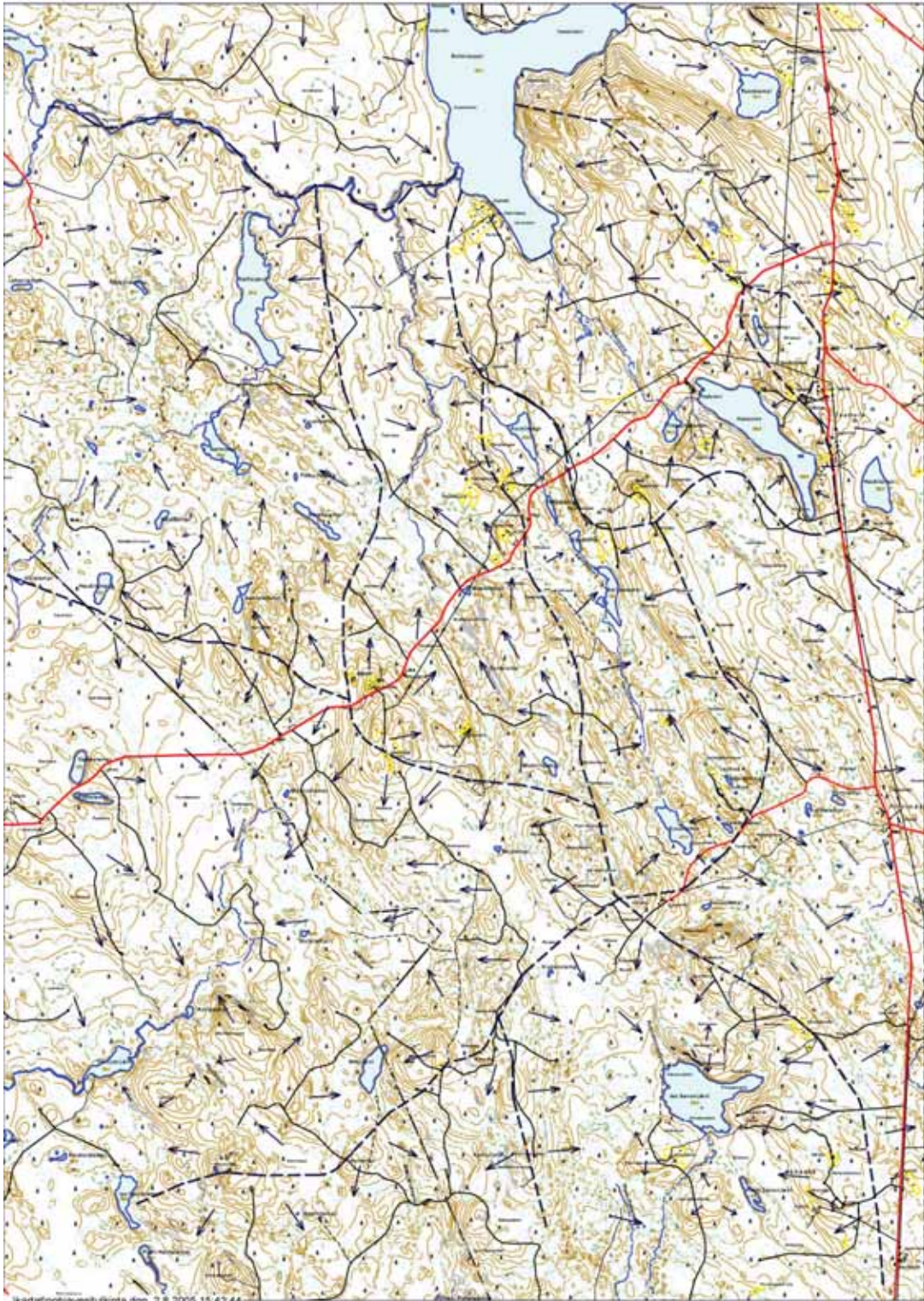
9.2.3 Pohjaveden laatu

Pohjaveden laadusta on käytettävissä aineistoa vuosilta 1993 -94 (GTK) ja vuodelta 2005 (LVT). GTK:n aineiston näytteiden tulokset ovat taulukossa 9.2 ja mitattujen alkuaineiden ja yhdisteiden valikoiman laajuudesta johtuen aineisto antaa kattavan kuvan vesien ominaisuuksista laajalla alueella.

Taulukko 9.2. Keskiarvo, mediaani, minimi ja maksimi arvot pohjavesissä mustaliuskealueella Talvivaarassa. N on näytteiden lukumäärä. (Loukola-Ruskeeniemi et al. 1998)

	Keskiarvo	Mediaani	Min.	Max.	N	Suomi*
pH	6,0	6,0	5,4	6,9	9	6,4
Ca (mg/l)	8,93	8,05	1,52	17	9	11,4
Mg (mg/l)	2,02	2,24	0,5	3,95	9	2,38
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	14,5	15,5	3,4	27,5	9	10,4
Ni (µg/l)	25,1	10,1	0,2	91,3	9	0,84
Co (µg/l)	1,32	0,08	0,03	4,96	9	0,09
Cu (µg/l)	13,9	2,64	0,25	79,6	9	2,49
Zn (µg/l)	168	25,9	4,16	628	9	10,4
Fe (mg/l)	0,07	0,04	0,01	0,29	9	<0,03
Cd (µg/l)	1,02	0,22	0,01	3,68	9	<0,02
KMnO ₄ (mg/l)	2,7	2,8	0,6	5,2	9	4,5

* Tuhannen kaivon tutkimuksessa mukana olevien rengaskaivojen mediaaniarvoja Suomessa Lahermo et al. 1999.



Kuva 9.6. Pohjajärven virtaussuunnat ja valuma-alueet.

Mustaliuske sisältää sulfideja ja rapautuu sen vuoksi helposti. Rapautuessaan mustaliuskeesta liukenee ympäristöön metalleja ja hapanta vettä ja ne voivat happamoittaa ympäristön pinta- ja pohjavesiä ja maaperää. Talvivaaran mustaliuskealueella kohonneita metallipitoisuuksia löytyy

pohjavesistä, purovesistä, sekä puro- ja järvisedimenteistä. Nämä pitoisuudet ovat paikoin korkeampia kuin koko maan mediaanipitoisuudet. Pitoisuudet ovat alhaisempia ympäristön graniittisen ja kvartsiittisen kallioperän alueilla verrattuna mustaliuskealueisiin.

Toukokuussa 2005 otettiin kaivoshankkeen ja sen lähistön kaivoista näytteet (yhteensä 15 kpl) ja niistä analysoitiin veden juomakelpoisuuteen ja teknisiin tekijöihin liittyviä parametreja (taulukko 9.3). Tulosten mukaan vesien hygieeninen laatu oli kolibakteerien esiintymisen suhteen tyydyttävä, sillä 11 kaivossa pesäkeluku oli 0. Nitraattipitoisuuden suhteen vedet olivat juomakelpoisia ja nitriittiä ei ollut. Laatuvirheitä oli KMnO_4 -luvun (1 kaivo), ammoniumin (1), sameuden (1-2), pH:n (8), värin (1), raudan (3), mangaanin (2), nikkelin (1) ja kadmiumin (1) suhteen.

Taulukko 9.3. Talvivaaran alueen talousvesikaivojen vedenlaatu toukokuussa 2005.
Tutkimuksessa 14 talojen kaivoa ja kaivoshankkeen koetoiminta-alueen porakaivo.

	Koliform. bakteerit pmy/100ml	Heter.bakt. 37°C pmy/ml	NO_3 mg/l	NO_2 mg/l	NH_4 mg/l	KMnO_4 - luku mg/l	Sähkön- johtavuus mS/m	Sameus FTU
minimi	0	0	0,1	<0,01	<0,01	<4	2,6	0,2
maksimi	17	>300	20,6	<0,01	0,11	32	129,2	8,6
mediaani	0	>300	4,1	<0,01	0,01	10	11,4	0,3
	pH	alkalinit. mmol/l	CO_2 mg/l	kovuus mmol/l	väri mgPt/l	Haju	Ca mg/l	Na mg/l
minimi	4,22	0,09	4,1	0,07	<5	1	<0,1	0,3
maksimi	7,62	2,75	59,7	3,94	84	2	44,8	7,2
mediaani	6,42	0,63	12,5	0,32	<5	1	9,7	1,8
	K mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Cu mg/l	Pb mg/l	Ni mg/l	Cd mg/l
minimi	0,4	0,6	<0,01	<0,01	0,062	<0,001	<0,001	<0,001
maksimi	12,9	4,4	4,29	0,26	0,627	0,002	0,220	0,013
mediaani	2,2	2,2	0,09	0,04	0,191	0,002	0,003	<0,001
	Hg mg/l	As mg/l	Se mg/l	Sb mg/l	Cr mg/l	Zn mg/l	V mg/l	Co mg/l
minimi	<0,0001	<0,001	<0,005	<0,005	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001
maksimi	<0,0001	0,002	<0,005	<0,005	<0,001	0,632	<0,01	0,006
mediaani	<0,0001	0,001	<0,005	<0,005	<0,001	0,023	<0,01	0,004

9.2.4 Hankkeen vaikutustavat pohjavesiin

Suunnitellun hankkeen toteutus, toiminta ja toiminnan lopetus voi vaikuttaa pohjavesivarantoihin usein eri tavoin.

Pohjaveden määrä ja pinnantaso

- Maanpoisto ja rakentaminen voivat vaikuttaa pohjaveden muodostumiseen sekä olemassa oleviin lähteisiin.
- Vedenpoisto avolouhoksista voi alentaa pohjaveden pinnankorkeutta louhosten läheisyydessä sekä muuttaa pohjaveden virtaussuuntaa.
- Rikastushiekka-allas voi paikallisesti nostaa pohjaveden pinnankorkeutta ja vaikuttaa virtaussuuntaan.

Pohjaveden laatu

- Rikastushiekka-altaalta, sivukivialueilta ja vesien käsittelylaitailta voi suotaautua haitta-aineita sisältävää vettä pohjaveteen

- Toiminta-alueiden haitta-aineita sisältävät valumavedet voivat suotautua pohjaveteen.
- Vuotojen ja tahattomien päästöjen seurauksena voi pohjaveteen päästä öljyä, polttoaineita, kemikaaleja ym.
- Avolouhokset voivat täyttyessään vaikuttaa pohjaveden laatuun kaivostoiminnan päätyttyä.
- Kaivoksen valuma- ja vajovedet saattavat aiheuttaa maaperän ja vesialueiden pohjasedimenttien muuttumista.

Kaivostoiminnassa osaan maankäyttöratkaisuista ei voida vaikuttaa ja erityisesti louhosten paikan muuttaminen on mahdotonta. Painavat syyt pitää olla myös sellaisille maankäyttöratkaisuille, jotka nostavat hankkeen kustannuksia merkittävästi, sillä hanke on suunniteltava tässä tapauksessa yli 20 vuoden ajalle ja taloudellisesti mahdollisimman varmalle pohjalle. Maankäyttöratkaisuille ei myöskään pitäisi sulkea pois vielä tutkimattoman mineralisaation hyödyntämismahdollisuutta.

Avolouhoksiin virtaa pohjavettä, joten se vaikuttaa pohjaveden pinnan tasoon ja mahdollisesti myös pohjaveden laatuun. Käytännössä avolouhoksista seuraa pohjavedenpinnan laskua, koska vettä pumpataan koko ajan pois louhoksesta, jotta louhos pysyisi kuivana. Vaikutus voi heijastua lähialueilla kaivojen veden korkeudessa ja biotoopeissa. Avolouhos voi vaikuttaa pintavesiin, jotka ovat yhteydessä pohjaveteen.

Kaivoksen lopettamisen jälkeen avolouhosten annetaan yleensä täyttyä vedellä. Kaivoksen täyttyessä ylivuodot tulevat mahdollisiksi ja riski happamien kaivosvesien pääsemiselle ympäristöön kasvaa. Happamat kaivosvedet voivat ympäristöön päästessään heikentää maaperän maataloudellisia ominaisuuksia ja saastuttaa pohjavesiä.

Rautasulfidien hapettumisen seurauksena vajovesi voi olla hyvin reaktiivista ja voi edelleen liuottaa metalleja muista sulfidimineraaleista (Kytö ja Räisänen 2002, Räisänen et al. 2002). Hapettumisen teho kasvaa kiven muuttuessa rikkonaisemmaksi, koska kontaktipinta-ala kasvaa. Mitä suurempi on kontaktipinta-ala, sitä nopeammin kiviaines rapautuu. Toinen hapettumisen voimakkuuden säätelijänä toimiva tekijä on sulfidipitoisuus. Korkeampi sulfidipitoisuus edesauttaa hapettumista. Karbonaattien, kuten kalsiitti, liukeneminen pystyy neutraloimaan rikkikiisun hapettumisesta johtuvaa happamuutta. Neutralointia pystyy myös aiheuttamaan, tosin hitaammin, alumiini-silikaattien kuten kloriitin esiintyminen.

Maaperän happamuus on tärkein nikkeli-ionin käyttäytymistä säätelevä tekijä. Nikkelin liikkuvuus, ja samalla mahdollisuus liueta pohjaveteen, kasvaa maaperän happamoitumisen myötä. Nikkeli-ionit ovat liikkuvimpia runsaasti happea sisältävissä olosuhteissa, kun maaperän pH on alle 4. Kun maaperän pH ylittää 6,5, nikkeli kerasaostuu rautayhdisteiden kanssa. Hydrolysoituminen rajoittaa nikkelin liikkuvuutta emäksisissä olosuhteissa. Happamuuden ohella nikkelin sitoutumista maaperään säätelevät orgaaninen aines, savimineraalit, raudan ja mangaanin oksidit ja saostumat sekä epäorgaaniset suolat ja orgaaniset kompleksit. Orgaaninen aines sitoo erittäin voimakkaasti nikkeliä.

Maaperän yleinen happamoituminen happamien sateiden seurauksena olisi Kolmisopen-Talvivaaran laajan mustaliuskealueen moreenin nikkelin liukenemisen kannalta haitallista. Ennen 1990-luvua sadeveden happamuus oli voimakkaampi kuin nykyisin, mutta happaman sateen vaikutusta pohjaveden laatuun ei ole tutkittu tällä alueella.

9.2.5 Hankkeen haitallisten vaikutusten vähentäminen

Maankäyttövalinnoilla voidaan vaikuttaa pohjaveden muodostumisalueisiin, lähteisiin, kaivoihin ja pohjavedestä vetensä saaviin puroihin ja lampiin. Käytännössä Talvivaaran kaivoshankkeen maankäyttövalinnoilla voitaisiin vähentää vaikutuksia 1-2 lähteeseen ja niiden valuma-alueisiin. Tämä merkitsisi lähteiden huomioimista uusien teiden ja infrastruktuurin suunnittelussa. Kolmisopen louhoksen itäpuolelle suunnitellun sivukivikasan pohjan muotoilulla voidaan vaikuttaa lähteen valuma-alueeseen. Samoin rikastushiekka-altaan padon paikan valinnalla ja teollisuusalueen sijainnissa tehtävällä yksityiskohtaisella toimintojen sijoittelulla voidaan vaikuttaa lähteen valuma-alueilla.

Rikastushiekka-altaan suotovesimäärää voidaan pienentää rakentamalla patoihin tiivistysosa ja tiivistämällä patojen alle jäävää maata tarvittaessa keinotekoisin rakentein. Altaan pohjan tiivistys niiltä osin joissa luontaisesti ei ole riittävän tiivistä moreenia pienentää suotovesien määrää. Rikastushiekka itsessään on suhteellisen heikosti vettäjohtavaa ja hiekan levitys altaalle voidaan suunnitella niin, että hienojakoisin aines leviää mahdollisimman isolle alalle altaan pohjaa. Mikäli rikastushiekka-altaan suotovesistä aiheutuu merkittäviä ympäristövaikutuksia, voidaan asennettavista tarkkailuputkista käynnistää suotovesien pumppaus takaisin altaalle.

Avolouhosten kuivanapidon ympäristöä kuivattava vaikutus kohdistuu toisaalta maaperään ja toisaalta peruskallioon. Kosteikkojen (suot, rannat) säilymiseen voidaan louhosten ympäristössä vaikuttaa suunnittelemalla ojitukset niin, että ne pidättävät vettä kosteikossa tai johtavat lisävetä kosteikkoon, jos pohjaveden pinnan alentuminen uhkaa kuivattaa aluetta. Tehtävillä ojituksilla ja veden johtamisella uudella tavalla voidaan myös muodostaa jostakin alueesta runsaamman pohjaveden lähde.

Siinä tapauksessa, että pohjaveden pinnan alentuminen vaikuttaa haitallisesti kaivoihin, voidaan muuttuneita pohjavesiolosuhteita lievittää turvaamalla kaivon käyttäjille talousvesi muulla tavoin.

Talvivaaran kaivoksen suunnitelmissa on mm. sivukivien varastointialueiden eristäminen maaperästä ja pohjavedestä, jos varastoitavat materiaalit sitä edellyttävät. Koska suotovedet voisivat pilata pohjavettä, eristämällä voidaankin välttää haittoja. Myös tuotantoalueita aiotaan eristää pohjavedestä biokasaliuotusvaihtoehdossa ja rakenteiden valinnalla ja toteutuksella voidaan vaikuttaa pohjaveden laatuun kohdistuviin riskeihin. Nikkeli pidättyy tehokkaasti maaperään, jos pH on lähellä neutraalia, ja sen vuoksi voidaan pohjaveden laadun muutoksia välttää nostamalla pH:ta riittävästi. Myös orgaanisten suojakerrosten hyödyntäminen, joihin nikkeli sitoutuu tehokkaasti, voivat tulla kysymykseen soveltuviin kohteissa.

9.2.6 Arvio hankkeen vaikutuksista pohjavesiin

Kuusilammen ja Kolmisopen louhosten kuivatusvaikutuksen alue on arvion mukaan noin 900 – 1300 metriä louhosten ympäristössä. Peruskallion tultua kuivatetuksi vähenee louhoksiin tulevan veden määrä, kunnes jälleen louhoksia syvennetään ja uutta kalliopohjavettä tulee imuvaikutuksen piiriin. Kuusilammen louhoksen kohdalla vaikutusalue on suhteellisen suljettu, sillä pohjavesien valumisalue rajautuu louhoksen itä- ja länsipuolella vain noin 100 - 200 metrin päähän louhoksen reunasta. Kallioperän isot ruhjevyöhykkeet ovat malmivyöhykkeen suuntaiset eivätkä ne johda kalliopohjavettä laajemmalla alueella idästä tai lännestä. Kuusilammen louhoksen ympäristön pienemmät kallioperän siirrokset ovat vähälukuiset eivätkä tuo lisävetä ympäröiviltä alueilta. Kolmisopen louhoksen ympäristössä pohjavesien valuma-alue on järven eteläpäästä säteittäisesti ympäröivä. Sopenvaarassa valuma-alue rajautuu noin 500 louhoksesta itään ja kuivatusvaikutus rajautuu vedenjakajaan. Lännen suuntaan pohjavesivaikutus kohdistuu joko sivukivialueelle tai sekundaariselle biokasaliuotusalueelle sekä Hakopuron laaksoon.

Maaperässä kallion kuivattaminen louhosten ympäristöstä vaikuttaa siitä riippuen, mikä on maan vedenläpäisevyys ja kerroksittaisuus. Hienoissa maalajeissa veden suotautuminen on hidasta ja sateen ja pohjaveden tuoma vesi riittää pitämään maan kosteusolot ja pohjavesipinnan vakaana.

Kaivoshankkeen maankäyttö tulee olemaan noin 18 - 21 km² ja suurella osalla tästä alueesta luonnollista vesien valumista muutetaan. Kaivoshankkeen raakavedestä merkittävä osa aiotaan saada toiminta-alueelle satavasta vedestä tiiviiden rakenteiden päältä tehtävällä keräilyllä, sekä louhosten kuivatusveden ja ojavesien hyödyntämisellä. Siltä osin kuin vesien luontainen muodostuminen pohjavedeksi estyy, muuttuvat pohjavesiolosuhteet kohteessa. Tämän vuoksi mm. Kuusilammen louhoksen ympäristön vesien ottamisella raakavedeksi on seurauksena Kuusilammesta lähtevän puron vesimäärien väheneminen pohjaveden pinnan alentuessa.

Pohjavesipinnan alentuminen muuttaa kaivojen vesipintaa voimakkaasti Hovinlahden asuinrakennusten ja Mäkituvan kaivoissa. Kaivoksen maankäyttö tulee muuttamaan joidenkin lähteiden valuma-alueita ja siten lähteiden pohjavettä. Suunnittelulla voidaan kuitenkin lievittää tähän liittyviä ongelmia.

Talvivaaran mustaliuskealueella vesistöistä, pohjavesistä, purovesistä, sekä puro- ja järvisedimenteistä löytyy kohonneina pitoisuuksina malmista peräisin olevaa rautaa mangaania, nikkeliä, sinkkiä, kobolttia ja kuparia. Ne tulevat pohjavedestä maa- ja kallioperässä tapahtuneiden hapettumisreaktioiden tuloksena. Pohjavesien pumppaus louhosalueilta ja pohjavedenpinnan lasku tiivispohjaisilla kasa-alueilla tulee muuttamaan näitä olosuhteita. Seurauksena on todennäköisesti pintavesiin pääsevien metallien määrän väheneminen.

Pohjavesiesiintymien paikallisuuden vuoksi arvioidaan, että mahdollisten vuotojen vaikutukset jäävät rajatulle alueelle, vaikka niitä ei heti havaitaisikaan. Luonnollisesti mm. öljyvudot ja kemikaalionnettomuudet muodostavat riskin pohjaveden kannalta ja niihin varautuminen kuuluu kaivoksen perustehtäviin.

Toiminnan jälkeen louhosten annetaan täyttyä vedellä. Lopullinen vesipinta tulee olemaan alkuperäisen pohjavesipinnan kanssa samalla tasolla. Koska ympäröivien alueiden maa- ja kallioperän pohjavesitasot palautuvat toiminnan jälkeen, voidaan louhinnan pitkäaikaisia vaikutuksia alueen pohjavesipintoihin pitää vähäisinä.

9.2.7 Vaihtoehtojen vertailu

Päävaihtoehdot PR1 ja PR2

Pohjavesiin vaikuttaa vaihtoehtojen laajuus ja tässä suhteessa biokasaliuotus on edullisemmassa asemassa noin 14 % pienemmän maankäyttönsä ansiosta. Pohjavesien kannalta suunnitellulla kaivosalueella ei kuitenkaan ole erityistä käyttöä ja maankäytön laajuudella ei sinänsä ole ratkaisevaa merkitystä. Pohjavesipintojen aleneminen muuttaa lähteiden ympäristöjen biotooppeja ja kosteikkoja herkimmin ja toimintojen sijoittuminen näiden kohteiden vaikutusalueelle on vaihtoehdoissa melko samanlainen.

Vaihtoehdossa PR1 rakennetaan rikastushiekka-allas, josta purkautuu suotovettä maaperään. Suotovesi ei arvioiden mukaan pilaa pohjavettä, mutta muuttaa sen laatua mm. enemmän liuenneita suoloja sisältäväksi. Vaihtoehdossa PR2 rikastushiekka-allasta ei rakenneta ja vaikutukset pohjaveteen ovat tässä suhteessa pienemmät. Biokasaliuotuksessa muodostuu kipsiä, jonka varastointiallas on tarkoitus varustaa tiiviillä pohjalla ja pohjavesivaikutukset olisivat vähäiset.

Vuotojen ja ylivalumavesien aiheuttamia pohjaveteen kohdistuvia riskejä on vaihtoehdossa PR2 enemmän, sillä sen toimintojen putkilinjat ja kiertovesialtaat ovat suuria ja yksiköitä on paljon. Pumput, putket, putkiliitokset ja altaat on varustettu maassa olevalla suojaavalla muovikalvolla, mutta sen rikkoutumistapauksissa päästöjä pohjaveteen voi kohdistua. Paineputkien rikkoutumistapauksissa suojaava muovikalvo ei ehkä ulotu riittävän laajalle, jotta riskiä pohjavedelle ei olisi.

Teollisuusalueet, joilla malmirikastetta autoklavoidaan ja liuenneet metallit talteenotetaan, sijaitsevat päävaihtoehdoissa eri paikoilla. Bioliuotusvaihtoehdossa varsinaisen teollisuusalueen lisäksi on kiertoliuoksen varastoaltaita, niihin liittyviä pumppausyksiköitä ja muita bioliuotuskasojen käyttöön liittyviä laitteita eri puolilla kaivosaluetta tuotantokasojen ja sivukivikasojen yhteydessä. Vaihtoehdossa PR1 teollisuusalue on laajempi, mutta vaihtoehdossa PR2 toiminnot on hajautettu ja pohjavesiin kohdistuva riski arvioidaan yhtä suureksi. Vaihtoehdon PR2 teollisuusalue rajautuu lähes luonnontilaiseen lähteeseen, jonka valuma-alueesta osa tulee rakennettavaksi.

Kiviainesten kuljetus ja murskaus

Kiviainesten kuljetuksessa louhokselta teollisuusalueelle vaihtoehtoina ovat hihnakuuljetus, jossa malmi on esimurskattu louhoksessa, ja autokuljetus. Kuljetuksen vaikutukset pohjaveteen tulevat lähinnä pölystä, polttoainesten leviämiskäytävistä sekä pohjaveden muodostumisalueiden ja lähteiden muuttumisesta.

Käytännössä hihnakuuljetuksen rinnalla varaudutaan autokuljetuksen mahdollisuuteen korvaavana malmin kuljetustapana laiterikkotapauksissa ja samanlaiset tiet rakennetaan molemmissa tapauksissa. Tämän vuoksi vaihtoehdot eivät käyttämänsä alueen puolesta poikkea toisistaan merkittävästi. Hihnakuuljettimien vaatima tila on tässä arvioitu vähäiseksi.

Murskauspölyn kokonaismäärä hankkeessa on pieni, koska molemmissa malmin kuljetusvaihtoehdoissa eniten pölyä tuottava murskaus on hallissa. Hihnakuljetusta varten malmi on kuitenkin murskattava louhoksissa yhden kerran ja varsinkin toiminnan ensimmäisinä vuosina, jolloin tuuli voi levittää malmipölyä, on riski sen leviämisestä ympäristöön. Tässä suhteessa hihnakuljetusvaihtoehto on lievästi epäedullisempi kuin autokuljetus. Ero ei kuitenkaan ole merkittävä, sillä pölyn vaikutuksen ulottuminen pohjaveteen on epätodennäköistä.

Vesipäästöjen johtaminen ja raakavedenotto

Vesipäästöjen johtaminen voi vaikuttaa pohjavesiin tarvittavien rakenteiden sekä mahdollisen maaperään suotautumisen kautta. Vesien johtaminen rikastushiekka-altaasta tai kipsialtaasta voi muuttaa laskuojien varren ja vesienkäsittelylaitteiden ympäristön pohjaveden laatua suppealla alueella, mutta vaikutukset ovat vähäisempiä kuin rikastushiekka-altaan suotovesivaikutukset.

Raakaveden otolla on vaikutusta pohjavesiin siinä tapauksessa, että järvien säännöstelyä toteutetaan. Raakavesiputkistot ja pumppaamot eivät ilmeisesti ole niin suuria rakenteita, että ne voisivat merkittävästi vaikuttaa pohjavesiin, jos mm. lähteet huomioidaan. Alueilla ei ole merkittäviä pohjavesiesiintymiä, mutta ranta-asutus käyttää kaivoja ja niiden vedenpinta voi vaihdella järviveden pinnan mukana. Suunniteltu säännöstelykäytäntö merkitsisi alinta vesipintaa talvella ja ylintä syksyllä. Kivijärveä on säännösteltävä voimakkaammin kuin Kolmisoppijärveä ja sen vuoksi vaikutukset olisivat suuremmat. Jormasjärven vaikutukset vedenpinnan korkeuteen ja samalla pohjavesiin olisivat vähäiset. Kolmisopella ranta-asukkaita (kesämökit) on useita, kun taas Kivijärvellä vain yksi tiedossa oleva kesämökki. Tämän vuoksi arvioidaan, että pohjavesivaikutusten kannalta edullisemmat vaihtoehdot ovat Kivijärvi ja Jormasjärvi.

Voimalinjan ja rautatien suuntaus

Pohjavesiin kohdistuvia vaikutuksia voimalinjalla ei mainittavasti ole. Voimalinjan suunnittelussa huomioidaan mm. lähteet valitsemalla pylväspaikat muihin maaston kohtiin ja rakentamisen aikana on vältettävä pohjavesipurkausten alapuolella olevien arvokkaiden biotooppien muuttamista. Voimalinjan vaihtoehdoilla ei ole tässä suhteessa eroja.

Rautatielinjauksessa pohjavesivaikutuksia voi tulla lähteiden ja lähdebiotooppien ja –purojen muuttamisesta, harjujen leikkauksista ja muihin pohjavesien muodostumisalueisiin kohdistuvista muutoksista. Varsinaisia harjunsuojeluohjelman kohteita ei missään linjaussuunnista ole. Itään suuntautuva rautatievaihtoehto leikkaa Vuokatin vaarajakson jatkeita etelässä ja linjauksen yksityiskohdista riippuu, onko tehtävillä rakenteilla vaikutuksia paikallisiin pohjavesioloihin. Jos ratayhteys rakennetaan Lahnaslammen kaivoksen radan jatkeeksi, tulee kysymykseen vanhan kaivosalueen pohjaveden mahdollinen muuttaminen rakenteilla. Rautatieyhteyden suuntavaihtoehdoilla ei nykyisen suhteellisen yleisluntoisen tiedon valossa ole merkittäviä eroja pohjavesien kannalta.

Nollavaihtoehto

Ellei kaivosta toteuteta, tulevat pohjavesiolosuhteet pysymään ennallaan suunnitellulla kaivosalueella ja infrastruktuurin käyttöön suunnitelluilla alueilla. Pohjavesiin ei myöskään kohdistu kemikaalien kuljetuksista, varastoinnista ja käytöstä aiheutuvia riskejä.

9.2.8 Johtopäätökset

Suunnitellun kaivoksen alueen pohjavesiolot perustuvat pieniin ja vähän hyödyntämiskelpoista pohjavettä tarjoaviin valuma-alueisiin. Pohjaveteen kohdistuva suurin vaikuttaja tulee olemaan laajamittainen maanrakentaminen, jonka ansiosta pohjaveden määrä tulee vähenemään. Samaan suuntaa vaikuttaa myös louhosten kuivatus.

Pohjaveteen kohdistuu vaikutuksia tai riskejä mm. teollisuustoiminnoista, polttoaineiden käytöstä ja varastoinnista, kuljetuksista, suotovesistä ja vesistöjen säännöstelystä. Herkkiin pohjavesikohteisiin päävaihtoehdoilla on suurin piirtein samanveroiset vaikutukset. Päävaihtoehtojen maankäytön vaikutukset pohjaveteen ovat samansuuntaiset, mutta ero maankäytön laajuudessa kallistaa

edullisuusvertailua vaihtoehtoon PR2. Suotovesipäästöjä aiheuttavaa rikastushiekka-allasta ei rakenneta vaihtoehdossa PR2 lainkaan ja pohjaveden muuttumista ei siltä osin pääse tapahtumaan.

Kaivoksen kiven kuljetusmenetelmien välillä ei ole merkittävä eroa pohjaveden kannalta. Pohjavesien kohdistuvan vaikutuksen kannalta on todettu Kivijärvi tai Jormasjärvi Kolmisoppea edullisemmaksi vedenottovesistöksi. Vesipäästöjen johtamisvesistön valinnalla ei ole ratkaisevaa merkitystä pohjavesille. Rautatiekuljetusvaihtoehto on pohjavesien kannalta edullisempi kuin maantiekuljetukset. Voimalinjan ja rautatien linjauksessa ei yleispiirteisen tarkastelun perusteella todettu eroa vaihtoehtojen välillä pohjaveden suhteen.

9.3 Vesistöjen pohjasedimentit

Järvisedimentteihin sitoutuu metalleja, joita kulkeutuu järviin ja puroihin valuma-alueelta. Järvisedimenttien geokemiallinen koostumus kuvastaa valuma-alueen geologisten olosuhteiden lisäksi valuma-alueella olevan yhteiskunnallisia olosuhteita (Tenhola 1988). Järvisedimenttien alkuainekoostumus muokkautuu erilaisten fysikaalis-kemiallisten prosessien myötävaikutuksesta. Näitä prosesseja ovat kallioperän rapautuminen, alkuaineiden kulkeutuminen vesistöihin, kerrostuminen ja kerrostumisen jälkeiset muutokset. Suuri osa järvisedimenttiaineksesta on kulkeutunut järvaltaaseen järven ympäristöstä pintavesien ja osittain myös pohjavesien tuomina (Tenhola 1983).

Vesien virratessa puroissa ja ojissa hapettumista tapahtuu bakteerien myötävaikutuksella ja ruostenväristä sakkaa muodostuu pohjalle. Osa metalleista pidättyy hyvin hienorakeiseen oksidiseen rautasaostumaan (Carlson ja Loukola-Ruskeeniemi 1998).

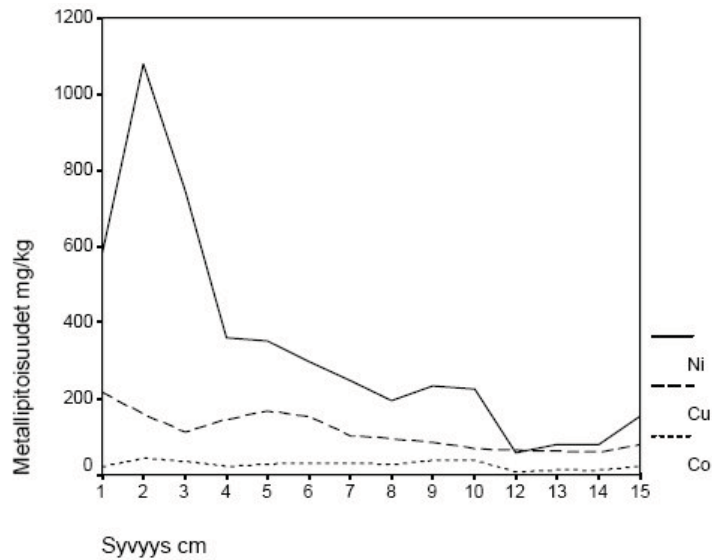
Paljon orgaanista ainesta sisältävät purosedimentit omaavat erittäin hyvän ioninvaihtokapasiteetin, mikä mahdollistaa metallien sitoutumisen. Purosedimentti on liikkuva ja uusiutuva, kiinteistä partikkeleista koostuva löyhä massa, jota kulkeutuu tulvavesivirtausten mukana ja kerrostuu suvantoihin, kivenkoloihin ja vesikasvien lomiin. Se koostuu orgaanisesta ja mineraalisesta aineksesta sekä Al-Fe-Mn-SiO₂ -saostumasta, joiden keskinäiset suhteet vaihtelevat valuma-alueen olosuhteiden mukaan (Lahermo et al. 1996). Sulfidimalmialueilla purojen sedimentit ovat joskus keltaisia tai oranssinruskeita, mikä johtuu rautasakoista.

Sotkamon Talvivaaran mustaliuskealueella on kairattu yhteensä seitsemän järvisedimenttiprofiilia. Profiilien mukaan mustaliuskealueen Härkälammissa on ollut korkeimmat sinkki-, kupari- ja nikkelipitoisuudet noin 9000 vuotta sitten, jolloin alueen kalliot paljastuivat Sotkamon jääjärven alta. Piilevätutkimuksen perusteella alueella vaikuttavan veden pH oli silloin 3,8 (Loukola-Ruskeeniemi et al. 1998).

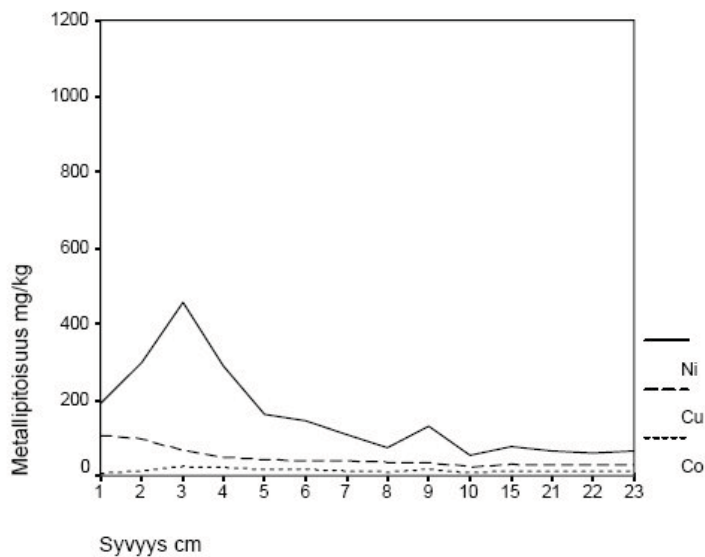
9.3.1 Nykytila

Järvien pohjasedimentit

Järvien pohjasedimenteistä on tehty kaksi erilaista analyysiä kahdesta eri aineistosta. Toinen aineisto on Sotkamon Talvivaaran alueen järvien pohjasedimenttien pintaosien kemiallinen koostumus syvyydellä 0 - 23 senttimetriä (Tenhola et al. in prep.). Toinen aineistosta käsittelee tutkimusalueen järvien pohjasedimenttien muodostumishistoriaa pidemmällä aikajänteellä ja siinä mustaliuskeen vaikutus pian jääkauden jälkeen osoittautui voimakkaaksi (Loukola-Ruskeeniemi et al. 1998). Syvyysvälillä 0 - 23 cm kerroksesta nähdään viime aikojen muutokset alkuainepitoisuuksissa. Kuvissa 9.7 ja 9.8 erottuu korkeammista metallipitoisuuksistaan 1970 - 1980-luvulla muodostunut kerrostuma 2 - 3 senttimetrin syvyydessä. Syvemmällä (eli vanhemmissa kerrostumissa) nikkelin ja koboltin pitoisuus kääntyy laskuun, mutta kuparipitoisuus pysyy lähes samalla tasolla.



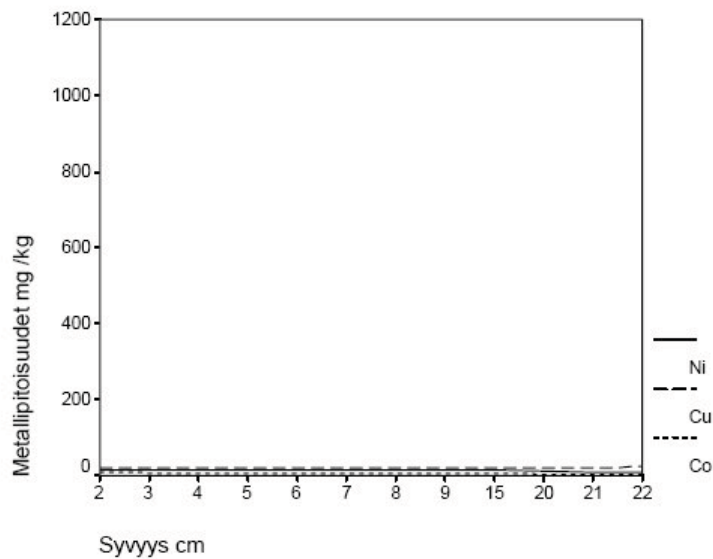
Kuva 9.7. Kaivoslammen pohjasedimenttiprofiili syvyysvälillä 0-23 cm (Tenhola et al. (in prep.)).



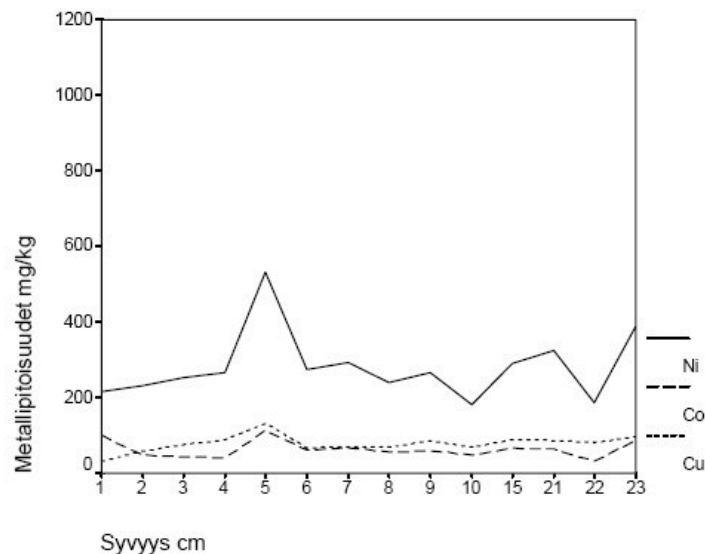
Kuva 9.8. Härkälammen pohjasedimenttiprofiili syvyysvälillä 0-23 cm (Tenhola et al. (in prep.)).

Härkälammen profiileista nähdään, että nikkelin pitoisuus pohjasedimenteissä alenee huomattavasti etäisyyden kasvaessa mustaliuskealueesta. Syynä tähän on mm. partikkelien laskeutuminen purosedimentteihin sekä vesien valuminen soiden halki, sillä turve sitoo metalleja hyvin.

Kuvassa 9.9 on eteläisen Kuusilammen pohjasedimenttiprofiili, jossa ei ole juurikaan muutoksia taustapitoisuuksista. Tämä on selitettävissä pintavesien kulkusuunnalla, sillä malmi sijaitsee Kuusilammen itäpuolella ulottuen osittain etelään Kuusilammen eteläkärjen tasalta ja Kuusilammen pohjoispään pohjoispuolelle. Alueen pintavedet valuvat Heittimenojaa pohjoiseen, joten Kuusilammen pohjasedimentteihin ei ole päätyntä malmin metalleja.



Kuva 9.9. Kuusilammen pohjasedimenttiprofiili syvyysvälillä 0-23 cm (Tenhola et al. (in prep.)).



Kuva 9.10. Hakosen pohjasedimenttiprofiili syvyysvälillä 0-23 cm (Tenhola et al. (in prep.)).

Kuvassa 9.10 on Hakosen pohjasedimenttiprofiili, jossa on havaittavissa 5 cm:n kerroksessa korkeampia metallipitoisuuksia. Malmin ohella sedimenttien metallipitoisuuksiin on voinut vaikuttaa järven rannalla esiintyvä maatalous, jonka maanmuokkaus- ja kuivatustoimet ovat saaneet moreenin ja turpeen metalleja vapautumaan vesiin ja lopulta sedimentoitumaan järveen.

Kolmisoppijärven pintasedimentin metallipitoisuuksissa Hakosen tai Kaivoslammen kaltaista anomaliaa ei ole. Nikkeliä sedimentissä on 65 mg/kg (mediaani, vaihtelurajat 48 – 118), kuparia 28 mg/kg (25 – 34), koboltia 35 mg/kg (54 – 106) ja sinkkiä 550 mg/kg (180 - 1030).

Purosedimentit

Talvivaarassa vallitsevin maalaji on moreeni. Muuttumattomassa pohjamoreenissa kuvastuvat alkuaineiden luonnolliset, geogeeniset taustapitoisuudet. Koska suuri osa moreenin sisältämistä kivilaji- ja mineraalikappaleista on kulkeutunut vain muutamia kilometrejä jäätikön mukana, sen alkuainepitoisuuksiin vaikuttaa eniten paikallisen kallioperän alkuainekoostumus. Mineraalien rapautuessa moreenissa vapautuu ympäristöön mineraaleille ominaisia alkuaineita. Vesi saa alkuaineet liikkeelle johtaen ne pintavesiin joko liuenneessa muodossa tai liettyneeeseen

savimineraaliainekseen sitoutuneena (Tarvainen 2004). Talvivaaran alueen pohjasedimenttien laatumittauksien tuloksia on taulukossa 9.4.

Taulukko 9.4. Keskiarvo, mediaani, minimi ja maksimi arvot purosedimenteissä mustaliuskealueella Talvivaarassa. n on näytteiden lukumäärä (Loukola-Ruskeeniemi et al. 1998).

Purosedimentit	Keskiarvo	Mediaani	Min.	Max.	n	Suomi*
Ca (mg/kg)	4330	4005	811	8720	40	5600
Mg (mg/kg)	2127	1515	583	5520	40	3800
Ni (mg/kg)	95,3	42,8	6,24	551	40	13,9
Co (mg/kg)	18,2	10,5	2,04	61,6	40	10,5
Cu (mg/kg)	45,6	28,7	5,31	165	40	12,4
Zn (mg/kg)	228	113	15,5	1190	40	45,9
Fe (mg/kg)	55083	40300	4810	214000	40	26000
Cd (mg/kg)	1,23	0,86	0,14	4,45	40	0,08

*Mediaaniarvot purosedimenteistä koko Suomen alueelta (1164-1166 näytettä; Lahermo et al. 1996).

Vesi-purosedimentti-systeemi on oleellinen osa pienten valuma-alueiden alkuaineiden geokemiallista kiertoa. Veden mukana kulkeutuvia aineita sitoutuu sedimenttifaasiin, josta ne olosuhteiden muuttuessa voivat jälleen vapautua veteen. Orgaanisten purosedimenttien kyky sitoa tehokkaasti metalleja perustuu paitsi orgaaniseen ainekseen myös saostumiin. Niiden kyky sitoa ioneja riippuu saostumien pintavarauksesta, joka puolestaan on riippuvainen sedimenttien huokosvedessä vallitsevasta pH:sta ja Eh-tasosta, liuoksen ionivahvuudesta ja kompleksoivien orgaanisten ligandien määrästä (Kontas 1979).

9.3.2 Hankkeen vaikutustavat pohjasedimentteihin

Kaivoshankkeen toteutuksessa voi aiheutua päästöjä (pölyä, jätevettä, kuivatusvettä), jotka kulkeutuvat vesien tai ilman mukana sedimentteihin. Seurauksena voi olla sedimenttien metallipitoisuuksien nousua. Kulkeutumisketju voi olla monimutkainen esimerkiksi niin, että liuennut metalli kiinnittyy purossa olevaan humukseen, vapautuu ioninvaihdon seurauksena, kiinnittyy uudelleen, kulkeutuu veteen suspendoituneena laskeutumisaltaaseen ja sedimentoituu saviaineksen rakoisiin joko pysyvästi tai vapautuakseen virtaan seuraavan tulva yhteydessä.

Kaivoshankkeen metallipäästöt tulevat ensi sijassa kiintoaineisiin sitoutuneiden metallien muodossa vesienkäsittely-yksiköiden sakanerotuksen jääminä. Tästä johtuen päästön metallit päätyvät todennäköisesti sedimentteihin suurelta osin, koska sakkojen liukeneminen luonnonvesien olosuhteissa on epätodennäköistä.

9.3.3 Hankkeen haitallisten vaikutusten pienentäminen

Vaikutuksia voidaan pienentää välttämällä malmipölyn muodostumista murskauksessa, prosessivettä puhdistamalla ja varustamalla kuivatusvesien laskuojat mineraaliaineksen poistavilla käsittely-yksiköillä, esimerkiksi laskeutusaltailla tai pintavalutuksella. Kaivoksen toiminta edellyttää kaivosalueen vesien ja läjitäyttöalueen eristämisen, jotta vesiä ei pääsisi valumaan ympäristöön. Hankkeessa kierrätetään prosessi- ja valumavesiä, millä ratkaisevasti pienennetään ylijäämavesien päästöä.

Laskuojien uomien kanavointia tai niiden luonnollisten laskeutumisaltaiden poistamista mm. liettymisen kautta tulisi välttää, jotta metallien sedimentoituminen voisi tapahtua mahdollisimman lähelle kaivosaluetta. Tarvittaessa voidaan uomien morfologiaa muuttaa ja käyttää keinotekoisia rakenteita lisämenetelmänä ympäristöön kohdistuvien riskien minimoinnissa.

9.3.4 Arvio pohjasedimentteihin kohdistuvista vaikutuksista

Kaivoksen rakennustöiden aikana veteen voi liettyä maa-aineksia, jotka kulkeutuvat vesistöjen sedimentteihin lisäten sedimentoitumisnopeutta ja aiheuttaen uomien liettymistä. Saven ja hiekan liettymistä veteen pyritään välttämään ja valumavesille varustetaan laskeutumisaltaat ja pintavalutus, jos se on mahdollista. Rakennustyöt tehdään suurimmalta osaltaan ns. puhtaan moreenin alueilla, joten sedimenttien laatu on normaali.

Infrastruktuurin rakentaminen vaikuttaa myös kaivosalueen ulkopuolella ja mm. rautatien, maanteiden, raakavesiputken ja sähkölinjan rakennustöiden yhteydessä voi veteen levitä samennusta, joka muuttaa pohjasedimenttejä. Jos vesistöjen ylityksiä tehdään paikoissa, jossa vesistön sedimenttiin on aikaisemmin kertynyt paljon metalleja sisältäviä partikkeleja, voi paikallista sedimentin kerrosjärjestyksen muuttumista ja väliaikaisia vedenlaadun muutoksia, mm. pH:n laskua, tapahtua.

Etäisyyden merkitys Kuusilammen malmiosta aiheutuneissa pohjasedimenttien metallipitoisuuden muutoksissa näkyy hyvin Kaivoslammen ja Härkälammen sedimenttien profileista, joissa pitoisuudet pienenevät nopeasti. Veden kiintoainekseen sitoutuneet metallit jäävät myös kaivostoiminnan aikana päästöpuolelta lähellä oleviin luonnonuomiin ja –altaisiin, koska vesipäästössä olevat metallit ovat yleensä mineraalisissa partikkeleissa.

Sedimenttien geokemiallinen laatu on vaikutusalueella joissakin kohteissa heikko, jos verrataan sitä mm. pilaantuneiden maa-alueiden luokittelussa käytettävää asteikkoa. Tämän vuoksi sedimenttien siirtämiselle ja mahdolliselle hyötykäytölle tulee asetettavaksi turvallisuusehtoja, jos niihin kertyy lisää pitoisuutta nostavaa metallikuormitusta. Arvioissa on varauduttu tavanomaisiin kaivoshankkeissa mitattuihin kiinteän aineksen päästöihin, jotka ovat noin 5 - 25 t/a kiintoaineita. Sedimenttiin mineraaliset ainekset asettuvat niin, että muodostuvan kerroksen rakeiden väliin jää noin 60 - 70 % vesitilaa. Näin ollen sedimenttiä syntyy noin 5 - 25 m³/a rikastushiekasta ja kemiallisesta metallisakasta arviolta noin 10 - 50 m³/a. Vuodessa muodostuva sedimentti peittää 1 mm vahvuutena kerroksena noin 0,5 - 50 ha. Kun vuotuinen luonnollinen sedimentoitumisnopeus on lammissa noin <1 - 5 mm, muodostavat päästön aineet noin puolet tai pienemmän osan uudesta sedimentistä. Kaivostoiminnan aikana (tässä arvioitu 25 vuotta) esimerkissä kertyy sedimenttiä noin 2 - 4 mm vuodessa ja yhteensä 50 - 100 mm. Malmin metallien pitoisuudet lopullisessa sedimentissä olisivat arvion mukaan nikkeli 5 - 50 mg/kg, kupari 5 - 50 mg/kg, koboltti 3 - 30 mg/kg ja sinkki 10 - 100 mg/kg. Nämä arvot noudattelevat purosedimenteistä mitattua pitoisuustasoa, joten kaivoshanke ei muuttaisi sedimenttien metallipitoisuuksia. Käytännössä osa vesistöistä on ollut suuremman ja osa pienemmän metallipitoisen sedimentin kertymiskohteena.

Kaivoksen ilmapäästöjen vaikutusalue ei ulotu kaivosalueen ulkopuolelle sedimenttien kannalta merkittävästi. Metallipitoisen pölyn laskeuma suoraan vesiin tai huuhtoutuminen maalta vesiin katsotaan merkityksettömäksi.

9.3.5 Vaihtoehtojen vertailu

Päävaihtoehdot PR1 ja PR2

Kaivoshankkeen päävaihtoehtojen välillä ei metallien talteenottolaitoksen päästöjen osalta ole eroa sedimenttien kannalta, sillä vesien puhdistuksessa käytettävät menetelmät ovat periaatteeltaan samat.

Rakennustöiden aikana veteen voi liettyä maa-aineksia, jotka kulkeutuvat vesistöihin lisäten sedimentoitumisnopeutta ja aiheuttaen uomien liettymistä. Kaivoksen maanrakennustyöt ovat päävaihtoehdoissa lähes yhtä laajat, mutta erityyppiset. Bioliuotusvaihtoehdossa PR2 maanrakentaminen jatkuu perustamisvaiheen tasoisena vielä 5 vuotta kaivostoiminnan aloituksen jälkeen. Verrattuna PR1 –vaihtoehtoon toiminnan alkuvaiheessa louhitaan suhteellisen vähän sivukiveä, joten liuotusalueiden rakentaminen kompensoituu sivukivikasojen vähäisemmällä rakentamisella. PR1 –vaihtoehdossa sivukivikasojen rakentaminen on laajamittaisempaa toimintaa ja sitä jatkuu koko kaivostoiminnan ajan. Toisaalta sivukivikasojen maisemointia voidaan tehdä melko pian kasojen valmistumisen jälkeen ja niiden päästöt ovat pienemmät kuin rakenteilla olevien biokasaliuotusalueiden päästöt. Vaihtoehto PR1 on kokonaisuudessa vähemmän riskiä sedimenttien määrään ja laatuun aiheuttava kuin PR2 rakentamisen ja sivukiven varastoinnin suhteen.

Metallien pitoisuudet moreenissa ovat kuitenkin sekä rikastushiekka-altaan alueella että bioliuotukseen käytettävillä alueilla todettu pieniksi ja ne ovatkin arkeisen kalliopohjan aluetta. Louhosten alueella moreeni on hieman metallipitoisempaa ja sen käsittely voi periaatteessa johtaa sedimentteihin kohdistuviin vaikutuksiin, mutta vaihtoehtojen välillä ei ole eroa.

Vaihtoehdossa PR1 käytetään suurta rikastushiekka-allasta. Ottaen huomioon tuulen, suuremmat tulvavesimäärät ja alueen koon, arvioidaan, että rikastushiekka-altaasta aiheutuu enemmän riskiä sedimentin joutumiselle vesistöön ja vaihtoehto PR1 on epäedullisempi.

Kaivoksen ilmapäästöjen vaikutusalue ei ulotu niin laajalle, että vaihtoehtojen välillä olisi merkittäviä eroja, vaan metallipitoisen pölyn laskeuma suoraan vesiin tai huuhtoutuminen vesiin katsotaan merkityksettömäksi.

Kiviainesten kuljetus ja murskaus

Vaihtoehdot autokuljetus ja hihnakuljetus ovat vesistöjen sedimenttien kannalta samanarvoiset, koska niiden mahdollinen vaikutus tulisi pölyn leviämisestä ja siihen liittyvät erot on todettu vähäisiksi.

Vesipäästöjen johtaminen ja raakavedenotto

Ylimääräisten vesien johtamisvaihtoehtoista edullisimmat ovat sellaisia, joissa päästöt tulevat kulkemaan tehokkaasti laskeuttavien altain kautta. Tässä suhteessa tasavertaiset mahdollisuudet on vesien johtamisessa Salmiseen ja Kalliojärveen tai Sopenjoen tai Kivijärven suuntaan. Kaikissa suunnissa voitaisiin lisäksi rakentaa pintavalutuskenttiä ja laskeutumisaluita tehostamaan sedimenttien poistamista vedestä ennen luonnonvesistöjä. Talvivaaran - Kolmisopen mustaliuskealueiden pitkäaikainen vaikutus pohjasedimentteihin on muuttanut niiden laatua Kolmisoppijärven suunnassa. Siitä syystä pienempi metallien kertymisestä seuraavien haittojen riski saavutettaisiin Kivijoen ja Sopenjoen suunnassa.

Raakavedenoton kannalta sedimentit ovat Kolmisoppijärven rikkaimmat mustaliuskeen vaikutuksista. Sedimenttien laaja-alaisen häiritsemisen potentiaaliset riskit säännöstelyssä ovat Kolmisopen kohdalla suurimmat.

Voimalinjan ja rautatien suuntaus

Sedimenttien kannalta voimalinjan rakentamisella ei katsota olevan edes rakentamisaikana merkittäviä vaikutuksia. Rautatien rakentaminen edellyttää kaikissa kolmessa suuntausvaihtoehdossa noin 7 puron tai joen ylittämistä ja lukuisia pienempien ojien ja uomien rumpujen rakentamista. Koska alueella ei ole tunnettuja arvokkaita pienvesiä, ei vaihtoehtojen välillä ole eroja sedimenttien muuttumisriskin kannalta.

Nollavaihtoehto

Ellei kaivos toteudu, kehittyy pohjasedimenttien laatu samalla tavalla kuin se on kehittynyt luonnollisesti ja toisaalta maa- ja metsätalouden toimenpiteiden ja muun maankäytön seurauksena.

9.3.6 Johtopäätökset

Mustaliuskealueen vesistöjen sedimenteissä on selviä anomalioita verrattaessa niitä ympäröivien alueiden tai maakunnan yleiseen sedimenttien laatuun. Tutkimuksissa on todettu, että mustaliuskeesta mannerjäiden liikkeessa irronneet ainekset ovat kulkeutuneet pääasiassa vain kilometrin kahden päähän maan pinnassa tai nykyisin matalan maapeitteen alla peruskalliossa olevasta esiintymästä. Jääkauden jälkeen metallipitoisten aineiden leviämistä on aiheuttanut vesien virtaus ja valumissuunta on määrännyt sen, mistä muuttuneita sedimenttejä tavataan. Vesistöissä sedimentoituminen on tapahtunut järjestyksessä ensimmäisessä soveliaassa paikassa ja sen vuoksi eniten malmin metalleja tavataan lähimpänä sitä olevissa sedimenttimuodostumissa. Tutkimustuloksista tehtyjen päätelmien mukaan maanpinnan muokkaus ja ojitukset ovat lisänneet metallien huuhtoutumista ja kohottaneet sedimenttien metallipitoisuuksia tapahtuma-aikanaan.

Kaivoshankkeen toteutuksen kannalta on tärkeää tietää, millaisia sedimenttikertymiä on vaikutusalueella. Esimerkiksi ennen Kolmisoppijärven pohjasedimentteihin kohdistettavia toimenpiteitä, kuten ruoppausta ja vesialueen kuivatusta, on aiheellista tehdä tarkempia selvityksiä sedimenttien laadusta niissä kohteissa, joiden ominaisuuksista ei ole riittävästi tutkittu. Perustilan tunteminen on välttämätöntä toiminnan aiheuttamien muutosten toteamiseksi.

Vaihtoehtojen vertailussa PR2 eli bioliuotukseen perustuva tuotantokokonaisuus oli sedimenttien kannalta epäedullisempi suuremman maarakentamisen vuoksi. Ero ei ole kuitenkaan helposti osoitettavissa, sillä vaihtoehdon PR1 sivukivikasojen laajuus asettaa sen epäedullisemmaksi. Lisäksi rikastushiekka-altaan riski kiintoaineksen pääsyyllä vesistöihin tekee vaihtoehdosta epäedullisemman kuin PR2.

Kokonaisuutena ottaen sedimentteihin kohdistuva riski ei ole kovinkaan suuri ja mahdollisia menetyksiä tai muutoksia voidaan korjaavin toimin jossakin määrin lievittää tai poistaa. Sedimentteihin kohdistuvien haittojen riskiä lievittää se, että kaivoshankkeen lähipurot on todettu ekologisilta ja kalataloudellisilta arvoiltaan keskitasoa heikommiksi ja niiden väliaikainen muuttuminen ei aiheuttaisi merkittävää haittaa luonnolle tai sen käytölle.

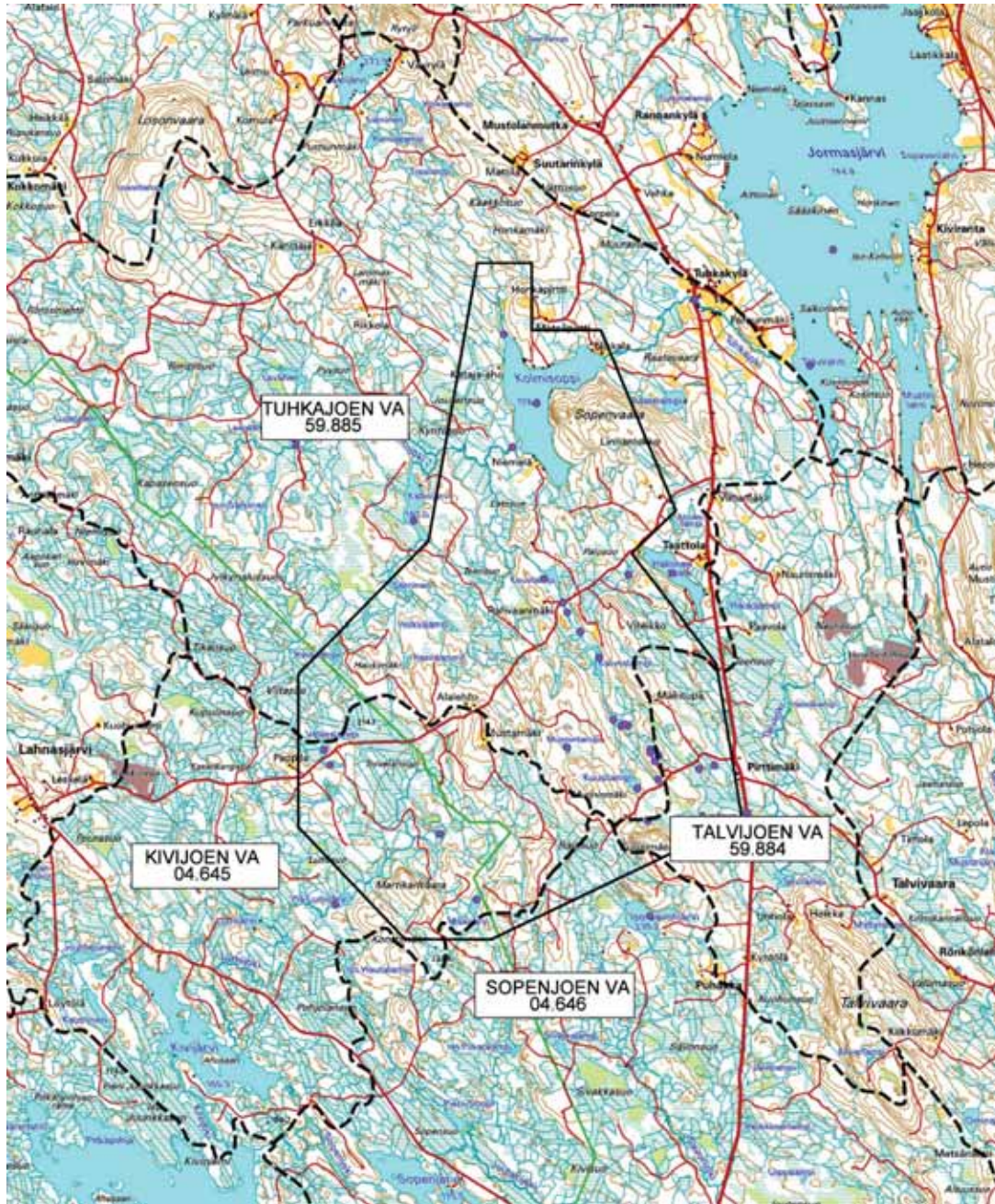
9.4 Vesistöjen vesitalous

9.4.1 Vesistöt ja valuma-alueet

Talvivaaran kaivoshanke sijaitsee Oulujoen ja Vuoksen vesistöalueiden vedenjakaja-alueella. Alue sijoittuu Oulujoen vesistöalueeseen (valtakunnallinen vesistöalue nro 59) kuuluvalla Jormasjärven valuma-alueelle sekä Vuoksen vesistöalueen (vesistöalue nro 4) Nurmijoen alueelle (kuva 9.11, taulukko 9.5). Toiminta-alueelle sijoittuvat Tuhkajoen, Talvijoen, Sopenjoen sekä Kivijoen osavaluma-alueet. Vedenjakaja sijoittuu Munninmäen ja Kuusimäen kuljun alueelle, jotka sijaitsevat lähellä Kuusilammen esiintymää. Hankealueen länsiosassa päävedenjakaja on Viinämäki – Lahnasjärvi maantien lähetyvillä. Kolmisoppi-esiintymä sijoittuu Kolmisoppijärven eteläpäähen. Kuusilammen (luonnonlampi mineralisaation länsipuolella) vedet virtaavat mm. Kaivoslammen, Kuusijoen ja Kalliojoen kautta Kolmisoppeen ja edelleen Jormasjärveen. Kuusilammen itä- ja eteläpuolelta vedet virtaavat Talvijokea pitkin Jormasjärveen. Tuhkajoen vesistöalueen yläosat sijaitsevat osaksi suunnitellun kaivosalueen länsipuolella ja saavat alkunsa Luotonen ja Härkänen - lammista. Näiden vedet laskevat Korentojokena Kalliojärvestä laskevaan Kalliojokihaaraan, josta joki laskee edelleen Kalliojokena Kolmisoppeen. Kolmisopen vedet laskevat Tuhkajoen kautta Jormasjärveen ja edelleen Nuasjärveen. Hankealueen suurin järvi on Kolmisoppi. Muita pienempiä lähialueen järviä ovat mm. Kalliojärvi, Salminen, Hakonen ja Iso-Savonjärvi.

Taulukko 9.5. Talvivaaran kaivoksen vaikutusalueen vesistöt (vrt. kuva 9.11) (Ekholm 1993).

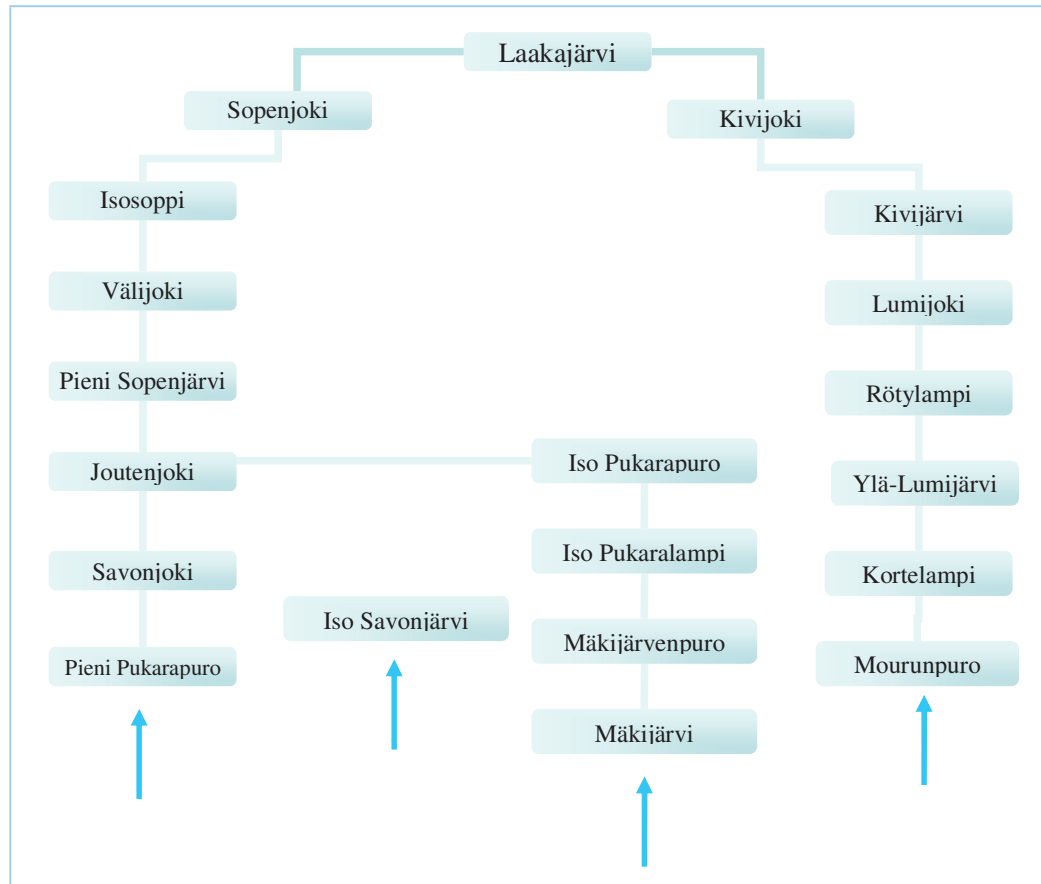
Vesistöalue/Alaraja	Nro	Valuma-alue km ²	Järvisyys %
Laakajärven alue/Kiltua	4.644	463,89	10,58
Kivijoen va/Laakajärvi	4.645	53,97	3,93
Sopenjoen va/Laakajärvi	4.646	109,30	2,08
Nurmijoen a/ Atro	4.64	1226,11	9,75
Talvijoen va/Jormasjärvi	59.884	36,44	0,66
Tuhkajoen va/Jormasjärvi	59.885	126,18	3,24
Jormasjärven va/Nuasjärvi	59.88	312,53	8,49



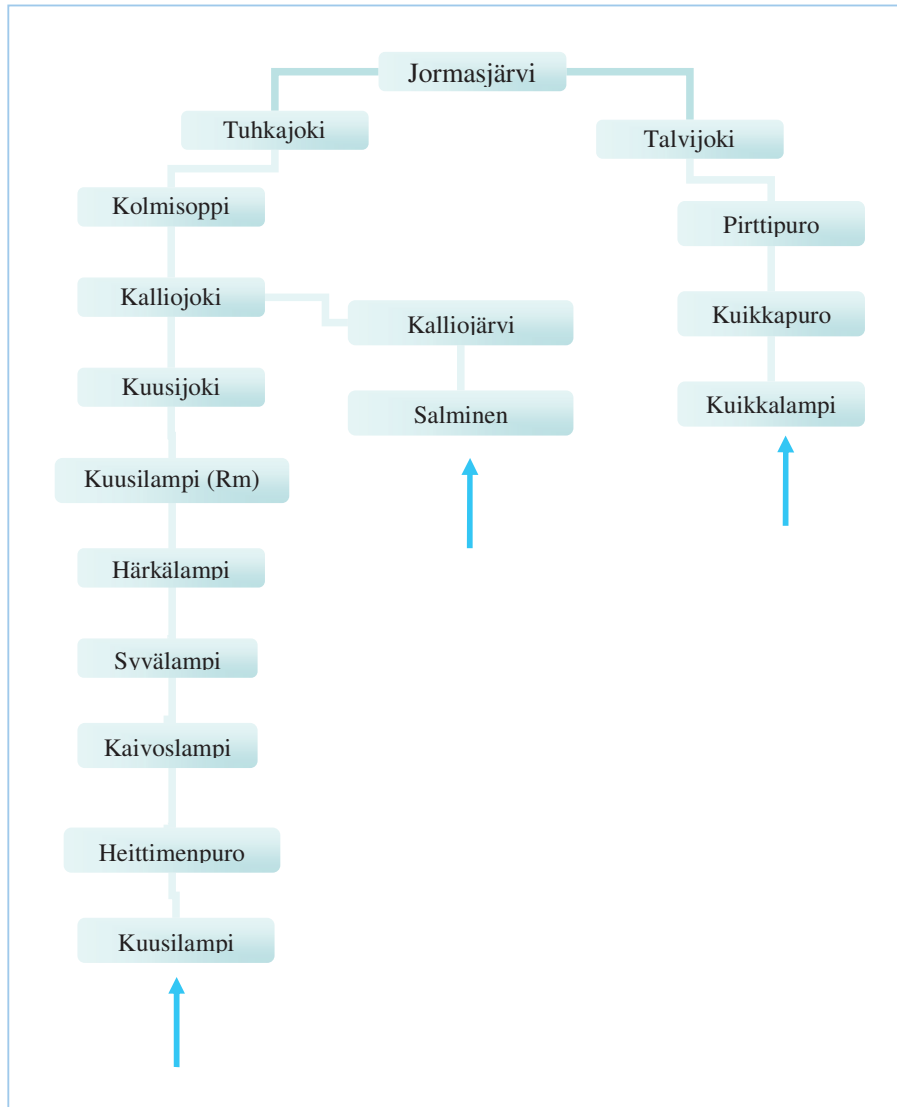
Kuva 9.11. Alueen vesistöt ja perustilaselvityksen vesistötarkkailupisteet.

Kuvissa 9.12 ja 9.13 on esitetty Talvivaaran kaivosalueelta valuvien vesien luontaiset reitit ojista puroihin ja muihin vesistöihin Laakajärveen ja Jormasjärveen asti. Laakajärven suuntaan vedet tulvat ensin Iso Savonjärven tai siitä länteen olevaan Pienen Pukarapuroon, Mäkipjärveen laskeviin ojiin tai Mourunpuroon. Pienen Pukarapuron ohella vedet valuvat Joutenjookeen ja edelleen Sopenjärvien kautta Laakajärveen. Kivijokea Laakajärveen tulevat vedet kulkevat Ylä-Lumijärven ja Kivijärven kautta.

Jormasjärveen vedet valuvat joko Tuhkajokea tai Talvijokea. Talvijokeen vedet päätyvät Pirttipuron latvoilta. Tuhkajoen suurin järvi on Kolmisoppi, jonka yläpuoliseen Kalliojokeen laskevat toisaalta Kuusijoki ja toisaalta Kalliojärvi.



Kuva 9.12. Vesien valumisreitit Talvivaaran kaivosalueelta Laakajärveen.



Kuva 9.13. Vesien valumisreitit Talvivaaran kaivosalueelta Jormasjärveen.

9.4.2 Vesistöjen virtaamat

Vesistöjen virtaamien suuruudella on kaivostoiminnan kannalta merkitystä vesipäästöjen laimenemisen ja leviämisen kannalta sekä prosessin tarvitseman raakaveden lähteenä.

Valuntamittauksia on tehty Sotkamossa Suopuron, Välipuron, Kivipuron ja Koivupuron pienillä valuma-alueilla vuodesta 1978 vuoteen 1991. Valuntamittausten perusteella alueen pienten vesistöjen keskivalunta oli 11,7 l/s-km².

Virtaaman mittauksia on käytettävissä Nuasjärvi – luusuasta 1891 - 1912 ja 1910 – 1946, Nuasjärvi – Koivukoskelta 1948 – 2005 ja Jormasjärven luusuasta 1985 – 2005 (taulukko 9.6). Myös Laakajärven Kiltuassa on virtaamamittauksia tehty 1980-luvun puolivälistä asti. Virtaaman mittausspaikkojen lähistöllä on lisäksi vedenkorkeuden havaintopaikat ja seuranta.

Sotkamossa vuoden keskilämpötila on 1 °C, sadanta keskimäärin noin 600 mm vuodessa ja haihdunta noin 350 mm vuodessa.

Taulukko 9.6. Jormasjoen virtaama vuosien 1985 – 2004 mittausten perusteella. Hydrologisen toimiston aineisto on analysoitu YVA:a varten.

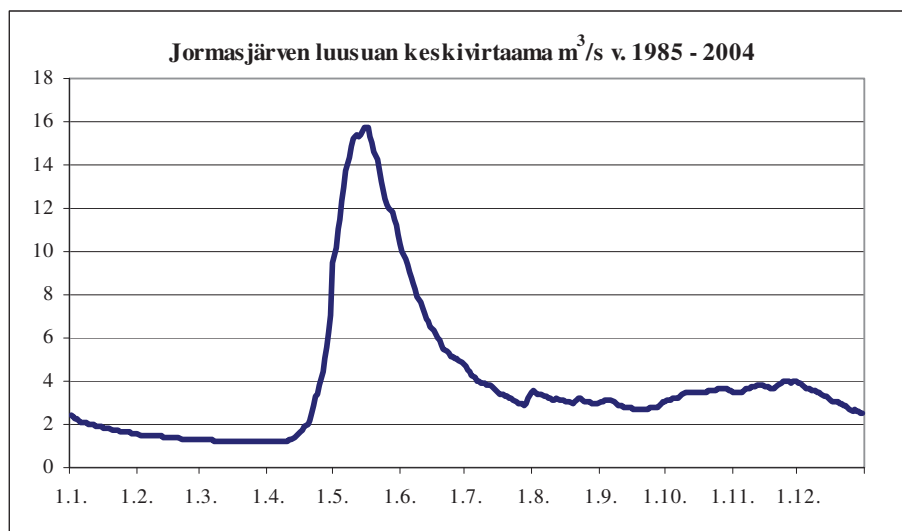
Jormasjärvi 1985-2005	Vuosi	Talvi	Kevät	Kesä-elokuu
HQ m ³ /s	42	2,9	42	20
NQ m ³ /s	0,6	0,6	10	0,9
MQ m ³ /s	3,9	1,5	16,0	4,5

Jormasjärven virtaamamittauksista alueesta laskien tulee virtaaman tunnusluvuiksi alla taulukon 9.7 antamat arvot. Talvella keskimääräinen alivirtaama oli noin 1,2 m³/s, tulva-ajan ylivirtaama noin 15,8 m³/s ja kesän alivesi noin 2,9 m³/s. Valunta-arvoksi saadaan Jormasjärven valuma-alueella 312 km² noin 12,5 l/s·km². Verrattuna pienten valuma-alueiden valuntaan 11,7 l/s·km² on Jormasjärven valunta hieman suurempi johtuen ilmeisesti suuremmasta järvisyydestä. Niiden valuma-alueiden, joilta ei ole omia virtaamamittauksia, on keskivirtaamien laskennassa käytetty arvoa 12,5 l/s·km² ja muiltakin osin Jormasjärven virtaamamittausten tuloksia. Vuotuisen keskivirtaaman ohella vesistöjen tilan ja sietokyvyn kannalta tärkeitä ovat keskialivirtaamat talvella ja kesällä sekä tulva-ajan keskivirtaama.

Kuvassa 9.14 olevasta Jormasjärvestä laskevan veden virtaaman 20 vuoden keskiarvosta havaitaan, että kevättulva on ollut noin puolentoista kuukauden pituinen (virtaama yli 7 m³/s), mutta syksyllä virtaama oli yleensä kesän keskitasoa eikä varsinaista syystulvaa yleensä ole ollut. Yksittäisinä vuosina syksyn virtaamat ovat poikenneet keskimääräisestä huomattavastikin, sillä lumen sulaminen ennen pysyvän lumipeitteen tuloa on marraskuussa aiheuttanut tulvavirtaamia.

Taulukko 9.7. Jormasjoen virtaaman keskimääräisiä tunnuslukuja.

Virtaamakausi	Päivä	Q ka	Q min	Q max
Talven alivesi	17.3.	1,18	0,7	1,8
Tulva	16.5.	15,8	8,8	24
Kesän alivesi	28.7.	2,89	1,3	6,2



Kuva 9.14. Jormasjärven luusuan keskivirtaama jaksolla 1985 - 2004.

Taulukkoon 9.8 on laskettu vesistöjen virtaamat käytettävissä olevista valuntatiedoista.

Taulukko 9.8. Tietoja ympäröivän seudun valuma-alueiden virtaamista (aineisto Hertta-tietokannasta). Kesän keskialivirtaama laskettu Mustosen (1986) mukaan. Valuma-alueet teoksesta Ekholm (1993) ellei toisin ilmoitettu.

Vesistöalue/Alaraja	Nro	Valuma-alue	Järvi-syys	Keskiyli-virtaama	Keski-virtaama	Kesän keskialivirtaama	Talven keskialivirtaama
		km ²	%	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Laakajärven alue/Kiltua**	4.644	463,89	10,58	19,2	5,9	0,50***	0,50***
Kivijoen va/Laakajärvi	4.645	53,97	3,93	2,7	0,67	0,17	0,11
Savonjoki (Joutenjoella)	4.646	24,83*	1,26*	1,3	0,31	0,06	0,03
Joutenjoki (Savonjoen kohdalla)	4.646	45,58*	0,95*	2,3	0,57	0,11	0,06
Sopenjoen va/Laakajärvi	4.646	109,3	2,08	5,5	1,37	0,32	0,20
Jormasjärven va/Nuasjärvi**	59.88	312,53	8,49	15,8	3,91	1,48	1,05
Talvijoen va/Jormasjärvi	59.884	36,44	0,66	1,8	0,46	0,08	0,05
Kuusijoki/Kalliojoki	59.885	12,41*	1,61*	0,6	0,16	0,03	0,02
Kalliojoki/Kolmisoppi	59.885	79,1	0,95*	4,0	0,99	0,21	0,12
Tuhkajoen va/Jormasjärvi	59.885	126,17	3,24	6,4	1,58	0,41	0,27

*Järvisyys tai valuma-alue laskettu YVA:ssa.

**Jormasjärven ja Laakajärven virtaama mitattu.

***Säännöstelty keskialivirtaama.

9.4.3 Vesistöjen nykyinen kuormitus ja säännöstely

Toiminta-alueen lähimmät vesistökuormittajat Jormasjärven ja Laakajärven valuma-alueella ovat Vapo Oy:n Raiskiosuon turvetuotantoalue, jonka valumavedet laskevat Raiskiopuron kautta Lumijokeen ja edelleen Laakajärveen, Vapo Oy:n Laakasuo-alueen turvetuotantoalue, jonka vedet laskevat Laakajärveen, sekä UPM-Kymmene Metsä Oy:n Naurissuo-Veneheitosuon turvetuotantoalue, jonka vedet laskevat Talvijokeen ja edelleen Jormasjärveen.

Nuasjärveen laskevat Jormajokisuun lähistölle Lahnaslammen kaivoksen vedet.

Hajakuormitusta vesistöihin tulee harvasta pysyvästä asutuksesta, vähäisestä maataloudesta, metsätaloudesta sekä loma-asutuksesta ja virkistystoiminnasta.

Laakajärveä säännöstelee Savon Voima Oy Itä-Suomen vesioikeuden päätöksen 28.12.1979, 20/Ym 11/79 nojalla. Säännöstelyn rajat ovat alaraja 163,29 mpy ja yläraja 165,09 mpy. Keskivedenkorkeus on 164,40 mpy.

9.4.4 Vesistöjen ja valuma-alueiden muuttaminen

Edellä kappaleessa 4.7 on kuvattu Kolmisoppijärven rakennettavaa patoa, joka on merkittävin vesistötyö tässä kaivoshankkeessa.

Hakosesta ja Pikku Hakosesta Kolmisoppijärven laskeva Hakopuro on käännettävä Kolmisopen louhoksen avaamiseksi. Hakopuron uoma sijaitsee louhoksen paikalla ja sen vedet on johdettava louhoksen länsipuolelta Kolmisoppijärven padon pohjoispuolelle lähelle Kalliojoen suuta. Samaa uomaa tulisivat johdettaviksi myös Kuusijoen vedet siinä tapauksessa, että tuotantoon valitaan biokasaliuotus ja toisen vaiheen liuotuskasa tulisivat sijaitsemaan Kolmisopen louhoksen länsipuolella. Prosessivaihtoehdossa PR1 Kolmisopen louhoksen länsipuolella on sivukivikasan sijoituspaikka ja Kuusijoen vedet voidaan johtaa nykyistä omaansa Kalliojokeen. Hakopuron vedet

ohjattaisiin vähän Pikku Hakosen alapuolelta tässä tapauksessa Kuusilammen (Rahvaanmäki) ja edelleen Kuusijokea Kalliojokeen. Samalla kääntyisi pieni osa Hakopuroon valuvasta alueesta Kuusijoen suuntaan. Hakopuron alaosan vedet ohjattaisiin Kolmisopen louhoksen länsipuolelta ojia järveen.

Kuusilammen louhos sijaitsee lähellä Tammalampea (<1 ha) ja sen pohjoispuolen pientä nimetöntä lampea ja on todennäköistä, että lammet tullaan turvallisuussyistä kuivattamaan. Honkalampi (<1 ha) sijaitsee louhoksen alueella ja se tulee häviämään kaivostoiminnan myötä. Kuusilammen louhos ulottuu luoteisosaltaan Heittimenpuron kohdalle ja puron uomaa on muutettava kiertämään louhos lännen puolelta. Kuusilampi sijaitsee vedenjakajan läheisyydessä ja sen valuma-alueen vedet voitaisiin ilmeisesti ohjata myös kaakkoon Kuljunlammen laskuojaan ja Hongikonpuroon, joista vedet valuvat Talvilammen ja edelleen Talvijokea Jormasjärveen. Kuusilammen louhoksen länsipuolella oleva Munninlampi (1 ha) tulisi autoklaaviliuotukseen perustuvassa vaihtoehdossa PR1 jäämään sivukivikasan alle.

Autoklaaviliuotusvaihtoehdossa (PR1) rakennettava rikastushiekka-allas tulisi peittämään alleen Mäkijärven (5 ha) ja Mustalammen (3 ha) sekä Lumijoen latvaveden Mourunpuron yläosan. Mourunpuron alueella ovat pienet (< 1 ha) Myllylampi ja Mourunlampi jäisivät altaan alle.

Biokasaliuotusvaihtoehdossa (PR2) vaiheen 1 sekundaarinen bioliuotuskasa tulisi sijoittamaan Kaivoslammen (5 ha) ja Syvälammen (1 ha) päällä ja Kuusilammen kohdalla olisi sivukivikasa KL1. Sivukivikasa KL2 louhoksen itäpuolella sijaitsisi pienten Kuikkalammen ja Pirttilammen päällä. Metallien talteenottolaitos sijaitsisi Rasvamäen eteläpuolella ja päästövedet pohjoiseen johdettaisiin Haukilammen ja edelleen Kärsälampeen, joista rakennettaisiin vesienkäsittelyn selkeytys- ja viivästysaltaita. Haukilammesta laskevan Haukipuron virtaus käännettäisiin Kärsälampeen. Etelään suunnattavat vesipäästöt jälkikäsiteltäisiin todennäköisesti Mäkijärvessä tai Mourunpurossa ja Kortelammissa sekä niihin laskevia ojia muokattaisiin vesien johtamiseksi pintavalutus- ja imeytysalueilta.

9.4.5 Vedenoton ja vesistöjen muuttamisen vaikutustavat pintavesiin

Vedenottoon ja vedenottovesistön säännöstelyyn liittyviä haitallisia vaikutuksia ovat mm. muutokset virtaamissa ja veden pinnan tasossa, vaikutukset veden laatuun, muutokset pintavesien ja ranta-alueiden ekologiassa ja virkistyskäyttöön kohdistuvat vaikutukset.

Vedenotosta aiheutuvat ekologiset haitat olisivat Kolmisopen alapuolisessa Tuhkajoessa mahdollisia, jos virtaama pienenisi riittävästi ja joessa kutevan kalaston (mm. taimen) mäti jäisi huonoihin olosuhteisiin. Vedenotto voi laskea järvien veden pintaa talvella niin, että jää jäätyy pohjaan ja siitä keväällä irrotessaan muuttaa pohjan ja rannan kasvillisuutta. Tässä suhteessa vedenpinnan säännöstely keskivedestä ylöspäin olisi pienemmän haitan tie.

Vedenotto ja vesipäästön johtaminen voivat kohdistua samaan vesistöön ja haitat voivat epäedullisessa tapauksessa kertautua. Siinä tapauksessa, että jätevedtä johdettaisiin vesistöön, jossa virtaama on alentunut vedenoton myötä, olisivat laimenemisolosuhteet huonommat kuin ilman vedenottoa.

Vesistön voimakas säännöstely voi myös muuttaa pohjaveden virtauksia ja aiheuttaa syvemmällä maassa olevan huonolaatuisen (liuenneet rauta, mangaani) pohjaveden purkautumista vesistöön.

Vesistöjen muuttamisella voi olla vesialueiden ominaisuuksiin voimakkaat vaikutukset mm. uomien muuttumisen, purojen kuivumisen tai vesialtaksiin kohdistuvan rakentamisen seurauksena ja nämä muutokset voivat olla pysyviä tai ohimeneviä.



Kuva 9.15. Kolmisoppijärven pohjoispää.

9.4.6 Vedenoton ja vesistöjen muuttamisen haitallisten vaikutusten vähentäminen

Vaikutuksia voidaan vähentää minimoimalla tarvittavan raakaveden määrää mm. keräämällä kaivosalueen valumavesiä ja kierrättämällä prosessivettä. Kaivosalueen vesien kerääminen ei Kolmisopen ja Jormasjärven tapauksessa tuota etua, sillä valtaosa kaivostoiminnoista on samalla valuma-alueella. Jos Kivijärvi valitaan vedenottovesistöksi, voitaisiin kaivosalueen vesiä ottaa käyttöön mm. Kuusijoen vesistöstä ja Pikku Hakosesta laskevien vesien osalta ja pienentää Kivijärveen kohdistuvaa vedenottoa.

Mahdollisen säännöstelyn vaikutuksia voidaan vähentää pyrkimällä pieneen säännöstelyväliin. Säännöstelyn ajoituksella luonnollista vuosirytmää jäljitteleväksi voidaan haittoja virkistyskäytölle minimoida. Järvien tavanomainen vuosittainen vedenpinnan korkeuden vaihtelu ylittää yleensä 0,5 metriä ja siihen suhteutettuna tarvittava säännöstely on kohtuullinen. Säännöstelyn suorittaminen talvella keskivedenpinnasta alaspäin on mm. alapuolisten jokien virtaaman pienentymisen vuoksi epäedullisempi vaihtoehto. Tosin sitäkin vaikutusta voidaan lieventää syventämällä luusuaa, jolloin alemmallakin vedenpinnalla tasolla purkautuu riittävästi vettä.

Vesistöjen muuttamisessa rakentamisen vaikutusten minimoiminen voidaan saavuttaa tekemällä työt pienen virtaaman kaudella, rakentamalla eroosiosuojaukset, välttämällä vesien ekologialle haitallisia työtapoja, ja suunnittelemalla vesien johtaminen niin, että luonnolliset virtaukset muuttuvat mahdollisimman vähän. Vesirakentamisella voidaan heikkolaatuisten vesistöjen tilaa parantaa, jos toimenpiteet esimerkiksi lisäävät vesisyvyyttä sopivasti, parantavat veden happiolosuhteita, poistavat liikoja vesikasvien kasvustoja tai parantavat kutupohjia.

9.4.7 Arvio raakaveden oton ja vesistöjen muuttamisen vaikutuksista

Hankkeen vesitaseen mukaan biokasaliuotus, muut liuotusprosessit tai vaahdotus ja metallien talteenottolaitos tarvitsevat jatkuvasti uutta raakavettä noin 450 - 550 m³ tunnissa. Hankkeen alkuvaiheessa sekä poikkeuksellisen kuivina vuosina tarvittava vesimäärä voi olla suurempi. Alkuvaiheen enimmäisvedentarpeeksi on arvioitu jopa 1800 m³ tunnissa. Vettä sitoutuu mm. rikastushiekkaan, rikasteeseen, kipsiin, bioliuotuskasoihin ja sitä haihtuu bioliuotuskasoista ilmaan.

Vesistöjen virtaama-arvio on laskettu taulukossa 9.8 ja sen perusteella voidaan arvioida onko tarvittava raakavesi saatavissa lähimmistä vesistöistä. Vedenoton kannalta kriittistä alinta virtaamaa kestää talvella yleensä noin 2 - 3 viikkoa ja kesällä usein vain viikon. Kevättalvella pienen virtaaman kautta on kuitenkin noin 2 kuukauden ajan, kunnes lumen sulaminen jälleen kasvattaa virtaamia. Kesällä taas sade katkaisee kuivat kaudet ja virtaamat kääntyvät normaalisti nousuun.

Kaivoshanketta lähimpänä olevasta järvestä Kolmisopesta virtaa vettä alimmillaan kesällä noin 1480 m³/h ja talvella noin 950 m³/h. Vastaavasti Kivijärvestä lähtevä virtaama on kesällä alimmillaan 620 m³/h ja talvella 390 m³/h sekä Jormasjärven lähtevä virtaama kesällä alimmillaan 5300 m³/h ja talvella 3800 m³/h. Kolmisopen etäisyys (linnuntietä) kaivoksen teollisuusalueelta on 5 - 6 km riippuen sijoituksesta. Kivijärvelle on kaivoksen teollisuusalueelta matkaa 6,5 – 7,5 km ja Jormasjärvelle noin 9 km riippuen reitistä. Jos oletetaan, että tarvittava vesimäärä olisi noin 450 m³/h, riittäisi kaikkien vaihtoehtojen vesimäärä kesällä kaivoshankkeen raakaveden lähteeksi. Sitä vastoin talvella Kivijärven virtaama on liian pieni (390 m³/h), jotta se riittäisi raakavesitarpeeseen. Kolmisopen luusuan talvinen alin tuntivirtaama 950 m³ pienenesi noin puoleen, jos raakavettä alettaisiin ottaa järvestä. Biokasaliuotuksessa haihtuvan veden määrä muodostaa merkittävän epävarmuustekijän vesistöjen vesitalouteen, sillä varovaisten arvioiden mukaan ylimääräinen haihdunta voi olla 200 m³/h, mikä edellyttäisi vesivajeen täyttämistä suuremmalla raakavedenotolla.

Tarkasteltaessa vedenottoa järvistä otetaan huomioon kolme mahdollisuutta lisätä käytettävissä olevaa vesivarastoa:

- valuman hyödyntäminen,
- valuman hyödyntäminen ja vedenpinnan alentaminen sekä
- valuman hyödyntäminen ja järven säännöstely.

Kolmisopen tai Kivijärven vedenpinnan säännöstelyllä voitaisiin saavuttaa vesivaraston kasvua kuivimpien kuukausien vedentarpeeseen. Kolmisopen pinta-ala on 201 ha (Hovinlahteen Kolmisopen louhosta varten rakennettava pato huomioiden noin 163 ha) ja Kivijärven 189 ha, joten niiden säännöstelytilavuus tietyllä vedenpinnan muutoksella olisi likimain samansuuruinen. Vedenpinnan nostolla keskivedestä +0,5 m:llä ylöspäin ja -0,5 m:llä alaspäin saataisiin noin 1,5 - 2 milj. m³ vesitilavuus, jota voitaisiin varastoida syksyllä ja käyttää raakavesitarpeisiin kevättalvella. Sen ansiosta Kivijokeen ja Tuhkajokeen tulevia virtaamia ei tarvitsisi merkittävästi pienentää raakavedenoton vuoksi edes talvella. Veden varastoiminen talvea varten edellyttäisi Tuhkajoen tai Kivijoen virtaamien pienentämistä syksyllä, kun osa vedestä varastoidaan järveen. Toimenpide edellyttää säännöstelylaitteiden rakentamista järven luusuaan.

Kolmisopen padon rakentamisvaiheessa järven veteen joutuisi kiviaineksesta tulevaa hienoaainesta, joka laskeutuu nopeasti lähelle patoaluetta, ja pohjasta irtoavaa lietettä. Lietepatjan paksuudeksi on enimmillään mitattu 15 m, mutta paksua lietesedimenttiä on vain kapealla alueella keskellä järveä. Patotyön toteuttaminen talvella järven kerrostuneisuuskaudella vaarantaisi vain pienitilavuisen alusveden laatua ja pohja-alueiden eliöstöä. Haitta järven ekosysteemille olisi näin kuitenkin pienempi kuin kesällä, sillä liete ja siitä vapautuvat ravinteet ja happea kuluttavat aineet eivät pääsisi leviämään järven päällysveteen ja tuottavaan kerrokseen. Kesällä Kolmisoppijärvi on mataluutensa ansiosta lähes jatkuvasti syvännettä myöten vesimassoiltaan sekoittuneena. Talven aikana liete ehtii laskeutua, vapautuneista ravinteista fosfaatit reagoivat raudan kanssa muodostaen niukkaliukoisia yhdisteitä ja alusvettä voidaan myös käsitellä hapettamalla tarkoitukseen kehitetyillä laitteilla ja apuaineilla. Erityistä huomiota Kolmisopen pohjalietteen käsittelyssä edellyttävät sen jonkinverran metalleja sisältävät ominaisuudet.

Padon rakentaminen Kolmisoppeen tulisi muuttamaan sen vesipinta-alaa ja –tilavuutta merkittävästi. Pinta-ala pienenesi noin 19 %. Kaivostoiminnan jälkeen järveen kohdistuu uusi muutos, kun louhoksen annetaan täyttyä vedellä, pato puretaan ja järven pinta-ala kasvaa noin 30% alkuperäistä kokoaan suuremmaksi noin 260 ha:iin. Järven tilavuuteen kuuluu louhoksen myötä noin 90 milj. m³ uutta tilavuutta alkuperäisen noin 8 milj. m³ lisäksi (järven keskisyvyysarvio 4 m).

Kolmisopen louhoksen täyttäminen vedellä kaivostoiminnan jälkeen tulisi kestämään vuosia ja riippuen täyttömenetelmästä silläkin voi olla haitallista vaikutusta vesitalouteen. Hakopuron ja

Kuusijoen valuma-alueet ovat pienet ja niiden yhteenlaskettu vuosivaluma on noin 15 milj. m³. Tuhkajoen vuosivaluma on noin 40 milj m³ ja senkin virtaamasta olisi leikattava merkittävä osa (40 %), jos louhos halutaan täyttää 5 vuodessa. Tulva-aikaisen virtaaman, joka usein on lähes puolet vuoden virtaamsummasta, ohjaaminen louhokseen ei kuitenkaan sanottavasti häiritsisi vesistön vesitaloutta.

9.4.8 Vaihtoehtojen vertailu ja johtopäätökset

Raakavedenottovesistöinä vertaillaan RV1 Kolmisoppijärveä, RV2 Kivijärveä ja RV3 Jormasjärveä. Edellisissä kappaleissa on käsitelty vesistöjen vesimääriä ja niiden eroja vedenoton kannalta. Molemmat järvet soveltuisivat kesäaikana raakavesilähteiksi, mutta Kivijärven virtaama on liian pieni, jotta talvella voitaisiin luottaa haitattomaan veden saantiin ilman erityistoimenpiteitä. Kivijärven voimakkaammalla säännöstelyllä saavutetaan tarvittava vesitilavuus talven alivesikauden ylittämiseksi, mutta seurauksena ovat säännöstelystä tulevat haitat vesiluonnolle, virkistyskäytölle (retkeily, uinti) sekä rakentamisen ja hoidon kustannukset. Voimakkaasta säännöstelystä voi seurata mm. vedenlaadun epäedullista muuttumista ja rantaeroosiota. Isommassa Jormasjärvessä säännöstelyä ei tarvittaisi, vaan vedenotosta johtuva vedenpinnan korkeuden vaihtelu olisi vähäistä. Jormasjokeen vedenotolla olisi vastaavalla tavalla virtaamaa pienentävää vaikutusta kuin Tuhkajokeenkin.

Koska veden tarve saattaa olla suurempi kuin minimimääräksi laskettu 450 – 550 m³/h, olisi Kolmisoppi varmempi ottopaikka kuin Kivijärvi. Vastaavasti Jormasjärvi on antoisin vaihtoehto ja tarjoaisi merkittävästi lisäturvallisuutta, jos tarvittava vedenottomäärä kasvaa. Vesistöjen vesitalouden kannalta päävaihtoehto PR2 on edullisempi, sillä sen vedentarve on pienempi.

Etäisyys Kivijärvestä kaivoksen teollisuusaluevaihtoehtoille on hieman pitempi kuin Kolmisopesta, mutta ero on vain noin 1,5 km. Jormasjärven tehtävän vedenottoputken pituus olisi vähintään 3 km pitempi kuin Kolmisoppeen. Tekniseltä ja taloudelliselta kannalta Kolmisopen vedenottamon käyttäminen olisi helpointa, koska se sijaitsee lähellä kaivostoimintoja (Kolmisopen louhosalue) ja tarvittava sähkölinja olisi lyhyempi kuin Kivijärven tai Jormasjärven pumppaamolle. Kolmisopen tapauksessa myös rakennettava putkilinja tulisi sijoittumaan muiden kaivostoimintojen, kuten teiden, alueelle ja sen rakentaminen ja huolto eivät vaatisi erityistoimenpiteitä. Paitsi pitempi putki, on myös muiden vaihtoehtojen korkeusero suurempi kuin Kolmisopen vaihtoehdossa.

Vesipäästöjen johtamisen kannalta raakavedenotto samasta vesistöstä merkitsee laimennuksen pienentymistä. Tässä tapauksessa pienimmät vaikutukset vedenotosta olisivat Jormasjärven vaihtoehdossa.

Kolmisopen käyttökelpoisuutta säännöstelyssä vähentää rakennettava louhoksen suojapato, jolla noin 39 ha vesialuetta eli 19 % koko järven pinta-alasta muutetaan louhosalueeksi.

Muihin vertailukohteisiin (kiviainesten kuljetus ja murskaus sekä voimalinjan ja rautatien suuntaus) raakavedenoton toteutustavalla ei ole merkittävää vaikutusta.

Nollavaihtoehto

Kaivostoiminnan jäädessä alkamatta ei vesitalouteen kohdistuisi muutoksia. Ilman raakavedenottoa kaivosta ei voida ottaa käyttöön. Etenkin toiminnan ensimmäisinä 2 - 5 vuotena raakaveden saanti on tärkeää toiminnan onnistumiselle. Sekä rikastushiekka-allas että bioliuotuskasat sitovat runsaasti vettä ennen kuin tasapaino vesien kierrätyksessä saavutetaan.

9.5 Kaivoksen vesipäästöt ja niiden johtaminen

9.5.1 Toiminnassa syntyvät vesipäästöt

Talvivaaran kaivosalueelta, jonka rakennettujen toimintojen pinta-ala on noin 18 - 21 km², pääosa valumavesistä kerätään prosessivesiksi. Vuosittainen ilmastosta johtuva sade- ja sulamisvesien määrän vaihtelu johtaa kuitenkin siihen, että ajoittain joudutaan johtamaan vesiä ympäristöön. Kaivoksen jätevesipäästö muodostuu vesienkäsittelyaltaasta juoksutettavasta ylimääräisestä vedestä. Vesienkäsittelyaltaaseen vesi tulee kuivatusvesi-, kipsisakka- tai rikastushiekka-altaasta, ja se koostuu toisaalta kipsin saostuksessa saostumattomasta osasta sulfaattien ja kalkin liuosta ja toisaalta

kiintoaineksesta, joka ei saostunut altaaseen, vaan pysyi vedessä. Kuivatusvesialtaaseen kertyy louhosvettä, sivukivikasojen vettä ja sellaista aluevettä, jota ei suoraan johdeta ympäristöön.

Poisjohdettavassa vedessä olevan kiintoaineksen muodostavat malmi- ja sivukivipartikkelit, joista metallit on liuotettu pois, ja metallien saostuksessa syntyneet sakat. Muulta osin vesipäästöt muodostuvat puhtaista ympäristön ojavesistä, jotka mahdollisimman tarkoin pidetään erillään tavalla tai toisella kaivostoiminnan piirissä olevista vesistä. Jätevesien ja valumavesien ohella voidaan johtaa käsiteltyä louhosvettä. Kaivoksella olevan metallien talteenottolaitoksen käyttämästä kalkista muodostuu sen reagoidessa malmista liuotettujen sulfaattien kanssa kipsisakkaa, jota aiotaan varastoida kipsialtaaseen tai rikastushiekka-altaaseen riippuen prosessista.

Louhosten kuivanapitovesiä (louhosvettä) muodostuu vuosittain Kuusilammen louhoksella noin 1,5 milj. m³ ja Kolmisopen louhoksella noin 1 milj. m³. Louhosten kuivatusvesien laatuun vaikuttavat ennen kaikkea louhinnassa käytettävien räjähdekemikaalien laatu, kallioperän (malmin ja sivukiven) ominaisuudet, sekä vuodenaikaisesta ja sademääristä vaihtelusta johtuvat muutokset vesimäärissä.

Louhosveteen joutuu räjäytysaineista tyyppiyhdisteitä pääasiassa nitraatteina ja vähemmässä määrin ammoniumtyyppinä. Talvivaaran louhosten kuivatusvesien nitraattipitoisuuksia arvioitaessa on hyödynnetty muista suomalaisista kaivoshankkeista saatuja kokemuksia. Esimerkiksi Pahtavaaran kaivoksella vuosina 1996 - 2000 louhosveden kokonaistypen pitoisuudet olivat keskimäärin 5,5 mg/l (vaihtelu 0,2 - 33,6 mg/l). Emulsioräjähdysaineet ovat kehittyneet ja Talvivaarassa tullaan käyttämään suoraan emulsion sekoitusautosta reikään laskettavaa räjähdysainetta sekä panostetaan verrattain isoja reikiä, ja tällä menetelmällä typen liukeneminen ja joutuminen reikien ulkopuolelle on vähäisempää. Sen perusteella voidaan arvioida, että louhosvesien nitraattipitoisuus on pienempi kuin Pahtavaaran kaivoksella mitatut pitoisuudet. Louhosvesien pH:n suuruuteen vaikuttavat myös mineraalien muut ominaisuudet kuten emäksiset aineet ja grafiitti. Louhintakohteiden kuivanapitovedet sisältävät arviolta noin 0...1 g/l kiintoainetta, joka on osaksi murskautunutta ja jauhautunutta sivukiveä ja loppuosa on malmista peräisin.

Louhosveteen voi päästä vähäisiä määriä mm. hydraulioöljyä koneiden rikkoontumisten yhteydessä. Määrät ovat kuitenkin pieniä ja päästöjen joutuminen louhosveteen estetään tavanomaisilla öljynsuojauksilla, kuten jysinturpeeseen imeyttämällä, maan poistolla ja varautumalla allasjärjestelyihin tai pumppauksen keskeyttämiseen. Tarvittaessa louhosvedet voidaan käsitellä öljynerotuksella. Öljypäästöillä ei ole vaikutusta vesien keskimääräiseen laatuun.

9.5.2 Vaihtoehdon PR1 vesipäästöt

Vaihtoehdossa PR1 prosessivedet, sivukivivedet, teollisuusalueen valumavedet ja louhosvedet johdetaan rikastushiekka-altaaseen ja edelleen vesienkäsittelyaltaaseen tai suoraan syntypaikastaan vesienkäsittelyaltaaseen. Autoklaaviliuotuksessa ja metallien talteenottolaitoksella syntyvät liuotusjännös, sakat ja kipsi varastoidaan rikastushiekka-altaaseen. Altaan pintakuorma on erittäin pieni ja kemiallisten sakkujen laskeutumiseen on riittävästi aikaa. Prosessivedestä suuri osa sitoutuu hiekkaan ja ilmaan haihtuu noin 200 – 300 mm vuosittain. Rikastushiekka-allas pidetään mahdollisimman suurelta osin vedellä peitettynä pölyn leviämisen estämiseksi.

Vesipäästön määräksi arvioidaan noin 1,8 milj. m³ vuodessa (vesitase kappaleessa 7). Veden laatuun vaikuttaa mm. käytössä oleva prosessi, malmin laatu sekä prosessissa käytettävä raakavesi. Altaalla veden laatuun vaikuttavat lisäksi sade- ja sulamisvedet. Taulukossa 9.9 on esitetty arvio johdettavasta vesimäärästä ja taulukossa 9.10 altaalla olevan ja johdetavan veden laadusta vuodenajoin.

Vesiä johdetaan vesistöön lähinnä sulana vuoden aikana, mutta laskelmissa on varauduttu myös talvella johdettaviin kuivatusvesiin. Vesiä johdetaan siten keväällä ja syksyllä tulva-aikana keskimäärin noin 1 200 000 m³ ja muuna sulana aikana noin 60000 - 80000 m³ kuukaudessa, mikä tekee yhteensä noin 1,8 milj. m³ vuodessa. Päästön aiheuttama kokonaiskuormitus on laskettu veden laatuarvion ja vesimäärien tulona (taulukko 9.11).

Taulukko 9.9. Vesienkäsittelyaltaasta johdettava vesimäärä vaihtoehdossa PR1.

Johdettava vesimäärä	d	m ³ /d	m ³ /a	l/s
talvi	200	1176	235000	14
kesä/syyskuu	120	2352	282000	27
tulva	45	28536	1280000	330
yhteensä /a	365		1800000	

Taulukko 9.10. Arvio vesienkäsittelyaltaan vesipäästön laadusta prosessivaihtoehdossa PR1. e= pitoisuus estimoitu muiden kaivosten tyypillisistä arvoista tai maksimoiden, c=laskettu kiintoainepitoisuuden ja koeohjelmien tulosten perusteella.

Muuttuja		Yksikkö	Kesä	Talvi	Tulva
Kiintoaine	e	mg/l	20	20	20
Kok-P	c	µg/l	250	312	203
NO ₃ -N	e	µg/l	3000	8000	5200
SO ₄	e	mg/l	400	500	325
NH ₄ -N	e	µg/l	200	1000	650
Kok-Al	c	µg/l	752	940	611
Kok-Ca	c	mg/l	480	600	390
Kok-Co	c	µg/l	720	900	585
Kok-Cr	c	µg/l	40	50	33
Kok-Cu	c	µg/l	721	902	586
Kok-K	c	mg/l	36	45	29
Kok-Mg	c	mg/l	440	550	358
Kok-Mn	c	µg/l	573	716	465
Kok-Na	c	mg/l	120	150	98
Kok-Ni	c	µg/l	722	902	586
Kok-Zn	c	µg/l	1044	1306	849
Sähkönjohtavuus	e	mS/m	400	500	325

Taulukko 9.11. Vesienkäsittelyaltaasta johdettavan veden arvioitu vesistökuormitus prosessivaihtoehdossa PR1.

Kuormite	Yksikkö	Kesä	Talvi	Tulva
Q	l/s	27	14	330
Kiintoaine	kg/d	47	24	571
Kok-P	kg/d	0,6	0,4	5,8
NO ₃ -N	kg/d	7,1	9,4	148
SO ₄	kg/d	941	588	9274
NH ₄ -N	kg/d	0,5	1,2	18,5
Kok-Al	kg/d	1,8	1,1	17,4
Kok-Ca	kg/d	1129	706	11129
Kok-Co	kg/d	1,7	1,1	16,7
Kok-Cr	kg/d	0,1	0,1	0,9
Kok-Cu	kg/d	1,7	1,1	16,7
Kok-K	kg/d	85	53	835
Kok-Mg	kg/d	1035	647	10202
Kok-Mn	kg/d	1,3	0,8	13,3
Kok-Na	kg/d	282	176	2782
Kok-Ni	kg/d	1,7	1,1	16,7
Kok-Zn	kg/d	2,5	1,5	24,2

9.5.3 Vaihtoehtoon PR2 vesipäästö

Vaihtoehtossa PR2 prosessivedet, sivukivivedet, teollisuusalueen valumavedet ja louhosvedet johdetaan vesienkäsittelyaltaaseen joko kipsialtaan kautta tai suoraan syntypaikastaan. Metallien talteenottolaitoksella syntyvä kipsi varastoidaan altaaseen, johon johdetaan ylimääräistä louhosvettä ja mahdollisesti muita metallipitoisia vesiä. Kipsialtaalla veden pH on korkea ja metallit saostuvat tehokkaasti. Altaan pintakuorma on erittäin pieni ja kemiallisten sakkujen laskeutumiseen on riittävästi aikaa. Kipsisakka-altaan vettä sitoutuu suuria määriä sakkaan ja vähäisempi osa haihtuu ilmaan.

Kipsisakka-altaalle pumpattavan sakan sisältämän veden kokonaismäärä on vähintään 50 % kipsistä eli noin 0,8 milj. m³ vuodessa. Veden laatuun vaikuttaa mm. käytössä oleva prosessi, malmin laatu sekä prosessissa käytettävä raakavesi. Altaalla veden laatuun vaikuttaa lisäksi sade- ja sulamisvedet sekä kipsisakan geokemialliset ominaisuudet. Taulukossa 9.12 on arvio vesienkäsittelyaltaasta johdettavasta vedestä ja taulukossa 9.13 on esitetty arvio altaalla olevan veden laadusta.

Taulukko 9.12. Vesienkäsittelyaltaasta johdettava vesimäärä vaihtoehtossa PR2.

Johdettava vesimäärä	d	m ³ /d	m ³ /a	l/s
talvi	200	720	144000	8
kesä/syyskuu	120	1320	158000	15
tulva	45	17280	777000	200
yhteensä /a	365		1080000	

Taulukko 9.13. Arvio vesienkäsittelyaltaan vesipäästön laadusta prosessivaihtoehtossa PR2. e= pitoisuus estimoitu muiden kaivosten tyypillisistä arvoista tai maksimoiden, c=laskettu kiintoainepitoisuuden ja koeohjelmien tulosten perusteella.

Muuttuja	Yksikkö	Kesä	Talvi	Tulva
Kiintoaine	e mg/l	20	20	20
Kok-P	c µg/l	250	312	203
NO ₃ -N	e µg/l	3000	8000	5200
SO ₄	e mg/l	202	253	164
NH ₄ -N	e µg/l	200	1000	650
Kok-Al	c µg/l	720	900	585
Kok-Ca	c mg/l	323	403	262
Kok-Co	c µg/l	721	901	586
Kok-Cr	c µg/l	40	50	33
Kok-Cu	c µg/l	720	900	585
Kok-K	c mg/l	36	45	29
Kok-Mg	c mg/l	401	501	326
Kok-Mn	c µg/l	866	1082	704
Kok-Na	c mg/l	160	200	130
Kok-Ni	c µg/l	743	929	604
Kok-Zn	c µg/l	1040	1300	845
Sähkönjohtavuus	e mS/m	400	500	325

Vesiä johdetaan vesistöön lähinnä sulana vuoden aikana, mutta laskelmissa on varauduttu myös talvella johdettaviin kuivatusvesiin. Vesiä johdetaan keväällä ja syksyllä tulva-aikana keskimäärin noin 700 000 -800 000 m³ ja muuna sulana aikana noin 40 000 – 50 000 m³ kuukaudessa. Niiden aiheuttama kokonaiskuormitus on laskettu veden laatuarvion ja vesimäärien tulona (taulukko 9.14).

Taulukko 9.14. Vesienkäsittelyaltaasta johdettavan veden arvioitu vesistökuormitus prosessivaihtoehdossa PR2.

Kuormite	Yksikkö	Kesä	Talvi	Tulva
Q	l/s	15	8	200
Kiintoaine	kg/d	26	14	346
Kok-P	kg/d	0,3	0,2	3,5
NO ₃ -N	kg/d	4,0	5,8	89,9
SO ₄	kg/d	267	182	2842
NH ₄ -N	kg/d	0,3	0,7	11,2
Kok-Al	kg/d	1,0	0,6	10,1
Kok-Ca	kg/d	426	290	4530
Kok-Co	kg/d	1,0	0,6	10,1
Kok-Cr	kg/d	0,1	0,0	0,6
Kok-Cu	kg/d	1,0	0,6	10,1
Kok-K	kg/d	48	32	505
Kok-Mg	kg/d	529	361	5627
Kok-Mn	kg/d	1,1	0,8	12,2
Kok-Na	kg/d	211	144	2246
Kok-Ni	kg/d	1,0	0,7	10,4
Kok-Zn	kg/d	1,4	0,9	14,6

Prosessivaihtoehdossa PR1 (vaahdotus ja autoklaaviliuotus) johdetaan enemmän vettä kuin vaihtoehdossa PR2 (biokasaliuotus). Vesimäärien suhde on $1,8/1,1 = 1,6$. Koska teollisuusprosessin loppupää on molemmissa vaihtoehdoissa samanlainen, ei vesipäästössä lähtökohdiltaan ole paljon laadullista eroa. Vesien käsittelytavat kuitenkin ovat erilaiset – toisessa vaihtoehdossa rikastushiekka-allas ja toisessa suoraan vesienkäsittelyallas. Yksiköiden mitoitukselta ei ole vielä tarkempia tietoja, joten jätevesien laatu on molemmissa prosessivaihtoehdoissa oletettu varsin samanlaiseksi. Tämän vuoksi johdettava vesimäärä tekee prosessivaihtoehdon PR1 kuormituksesta suuremman.

9.5.4 Talousjätevedet

Sosiaalituloissa muodostuvien jätevesien määrä (arviolta noin 100 m³/d) on pieni verrattuna prosessiveden tai yksin louhosten kuivatusveden määrään. Jätevedet puhdistetaan biologis-kemiallisessa puhdistamossa ympäristöluvassa määrättävään laatuun ja johdetaan vesistöön. Talousjätevesistä tulevat merkittävimmät kuormitustekijät ovat happea kuluttavat aineet (arvioitu kuormitus BOD₇ 2 kg/d), fosfori (0,025 kg/d) ja typpi (2 kg/d). Niillä on merkittävä vaikutus kaivoksen vesipäästöön typen osalta ja kesällä prosessivaihtoehdossa PR1 typen kokonaiskuormitus olisi 25 % ja vaihtoehdossa PR2 45 % suurempi kuin taulukoissa 9.11 ja 9.14 arvioitu prosessin vesienkäsittelyaltaan kuormitus. Typen poistuma talousjätevedestä on kesän lämpimissä olosuhteissa tehokasta ja jos kaivoksen vedet johdetaan pieniin puroihin, poistuu tyydestä todennäköisesti valtaosa ennen kuin kuormitus joutuu järviin. Talvella talousjäteveden kuormitusosuus olisi hieman suurempi ja tulva-aikana vähäisempi.

Happea kuluttavalla kuormituksella ei alueen virtavesissä ole jatkuvan ilmakehästä tulevan happitäydennyksen vuoksi merkitystä ja sen vuoksi jätevesi olisi johdettava ensin puroihin tai jokiin. Teollisuusjätevesien happipitoisuus on prosessin luonteesta johtuen hyvä jatkuvasti ainakin vesienkäsittelyaltaassa tapahtuvan sekoittumisen jälkeen eikä happea kuluttavan kuormituksen arvioida aiheuttavan ongelmia.

Talousjäteveden johtaminen puhdistamalla tehtävän käsittelyn jälkeen metallien talteenotto-prosessin vesienkäsittelyaltaaseen jatkokäsitteltäväksi voi tuottaa molemmille jätevesille biologisten tekijöiden aikaansaaman käsittelyn tehostumista.

9.5.5 Johtopäätökset

Jätevesien kuormitus on prosessivaihtoehdossa PR2 pienempi ja se on edullisempi vaihtoehto. Jäteveden laadussa ei arvioida olevan merkittävää eroa. Metallien talteenotto-prosessi antaa hyvät lähtökohdat jätevesien emäksisissä olosuhteissa tapahtuvalle jälkisaostukselle pitkän viipymän altaissa ennen vesien johtamista ympäristöön.

Jätevesien keskeisimmät kuormitustekijät, joita ympäristölle haitallisina on pidettävä silmällä, ovat malmista peräisin olevat metallit nikkeli, sinkki, kupari ja koboltti sekä räjähteistä tulevat typpiyhdisteet. Malmissa vähäisessä määrin esiintyvistä kadmiumista ja arseenista ei vesipäästössä ole ongelmaa. Lisäksi kiintoaineiden joutuminen vesistöön suurina pitoisuuksina voisi aiheuttaa haittoja. Talousjätevesien merkittävin kuormitus tulee typpiyhdisteistä, sillä muita kuormitteita pystytään tavanomaisella käsittelylaitoksella vähentämään erittäin tehokkaasti. Malmin rikastuksen tai muiden teollisuusprosessien kemikaaleista, lukuun ottamatta pH:n säätökemikaaleja kalkkia ja rikkihappoa, jätevesiin kulkeutuu niin pieniä määriä, ettei niillä arvioida olevan käytännössä merkitystä jäteveden laadulle.

9.6 Vesistöjen vedenlaatu

9.6.1 Perustilaselvityksen vedenlaatuaineisto

Ennen kaivoshankkeen perustilaselvitystä alueen vesistöistä oli käytettävissä Kainuun ympäristökeskuksen havaintoja. Näytteistä on määritetty keskeisiä vesikemiallisia ja -fysikaalisia tekijöitä, kuten sameus, liuenneiden suolojen pitoisuus, happamuusaste, veden väri, humusaineet ja ravinteet jne.

Vesistöjen vedenlaadun perustilan kartoituksessa aikaisempaa vedenlaatuaineistoa täydennettiin vuodenaikaisen vaihtelun saavuttamiseksi ja analysoitujen tekijöiden määrän laajentamiseksi vastaamaan hankkeessa tarvittavaa tietoa. Vesinäytteitä otettiin yhteensä 36 havaintopaikasta, joiden sijainti on kuvassa 9.11. Näytteitä on otettu eri vuodenaikoina noin 2 vuoden ajan.

LVT otti kohdealueen vesistöistä ensimmäiset vesinäytteet vuonna 2003, jolloin Kuusilammen kaivospiiristä ja sen lähialueelta tutkittiin 5 näytepistettä. Lisäksi näytteitä otettiin 3 vanhasta koelouhoksesta Kuusilammen kaivospiiristä. Koko tutkimusalueen noin 60 km²:lla on useita pieniä vaikeasti saavutettavia ja usein laskuojattomia metsälampia, joiden vedenlaatu haluttiin ainakin joillakin näytteillä selvittää, koska tiedettiin laajan Kolmisoppi –Talvivaara mustaliuskevyöhykkeen vaikuttaneen alueen maaperään, pienvesiin ja vesistöihin. Tämän lisäksi on hyödynnetty yleistä vedenlaatuaineistoa (Hertta-tietokanta) mm. Laakajärvestä, Sopenjoesta, Kivijoesta ja Kivijärvestä.

Perustilaselvityksessä näytteet otettiin järvistä pinnasta pohjaan ulottuvana näytesarjana, muun tyyppisistä havaintopaikoista joko 1 metrin syvyydestä tai 1,5 metriä matalammissa vesissä vesipatsaan puolivälistä.

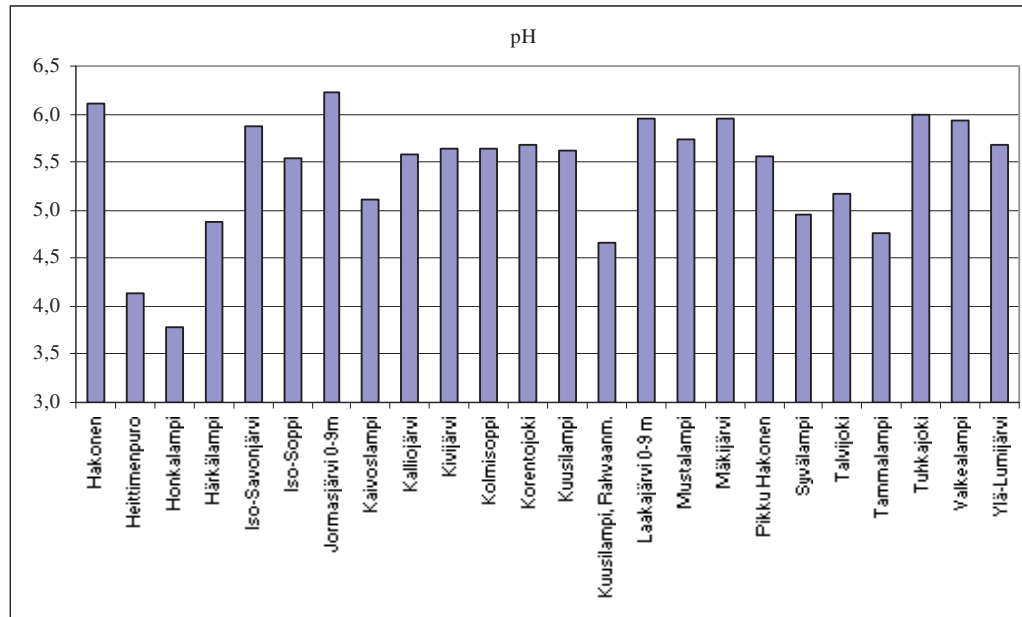
Ennen kaivostoiminnan alkamista kertyy vesistöjen vedenlaadun perustilaselvityksessä vielä lisää tietoa, jota voidaan toiminnan aikana käyttää YVA:n perustilatietoja laajentamassa.

Turvetuotannon tarkkailu koskee Talvijokea, jonka latvat ovat kaivoshankkeen mahdollista vaikutusaluetta joissakin suunnitteluvaihtoehdoissa. Muuten kohdealueella ei ole jatkuvia velvoitteeseen perustuvia vesistötarkkailuja.

9.6.2 Vedenlaadun nykytilan kuvaus

Talvivaaran mustaliuskealueen vesistöjen vesi on tyypillisesti humuspitoista ja hapanta. Tulosten mukaan happamuus oli niin voimakasta, että vain keskikokoisten ja isompien järvien vesi oli yli pH 6 tason (kuva 9.16). Pienissä vesissä, kuten Honkalammessa ja sen ympäristön ojissa pH oli jopa alle 4. Kuusilammen tulevalta louhosalueelta pohjoiseen laskevassa Heittimenpurossa pH oli 4,1 ja samassa vesistössä alempana olevan Kuusilammen (Rahvaanmäki) pH oli 4,6. Muita varsin

happamia vesiä olivat Tammalampi, Härkälampi ja Kaivoslampi. Happamuuteen liittyy alhainen alkaliniteetti tai jopa olematon puskurikapasiteetti. Erittäin alhaisen alkaliniteetin vesiä olivat Kuusijoen purot ja lammet, lukuun ottamatta latvoilla olevaa Kuusilampea. Huolimatta siitä, että happopitoisuus oli suhteellisen korkea, ei mm. sulfaattia ollut vesissä poikkeuksellisen paljon, lukuun ottamatta Honkalampea ja Heittimenpuroa, jotka ovat välittömästi maan pinnassa olevan Kuusilammen malmin vaikutuspiirissä. Honkalammesta etelään laskevan Pirttipuron vesi on ajoittain ollut erittäin hapanta (liite 3). Kuten aikaisemmissa tutkimuksissa (Loukola-Ruskeeniemi 1995) on todettu, on malmialueen luontainen vaikutus levinnyt myös itään ja Talvijoen vesistöön. Pirttipuron vedenlaadun vuodenaikaisesta vaihtelusta voidaan päätellä malmialueen vesien vaikuttavan voimakkaammin kesällä kuin talvella.



Kuva 9.16. Vesistöjen veden keskimääräinen pH.

Humuksen suhteen nousevat muista vesistöistä korkeampiin pitoisuuksiin Kalliojärvi, Korentojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki. Samassa vesistössä alempana olevan Jormasjärven humuspitoisuus oli vain vähän yli puolet esimerkiksi Kolmisopen arvoista. Talvijoki oli humusvesien korkeimpien pitoisuuksien ryhmässä. Syvälampi, Tammalampi, Härkälampi ja Kaivoslampi kuuluvat mustaliuskealueen tummiin vesiin, joissa humuspitoisuus oli edellä mainittua ryhmää vähän matalampi. Kolmannen ryhmän muodostavat selvästi runsaan humuksen järvet, jotka ilmeisesti tavanomaisista valuma-aluekijöistä (suot) johtuen ovat tyypillisiä humusvesiä. Näitä ovat Iso-Soppi, Kivijärvi, Laakajärvi, Mustalampi, Mäkijärvi ja Pikku Hakonen. Tähän ryhmään kuuluu ilmeisesti myös Ylä-Lumijärvi, jonka veden humuspitoisuus oli varsin korkea. Vähiten humusta oli Hakosen, Honkalammen ja Valkealammen vedessä. Suurimmat värin arvot mitattiin Iso-Sopessa, Kalliojärvessä, Korentojokea, Talvijokea ja Ylä-Lumijärvessä. Korentojoki laskee Kalliojokeen lännestä ja sen laatuun malmialueen moreeni- ja kallioperävaikutus ei ilmeisesti ulotu. Kiintoainepitoisimpia vesiä olivat Heittimenpuro, jossa on majavan patoja ja paljon ojitusvaikutusta, sekä saman vesistön alemmat osat Kaivoslampi, Rahvaanmäen Kuusilampi ja Syvälampi. Näiden veden keskimääräinen kiintoainepitoisuus oli 7 – 16 mg/l.

Veden ravinteiden osalta erottuivat Mäkijärvi, Honkalampi ja Tammalampi alimman kokonaistyyppipitoisuutensa (kuva 9.18) ansiosta ja Korentojoki, Syvälampi, Talvijoki ja Ylä-Lumijärvi korkeamman tyyppipitoisuutensa ansiosta. Yleisesti alueen vesien kokonaistyyppipitoisuus vaihteli keskimäärin noin 400 - 500 µg/l tasolla. Nitraatin pitoisuus oli yleensä melko pieni, alle 100 µg/l ja ammoniumia esiintyi lähinnä humusvesissä pitoisuuteen 100 µg/l asti. Kokonaisfosforin pitoisuus vaihteli keskiarvoissa välillä 5 – 40 µg/l ja alle kolmasosa tarkastelun vesistöistä ylitti fosforipitoisuuden 25 µg/l (kuva 9.19). Alueen vedet olivat siis yleensä verrattain karuja.

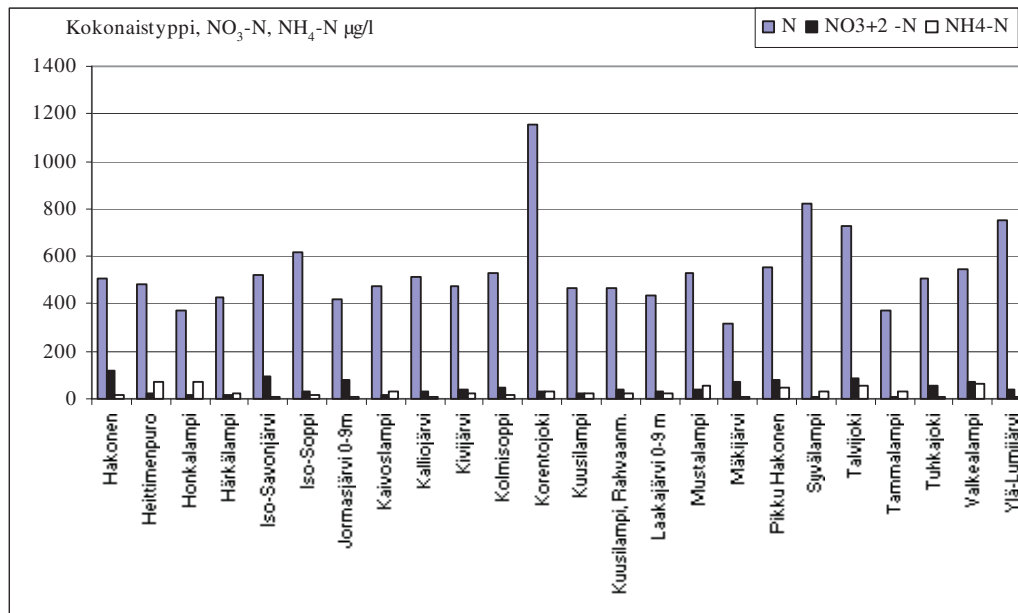
Fosforipitoisimmat vesistöt olivat Iso-Soppi, Kalliojärvi, Kolmisoppi, Laakajärvi, Talvijoki ja Ylä-Lumijärvi ja vähäfosforisimmat Hakonen, Honkalampi, Härkälampi, Jormasjärvi, Kaivoslampi, Kuusilampi (Rahvaanmäki), Mäkijärvi ja Tammalampi.



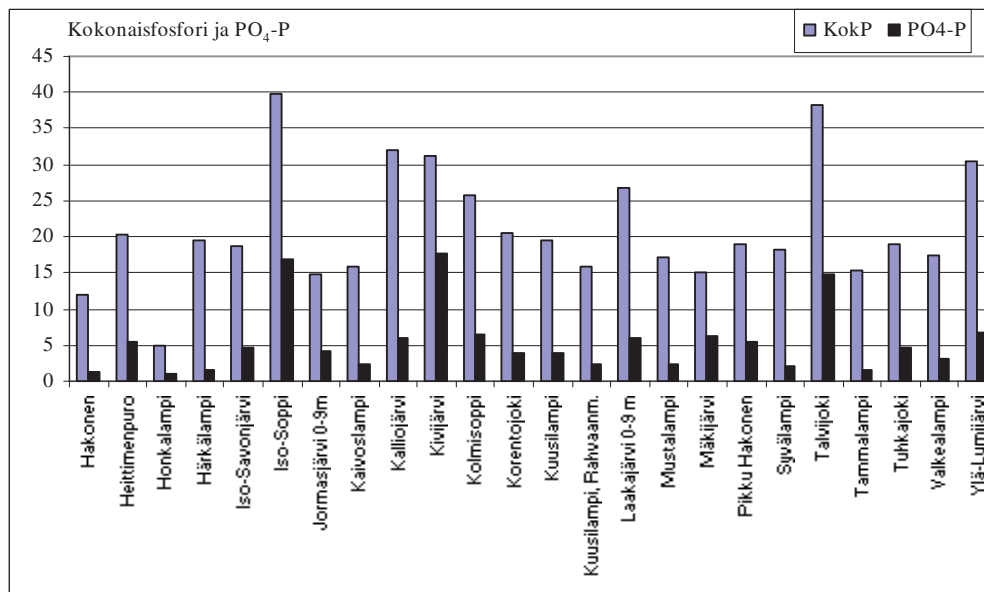
Kuva 9.17. Tuhkajoki.

Veden levien klorofyllin pitoisuuden mukaan runsastuottoisia vesiä ovat Kuusilampi, sen alapuoliset Kaivoslampi ja Kolmisoppi sekä Laakajärvi. Esimerkiksi Korentojoessa, jossa tyypeä on runsaasti, perustuotanto on kuitenkin vähäistä. Vähiten levien klorofylliä oli Honkalammessa, Kuusilammessa (Rahvaanmäki), Talvijoessa, Tammalammessa ja Ylä-Lumijärvessä. Klorofyllin pienet pitoisuudet voivat jossain tapauksissa olla kytköksissä veden tummuuteen, joka estää tehokasta valon tunkeutumista koko tuottavaan vesikerrokseen (kuva 9.20).

Veden sähkönjohtavuus oli Kuusijoen vesistön puroissa ja lammissa korkeampi kuin muissa tutkituissa vesistöissä ja osa siitä johtui kallio- ja maaperän sulfidien muita vesialueita runsaammasta esiintymisestä. Suurimmat pitoisuudet mitattiin Honkalammessa ja Heittimenpurossa. Ilmeisesti myös Hakosen ja Pikku Hakosen veteen on vaikuttanut malmialue, sillä niiden veden sulfaattipitoisuus oli samaa luokkaa kuin Kuusijoen vesistössä. Matalat sulfaattipitoisuudet mitattiin kuitenkin mm. Kolmisopessa, Korentojoessa, Kuusilammessa ja Tuhkajoessa.

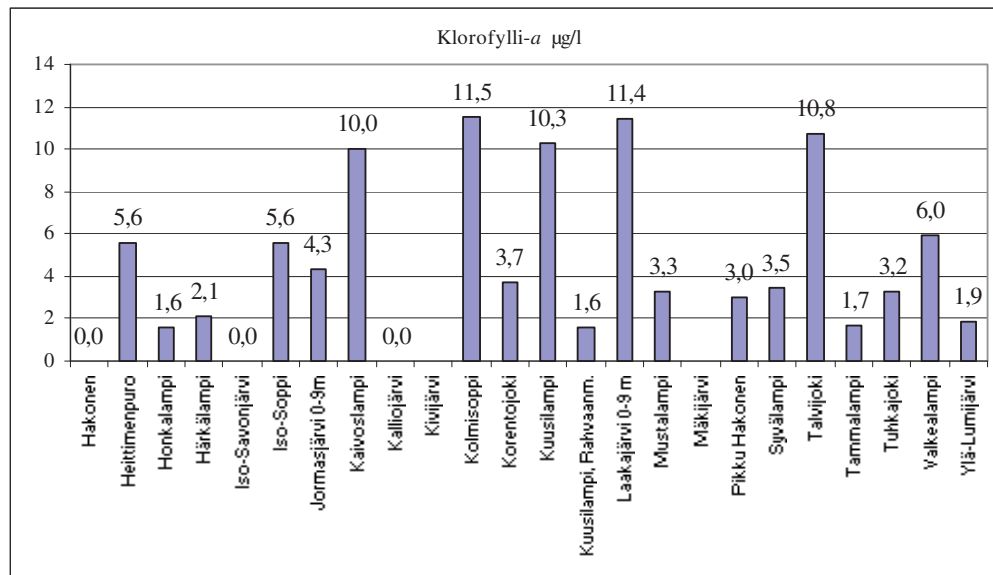


Kuva 9.18. Vesistöjen veden keskimääräinen typpiyhdisteiden pitoisuus.

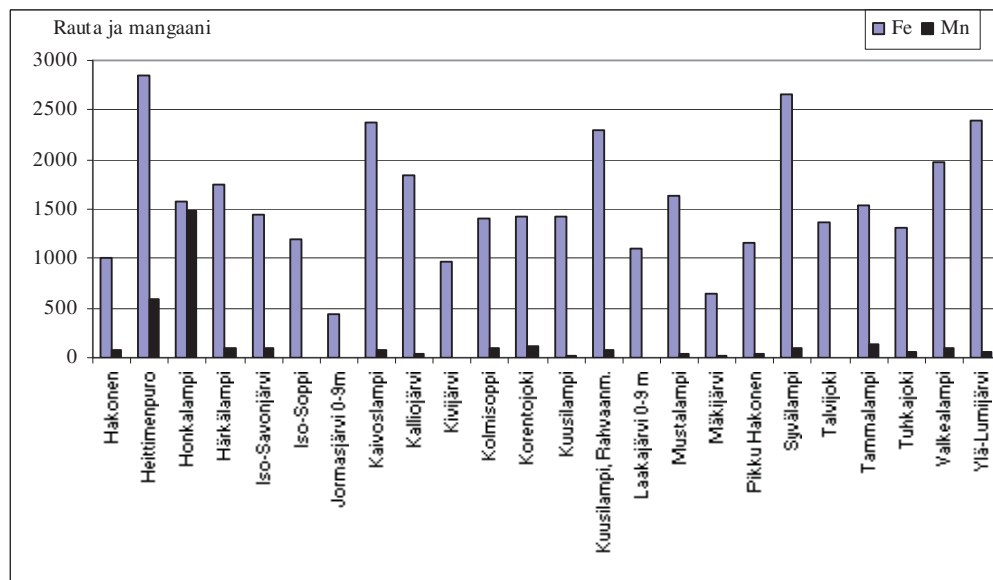


Kuva 9.19. Vesistöjen veden keskimääräinen kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin pitoisuus µg/l.

Vesistöjen veden raudan ja mangaanin pitoisuus vaihteli laajoissa rajoissa. Samassakin vesistössä vaihtelu saattoi olla melko suurta ja sitä aiheuttivat tyypillisesti vaihtelut virtaamassa ja happipitoisuudessa. Eniten rautaa oli Heittimenpuron, Härkälammen, Kaivoslammen ja Syvälammen vedessä, jotka kaikki ovat mustaliuskealueen vesiä. Mangaania oli keskimäärin eniten Honkalammessa ja Heittimenpurossa, muissa vesistöissä vähemmän. Yksittäisiä korkeita mangaanipitoisuuksia mitattiin mm. Valkealammen ja Mustalammen vähähappisissa alusvesissä, mutta myös Kolmisopessa, Hakosessa ja Jormasjärven vedessä. Vähiten rautaa oli Jormasjärven ja Mäkijärven vedessä, kun taas Laakajärven veden rautapitoisuus oli keskimääräistä luokkaa, noin 1200 µg/l (kuva 9.21).



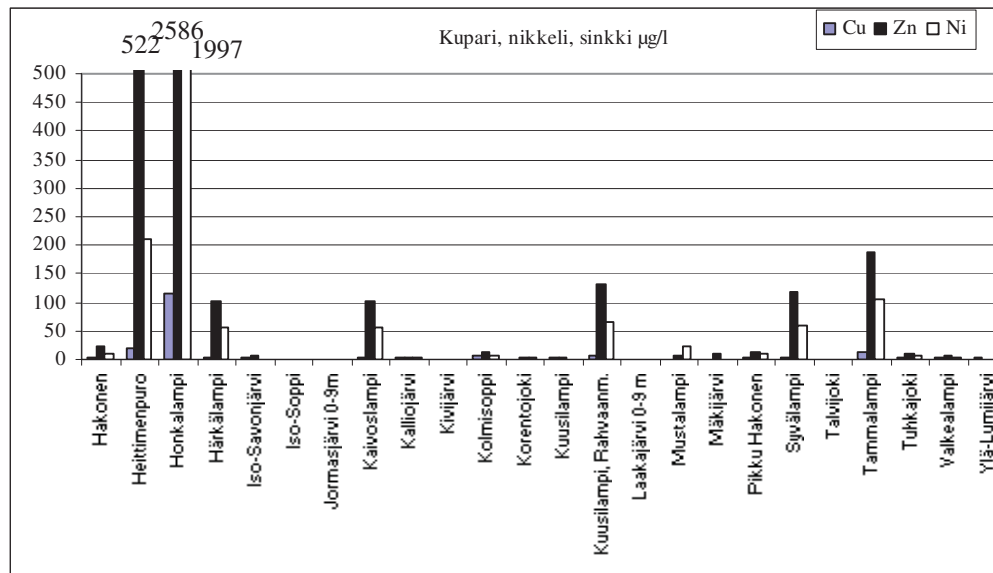
Kuva 9.20. Vesistöjen veden keskimääräinen klorofyllin pitoisuus.



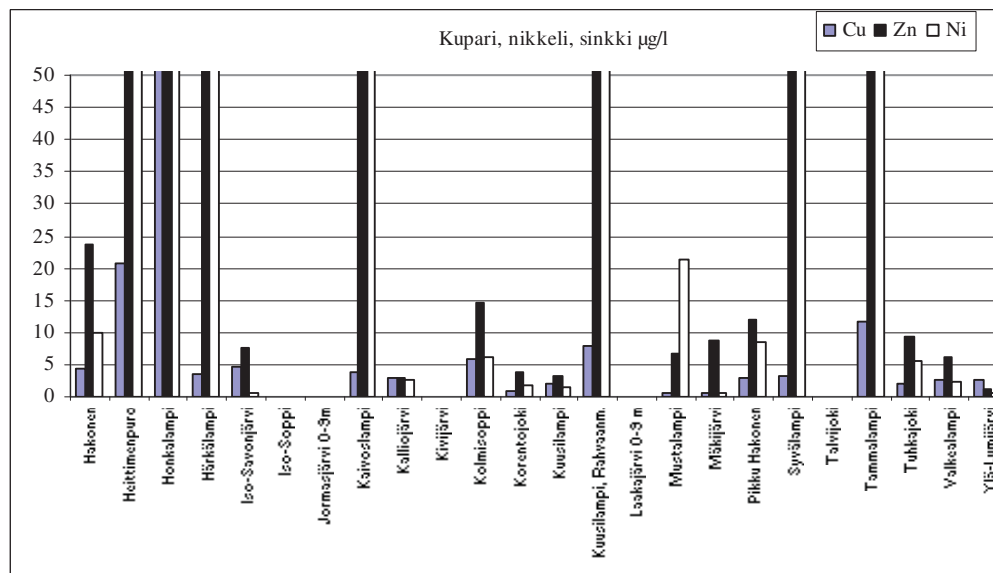
Kuva 9.21. Vesistöjen veden keskimääräinen raudan ja mangaanin pitoisuus.

Erittäin korkea sinkin ja nikkelin pitoisuus mitattiin Honkalammassa ja Heittimenpurossa, jossa syksyn 2003 kuivan ajan korkeat pitoisuudet kohottivat keskiarvoa. Honkalammassa myös kuparin pitoisuus oli korkeahko. Muutenkin Kuusijoen vesistön osat (lukuun ottamatta Kuusilampea) olivat vedeltään metallipitoisempia kuin muiden vesistöjen vedet. (kuva 9.22)

Kuvassa 9.23 on tarkasteltu pienemmän metallipitoisuuden aluetta yksityiskohtaisemmin. Kohonneita nikkelpitoisuuksia mitattiin edellä mainittujen vesien lisäksi Hakosessa, Kolmisopessa, Mustalammassa, Pikku Hakosessa ja Tuhkajoessa. Sinkkiä oli tavanomaista enemmän Hakosessa, Kolmisopessa, Mustalammassa, Mäkitjärvessä, Pikku Hakosessa, Tuhkajoessa ja Valkealammassa. Kuparin pitoisuus oli tausta-arvoja (2 – 4 µg/l) korkeampi Kolmisopessa, Hakosessa ja Iso Savonjärvessä.



Kuva 9.22. Vesistöjen veden keskimääräinen kuparin, nikkelin ja sinkin pitoisuus µg/l (laaja asteikko).



Kuva 9.23. Vesistöjen veden keskimääräinen kuparin, nikkelin ja sinkin pitoisuus µg/l (supistettu asteikko).

Vedenlaadun korrelaatiot vesistöryhmittäin

Tarkastelualueen vesistöt voidaan jakaa luokkiin sen mukaan, millainen vedenlaatu niissä on mitattu. Jakoja voitaisiin löytää usealla perusteella, ja kiinnostavimmat ovat ehkä malmin vaikutusta osoittavat muuttujat. Kaksi purovesistöä, Kuusijoki ja Pirttioja, ovat vedenlaadultaan erikoisia mm. pH:n suhteen. Malmialueelta vapautuu veteen mm. metalleja (Fe, Mn, Ni, Cu jne.) ja sulfaattia ja muita suoloja. Metallit ja osa niistä vastaavista anioneista on liukoissa muodossa ja elektroyttipitoisuuden osoitin sähkönjohtavuus on sopiva luokittelumuuttuja. Veden sähkönjohtavuuden ja muiden muuttujien väliset korrelaatiot on laskettu vesistötyyppien ryhminä. Ryhmät ovat:

- Kuusijoki –Kuusilampi

Kuusilammesta pohjoiseen laskeva vesistö, sen sivuojat ja lammet, mukaan lukien Tammalampi sekä Kalliojoen alaosa.

- Kolmisoppi - Hakonen – Tuhkajoki
Lisäksi Pikku Hakonen.
- Kalliojärvi – Korentojoki – Aittopuro
Lisäksi Hoikkalampi ja Salminen.
- Honkalampi - Pirttipuro – Kuikkalampi
Honkalamesta kaakkoon ja itään laskeva vesistö.
- Savonjoki - Lumijoki – lammet
Kaivosalueen etelään laskevia latvavesiä tai yksittäisiä lampia; Iso Savonjärvi, Kuljunlampi, Munninlampi, Mustalampi, Myllylampi, Mäkijärvi, Valkealampi, Ylä-Lumijärvi
- Laakajärvi
- Jormasjärvi
- Kivijärvi - Kivijoki
- Sopenjärvi – Sopenjoki

Korrelaatioiden tarkastelussa suuret pitoisuudet määräävät lopputuloksen. Tämän vuoksi vuodenaikojen vaihtelu ja näytteiden erilaiset määrät vähän veden aikana ja tulva-aikoina tuottavat vääristymiä. Laskelmat antavat kuitenkin suuntaviivoja siitä, millaisia eroja vesistöjen välillä on.



Kuva 9.24. Jormasjärven länsirantaa ja luusua.

Kuusijoen vesistön vesissä oli tässä aineistossa sähkönjohtavuuden ja nikkelin, kuparin, sinkin, sulfaatin sekä mangaanin välinen korrelaatio vahva (0,99 - 0,97). Seuraavassa melko voimakkaasti korreloivassa ryhmässä ovat ammoniumtyppi, kokonaiskovuus ja kadmium. Näistä kadmiumia esiintyy malmimineraaleissa keskimääräistä maankuorta enemmän. Ammoniumia esiintyi pienissä latvaojissa eniten. Kuusijoen vesistöä leimaavat yläosastaan pääuomassa olevat toistuvat majavan tekemien patorakenteiden jäännökset ja turvekerroksesta tapahtuva typen uuttuminen on todennäköisin syy. Ammoniumtypen muuttumista nitraatiksi voi myös hidastaa veden happamuus pienissä uomissa, jolloin bakteeritoiminta ei ole yhtä tehokasta kuin normaalisti.

Samankaltainen korrelaatio kuin Kuusijoen sähkönjohtavuuden ja muiden vedenlaatumuuttujien välillä todetaan myös Pirttipuroon laskevissa vesissä. Erona on se, että kuparin, kadmiumin ja koboltin korrelaatiot ovat erilaiset, mutta tämän tulkitaan johtuvan pääasiassa aineiston suppeudesta.

Laakajärven, Jormasjärven, Kivijärven ja Sopenjärven osalta metallien (paitsi raudan) analyysiaineisto on niin vähäinen, että riippuvuuksia ei voida luotettavasti todeta.

LVT	105	Talvivaara Projekti Oy Talvivaaran kaivoshankkeen YVA-selostus
-----	-----	---

Kolmisopessa ja Tuhkajoessa Kuusijoen vesien vaikutus ei korrelaatiotarkastelun mukaan ollut määräävä, vaan vesistön vedenlaatutekijöiden riippuvuuksiin vaikuttivat valuma-alueen muut osat ja järvien oma ainekierto voimakkaammin.

9.6.3 Perustuotannon ravinnetasapaino

Nitraatti- ja ammoniumtypen summan suhde fosfaattifosforiin $[(\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}) / \text{PO}_4\text{-P}]$ määrää tuotantoa rajoittavan minimiravinte. Rajoittava ravinne on N, kun N/P-suhde on < 5 , P tai N, kun N/P-suhde = 5-12 ja P, kun N/P-suhde on > 12 (Forsberg ym. 1978) (taulukko 9.15). Vastaavasti ravinteiden kokonaispitoisuuksille on raja-arvot 10 ja 17.

Taulukko 9.15. Kasviplanktonin tuotantoa rajoittava minimiravinteiden arvioiminen ravinnesuhdetarkastelulla (Forsberg 1978) sekä ravinnetasapaino-suhteella (Tamminen 1990).

Kok.N : Kok.P	$(\text{NH}_4 + \text{NO}_3) : \text{PO}_4\text{-P}$	$[(\text{NH}_4 + \text{NO}_3) / \text{PO}_4\text{-P}] : [\text{Kok.N} / \text{Kok.P}]$	Minimi-ravinne
< 10	< 5	> 1	N
10 - 17	5 - 12		N tai P
> 17	> 12	< 1	P

Taulukko 9.16. Talvivaaran alueen vesistöjen kesäaikaisia ravinnesuhteita. Lihavoinnilla merkitty arvot, jotka osoittavat fosforin ja typen vaihtelevaa minimiravinneasemaa tai yksin fosforin aiheuttamaa perustuotannon rajoitusta.

Havaintopaikka	Ravinteiden määrasuhteet		
	Kok.N : Kok.P	$(\text{NH}_4 + \text{NO}_3) : \text{PO}_4\text{-P}$	2 : 1
	[1]	[2]	
Heittimenpuro	21,4	14,0	0,7
Honkalampi	34,4	28,8	0,8
Härkälampi	33,8	10,2	0,3
Iso-Soppi	20,4	0,6	0,0
Jormasjärvi	28,6	20,4	0,7
Kaivoslampi	36,1	8,9	0,2
Kolmisoppi	25,7	6,0	0,2
Korentojoki	46,3	3,8	0,1
Kuusilampi	21,2	3,6	0,2
Kuusilampi, Rahvaanmäki	17,1	5,0	0,3
Laakajärvi	16,0	11,8	0,7
Mustalampi	26,7	27,1	1,0
Pikku Hakonen	38,9	10,3	0,3
Syvälampi	25,1	6,3	0,3
Talvijoki	17,5	2,4	0,1
Tammalampi	42,4	9,2	0,2
Tuhkajoki	27,1	8,9	0,3
Valkealampi	24,1	27,0	1,1
Ylä-Lumijärvi	30,4	3,2	0,1

Talvivaaran kaivoshankkeen ympäristön vesistöissä on kokonaisravinteiden mukaan laskettuna perustuotannon minimiravinteena yleisesti fosfori, jonka lisääntyminen johtaisi rehevöitymiseen

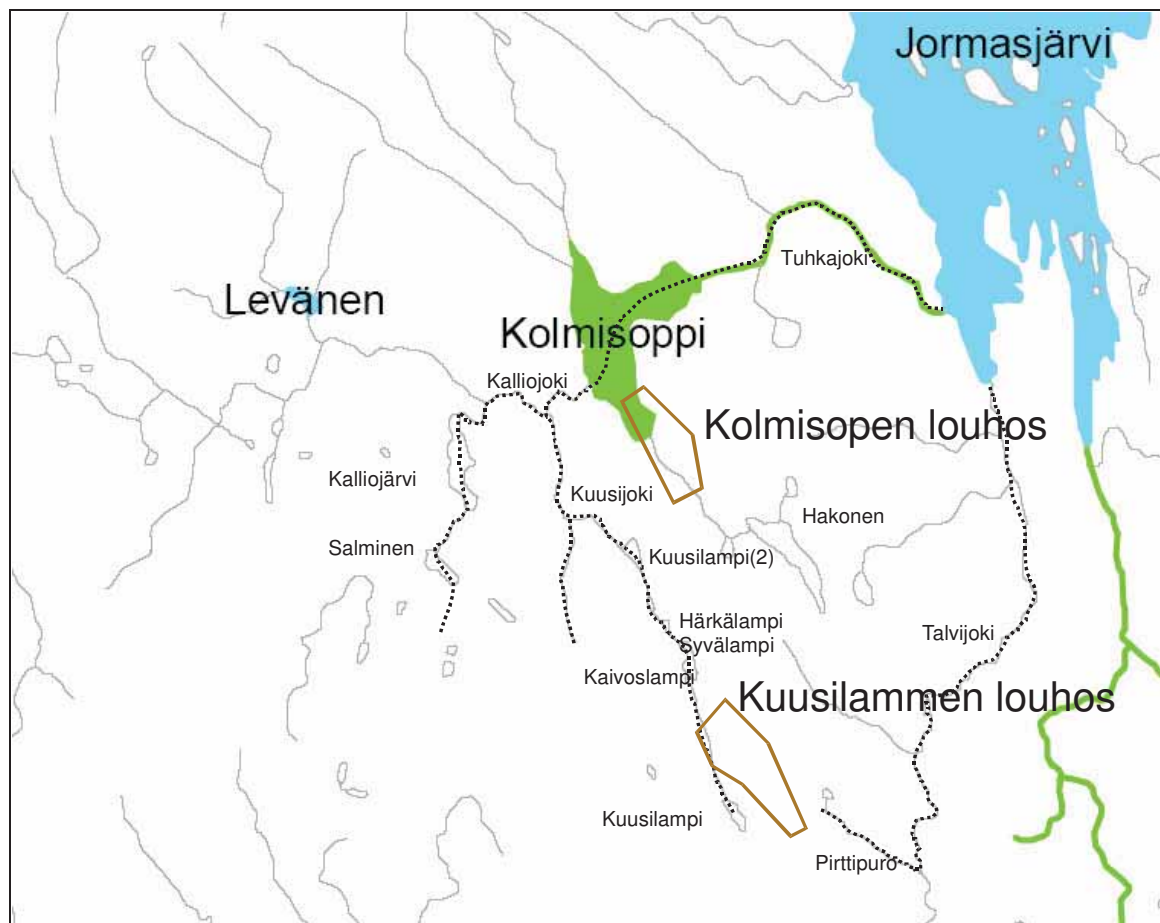
herkemmin kuin typen lisääminen. Taulukon 9.16 arvojen mukaan vesien kesäaikaiset mineraaliravinteiden pitoisuudet ovat olleet veden perustuotannon fosforirajoitteisuudesta kertovia.

On kuitenkin huomattava, että sekä typen että fosforin epäorgaaniset suolat ovat lämpimänä aikana käytännöllisesti katsoen jatkuvasti puutetta aiheuttavana tekijänä, joten ilmeisesti yleensä ravinteiden lisääminen lisääisi perustuotantoa. Pienempien vesien osalta arviointi on epävarmaa sen vuoksi, että mittaustuloksia on useassa tapauksessa vain muutamia.

Taulukon 9.16 arvojen mukaan ravinteiden kokonaismäärällä laskien kaikki vesistöt, paitsi ehkä Laakajärvi, olivat tuotannoltaan fosforirajoitteisia. Laakajärvin on ilmeisesti pääasiassa fosforin saannista riippuvainen, sillä mineraaliravinteiden suhde ja ravinnetasapainosuhte viittaavat siihen. Ravinnetasapainosuhte on kaikkien muiden vesistöjen osalta fosforirajoitusta osoittava, paitsi Mustalammen ja Valkealammen, joissa kuitenkin näyttää minimiravinteena selvästi olevan fosfori.

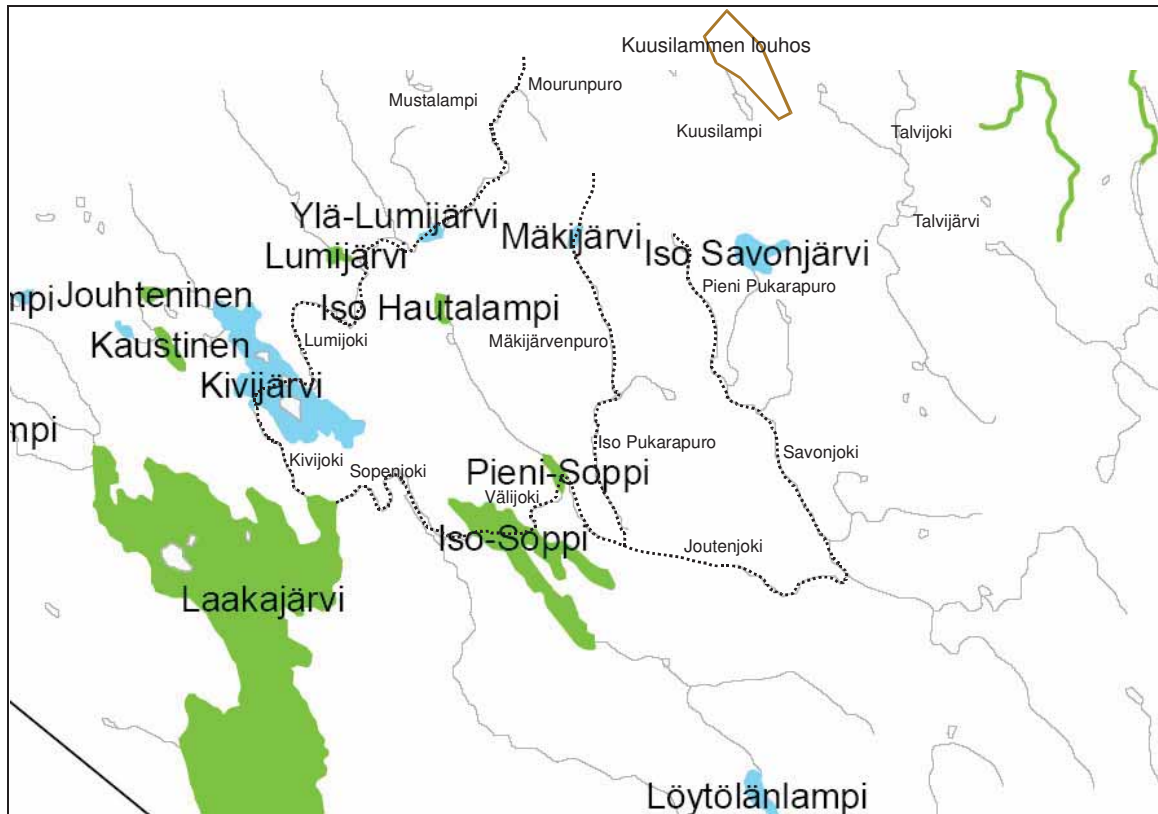
9.6.4 Vesistöjen käyttökelpoisuuden laatuluokitus

Ympäristöhallinnon luokituksen mukaan vesistöjen yleinen käyttökelpoisuus Talvivaaran alueella oli kuvassa 9.25 esitetty. Sen mukaan Jormasjärvi oli luokkaa hyvä ja Tuhkajoki – Kolmisoppi luokkaa tyydyttävä. Jormasjärven alapuolella olevan Nuasjärven vedenlaatu oli luokkaa hyvä. Verrattuna edelliseen vuosien 1994-1997 luokitteluun ei näissä vesistöissä ole tapahtunut muutoksia. Luokittelua on käytetty vain isommille vesistöille, joilla on laajempaa yleistä käyttöä ja sen vuoksi mm. Kuusijoen tai Talvijoen vesistöä ei ole luokiteltu.



Kuva 9.25. Vesistöjen laatuluokitus Talvivaaran alueen vesissä v. 2000 – 2003. Laatuluokka 'hyvä' on merkitty sinisellä ja laatuluokka 'tyydyttävä' vihreällä. (Pisteiviivat osoittavat kaivosalueelta tulevien vesien mahdollisia kulkureittejä.)

Vuokseen laskevista vesistöistä Iso Savonjärvi, Mäkijärvi, Ylä-Lumijärvi ja Kivijärvi ovat laatuluokassa hyvä ja Pieni-Soppi, Iso-Soppi ja Laakajärvi luokkaa tyydyttävä (kuva 9.26).



Kuva 9.26. Vesistöjen laatuluokitus Talvivaaran alueen vesissä v. 2000 – 2003. Laatuluokka 'hyvä' on merkitty sinisellä ja laatuluokka 'tyydyttävä' vihreällä. (Pisteiviivat osoittavat kaivosalueelta tulevien vesien mahdollisia kulkureittejä.)

9.6.5 Arvio kaivoksen vesipäästöjen vaikutuksista pintavesien laatuun

Laskentaperusteet

Vesistöön johdettavien vesien vaikutusta pintavesien laadun muutokseen arvioidaan suoralla laimenemislaskelmalla, jolloin siis valuma-alueen koko ratkaisee vaikutusten voimakkuuden. Vesistövaikutuksia on tarkasteltu yksityiskohtaisesti sekä Jormasjärveen että Laakajärveen laskevien vesistöjen solmukohdissa. Vedenlaatutarkastelu on lisäksi kohdistettu useisiin muihin vesistön kohtiin, jotta voitaisiin vertailla eri reittien ominaisuuksia jätevesien vastaanottovesistöinä. Vesistöissä tapahtuvaa vesipäästön aineiden sedimentoitumista tai metaboloitumista ei ole huomioitu ja esitettävä arvio on siis turvallinen yliarvio. Esimerkiksi typen yhdisteiden suhteen vesistöissä tapahtuvat typen vapautumiseen ilmakehään johtavat prosessit ovat jäättömänä aikana tehokkaita ja poistanevat suuren osan ylimääräisestä tyydestä puroissa. Metallien päästöjen osalta vastaava kuormituksen leviämistä rajoittava prosessi on sedimentoituminen. Metallien liukoisuus on stabiileissa luonnonolosuhteissa erittäin vähäistä ja kaivoksen lähivesien sedimentoitumisaltaisiin kertyvät metallit eivät todennäköisesti palaudu vesifaasiin.

Järvisyyden vaikutusta virtaamiin ei ole huomioitu muutoin kuin Jormasjärven osalta, jossa on virtaaman mittausasema. Laakajärvellä osalta on myös käytetty mitattuja virtaamia laskelmien lähtökohdana, ja säännöstelty virtaama tasaa Laakajärvestä poistuvan veden virtaamaa voimakkaasti luontaisesta virtaamien vaihtelusta poiketen.

Kaivoshankkeen vesitaseesta johtuen on epätodennäköistä, että talvella jouduttaisiin johtamaan vettä vesistöön. Tämän vuoksi vesien johtamista talvitilanteessa on tarkasteltava vain teoreettisena vaikutusarviona.

Luonnonmukaisesta valunnasta on saatavissa mittauksia lähialueella, joten arviossa on käytetty alueelle tyypillisiä arvoja, jotka on mitattu toisaalta Jormasjärven virtaamamittauspaikalta ja toisaalta läheisiltä Suopuron, Välipuron, Kivipuron ja Koivupuro pieniltä valuma-alueilta. Tulva-ajan valunnaksi on valittu 35 l/s-km², joka kuvastaa noin 1,5 kuukauden jaksoa järvivaltaisissa vesistöissä. Kesäaikaa edustamaan on valittu valunta 12 l/s-km² ja talvea 3 l/s-km² (taulukko 9.17).

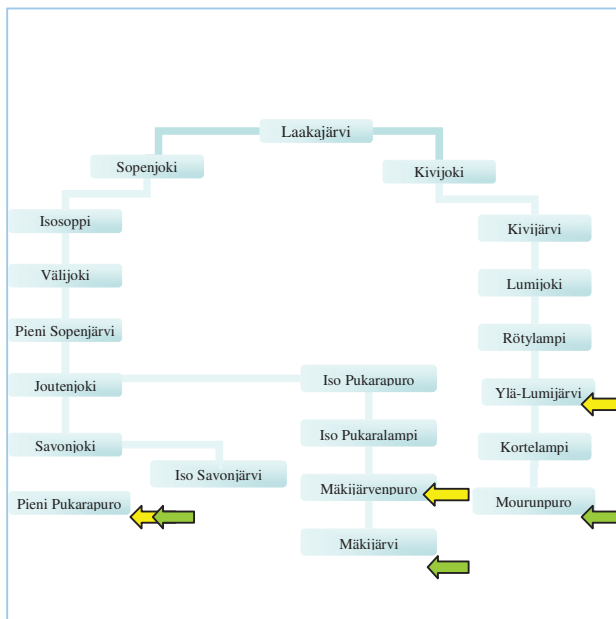
Taulukko 9.17. Vesistön vedenlaadun laimennukseen perustuvien muutosten laskennassa käytetyt valunnat.

		Kesä	Talvi	Tulva
Valunta	e l/s-km ²	12	3	35

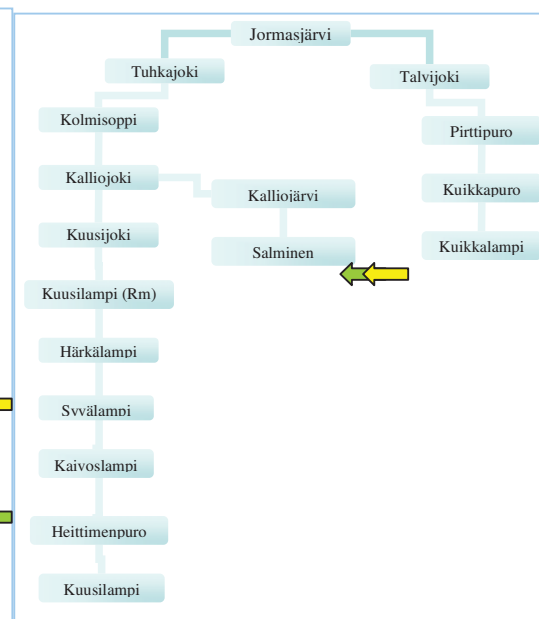
Vesipäästön johtamisreitit

Käytännössä kaivoksen vesipäästöjen painovoimaiseen johtamiseen käytettävissä olevat vesistöt ovat pieniä ja valinnanmahdollisuudet ovat suhteellisen vähäiset. Vaihtoehdossa PR1 vedet johdetaan käytännössä rikastushiekka-altaan alapuolella olevasta vesienkäsittelyaltaasta joko pohjoiseen Salmisen suuntaan oja myöten tai etelään Mäkijärvenpuroon tai Ylä Lumijärven yläpuolelle. Kanavoimalla vesiä voitaisiin johtaa myös Pienen Pukarapuroon, joka johtaa vedet Iso Savonjärven ohi Savonjokeen. Vaihtoehdossa PR2 vesiä voidaan painovoimaisesti johtaa Salmiseen, Mäkijärveen ja Mourunpuroon johtaviin ojiin. Pumpaamalla ja kanavoimalla vesiä voitaisiin laskea myös Pienen Pukarapuroon ja edelleen Savonjokeen. Vesien johtaminen Talvijokeen mainitaan vain teoreettisena mahdollisuutena.

Etelään:



Pohjoiseen:



PR1 päästöpistevaihtoehto

PR2 päästöpistevaihtoehto

Kuva 9.27. Vaihtoehtoiset päästöpisteet Laakajärven ja Jormasjärven suunnassa.

Kuvan 9.27 mukaisesti todennäköiset vesien johtamisreitit ovat projektivaihtoehdossa PR1

- Pieni Pukarapuro – Savonjoki – Joutenjoki ja edelleen Sopenjokea Laakajärveen,
- Mäkijärvenpuro – Iso Pukarapuro – Joutenjoki ja ja edelleen Sopenjokea Laakajärveen,
- Ylä Lumijärvi - Lumijoki – Kivijärvi ja edelleen Kivijokea Laakajärveen etelään päin tai
- pohjoisen suunnassa Torvelansuolta Salminen – Kalliojärvi –Kalliojoki – Kolmisoppi ja edelleen Tuhkajokea Jormasjärveen.

Projektivaihtoehdossa PR2 todennäköiset vesien johtamisreitit ovat

- Pieni Pukarapuro – Savonjoki – Joutenjoki ja edelleen Sopenjokea Laakajärveen,
- Mäkijärvi - Mäkijärvenpuro – Iso Pukarapuro – Joutenjoki ja ja edelleen Sopenjokea Laakajärveen,
- Mourunpuro – Kortelampi – Ylä Lumijärvi - Lumijoki – Kivijärvi ja edelleen Kivijokea Laakajärveen tai
- pohjoisen suunnassa Torvelansuolta lähtien Salminen – Kalliojärvi –Kalliojoki – Kolmisoppi ja edelleen Tuhkajokea Jormasjärveen.

Vedenlaadun muutosarvio

Alla taulukoissa 9.18 – 9.22 on esitetty vaihtoehdon kaivostoiminnan teollisuusjätevesien päästön laimennukseen perustuva vaikutusarvio Talvijoen suussa, Jormasjärven luusuassa, Kalliojoen suussa, Tuhkajoen suussa, Savonjoessa sen lasiessa Joutenjokeen, Joutenjoessa Savonjoen yhtymäkohdan alapuolella, Sopenjoen suussa, Kivijoen suussa ja Laakajärven alapuolella Kiltuassa.

Taulukon 9.18 arvojen mukaan Jormasjärven vedenlaatuun kohdistuisi vaihtoehdossa PR1 kesällä noin 0,1 mg/l kiintoainepitoisuuden nousu, 2 µg/l fosforipitoisuuden nousu (mitattu pitoisuus 15 µg/l) ja 22 µg/l nitraattipitoisuuden nousu (mitattu 77 µg/l). Metalleista nikkelin pitoisuus nousisi noin 5 µg/l, kuparin 5 µg/l, koboltin 5 µg/l ja sinkin 8 µg/l.

Tuhkajoen suussa (taulukko 9.19) vedenlaatuun kohdistuisi vaihtoehdossa PR1 kesällä noin 0,4 mg/l kiintoainepitoisuuden nousu (mitattu pitoisuus 5 mg/l), 4 µg/l fosforipitoisuuden nousu (mitattu pitoisuus 19 µg/l) ja 53 µg/l nitraattipitoisuuden nousu (mitattu 51 µg/l). Metalleista nikkelin pitoisuus nousisi noin 13 µg/l (mitattu 6 µg/l), kuparin 13 µg/l (mitattu 1 µg/l), koboltin 13 µg/l (mitattu <1 µg/l) ja sinkin 19 µg/l (mitattu 11 µg/l). Muina vuodenaikoina vaikutukset olisivat suuremmat, koska talvella vesistöjen virtaamat ovat pienet ja vesienkäsittelyaltaat eivät toimi mm. typen poistossa täydellä tehollansa ja tulva-aikana vesienkäsittelyaltaasta johdetaan paljon enemmän kuormitusta kuin kesällä tai talvella ja vesistöjen suurikaan virtaama ei laimenna pitoisuuksia pieniksi. Prosessivaihtoehdossa PR2 vesistövaikutukset olisivat pienemmästä päästöstä johtuen pienemmät. Vesienjohtamisstrategian valinnassa kesä on kriittisin aika, sillä rehevöitymiseen, metallien leviämiseen ja muihin haitallisiin vaikutuksiin olosuhteet antavat mahdollisuuden lämmön ja vesistöjen täyskierron ansiosta.

Taulukko 9.18. Arvio vaihtoehdon PR1 teollisuusjätevesien johtamisesta aiheutuvasta vesistön vedenlaadun muutoksesta (suora laimennuslaskelma) sekä mitattu vedenlaadun keskiarvo. Jormasjärven luusua.

Jormasjärvi, luusua	Yksikkö	Vedenlaadun muutos						Mitattu keskiarvo
		PR1 Kesä	PR1 Talvi	PR1 Tulva	PR2 Kesä	PR2 Talvi	PR2 Tulva	
Kiintoaine	mg/l	0,1	0,3	0,6	0,1	0,2	0,4	
Kok-P	µg/l	2	4	6	1	3	4	15
NO ₃ -N	µg/l	22	115	154	12	70	93	77
SO ₄	mg/l	2,9	7,2	9,6	0,8	2,2	3,0	5,3
NH ₄ -N	µg/l	1	14	19	1	9	12	10
Kok-Al	µg/l	5	14	18	3	8	11	
Kok-Ca	mg/l	3,5	8,6	11,6	1,3	3,6	4,7	
Kok-Co	µg/l	5	13	17	3	8	11	
Kok-Cr	µg/l	0	1	1	0	0	1	
Kok-Cu	µg/l	5	13	17	3	8	11	
Kok-K	mg/l	0,3	0,6	0,9	0,1	0,4	0,5	
Kok-Mg	mg/l	3,2	7,9	10,6	1,6	4,4	5,8	
Kok-Mn	µg/l	4	10	14	4	10	13	
Kok-Na	mg/l	0,9	2,2	2,9	0,6	1,8	2,3	1,2
Kok-Ni	µg/l	5	13	17	3	8	11	
Kok-Zn	µg/l	8	19	25	4	11	15	
Sähkönjohtavuus	mS/m	2,9	7,2	9,6	1,6	4,4	5,8	3,0

Taulukko 9.19. Arvio vaihtoehdon PR1 teollisuusjätevesien johtamisesta aiheutuvasta vesistön vedenlaadun muutoksesta (suora laimennuslaskelma) sekä mitattu vedenlaadun keskiarvo. Tuhkajoen suu.

Tuhkajoki, suu	Yksikkö	Vedenlaadun muutos						Mitattu keskiarvo
		PR1 Kesä	PR1 Talvi	PR1 Tulva	PR2 Kesä	PR2 Talvi	PR2 Tulva	
Kiintoaine	mg/l	0,4	0,7	1,4	0,2	0,4	0,9	5,0
Kok-P	µg/l	4	11	15	2	7	9	19
NO ₃ -N	µg/l	53	281	372	30	172	225	51
SO ₄	mg/l	7,1	17,6	23,3	2,0	5,5	7,1	1,0
NH ₄ -N	µg/l	4	35	47	2	22	28	10
Kok-Al	µg/l	13	33	44	7	19	25	290
Kok-Ca	mg/l	8,5	21,1	27,9	3,2	8,7	11,4	
Kok-Co	µg/l	13	32	42	7	19	25	<1
Kok-Cr	µg/l	1	2	2	0	1	1	1
Kok-Cu	µg/l	13	32	42	7	19	25	1
Kok-K	mg/l	0,6	1,6	2,1	0,4	1,0	1,3	
Kok-Mg	mg/l	7,8	19,4	25,6	4,0	10,8	14,1	
Kok-Mn	µg/l	10	25	33	9	23	30	
Kok-Na	mg/l	2,1	5,3	7,0	1,6	4,3	5,6	1,2
Kok-Ni	µg/l	13	32	42	7	20	26	6
Kok-Zn	µg/l	19	46	61	10	28	37	11
Sähkönjohtavuus	mS/m	7,1	17,6	23,3	4,0	10,8	14,1	2,9

Taulukko 9.20. Arvio vaihtoehdon PR1 teollisuusjätevesien johtamisesta aiheutuvasta vesistön vedenlaadun muutoksesta (suora laimennuslaskelma) sekä mitattu vedenlaadun keskiarvo. Laakajärvi, Kiltua.

Laakajärven alue/	Yksikkö	Vedenlaadun muutos						Mitattu
Kiltua		PR1 Kesä	PR1 Talvi	PR1 Tulva	PR2 Kesä	PR2 Talvi	PR2 Tulva	keskiarvo
Kiintoaine	mg/l	0,1	0,0	0,5	0,1	0,0	0,3	1,4
Kok-P	µg/l	2	1	5	1	0	3	27
NO ₃ -N	µg/l	21	20	129	12	12	78	34
SO ₄	mg/l	2,8	1,2	8,1	0,8	0,4	2,5	
NH ₄ -N	µg/l	1	2	16	1	1	10	25
Kok-Al	µg/l	5	2	15	3	1	9	
Kok-Ca	mg/l	3,3	1,5	9,7	1,2	0,6	3,9	
Kok-Co	µg/l	5	2	15	3	1	9	
Kok-Cr	µg/l	0	0	1	0	0	0	
Kok-Cu	µg/l	5	2	15	3	1	9	
Kok-K	mg/l	0,2	0,1	0,7	0,1	0,1	0,4	
Kok-Mg	mg/l	3,0	1,3	8,9	1,5	0,7	4,9	
Kok-Mn	µg/l	4	2	12	3	2	11	
Kok-Na	mg/l	0,8	0,4	2,4	0,6	0,3	2,0	0,9
Kok-Ni	µg/l	5	2	15	3	1	9	
Kok-Zn	µg/l	7	3	21	4	2	13	
Sähkönjohtavuus	mS/m	2,8	1,2	8,1	1,5	0,7	4,9	2,1

Taulukko 9.21. Arvio vaihtoehdon PR1 teollisuusjätevesien johtamisesta aiheutuvasta vesistön vedenlaadun muutoksesta (suora laimennuslaskelma) sekä mitattu vedenlaadun keskiarvo. Sopenjoen suu.

Sopenjoen va/	Yksikkö	Vedenlaadun muutos						Mitattu
Laakajärvi		PR1 Kesä	PR1 Talvi	PR1 Tulva	PR2 Kesä	PR2 Talvi	PR2 Tulva	keskiarvo
Kiintoaine	mg/l	0,4	0,8	1,6	0,2	0,5	1,0	
Kok-P	µg/l	5	13	17	3	8	10	40
NO ₃ -N	µg/l	62	324	427	35	198	258	32
SO ₄	mg/l	8,2	20,2	26,7	2,3	6,3	8,2	
NH ₄ -N	µg/l	4	40	53	2	25	32	16
Kok-Al	µg/l	15	38	50	8	22	29	210
Kok-Ca	mg/l	9,8	24,3	32,0	3,7	10,0	13,0	
Kok-Co	µg/l	15	36	48	8	22	29	
Kok-Cr	µg/l	1	2	3	0	1	2	
Kok-Cu	µg/l	15	37	48	8	22	29	
Kok-K	mg/l	0,7	1,8	2,4	0,4	1,1	1,5	
Kok-Mg	mg/l	9,0	22,3	29,3	4,6	12,4	16,2	
Kok-Mn	µg/l	12	29	38	10	27	35	
Kok-Na	mg/l	2,5	6,1	8,0	1,8	5,0	6,5	1,2
Kok-Ni	µg/l	15	37	48	9	23	30	
Kok-Zn	µg/l	21	53	70	12	32	42	
Sähkönjohtavuus	mS/m	8,2	20,2	26,7	4,6	12,4	16,1	2,4

Taulukko 9.22. Arvio vaihtoehtoon PR1 teollisuusjätevesien johtamisesta aiheutuvasta vesistön vedenlaadun muutoksesta (suora laimennuslaskelma) sekä mitattu vedenlaadun keskiarvo. Kivijoen suu.

Kivijoen va/Laakajärvi	Yksikkö	Vedenlaadun muutos						Mitattu keskiarvo
		PR1 Kesä	PR1 Talvi	PR1 Tulva	PR2 Kesä	PR2 Talvi	PR2 Tulva	
Kiintoaine	mg/l	0,8	1,6	3,2	0,5	1,0	1,9	
Kok-P	µg/l	10	25	32	6	15	19	31
NO ₃ -N	µg/l	123	640	822	69	392	498	38
SO ₄	mg/l	16,4	40,0	51,4	4,7	12,4	15,7	
NH ₄ -N	µg/l	8	80	103	5	49	62	23
Kok-Al	µg/l	31	75	97	17	44	56	240
Kok-Ca	mg/l	19,7	48,0	61,7	7,4	19,7	25,1	
Kok-Co	µg/l	30	72	93	17	44	56	
Kok-Cr	µg/l	2	4	5	1	2	3	
Kok-Cu	µg/l	30	72	93	17	44	56	
Kok-K	mg/l	1,5	3,6	4,6	0,8	2,2	2,8	
Kok-Mg	mg/l	18,1	44,0	56,5	9,2	24,5	31,2	
Kok-Mn	µg/l	24	57	74	20	53	67	
Kok-Na	mg/l	4,9	12,0	15,4	3,7	9,8	12,4	1,1
Kok-Ni	µg/l	30	72	93	17	45	58	
Kok-Zn	µg/l	43	104	134	24	64	81	
Sähkönjohtavuus	mS/m	16,4	40,0	51,4	9,2	24,5	31,1	3,2

9.6.6 Teollisuusjätevesien johtamisen vaikutukset vesistöjen yleisen käyttökelpoisuuden laatuluokitukseen

Vesistöjen solmukohtien nykyinen yleisen käyttökelpoisuuden laatuluokitus on seuraava:

- Jormasjärvi Hyvä
- Tuhkajoki Tyydyttävä
- Kivijoki Hyvä
- Sopenjoki Tyydyttävä
- Laakajärvi Tyydyttävä

Luokituksen kriteerit ovat vedenlaatumuuttajat klorofylli, kokonaisfosfori, näkösyvyys, sameus, väriluku, alusveden happipitoisuus, hygienian indikaattoribakteerit, petokalojen elohopeapitoisuus, As, Cr, Pb, Hg, Cd, kokonaissyaniidi, levähaitat ja kalojen makuvirheet. Kaivoksen teollisuusvesipäästöissä ovat näihin tekijöihin suoraan kohdistuvia kuormitteita fosfori ja metallit. Välillisesti vaikutuskohteina vesistöissä voivat olla klorofylli rehevyyden lisääntymisen myötä, näkösyvyys samasta syystä ja veden värin muutosten kautta, sameus kiintoainekuormituksen seurauksena, levähaitat sekä kalojen makuvirheet rehevöitymisestä johtuen. Veteen liuenneen hapen pitoisuus voi laskea, jos perustuotanto lisää hapenkulutusta tai jos jätevesien mukana tulee happea kuluttavia aineita. Laatuluokkaraja-arvoja voidaan suoraan tarkastella vain fosforin, kromin, arseenin ja kadmiumin arvojen muutoksia vesipäästöistä johtuen. Elohopeaa tai lyijyä kaivoksen jätevesissä ei mainittavasti ole. Taulukoissa 9.18 – 9.22 on laskettuna fosforin ja kromin pitoisuusmuutos ja lisäksi tiedetään, että arseenia esiintyy rikastushiekassa (PR1) tai kipsisakassa (PR2) ja jätevedessä noin puolet kromin määrästä ja kadmiumia noin 1/10 –osa kromin määrästä. Tämä johtuu paitsi malmin alhaisemmista arseenin ja kadmiumin pitoisuuksista, metallien talteenotto-prosessin hyvästä tehosta arseenin ja kadmiumin sulfidisakkojen muodostuksessa (suullinen tiedonanto M. Riekkola-Vanhanen), jolloin niitä ei vesifaasissa esiinny suurina pitoisuuksina. Kromin pitoisuusmuutos on laskelmissa saatu kaikissa vesistöissä $\leq 5 \mu\text{g/l}$, joka on luokittelun rajana kadmiumille ja niin ollen laatuluokan muutosta ei tapahdu. Arseenin luokitusraja-arvo on $50 \mu\text{g/l}$, joten senkään suhteen vesipäästöjen johtamisesta ei seuraisi laatuluokan muutosta.

Vedenlaadun muutosarvion tarkastelupaikoista Jormasjärvi, Tuhkajoki, Sopenjoki ja Laakajärvi ei missään tapahtuisi fosforin tai metallien lisääntymisen vuoksi yleisen käyttökelpoisuuslaatuluokan muutosta jatkuvana. Sen sijaan Kivijoessa (ja Kivijärvässä) laatuluokka muuttuisi kesällä hyvästä tyydyttäväksi ja tulva-aikana vaihtoehdossa PR1 luokkaan välttävä. Tosin Kivijärven ja –joen luokittelu luokkaan hyvä on tulkintakysymys ja fosforipitoisuus nousisi kesällä noin 40 µg/l:aan eli luokan tyydyttävä keskitasoon. Viimeisin Kivijoen vedenlaadun mittaustulos on lokakuulta 2003 ja siinä kokonaisfosforin pitoisuus oli 38 µg/l, mikä muuttaisi Kivijärven vedenlaatuluokan tyydyttäväksi. Suurin osa Kivijärven vedenlaadun mittauksista onkin tehty talvella, jolloin fosforipitoisuudet ovat pienemmät kuin kesällä. Talvella ja tulva-aikana Kivijoen pitoisuusmuutokset olisivat voimakkaammat ja laatuluokan muutos fosforin pitoisuuden perusteella olisi isompi kuin kesällä.

Kivijärven yläpuolisissa vesissä, Ylä Lumijärvässä ja Mäkijärvässä, jotka myös on luokiteltu hyväksi laatuluokaltaan, tapahtuisi veden laadun selvempiä muutoksia. Savonjoen suussa vaikutukset olisivat samaa luokkaa kuin Kivijoessa ja Joutenjoessa Savonjoen kohdalla noin puolet siitä, joten niissä laatuluokka ei muuttuisi.

Talousjätevesien johtamistavasta riippuen voi niillä olla vaikutusta vesistöjen ravinnepitoisuuksiin ja bakteerimääriin. Ravinnekuormitus olisi rajoitettava niin pieneksi, että siitä ei ole haittavaikutuksia rehevöitymisestä ja bakteeripäästöä olisi kontrolloitava etenkin kesällä tehokkaasti, jotta vaikutusalueen vesistöjen uimakelpoisuus säilyisi ja mm. saunavesikäyttö olisi riskitöntä.

Uusi vesien laatuluokitus vuonna 2010

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin tavoitteena on tehostaa vesiensuojelua niin, että vesien tila ei heikkene. Koko EU:n alueella pyritään saavuttamaan vesien hyvä tila vuoteen 2015 mennessä. Vesien tilan arvioinnin perusteena on jatkossa luonnontila, ei veden käyttökelpoisuus ihmisen näkökulmasta. Uudessa luokittelussa esimerkiksi luontaisesti rehevä järvi tai humuksen ruskeaksi värjäämä vesistö on ekologisesti hyvässä tilassa, jos ihmisen toiminta ei ole sitä juurikaan muuttanut. Luokittelu uusilla perusteilla ei vielä ole käytettävissä, mutta Talvivaaran kaivoksen vaikutusalueen vesistöt ovat suhteellisen vähäisen kuormituksen kohteena. Niitä on kuitenkin muutettu mm. ojituksin ja vaikutukset vedenlaatuun ovat näkyvissä. Vedet ovat tyypillisesti erittäin happamia lähellä suunniteltua kaivosta ja niiden biodiversiteetti ei edusta parasta luonnollista tasoa. Ilmeisesti alueen maan ja luonnonvarojen käyttö on kiihdyttänyt malmialueen moreenin vaikutusta vesistöissä, ja ekologinen tila ei vastaa luonnontilaista kehitystä.

Pintavesien luokitus perustuu jatkossa nykyistä enemmän vesistöjen ekologiseen tilaan. Pintavedet luokitellaan ihmistoiminnan aiheuttaman muutoksen voimakkuuden perusteella. Luokituksessa verrataan esim. kalojen, pohjaeläimien ja vesikasvien tilaa olosuhteisiin, joissa ihmisen vaikutus on vähäinen. Talvivaaran YVA -selvitykset antavat riittävän pohjan vesistöjen ekologisen tilan arvioimiseen ennen kaivostoiminnan alkamista.

9.6.7 Vesipäästöjen haitallisten vaikutusten vähentäminen

Hankkeen vesitasetta ja vesien hallintaa suunniteltaessa vesipäästöjen haitallisten vaikutusten minimoiminen on asetettu yhdeksi suunnittelun tärkeimmistä tavoitteista. Hanke käyttää erittäin suuren määrän vettä jatkuvasti biokasaliuotuksessa, mutta kasaliuotuksen kierrätys ja metallien talteenottolaitoksen raffinaatin palautus tavoittelevat suljettua kiertoa.

Vastaavalla tavalla autoklaaviliuotukseen perustuvassa vaihtoehdossa kuluu vettä vaahdotukseen, mutta valtaosa siitä saadaan vakioituneen toiminnan aikana rikastushiekka-altaalta palautusvetenä.

Vesipäästöjen vaikutuksia ympäristöön voidaan vähentää mm.:

- minimoimalla vesipäästöjen määrät,
- pitämällä puhtaat ja toiminnan muuttamat vedet erillään,
- valitsemalla päästölähde,
- ajoittamalla vesipäästö,
- käsittelemällä vesipäästö sekä
- valitsemalla purkuvesistö.

Talvivaaran kaivoshankkeen vesipäästö muodostuu niistä ylimääräisistä vesistä, joita ei käytetä prosessin tarpeisiin. Tärkeimmät osatekijät hankkeen vesitaseessa ovat:

- biokasaliuotuksen prosessiveden kierrätys,
- rikastushiekkalietteen veden kierrätys,
- metallien talteenottolaitoksen prosessiveden kierrätys,
- louhosten kuivanapito,
- läjitys- ja teollisuusalueiden valumavedet sekä
- raakaveden otto.

Vesipäästön käsittelyssä käytetään liuenneiden metallien saostamisessa tehokkaiksi tunnettuja menetelmiä ja lisäksi tämänhetkisten suunnitelmien mukaan myös vaahdotusmenetelmää nikkelin ja kobolttin pitoisuuksien pienentämiseksi kipsisakka-altaalle johdettavassa vedessä (taulukko 9.23).

Vesien kierrätyksellä pyritään minimoimaan sekä raakavedenottoa että vesipäästöä. Lisäksi esim. sivukivialueilta muodostuvia ylimääräisiä valumavesimääriä voidaan ottaa prosessivedeksi varastoimalle vettä kasa-alueille runsasvetisinä aikoina.

Ylimääräisten vesien päästön aiheuttamat ympäristövaikutukset riippuvat siitä, mikä on päästön suuruus ja laatu sekä päästön ajankohta. Hankkeen vesien hallintaa suunniteltaessa on pyritty siihen, että erityisesti huonolaatuisia vesiä pyritään varastoimaan ja kierrättämään mahdollisimman paljon. Tämä on myös hankkeen talouden kannalta järkevää, sillä metallien talteenotto-prosessissa voidaan saada taloudellisesti arvokkaita aineita tuotteeksi. Luontoon johdetaan mahdollisimman vähän ja ensisijaisesti hyvälaatuisia vesiä. Mahdollisesti heikkolaatuisten vesien päästöt pyritään ajoittamaan sulamisaikaan keväällä, jolloin alueen pintavesien virtaamat ovat maksimissaan.

Taulukko 9.23. Vesien käsittelymenetelmien vertailu.

Merkkien selitys: 0=ei sovellu tai ei tarpeellinen, +=soveltuva, tarve vähäinen +++ soveltuva ja tarpeellinen, ++++=soveltuva, usein välttämätön

Vesijae/Menetelmä	Kiintoainesten laskeutumisallas	Kosteikko	Kemikaalit	Biologinen käsittely	Öljyn-erotus
Sivukivikasojen suotovedet	+	++	++	0	0
	poistaa vain kiintoainesta	tasaa pH:ta ja vähentää metalleja	tarvittaessa neutralointi, saostus		
Prosessivedet: PR1	+++	++	+++	0	0
	rikastushiekka-allas vesienkäsittelyallas	poistaa tyypeä			
Prosessivedet: PR2	+++	++	+++	0	0
	kipsiallas ja vesienkäsittelyallas	poistaa tyypeä			
Ympäristön valumavedet	++	++	0	0	0
	yleensä riittävä	tehostaa kiinto-aineksen poistoa			
Tehdasalueen valumavedet	++	+	0	0	+
	vesienkäsittelyallas				
Louhosvedet	+	++	+	0	++
	tarpeen, jos vesi sameaa	poistaa tyypeä	neutralointi		
Talousjätevesi	0	+	+++	+++	0
	tehoton, sopii esikäsittelyyn	jälkikäsittely-yksikkö	fosforin poisto	hapenkulutuksen poisto	

Puhtaat ympäristövesien päästöt tullaan jälkikäsittelemään laskeutumisaltaissa ja mahdollisuuksien mukaan pintavalutuskentillä ennen niiden johtamista luontoon. Kaivoksella varaudutaan koneista ja varastoista vahinkojen ja laiterikkojen yhteydessä mahdollisesti tulevien öljypäästöjen estämiseen tarvittavilla varusteilla.

Toiminnan aikana suoritettavan päästö- ja vaikutustarkkailun tavoitteena on ohjata ympäristönsuojelutoimenpiteitä mahdollisimman tehokkaiksi ja minimoida luontoon kohdistuvat vaikutukset.

Talvivaaran alustavassa metallien talteenottolaitoksen prosessisuunnitelmassa esitetään, että vesien käsittelystä tulevasta liuksesta osa johdetaan ioninvaihdossa puhdistettavaksi ennen käyttöä pesuvesinä metallien talteenotossa. Loppuosa johdetaan ulos laitokselta. Tämän prosessin vaihtoehtona voidaan pitää prosessia, jossa veden käsittelystä tuleva vesi johdetaan mukaisesti anaerobiseen bioreaktoriin (kts kappale 4.4.4). Siihen syötetään vetyä ja hiilidioksidia ja muodostunut vetysulfidi hapetetaan alkuaainerikiksi, joka erotetaan. Loppu vesiliuos käsitellään vielä kalsiumhydroksidilla ja lopputuotteena saadaan vettä, jonka metallipitoisuus on pienempi kuin 0,1 mg/l ja sulfaattia on alle 300 mg/l. Veden Ca- ja Mg- pitoisuudet ovat alle 50 mg/l. Tätä menetelmää käyttämällä olisi mahdollista vähentää prosessista pois johdettavan veden määrää ja vähentää biokasaliuotuksessa ja autoklaaviliuotuksessa tarvittavan rikkihapon määrää. Menetelmällä voitaisiin saavuttaa merkittävää vähennystä vesistöön johdettavaan kuormitukseen ja sen soveltuvuutta Talvivaaran prosessiin selvitetään kokein.

9.6.8 Vaihtoehtojen vertailu

Vesipäästöjen johtamisen vaikutuksia vesistöjen veden laatuun on tarkasteltu vesistöjen edustavissa paikoissa, jotka soveltuvat riittävästi kaikille YVA:n vaihtoehtoilta vesien johtamiseksi. Vesien johtamisen vaihtoehdot toteutuvat hieman erilaisina sen mukaan, mikä kaivoksen toteutustapa tulee olemaan. Merkittävä tekijä vesien johtamisen vaikutuksissa on koko vuoden kestävä johtamiskausi tai vaihtoehtoisesti jaksottainen johtaminen. Ylijäämävesien johtamisen päävaihtoehdot ovat Oulujoen vesistö (Jormasjärvi) tai Vuoksen vesistö (Laakajärvi), joihin molempiin on useita vertailuvaihtoehtoja.

Oulujoen vesistön suunnassa Kolmisopella ja Jormasjärvellä on eniten vesistön virkistyskäyttöä vapaa-ajan asuntojen ja niitä varten tehtyjen rantakaavojen suunnitelmien ansiosta. Laakajärven suuntaan vesipäästöä voitaisiin johtaa ilman, että monikaan ranta-asukas joutuisi vaikutusalueelle. Osassa vaihtoehtoista on muuta virkistyskäyttöä, kuten pienessä mittakaavassa Kivijärvellä.

Kun tarkastellaan alueen vesistöjen ominaisuuksia (taulukko 9.24), voidaan todeta, että pienikokoinen Kivijoki (Ylä Lumijärvi – Lumijoki – Kivijärvi) olisi epäedullisin jätevesien vastaanottovesistö, jos halutaan säilyttää mahdollisimman paljon vesistön luonnontilasta. Tuhkajoen - Jormasjärven vesistön piirteinä ovat kertautuvat ihmisen toiminnan vaikutukset. Tässä tapauksessa Talvivaaran kaivoshanke itse suunnittelee ottavansa raakavettä Kolmisoppijärvestä, mikä voi johtaa Tuhkajoen veden vähentymiseen tai kuivumiseen ajoittain. Järveen rakennetaan myös louhoksen suojapato, joka voimakkaasti muuttaa vesiluontoa ja siitä riippuvaista virkistyskäyttöä. Tuhkajoen – Jormasjärven reitin ominaisuutena ovat Lahnaslammen kaivoksen vesipäästöt, jotka kohdistuvat samaan vesistöön, Nuasjärveen, sen alajuoksulla. Nuasjärven Jormasjokisuussa mustaliuskemalmien käsittelyssä syntyvien vesien kumuloituminen voisi aiheuttaa ekologisia haittoja.

Vesipäästöjen johtaminen kahta vesireittiä pienentäisi yhteen vesistöön kohdistuvia vaikutuksia. Samalla voitaisiin noudattaa periaatetta rajoittaa kuormituksen vaikutukset mahdollisimman lähelle kaivosaluetta, jotta isompia ja tärkeämpiä vesialueita muutettaisiin mahdollisimman vähän. Taulukossa 9.24 on tarkasteltu vertailuna Kivijoen ja Sopenjoen käyttämistä yhdessä vesien johtamisreiteinä. Käytännössä tämä olisi mahdollista johtamalla vedet toisaalta Ylä Lumijärveen ja toisaalta Mäkijärveen johtaviin ojiin. Vesien johtaminen Iso Savonjärven alapuoliseen Savonjokeen olisi myös mahdollista, mutta ilmeisesti vaikeammin toteutettavissa.

Taulukko 9.24. Jätevesien vastaanottovesistöjen vertailu.

Merkkien selitys: 0=vertailun perustapaus, +=etuja, ++= enemmän etuja, -=haittoja, --=enemmän haittoja

Vaikutus	PV1 Tuhkajoki-Jormasjärvi	PV2 Kivijoki-Laakajärvi	PV3 Sopenjoki-Laakajärvi	PV2 ja PV3 yhdessä
Vedenlaadun muutoksen voimakkuus	-	--	-	0 pienin vaikutus
Virkistyskäyttö ja kalastus	-- asutus, kalastus	-	-	0
Nykyinen kuormitus	-- Lahnaslammen kaivoksen päästöt	0 vähän pistekuormitusta	0 vähän pistekuormitusta	+ kuormituksen sieto suurin
Kaivoksen vesistövaikutusten kohdentuminen	-- pato, vedenotto (vert. mukaan)	0 ei vesistön rakentamista	0 ei vesistön rakentamista	+ ei kertaautuvia vaikutuksia

Nollavaihtoehto

Kaivoksen jättäminen toteuttamatta säästäisi ympäristön vesistöt jätevesien päästöiltä. Vesistöjen käyttö ei ainakaan nopeasti nykyisestä muuttuisi ja vesistöjen vedenlaatu säilyisi entisellään. Malmiesiintymän ja sen lähialueen maaperässä ja kallioissa olevat vähitellen vesiin liukenevat aineet antavat oman leimansa lähivesiin, minkä seurauksena ne ovat poikkeuksellisen happamia ja lievästi metallipitoisia.

9.6.9 Johtopäätökset

Talvivaaran kaivoshanke sijaitsee Oulujoen ja Vuoksen vedenjakajan alueella ja sen lähivesistöt ovat kooltaan pieniä. Tämä asettaa tiukat suunnitteluvaatimukset raakaveden otolle ja vesipäästöjen johtamiselle, jotta toiminnan aikana ei kohdattaisi vaikeuksia mm. riittävän veden saamisessa teollisuusprosessien käyttöön.

Kaivoksen toiminnot muuttavat purovesistöjä melko voimakkaasti rakentamisen seurauksena. Myös louhosten kuivatus tulee ilmeisesti vaikuttamaan purojen virtaamiin. Merkittävin rakentamisen seuraus on Kolmisoppijärven pato, joka pienentää järven pinta-alaa kaivostoiminnan ajaksi. Myöhemmin Kolmisopen louhos tulee liittymään järveen, joka tulee muuttumaan voimakkaasti.

Kaivoksen vesipäästö on vesitaseen mukaan 1,1 – 1,8 milj. m³ vuodessa riippuen valittavasta prosessivaihtoehdosta. Vesistöjen vedenlaadun muuttumisen kannalta pienempi vesipäästö on edullisempaa. Kaivoksen jätevesipäästö muodostuu vesienkäsittelyaltaasta juoksuettavasta ylimääräisestä vedestä, joka koostuu toisaalta kipsin saostuksessa saostumattomasta osasta sulfaattien ja kalkin liuosta ja toisaalta kiintoaineksesta, joka ei saostunut altaaseen, vaan pysyi vedessä. Poisjohdettavassa vedessä olevan kiintoaineksen muodostavat malmi- ja sivukivipartikkelit, joista metallit on liuotettu pois, ja metallien saostuksessa syntyneet sakat. Lisäksi johdetaan talousjätevettä, jonka suhteen käsittelysuunnitelmat noudattavat laissa säädettyä.

Vesipäästöjen johtamisen kannalta eduksi on, että alueella ei ole mainittavaa muuta kuormitusta kuin Lahnaslammen kaivos, jonka jätevesipäästö kohdistuu Nuasjärveen Jormasjoen suun lähistöllä.

Suoritettu vesipäästöarvio on tehty pääasiassa malmin, rikastushiekan, kipsin ja muiden kaivosten vesipäästöjen laatuun nojaten. Kaivosprojekti on luovuttanut arviota varten käytettäväksi myös vesitaseen. Periaatetta laskelmissa käytettyjen lähtöarvojen maksimoinnista on noudatettu mm. olettamalla talvella tehtäväksi vesien johtamista, vaikka se hankkeen vesitaseen mukaan ei ole todennäköistä. Vastaavasti vesistövaikutusarvion laskelmat on tehty suorina laimennuslaskuina,

vaikka vesistöissä tapahtuu esimerkiksi sedimentoitumista jo paljon ennen kuin vesipäästö saavuttaa jonkin valituista tarkastelupisteistä pitkien vesireittien päässä kaivokselta. Vaikutusarviossa ei myöskään ole huomioitu kaikkia vesipäästön vähentämiseksi käytettävissä olevia keinoja.

Vesistöjen vedenlaadun nykytilaselvityksen mukaan lähellä malmiota vedet ovat voimakkaasti erilaisia muiden alueiden pintavesiin verrattuna. Tyypillistä on voimakas happamuus ja metallien runsaus. Tämä on seurausta malmista peräisin olevasta moreenista ja maankäytön moreenin sisältämien malmin ainesosien liukenemista tehostavasta vaikutuksesta. Etäämpänä malmiosta vesien laatu normalisoituu ja vain viitteitä happamuudesta ja metalleista on mittauksin todettavissa. Tässä suhteessa isompien vesistöjen kyky vastaanottaa kuormitusta on kohtalaisen hyvä.

Vaikutusarvion mukaan vesistöissä tapahtuisi kesäaikana lievää rehevöitymistä ja Kivijoen vesistön toimiessa yksin vastaanottovesistönä myös laatuluokan muutoksia. Metallipäästöjen osalta seurauksena olisi vesistössä pitoisuusmuutoksia, mutta ei ilmeisesti kuitenkaan haitallisia ekologisia seurauksia tai laatuluokan muutoksia.

Vesipäästöjen vaikutusten vähentämiseksi olisi suunnittelussa otettava huomioon saadut vaikutusarvion tulokset ja sovellettava käytettävissä olevia keinoja erityisesti fosforin ja typen päästöjen vähentämiseksi. Periaatteena voisi olla päästöjen haittojen pidättäminen mahdollisimman lähelle kaivosta, jotta alapuoliset vesistöt säästyisivät mahdollisimman paljon kuormituksen vaikutuksilta. Tällä tarkastelutavalla olisi harkittava vesien johtamistavaksi kahden pienen purovesistön käyttämistä ennen merkittävämpiä vesistöjä, joiden pysyminen nykyisessä laadussaan on tärkeämpää.

Pintavesien luokitus perustuu jatkossa nykyistä enemmän vesistöjen ekologiseen tilaan. Pintavedet luokitellaan ihmistoiminnan aiheuttaman muutoksen voimakkuuden perusteella. Luokituksessa verrataan esim. kalojen, pohjaeläimien ja vesikasvien tilaa olosuhteisiin, joissa ihmisen vaikutus on vähäinen. Talvivaaran YVA -selvitykset antavat riittävän pohjan vesistöjen ekologisen tilan arvioimiseen ennen kaivostoiminnan alkamista.

9.7 Pienvedet

9.7.1 Pienvesien nykytila

Kesällä 2004 ja 2005 tehtyjen laajojen luontokartoitusten yhteydessä on todettu, että alueen pienvedet ovat pääosaltaan joutuneet ojitusten, perkausten ja muiden ihmistoiminnan muutosten kohteeksi. Lähteiden alapuolella on kuitenkin vielä joitakin luonnontilassa olevia lyhyehköjä uomia. Purojen muuttajana on ollut myös majava, jonka käyttämiä nykyisiä ja entisiä lampia ja patorakenteita on monin paikoin tiheästi (kuva 9.28). Kasvillisuudesta ja linnustosta olevissa perustilaselvitysten raporteissa on yksittäisiä mainintoja pienvesistä, joissa on luonnontilaisia osia.

Luontotyyppikartoituksessa löydetty luonnontilainen pienvesi on Sopenvaarassa olevasta Raatelammesta laskevan ojan yläosa. Muita luonnontilaisia pienvesiä ovat Kuusilammen eteläpuolella Louhilehdossa oleva nimetön lampi, Tammalampi ja sen pohjoispuolinen nimetön lampi ja Kuikkapuron länsipuolella oleva nimetön lampi, josta on kuitenkin kaivettu kuivatusoja puroon. Lisäksi Rasvalammet ovat monipuolisia luonnontilaisia pienvesiä Rasvamäen kupeessa. Lähes luonnontilaisia lampia ovat myös mm. Myllylampi, Pirttilampi ja Munninlampi.



Kuva 9.28. Vasemmalla Hongikonpuron latvaa Rysäsuon yläpuolella ja oikealla majavan muuttamaa ojan ja sen ympäristön luontoa Iso Savonjärveen laskevassa ojassa.

Talvivaaran kaivoshankkeen lähteet kartoitettiin 10.6.2005 maastossa peruskarttaan merkittyjen lähteiden osalta. Alueelta tutkittiin yhteensä 11 lähdealuetta, joiden luonnontila oli kokonaisuudessaan varsin heikko: kolme lähdetä oli tuhottu kokonaan, yhden lähteen paikalle oli kaivettu tekolampi ja kolmen lähteen tilaa oli heikennetty eriasteisesti rakentamalla talousvesikäyttöä varten. Lisäksi näistä neljän lähteen tilaa heikensivät metsäojitukset. Alueelta löytyi myös kolme luonnontilaisen kaltaista lähdetä sekä yksi luonnontilainen lähde.

9.7.2 Arvio hankkeen vaikutuksista pienvesiin ja vaikutusten vähentäminen

Edellä kohdassa vesistöjen muuttaminen (9.4.4) on selostettu kaivoksen rakentamisen vaikutuksia pieniin vesiuomiin ja lampiin. Lähteisiin ja niistä laskeviin noroihin tai ojiin tulevat kaivoksen toiminnot vaikuttamaan maankäytön ja kuivatuksen ja joissain tapauksissa pohjavesien valuma-alueen muuttamisen kautta. Luonnontilainen lähde 4 ei alueidenkäyttösuunnitelmissa ole suoraan minkään toiminnon paikalla ja ellei sen valuma-aluetta muuteta, voi lähde säilyä. Luonnontilaisen kaltaisista lähde 7 tulee jäämään kaivostoimintojen alle, lähde 10 on Papinmäessä kaivosalueen ulkopuolella ja lähde 11 tulee häviämään Kuusilammen louhoksen tieltä. Se on jo nyt ilmeisesti ainakin osittain ojitusten kuivatusvaikutuksen vuoksi muuttunut erittäin rautapitoiseksi ja lähteikössä vesipinnan sijasta on rautasakkaa (kuva 9.29).

Lähteisiin kohdistuvia vaikutuksia voidaan mahdollisesti lieventää ainoastaan muuttamalla toimintojen sijoitussuunnitelmaa. Lähteen 7 kohdalla toimintojen sijoittamisen muuttaminen voi periaatteessa olla mahdollista ainakin vaihtoehdossa VE1, jossa lähdetä uhkaa rikastushiekka-altaan padon rakentaminen. Lähteen 4 kohdalla kaivostoimintojen sijoituksen vaihtoehdossa VE2 lähteen lähelle pohjoispuolelle on suunniteltu kaivosalueen sisäinen tie, putkilinjoja ja sähkölinjoja. Lähteen 4 huomioiminen lopullisessa linjausten suunnittelussa tulisi säästämään sen, koska suppeahkoa valuma-aluetta eivät uhkaa muut toiminnot.

Raatelammesta laskevan ojan yläosaa ei kaivoshanke uhkaa, eikä myöskään Rasvalampien kohdalle ole tulossa kaivoksen rakenteita. Tammalampi ja sen pohjoispuolen nimetön lampi kuivuvat

todennäköisesti Kuusilammen louhoksen vuoksi. Sen sijaan muut mainitut nimettömät lammet tullevat säilymään kaivostoiminnasta huolimatta (kuva 9.30).

Talvivaaran kaivoshankkeen vaikutusalueen lähteet

Lähde 1, Kallola, VE1 ja VE2 Kolmisopen sivukivialueesta itään

- Lähde talousvesikäytössä.
- Renkailla voimakkaasti muutettu.
- Ei kuitenkaan vakituista asutusta, kesämökkikäytössä.
- Runsaskasvuinen ja rehevä niitty.

Lähde 2, Taattola, ei kaivostoimintojen lähellä

- Talouskäytössä, voimakkaasti muutettu (2 kaivoa)
- Putkilokasveja runsaasti, metsä hyvin rehevä.

Lähde 3, Kettumäen länsipuoli, ei kaivostoimintojen lähellä

- Metsä hakattu noin 15 vuotta sitten ja alue ojitettu.
- Lähdettä ei löytynyt (oja vedetty ehkä läpi).

Lähde 4, Lantonmäestä 350 m pohjoiseen, VE1 ei kaivostoimintoja, VE2 kaivostie ym infrastruktuuria läheisyydessä

- Luonnontilainen paikka.
- Mahdollisesti entinen laidun, nyt niittymäinen.
- Noin 50-100 metrin päästä suuri hakkuu-aukko, lähde kuitenkin säästynyt.
- Hieman lahpuuta.

Lähde 5, Lantonmäestä 100 m etelään, VE1 ei kaivostoimintoja, VE2 kaivostie ym infrastruktuuria läheisyydessä

- Koko lähde kaivettu ylös, paikalla tekolampi.

Lähde 6, Heittimensuon eteläosa, Kuusilammen louhosalueella

- Alue ojitettu, lähde hävinnyt.
- kts. lähde 11 samalla suolla.

Lähde 7, Haukimäen tien kodan länsipuolella, VE1 rikastushiekka-altaan patoalue, VE2 teollisuusalue

- Luonnontilaisen kaltainen lähde.
- Vain vähän muutettu reunuspuilla.

Lähde 8, Mustamäen etelärinne, VE1 rikastushiekka-allas, VE2 lähellä kaivosalueen sisäistä tietä

- Lähdettä muutettu lautarakentein.
- Lähteen alapuolella hetteikköä.

Lähde 9, Papinmäen länsiosassa, ei kaivostoimintojen läheisyydessä

- Lähde tuhottu voimakkaalla rakentamisella.

Lähde 10, Papinmäen länsiosassa, ei kaivostoimintojen läheisyydessä

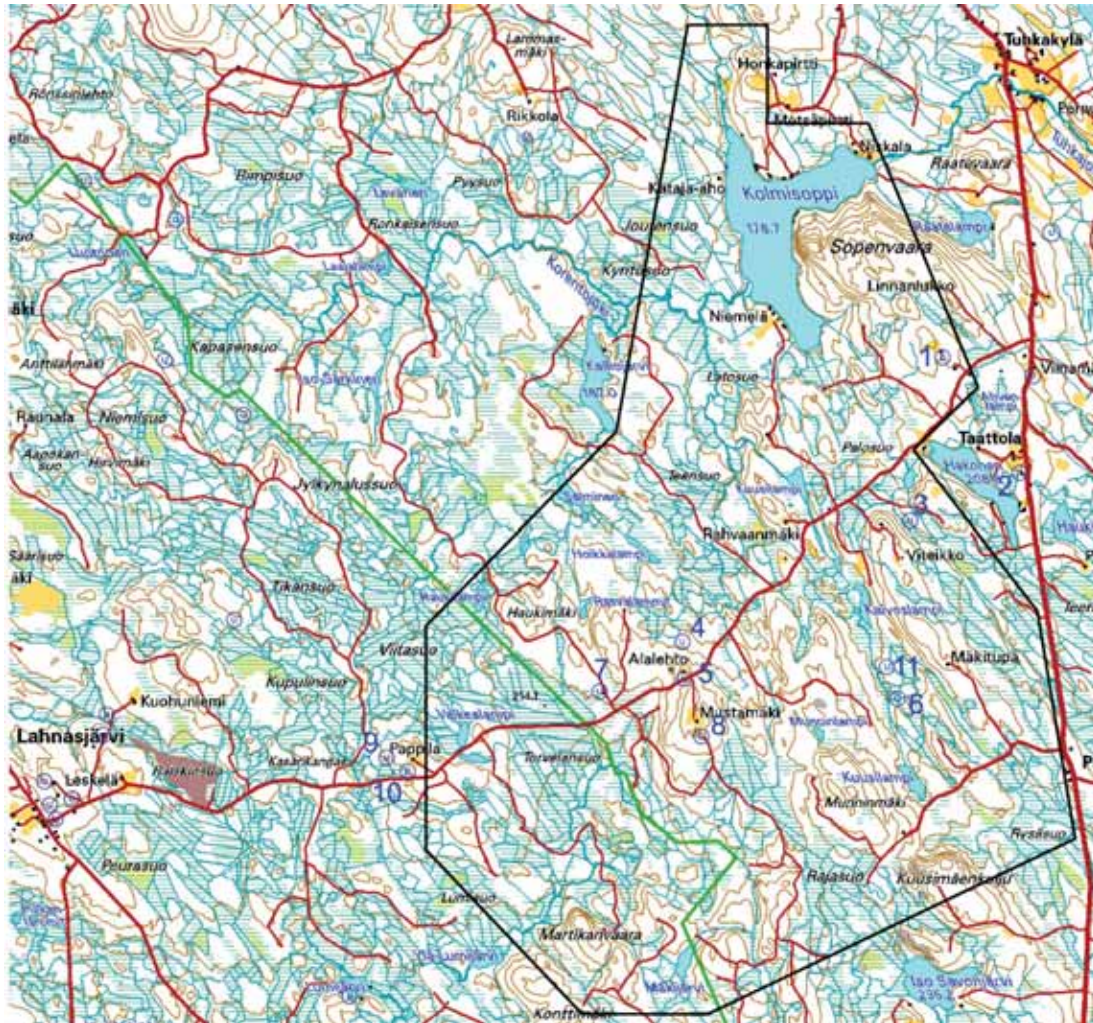
- Luonnontilaisen kaltainen, ympärillä voimakkaat ojitukset.
- Alue laajahko, lähinnä tihkupintaa, ei selvää lähdelammikkoa.
- Alueella syvempi allas, joka kasvoi runsaasti pajukkoa ja lehvämmäliä.

Lähde 11, Heittimensuon pohjoisosassa, Kuusilammen louhoksen aluetta

- Karttaan merkitsemätön lähde ojitetun suon keskellä.
- Vesi hyvin ruosteita.
- Luonnontilaisen kaltainen, mutta ympäröivät ojitukset kuivattaneet lähdettä. Vettä pulppusi silti.



Kuva 9.29. Vasemmalla lähde 11 Kuusilammen louhosalueella ja oikealla lähde 4 Lantonmäestä pohjoiseen.



Kuva 9.30. Kaivoshankkeen ja sen lähialueiden lähteet (karttamerkki 'U'). Luonnontilaisia tai sen kaltaisia ovat lähteet numeroilla 4, 7, 10 ja 11.

9.7.3 Vaihtoehtojen vertailu

Päävaihtoehdot PR1 ja PR2

Pienvesien osalta Raatelammen laskuojan yläosa on todettu luonnontilaiseksi ja se tulee kaivoksen toteutuksen molemmissa päävaihtoehdoissa säilymään. Lähteiden osalta päävaihtoehdot ovat samanveroiset, sillä ainoa luonnontilainen lähde ja sen valuma-alue tulee ilmeisesti säilymään. Autoklaaviliuotus-prosessivaihtoehto (PR1) vähentää pienvesiä 6, osittain häviäviä olisi 7 ja lieviä haittoja esiintyisi kahdella vesistöalueella. Bioliuotusvaihtoehdon maankäyttö ulottuu 13 vesialueelle, joista häviää 10 ja osittain 3, jos ei huomioida mitään haittojen lieventämiseksi tehtäviä suunnitelman muutoksia. Yleinen kuivatusvaikutus, joka periaatteessa on epädullista pienvesien kannalta, on vaihtoehdoissa samaa luokkaa.

Kiviainesten kuljetus ja murskaus

Pienvesien kannalta liikkuva autokalusto muodostaa riskin öljyjen leviämisestä ja vesien pilaantumisesta ja sen vuoksi hihnakuljetus on parempi vaihtoehto. Murskausratkaisut ovat pienvesien kannalta yhtä hyvät

Vesipäästöjen johtaminen ja raakavedenotto

Vesipäästöjä tulee enemmän vaihtoehdossa PR1 ja koska vesipäästö monista syistä johtuen pyritään johtamaan ensin pienvesiin, tulee jokin pienvesireitti muuttumaan vedenlaadultaan ja virtausolosuhteiltaan. Jokaisessa johtamisreitissä voidaan tehdä valintaa pienvesien välillä ja ottaa vesien käsittelyyn sellaiset vesialueet, jotka jo nykytilassaan ovat luonnontilasta muuttuneita.

Raakavedenottoa ei voida tehdä pienvesistä ja sen vuoksi vaikutukset niihin kohdistuva vain putkilinjojen rakentamisen aikaisesta samennuksesta ja mahdollisista huoltoteiden rummuista.



Kuva 9.31. Vasemmalla Myllylampi ja oikealla Munninlampi.



Kuva 9.32. Vasemmalla Kuikkalampi ja oikealla Tammalampi.

Voimalinjan ja rautatien suuntaus

Pienvesiin kohdistuvia vaikutuksia voimalinjalla ei mainittavasti ole. Voimalinjan suunnittelussa huomioidaan mm. lähteet ja purot valitsemalla pylväspaikat muihin maaston kohtiin ja rakentamisen aikana on vältettävä biotooppien muuttamista. Voimalinjan vaihtoehdoilla ei ole tässä suhteessa eroja, mutta Lahnaslammelle päätyvä linja on lyhyempi ja sen haittavaikutukset arvioidaan pienemmiksi..

Rautatielinjauksessa vaikutuksia pienvesiin voi tulla lähteiden ja purojen muuttamisesta rakentamisen yhteydessä. Koska rautatievaihtoehtojen linjoilla on kaikissa tapauksissa sama määrä pienvesiä, arvioidaan, että vaihtoehdot ovat pienvesien kannalta samanarvoiset. On kuitenkin huomautettava, että käytettävissä olevat tiedot luontoselvitysalueen ulkopuolisista pienvesistä eivät ole kattavia ja arvokkaiden pienvesien sattuminen jollekin vaihtoehtoisiin reiteistä voi muuttaa arvioita.

Nollavaihtoehto

Kaivoksen jättäminen toteuttamatta merkitsisi pienvesien tilan kehittymistä maankäytön mukaan, kuten tähänkin asti.

9.7.4 Johtopäätökset

Lähteiden välittömät lähiympäristöt kuuluvat kuitenkin metsälain (1093/1996) 10 §:ssä mainittuihin erityisen tärkeisiin elinympäristöihin, jotka tulee hoitaa ja käyttää siten, että yleiset edellytykset metsien biologiselle monimuotoisuudelle ominaisten elinympäristön säilymiseksi turvataan. Lisäksi vuoden 1997 alussa voimaan tulleen vesilain (264/1961) muutoksen jälkeen luonnontilaisten lähteiden luonnontilaa ei saa muuttaa siten, että niiden säilyminen luonnontilaisena vaarantuu.

Kaivoshanketta ei voida toteuttaa, ellei tulevien louhosten alueella tai välittömässä vaikutuspiirissä olevia lähteitä ja osittain niiden valuma-alueiden maaperää voida kaivaa pois. Seudulle jää kaivostoimintojen ulkopuolelle useita talousvesikäytössä olevia lähteitä ja luonnontilaisen kaltaisia lähteitä. Osa kaivosalueella olevista lähteistä ja niiden lähdepuroista voidaan säästää toimintojen sijoitusta muuttamalla siinä vaiheessa, kun yksityiskohtaiset rakentamissuunnitelmat laaditaan. Ainoa luonnontilainen lähde ja luonnontilainen oja tulevat säilymään rakennettavien toimintojen vaikutuksen ulkopuolella.

Kaivosalueen purot ja muut pienet vesiuomat eivät selvitysten mukaan ole erityisen arvokkaita, koska niitä on muutettu ojitusten yhteydessä perkaamalla tai niihin on kulkeutunut hiekkaa ja savea. Pienvesiä ovat muuttaneet myös majavat.

Vaihtoehtojen vertailun mukaan merkittävimmät valinnat pienvesien kannalta tehdään kaivoshankkeen päävaihtoehtojen välillä sekä valittaessa vesipäästöjen johtamisreitit.

9.8 Ilmanlaatu

9.8.1 Nykytilanne

Kohdealuetta koskevia ilmastollisia tietoja (ilman lämpötila, suhteellinen kosteus, pilvisyys, sadanta ja tuuli) on saatavilla Kajaanin lentoaseman, Vieremän Kaarakkalan sekä Valtimon kirkonkylän säähavaintoasemilta (taulukko 9.25). Sähavaintoasemien sijainnit ja etäisyydet hankealueeseen:

- Kajaanin lentoasema (64°16' N, 27°40' E), 30 km luoteeseen
- Vieremän Kaarakkala (63°50' N, 27°13'E), 35 km länsi-lounaaseen
- Valtimon kirkonkylä (63°40' N, 28°49'E), 45 km kaakkoon
- Sotkamon Kuolaniemessä on haihduntaa mittaava havaintopaikka.

Taulukko 9.25. Ilman lämpötila vuosikeskiarvona (T_y), vuorokauden ylimmän lämpötilan kuukausi-keskiarvo heinäkuussa ($T_{\max}$), vuorokauden alimman lämpötilan kuukausikeskiarvo tammikuussa ($T_{\min}$), keskimääräinen vuosisadanta (P_y).

Sääasema	T_y	$T_{\max}$	$T_{\min}$	P_y
Kajaanin lentoasema	1,7	20,5	-15,5	532
Vieremän Kaarakkala	2,0	19,9	-12,9	700
Valtimon kirkonkylä	1,9	20,8	-15,4	564

Hankealueen vallitseva tuulen suunta on etelästä (Ilmatieteen laitos 2002). Hankealueen sijainti on syrjäinen eikä alueella ole ympäristökeskuksen tietopalvelun mukaan merkittäviä ilmapäästöjen aiheuttajia. Pääosa kaivosalueen ympäristöstä on metsää ja suota, jotka ovat hyvin kasvillisuuden peittämiä eivätkä näin ollen alttiita tuulieroosiolle. Suuria teitä, jotka aiheuttaisivat pölyämistä tai polttoaineista tulevia kaasuja ilmaan, ei ole. Ilman laatuun kohdistuu vaikutuksia lähinnä kaukokulkeumasta ja liikenteestä. Lähin ilmansaastepäästöjen kannalta merkittävä alue on Kajaani,

jossa päästöt aiheutuvat mm. liikenteen, puunjalostusteollisuuden ja energiantuotannon toiminnoissa. Ilman laatu luokituu Kajaanissa on yleensä hyvä.

Valtakunnallisessa ilmapäästöjen tilastoinnissa vuodelta 2003 (<http://www.ymparisto.fi> - ilmanlaatu) Kajaanin ja Sotkamon päästöt ovat parhaimmassa kategoriassa 10-portaisessa asteikossa seuraavien yhdisteiden ja ainesten suhteen: rikin oksidit, typen oksidit, haihtuvat orgaaniset yhdisteet (NMVOC), hiilimonoksidi, arseeni, kadmium, kromi, kupari, elohopea, nikkel, lyijy, sinkki ja polyaromaattiset hiilivedyt. Päästökategoriassa 2 oli Sotkamo ammoniakkin päästöjen osalta ja Kajaani hiukkasten, furaanien ja dioksiinien osalta.

Talvivaaran kaivoshankkeen lähiseudun turvetuotantoalueet saattavat aiheuttaa paikallisia ilman laatuun vaikuttavia päästöjä. Turvetuotantoalueiden tyypillinen päästö on pöly, jota leviää harvoin yli 1 km päähän suosta. Turpeen tuotannosta ja kuljetuksesta syntyy vähän pakokaasupäästöjä.

Ilman taustapitoisuuksia Kainuussa seurataan Ilmatieteenlaitoksen mittausasemalla Sotkamossa Vuokatissa, joka kuuluu kansalliseen ilmanlaadun seurantaohjelmaan. Rajan takaa tulevien päästöjen vaikutuksia mitataan Suomussalmen Kuivajärvellä. Täällä rikkidioksidipitoisuudet eivät ylitä luontovaikutusten perusteella annettua enimmäisohjearvoa ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mutta ovat kuitenkin taustapitoisuuksia korkeampia. Suurimmat tuntikeskiarvot ovat suurempia kuin Kajaanissa. (www.ymparisto.fi)

Tuulen suunta ja voimakkuus ovat ratkaisevia tekijöitä päästöjen vaikutusten kannalta. Lisäksi maaston muodot vaikuttavat tuulen suuntaa ohjailevasti. Voimakkaalla tuulella pölypäästöt leviävät pitemmälle kuin heikolla tuulella.

9.8.2 Päästöt ilmaan

Ilmapäästöjen (mineraalipöly, kaasut ja vesihöyry) lähteinä ovat mm. louhoksella tapahtuvat louhintatyöt, malmin ja sivukiven kuljetus, malmin murskaus sekä lopputuotteen kuivaus ja varastointi. Kaivoksen toimintojen tarvitsemat energiantuotantoyksiköt aiheuttavat polttoperäisiä savukaasuja. Rikastushiekka-altaalta ja kipsialtaalta haihtuu vettä ja kuivasta peittämättömästä altaasta voi tuulella irrota pölyä. Metallien talteenottolaitoksella ja prosessikemikaalien valmistuksessa voi haihtua ilmaan kemikaalia prosessin eri vaiheista.

9.8.2.1 Kiviainesperäiset pölypäästöt

Pölypäästöt louhoksilta ja materiaalien kuljetuksesta

Räjäytysreikien poraus muodostaa kivipölyä, josta avolouhinnassa keskimäärin noin 40 prosenttia on malmipölyä ja noin 60 prosenttia on sivukiven porauksesta tulevaa pölyä. Räjäytykset voivat osittain epäonnistuessaan nostaa pölyä ilmaan louhokselta, mutta tällaisia tapahtumia on erittäin harvoin. Räjäytyksiä suoritetaan noin 1-2 kertaa päivässä. Pölystä aiheutuva laskeuma on kokonaisuudessaan pieni. Louhosten syventyessä pölypäästöä ei käytännössä enää synny. Pölylaskeuman vaikutukset rajoittuvat louhoksen alueeseen tai sen välittömään läheisyyteen. Kiven käsittelystä aiheutuva pöly muodostuu louheen lastauksessa ja kuljetuksessa.

Pölypäästö murskauksesta

Murskattaessa kivistä syntyy kivipölyä, joka ilman erityisiä toimenpiteitä voisi levitä murskaamon ympäristöön ja pahimmillaan muutamia satoja metrejä. Ympäristöön joutuva pöly syntyy pääosin kaadettaessa malmia kuljetusautosta murskaimeen sekä murskeen pudotessa hihnalta varastokasaan. Kaivoksilla suoritetuissa pölymittauksissa esimerkiksi murskaushallin ilman pölypitoisuus oli $1\text{--}50 \text{ mg}/\text{m}^3$ ja siihen vaikutti mm. kiven kosteus, pölynpoistolaitteiden tehokkuus ja malmin syöttötapa. Ilmapäästön pölynpoistoon soveltuvat laitteet (mm. pussi- ja monikerrossuodattimet) pystyvät noin $5\text{--}30 \text{ mg}/\text{m}^3$ pölypäästön tasoon riippuen suodattimen tyypistä ja kapasiteetista.

Pölypäästöt sivukiven varastokasoista ja rikastushiekka-altaalta

Sivukivikasalla muodostuu pölyä, kun kuljetusautot kaatavat kuormansa. Siitä johtuva pölyäminen ei kaivoksilla yleensä ole ollut häiritsevää. Rikastushiekka-altaalla voi pölyämistä ilmetä silloin, kun kova tuuli pääsee puhaltamaan esteettömästi kuivaan varastoalueen pintaan.

Pölypäästön määrä ja laatu

Kaivoshankkeen kiviainesten käsittelyn pölypäästökseksi on arvioitu noin 30-210 t/a. Koska kaivospiirin alue on kokonaisuutena laaja ja pölypäästön lähteet sijaitsevat pääasiassa sen ydinalueilla, kulkeutuu pölyä kaivospiirin rajojen ulkopuolelle vain vähän. Taulukoissa 9.26 – 9.27 on esitetty pölyn muodossa lähtevän metallien ja rikin päästömäärät kaivoshankkeesta ja niiden suuruus verrattuna Suomen kokonaispäästöön vuonna 2003. Arvio on laskettu siten, että pölypäästöstä syntyy:

- 50-60 % sivukiven käsittelystä (mm. louhinnasta , sivukiven läjityksestä ja kuljetuksesta).
- 30-50 % on malmin käsittelystä (mm. louhinnasta ja murskaamolta) ja
- 0-10 % rikastushiekan käsittelystä (mm. rikastushiekkavarastolta)

Toteutusvaihtoehdossa PR1 pölypäästöä on arvioitu tulevan noin 5-10 t/a murskauksesta, 20-80 t/a rikastushiekka-altaasta ja 20-80 t/a sivukiven käsittelystä ja varastoinnista. Toteutusvaihtoehdossa PR2 pölypäästöä on arvioitu syntyvän noin 5-10 t/a murskauksesta ja 10-40 t/a sivukiven käsittelystä ja varastoinnista.

Taulukko 9.26. Arvio kaivoshankkeen metallien päästöstä ilmaan kg/a päävaihtoehdossa PR1.

Alkuaine	Pitoisuus malmissa	Pitoisuus rikastushiekassa	Pitoisuus sivukivessä	Alkuainepäästöt		Osuus Suomen kokonaispäästöstä	
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	minimi kg/a	maksimi kg/a	minimi %	maksimi %
Arseeni	105	10,5	132	3,4	12,5	0,1	0,3
Barium	19	9,5	17,3	0,6	2,3	-	-
Elohopea	<2	<0,2	<2	0,0	0,1	0,0	0,0
Kadmium	17	1,7	18,5	0,5	1,8	0,0	0,1
Koboltti	230	13,8	60	2,6	8,2	-	-
Kromi	120	12	131	3,5	12,6	0,0	0,0
Kupari	1380	82,8	800	24,6	84	0,1	0,4
Lyijy	42	4,2	39	1,1	3,9	0,0	0,0
Nikkeli	2710	108,4	600	27,7	84	0,1	0,2
Rikki	84600	2538	73000	1934	6889	0,0	0,0
Sinkki	5630	281,5	3100	96	327	0,1	0,5
Strontium	30	15	50	1,5	5,5	-	-
Vanadiini	500	50	607	15,6	57,6	0,0	0,1

Taulukko 9.27. Arvio kaivoshankkeen metallien päästöstä ilmaan kg/a päävaihtoehdossa PR2.

Alkuaine	Pitoisuus malmissa	Pitoisuus sivukivessä	Alkuainepäästöt		Osuus Suomen kokonaispäästöstä	
	mg/kg	mg/kg	minimi kg/a	maksimi kg/a	minimi %	maksimi %
Arseeni	105	132	1,8	6,3	0,0	0,2
Barium	19	17,3	0,3	0,9	-	-
Elohopea	<2	<2	0,0	0,1	0,0	0,0
Kadmium	17	18,5	0,3	0,9	0,0	0,1
Koboltti	230	60	1,8	4,7	-	-
Kromi	120	131	1,9	6,4	0,0	0,0
Kupari	1380	800	14,9	46	0,1	0,2
Lyijy	42	39	0,6	2,0	0,0	0,0
Nikkeli	2710	600	19,6	51	0,1	0,2
Rikki	84600	73000	1153	3766	0,0	0,0
Sinkki	5630	3100	59,2	180	0,1	0,2
Strontium	30	50	0,7	2,3	-	-
Vanadiini	500	607	8,6	29,3	0,0	0,0

Ensimmäinen murskaus tehdään vaihtoehdossa PR1 louhosten pohjalla ja siitä muodostuvaa pölyä ei ole luettu ympäristöpäästökseksi, sillä louhinnan edistyessä louhokseen laskeutunut pöly tulee lopulta

LVT	125	Talvivaara Projekti Oy Talvivaaran kaivoshankkeen YVA-selostus
------------	-----	---

päätymään malmin mukana tuotantoon. Vaihtoehdossa PR2 ei muodostu lainkaan vaihtoehdossa PR1 rikastushiekka-allasta lähtevää pölyä. Laajat liuotuskasa-alueet eivät muodosta pölyä, koska kasoja kastellaan jatkuvasti tuotantoa varten.

Malmisissa on tremoliittikarsia, jonka määräksi on arvioitu alustavasti 5 - 10 % malmista ja jossa tremoliitti on päämineraalina. GTK on todennut, että tremoliitti täyttää asbestin muotovaatimukset. Louhinnassa se joudutaan ottamaan huomioon työsuojelullisissa mielessä.

9.8.2.2 Savu- ja pakokaasupäästöt

Kaivoksilla käytettävät työkoneet ovat teholtaan suuria ja niiden ominaispäästöt tehon yksikköä kohti ovat suhteellisen pieniä. Valtioneuvoston asetus polttomoottoreiden pakokaasu- ja hiukkaspäästöjen rajoittamisesta 9.9.2004/844 määrittää isojen työkonien moottorien päästörajoiksi hiilimonoksidi 3,5 g/kWh, hiilivedyt 1 g/kWh, typen oksidit 6 g/kWh ja hiukkaset 0,2 g/kWh. Uusien koneiden tullessa käyttöön niiden katalysaattorit ja hiukkassuodattimet tulevat täyttämään rajat ja vähentävät siten päästöjä. Laskelmat kaivoksen päästöistä on tehty uusilla ominaispäästöjen raja-arvoilla. Niiltä osin kuin raja-arvoja ei ole käytettävissä, on päästöjen kokonaismäärää laskettaessa otettu tuorein käytettävissä oleva tieto vuodelta 2003 Suomen työkonien päästöistä (taulukko 9.28). Käytettävästä konetyöstä laskettu kulutus ja kokonaispäästöt on esitetty taulukossa 9.29.

Taulukko 9.28. Käytettävien koneiden ominaispäästöjä nykyisessä konekannassa.

Konetyyppi	Päästö								Kulutus
	CO g/kWh	HC g/kWh	NO _x g/kWh	Part. g/kWh	CH ₄ g/kWh	N ₂ O g/kWh	SO ₂ g/kWh	CO ₂ G/kWh	
Dumpperit	3,1	1,3	11	0,9	0,046	0,35	0,87	798	248
Kaivukoneet, pyörälustaiset	4,1	1,6	11	1,0	0,047	0,35	0,89	822	255
Kaivukoneet, tela-alustaiset	3,8	1,5	11	1,0	0,047	0,35	0,88	813	253
Puskutraktorit	3,5	1,5	11	1,0	0,047	0,35	0,88	810	252
Pyöräkuormaajat	4,0	1,6	11	1,1	0,048	0,35	0,90	823	256

Taulukko 9.29. Työkonien kokonaispäästöt Talvivaaran kaivoksella.

	Kokonaispäästö								Kulutus t/a	Konetyö MWh/a
	CO t/a	HC t/a	NO _x t/a	Part. t/a	CH ₄ t/a	N ₂ O t/a	SO ₂ t/a	CO ₂ t/a		
Minimi	55	16	95	3	0,7	6	14	12 872	4 000	15 000
Maksimi	332	95	570	19	4,5	33	84	77 232	24 000	95 000
Keskiarvo	166	47	285	9	2	17	42	38 616	12 000	48 000

Liuosten lämmittämisessä tarvittavan höyryn valmistuksessa tarvitaan noin 38000 t polttoöljyä vuodessa ja lämpölaitoksen polttoaineteho on 10–50 MW. Valtioneuvoston asetuksen 3.12.2002 (1017) mukaan isojen yli 50 MW polttolaitosten päästöraja-arvot ovat 850 mg SO₂/m³(n), 400 mg NO₂/m³(n) ja hiukkaset 50 mg/m³(n). Arvioiden, että savukaasun määrä olisi noin 600 milj. m³ vuodessa, saadaan raja-arvojen mukaisiksi päästöiksi taulukon 9.30 arvot.

Taulukko 9.30. Höyryn valmistuksen ilmapäästöt Talvivaaran kaivoksella.

Yhdiste / hiukkaset	Päästö t/a
SO ₂	500
NO ₂	250
Hiukkaset	30

Höyryn valmistuksen satunnaispäästönä voi pieninä määrinä olla höyry, joka kuitenkin sekoittuu ja haihtuu ilmaan nopeasti.

Metallien talteenotto-prosessissa ja vesien käsittelyssä tarvittava kalsiumoksidi tuotetaan polttamalla kalkkikiveä. Kalkkipolton energialähteeksi suunnitellaan kivihiiltä, jota tarvitaan noin 174000 t vuodessa. Polttolaitoksen polttoaineteho on noin 150 MW. Vastaavasti kuin höyrynvalmistuksessa on laskettu ilmapäästöt Valtioneuvoston asetuksen 3.12.2002 (1017) mukaan, arvioidaan, että savukaasun määrä olisi noin 3500 milj. m³ vuodessa, saadaan raja-arvojen mukaisiksi päästöiksi taulukon 9.31 arvot.

Taulukko 9.31. Kalkkipolton kivihiiliperäiset ilmapäästöt Talvivaaran kaivoksella.

Yhdiste/ hiukkaset	Päästö t/a
SO ₂	3000
NO ₂	1400
Hiukkaset	200

9.8.2.3 Räjätyskaasut

Räjähdyksine muuttuu räjäytyksessä pääosin vesihöyryksi, hiilidioksidiksi ja typeksi. Räjähdyksessä muodostuu 700-1000 litraa kaasua kiloa räjähdyksineä kohti NTP:ssä (ilmanpaine=1 atm ja lämpötila= 20°C). Tämän kaasun suuri paine porareissä antaa räjähdyksineelle suuren osan sen ”louhintatehosta”. Räjähdyksineistä muutama prosentti on haitallisia kaasuja, kuten hiilimonoksidia (CO) ja typen oksideja (NO ja NO₂). Hiilimonoksidi kerääntyy ilmaa raskaampana räjäytystyömaan syvänteisiin. Talvivaaran kaivoksella käytettävät emulsioräjähdyksineet (Kemiitti 510 tai 800) muodostavat räjähtäessään vähemmän haitallisia kaasuja (hiilimonoksidia ja typpioksideja).

Taulukko 9.32. Räjähdyksineiden ominaisuuksia (lähde: Forcit Oy:n tuote-esite).

Tuote	Tiheys g/cm ³	Energia MJ/kg	Kaasutilav. dm ³ /kg	H ₂ O g/kg	N ₂ g/kg	CO ₂ g/kg	NO _x g/kg	NO ₂ g/kg	CO g/kg
ANFO	0,91	3,96	1050	485	330	182	0,56	0,01	0,05
Aniitti	1,1	4,48	958	412	311	206	1,45	0,06	0,02
Extra-Dynamiitti	1,5	4,4	960	380	270	305	1,79	0,28	0,003
KEMIITTI 510	1,2	3,2	857	387	216	237	0,87	0,07	0,005
KEMIITTI 800	1,2	2,9	1040	535	258	151	0,27	0,01	0,002
KEMIX	1,2	3,16	1058	510	271	171	0,0009	0	1,1
KEMIX A	1,2	3,98	986	467	263	127	0,0008	0	5,4

Mittausten mukaan patruunoidusta pumpattavasta emulsioräjähdyksineestä muodostuu häkää noin 10 dm³/kg ja typen oksideja enintään noin 2 dm³/kg. Pumpattavan emulsion räjähdyksineiden NO_x-määrä on puolet patruunoidun emulsion vastaavasta määrästä. Arvioitu räjäytysainemäärä avolouhinnassa on noin 0,3 kg/t eli keskimäärin noin 10 200 t/a ja taulukossa 9.33 on arvio ilmaan tulevista räjäytyskaasujen päästöistä.

Taulukko 9.33. Räjähdyksistä aiheutuvat kaasujen päästöt ilmaan kahdella vaihtoehtoisella emulsioräjähdyksineellä.

Räjähdyksine	Käyttö keskimäärin	Päästöt ilmaan				
	t/a	N ₂ t/a	CO ₂ t/a	NO t/a	NO ₂ t/a	CO t/a
KEMIITTI 510	11700	2500	2800	10	0,8	0,06
KEMIITTI 800	11700	3000	1800	3,2	0,1	0,02

Louhintaräjähdyksistä vapautuu ilmaan kaasuja, jotka ilmakehään jouduttuaan laimenevat hyvin nopeasti eivätkä yleensä aiheuta muita haittoja kuin mahdollisesti hyvin lyhytaikaista hajuhaittaa louhoksen välittömässä läheisyydessä.

9.8.2.4 Rikkivedyn valmistuksen ilmapäästöt

Metallien talteenotto-prosessin tarvitsema rikkivety tuotetaan alkuaineistaan eli rikistä ja vedystä sähköenergian avulla. Rikkivedyn valmistus on jatkuvatoiminen prosessi ja käytetty rikkivetykaasu palautetaan suljetussa kierrossa väkevoitäväksi ja jälleen metallien saostuksessa uudelleen käytettäväksi. Rikkivedyn mahdolliset paineentasauksesta ja muista prosessilaitteiden säädöistä syntyvät vähäiset päästöt puhdistetaan polttamalla tukiliekissä, jotta pieninäkin pitoisuuksina voimakkaan hajuihin rikkivety ei aiheuttaisi hajuhaittoja.

9.8.2.5 Hiilidioksidipäästöt

Yleisesti kaikki poltto-prosessit aiheuttavat ilmakehään palamisen lopputuotteena muodostuvaa hiilidioksidia, jolla on merkitystä ilmastomuutoksen kannalta. Talvivaarassa hiilidioksidipäästöt muodostuvat lähinnä polttoöllyn ja kivihiilen poltosta sekä työkoneista. Arvio näistä päästöistä on esitetty taulukossa 9.34. Työkoneiden päästöissä on huomioitu ainoastaan kaivosalueella toimivien koneiden päästöt eikä alueen ulkopuolelle tai ulkopuolelta suuntautuvien kuljetusten tai työmatkaliikenteen päästöjä.

Taulukko 9.34. Poltto- ja työkoneperäiset keskimääräiset hiilidioksidipäästöt.

Päästölähde	Polttoaineen kulutus (t)	CO ₂ -päästö (t/a)
Kivihiilen poltto	174 000	410 000
Öllyn poltto	38 000	120 000
Työkoneet	12 000	38 000
Yhteensä		n. 570 000

9.8.2.6 Pölypäästöt rikasteen kuivauksesta ja varastoinnista

Kaivoksen tuotteet ovat sinkkirikaste, kuparirikaste, nikkeli-koboltirikaste sekä pyriittirikaste. Metallit tullaan vaihtoehdosta riippumatta erottamaan malmista liuottamalla, minkä jälkeen ne saostetaan tuotteeksi sulfidina. Tuotteista poistetaan vesi aluksi sakeuttamalla ja suodattamalla, minkä jälkeen siitä poistetaan vesi puristamalla. Tällöin ei muodostu lainkaan täysin kuivaksi kuivattua tuotetta, mikä tyypillisesti pölyää varsin helposti. Kuivaus tapahtuu tehdastiloissa, jolloin siitä ei muodostu lainkaan ilmapäästöjä.

Kuivatut tuotteet on suunniteltu siirrettäväksi talteenottolaitoksesta kuljettimilla suoraan viereisiin varastohalleihin, jolloin siirto ei aiheuta pölyämistä. Lastaus kuljetusvaunuihin tai –autoihin on niin ikään suunniteltu tehtäväksi varastohallin sisällä.

9.8.3 Päästöjen vähentämismenetelmät

9.8.3.1 Pölypäästöjen vähentäminen

Kaivoksen alueen ilman laatua määräävät työhygieeniset ohjeet ja raja-arvot, joita toiminnassa on noudatettava. Tämä turvaa useimmissa tapauksissa myös ympäristön osalta hyvän ilman laadun. Ympäristön kannalta on kuitenkin merkitystä myös ilmapäästön sellaisilla ominaisuuksilla, joilla työterveyden kannalta ei ole ratkaisevaa osuutta. Tällaisia huomioon otettavia näkökohtia ovat mm. kasvihuonekaasut, laskeutuvan pölyn aineiden kumuloituminen ja hajujen leviämisen estäminen.

Nykyaikaisissa avolouhoksen porauslaitteissa on porauspölyn keräilylaitteet, joilla porausreiästä ylös puhallettava pöly kerätään talteen ja sen leviäminen estetään. Murskaamolle rakennetaan pölyn leviämisen estävät suojaukset ja pölyn keruulaitteistot, joten ilmaan pääsee vain vähäisiä määriä pölyä.

Kaivosalueen pölyn ns. aluepäästön määrässä ratkaisevassa osassa on teiden ja muiden pölyävien kohteiden kunnossapito-ohjelma. Siihen voi sisältyä ohjeet mm. teiden ja teollisuusalueiden suolauksesta ja kastelusta. Bioliuotusvaihtoehdossa suuri osa malmin kuljetuksista tapahtuu hihnakuljettimilla, jotka pakkasen ja lumen vuoksi ovat katettuja. Niistä tuleva pölyäminen on huomattavasti vähäisempää kuin tiekuljetuksen tapauksessa.

Merkittävä pölyämisen vähentäjä on murskaamoon syötettävän malmin kastelu sekä murskeen välivaraston kattaminen. Kastelua on kuitenkin talvella pakkasen vuoksi ajoittain rajoitettava. Louheen kaatokorkeutta säätelemällä voidaan osa pölyn leviämisestä estää. Murskaamon ja rikastamon ilmapäästöjä puhdistetaan suodattamalla.

Rikastushiekka-altaalle pumpattava rikastushiekka on tarkoitus levittää tasaisesti altaan padoilta, jolloin käytännössä koko paljaana oleva hiekan pinta pysyy jatkuvasti märkänä eikä aiheuta pölyhaittaa. Jos rikastushiekan pölyämistä ilmenee, voidaan se estää suihkuttamalla vettä kuivana olevalle rikastushiekka-altaan osalle. Kipsivarastoallas on tarkoitus pitää jatkuvasti vesipintaisena, joten pölyämistä ei synny.

Jälkihoitovaiheessa pölyn muodostuminen estetään kasvettamalla ne kohteet, joissa se voidaan toteuttaa ja on tarpeellista maan pinnan partikkelien irtonaisuuden vuoksi.

9.8.3.2 Savu- ja pakokaasupäästöjen vähentäminen

Polttolaitosten savukaasupäästöjen ja työkoneiden pakokaasupäästöjen vähentämistä voidaan edistää toisaalta laiteteknisin valinnoin ja toisaalta puhdistustekniikan avulla. Polttolaitoksen energianlähteenä käytetään polttoöljyä, jonka ominaisuuksista erityisesti rikkipitoisuus vaikuttaa rikkidioksidipäästöihin. Polttoteknisistä tekijöistä merkittävin on laitoksen toteutussuunnittelu, jonka aikana tehdään huomattava määrä savukaasupäästöihin vaikuttavia valintoja. Polttolaitoksen suunnittelun yhteydessä laaditaan myös suunnitelmat savukaasujen puhdistuslaitteista. Näin ollen merkittävin savukaasupäästöjen ja päästön haitallisuuden vähentämiseksi tehtävä toimenpide on oikeat valinnat polttolaitoksen suunnittelussa.

Kaivoshankkeen suunnittelun aikana tehtävistä, polttolaitoksen ulkopuolisista ratkaisuista ilman laadulle suurin merkitys lienee murskatun malmin kuljetustavan valinnalla. Vaihtoehtoisina tapoina ovat hihna- ja dumperikuljetus. Hihnakuljetuksen käyttövoimana on sähkö eikä se näin ollen aiheuta lainkaan pakokaasuja kaivosalueella. Toisaalta sähkölaitteen ilmapäästö kohdistuu tuotantotavasta riippuen sähköntuotantoyksikön ympäristöön. Siitä huolimatta hihnakuljetuksen valinnalla tulnaisiin vähentämään sekä kokonaispäästöjä että erityisesti hankealueen ympäristöön kohdistuvia pakokaasupäästöjä.

Työkoneiden pakokaasujen puhdistuksella voidaan vaikuttaa päästöihin sekä partikkelien että typen oksidien osalta. Valtioneuvoston asetus määrittää työkoneille enimmäisraajat kaasumaisille ja hiukkaspäästöille. Tämän myötä kaivokselle hankittavat koneiden päästöt ovat joka tapauksessa nykyisten ympäristönsuojeluvaatimusten edellyttämällä tasoilla.

Hiilidioksidipäästö on voimakkaasti riippuvainen käytetystä polttoaineesta ja sen määrästä eikä sen määrään juuri voida vaikuttaa poltto- tai puhdistustekniikalla.

9.8.4 Arvio ilmapäästöjen vaikutuksista ympäristöön

9.8.4.1 Ilman hiukkaspitoisuus ja pölystä tuleva laskeuma

Mineraaliainesperäisen pölypäästön kokonaismäärä on arviolta 30-210 tonnia vuodessa. Kokemukset kaivosten ja niiden lähialueiden tarkkailusta osoittavat, että pölyhiukkaset laskeutuvat pääosin jo 100–200 metrin säteelle päästölähteestä. Pölystä voi kuitenkin aiheutua ajoittain haittaa noin 500 metrin säteellä pölyn muodostumispaikasta. Suurin osa pölystä on partikkelikooltaan >30 µm hiukkasia, jotka laskeutuvat ilmasta nopeasti jo alle 100 m päähän päästökohteesta. Hienompijakoinen partikkelikooltaan 10-30 µm:iin oleva pöly laskeutuu noin 250–500 m etäisyydelle. Pieni osa partikkelikooltaan alle 10 µm:n pölystä voi epäedullisissa oloissa kulkeutua 1000 m etäisyydelle. Mineraaliainesperäisen pölyn suuren tiheyden vuoksi arvioidaan tätä kauemmas kulkeutuvan pölyn määrän olevan hyvin vähäinen. Yli 1 km etäisyydelle pölyä arvioidaan voivan kulkeutua vain poikkeuksellisten tuuliolosuhteiden vallitessa, kuten kovalla myrskyllä. Arvion mukaan ilman pölypitoisuus häiriintyvissä kohteissa alittaa Valtioneuvoston asetuksessa ilmanlaadusta (9.8.2001/711) määrätty raja-arvot leijuvalle pölylle.

Pölyn leviämisalueita on arvioitu kuvissa 9.33 ja 9.34. Aluearviot on tehty piirtämällä rajat 500 m ja 1000 m etäisyydelle pölyämistä aiheuttavista toiminnoista. Rajaukset eivät näin ollen huomioi maastonmuotoja tai kasvillisuuden suojavaikutusta.

Esitettyjen karttojen mukaan mahdolliset pölyn leviämisalueet sisältyvät lähes kokonaan kaivospiirihakemuksen alueeseen. Niiden sisään jää kuitenkin kaivospiirialueen molemmat asutut talot Kuusimäki ja Mäkitupa sekä kesä- ja loma-asuntoja Lahnasjärven tien varrella ja Kolmisoppijärven lounaisrannalla. Osa näistä pihapiireistä on jäämässä suoran rakentamisen alle. Pölystä voi aiheutua terveys- tai viihtyisyyshaittaa, mikäli häiriintyvä kohde sijaitsee alle 500 m päässä merkittävästä pölylähteestä. Sen vuoksi kaivospiirin keskiosissa olevien kiinteistöjen käyttömahdollisuudet ovat kyseenalaisia kaivostoiminnan aikana. Kaivosalueen itälaidalle sijoittuvilta sivukivialueilta pöly voi levitä myös kaivospiirialueen ulkopuolelle, jolloin vaikutuksia voisi kohdistua esimerkiksi Pirttimäkeen ja Hakosen rannoille. Kuten aiemmin on todettu, sivukivialueilta ei yleensä muodostu haitallisessa määrin pölyä. Pölyn leviäminen niiltä on myös läjitysteknisesti helposti hallittavissa, minkä vuoksi haitat kaivospiirialueen ulkopuolelle ovat epätodennäköisiä.