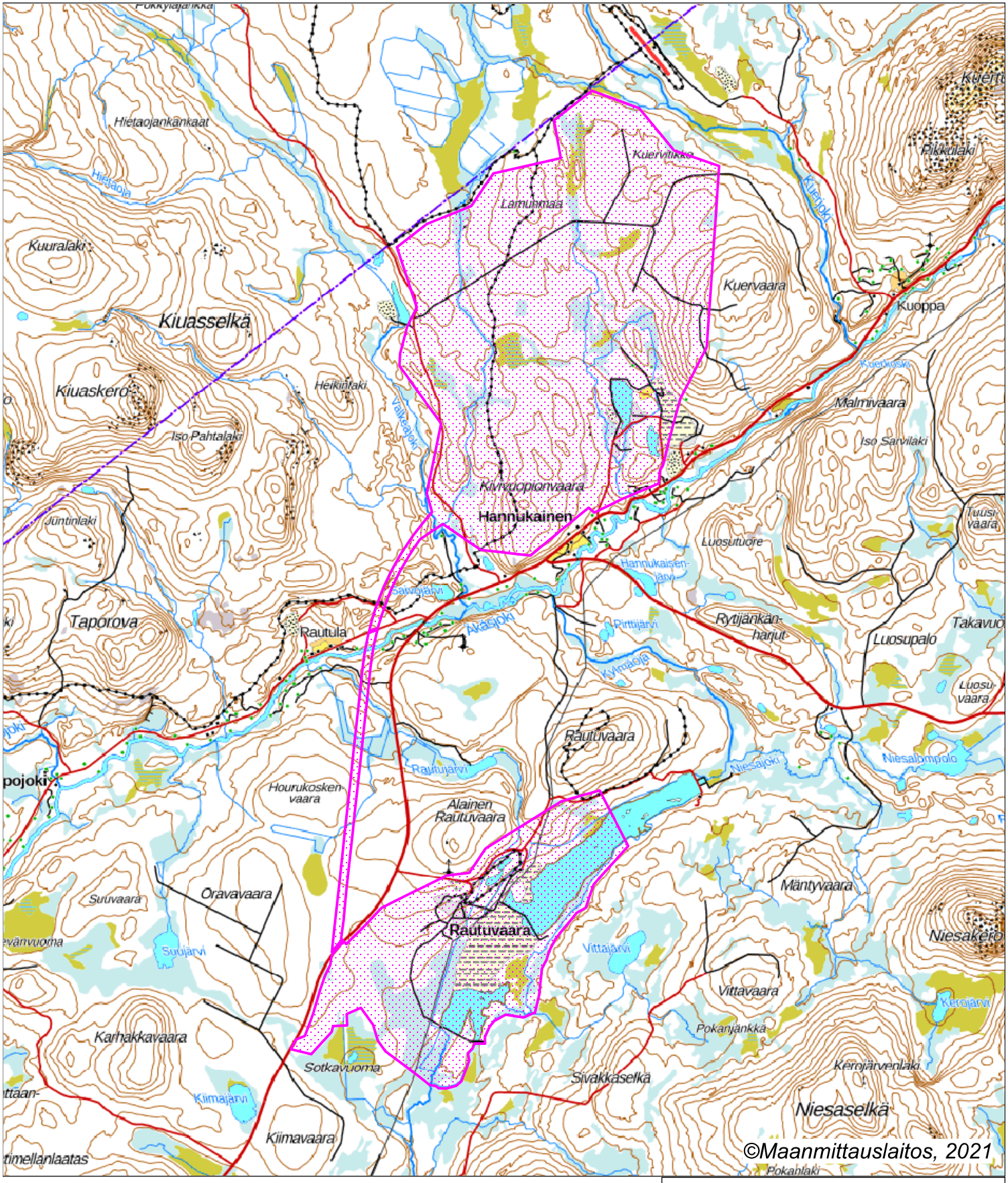
Liite 1



Hannukainen Mining Oy
KL2022:0001
Hannukainen

tukes
Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

Hannukainen Mining Oy
Kaivoslupahakemus

LIITE 2

Selvitys geologisista tutkimuksista

Selvitys geologisista tutkimuksista ja niiden tuloksista

1. Geologia ja mineralisaatio

1.1 Geologinen ympäristö

Hannukaisen kaivosalue sijaitsee Pohjois-Suomessa, Prekambrisella Fennoskandian kilpialueella. (Niiranen et al., 2008). Fennoskandian kilpi koostuu kolmesta arkeeisesta (ikä > 2,5 miljardia vuotta) mantereesta (Norrbotten, Karjala ja Kuola), jotka mannerliikuntojen seurauksena törmäsivät ja hitsautuivat toisiinsa proterotsooisen maailmankauden alussa noin 1,9 miljardia vuotta sitten. Näiden muinaisten mannerlohkojen päälle kerrostui vihreäkivi- ja liuskevyöhykkeitä, joista malminetsinnällisesti merkittävin on Keski-Lapin vihreäkivi-vyöhyke.

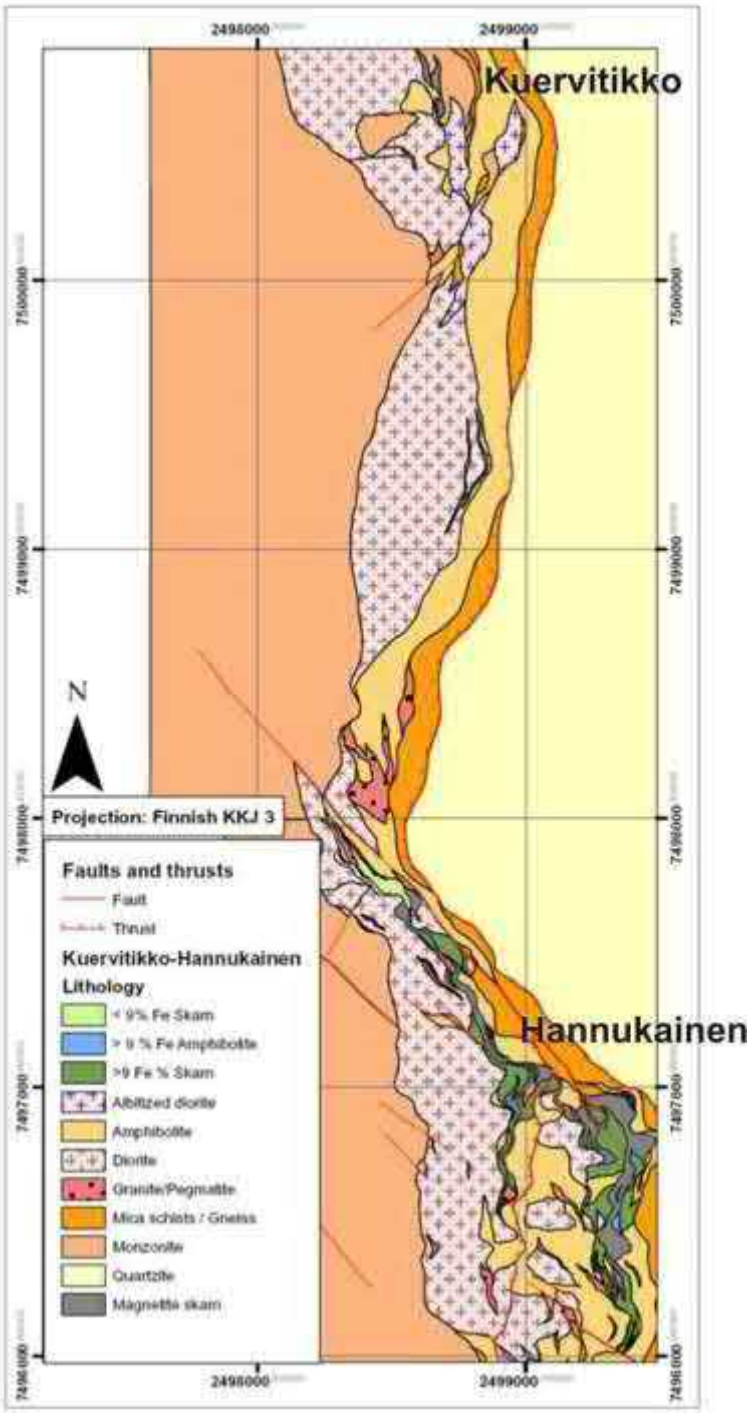
Alueen rakennegeologiaa hallitsee enimmillään 10 km leveä ja 250 km pitkä Pajalan- Kolarin hiertovyöhyke, joka erottaa toisistaan Norrbottenin ja Karjalan arkeeiset mannerlohkot. Kolarin alueella, jossa Rautuvaaran-Hannukaisen kaivosalue sijaitsee, hiertovyöhyke koostuu useista hierto- ja ylityöntövyöhykkeistä, joihin myös valtaosa tunnetuista rauta-kupari-kulta -mineralisaatioista keskittyy.

Tältä alueelta tunnetaan, sekä Ruotsin että Suomen puolelta, useita rautaoksidi- kupari-kulta -esiintymiä (eng. IOCG) (Hitzman et al., 1992; GTK, 2004; Niiranen et al., 2008). Näihin esiintymiin kuuluvat kaivosalueeksi haettavalla alueella sijaitsevat Hannukaisen ja Kuervitikon esiintymät sekä historiallinen Rautuvaaran kaivos.

Mineralisaation tyyppi vaihtelee huomattavasti tunnettujen Fe- ja Fe-Cu-Au- esiintymien välillä. Tyypillisiä malmityyppejä ovat karsissa esiintyvät semimassiiviset magnetiitti-mineralisaatiot ja muuttuneissa mafisissa vulkaniiteissa tavattavat pirotteiset magnetiitti-kuparikiisu-rikkikiisuesiintymät. Kuparin ja kullan taustapitoisuudet ovat koholla lähes kaikissa tunnetuissa esiintymissä, mutta taloudellisesti kiinnostavia pitoisuuksia tiedetään olevan vain muutamissa näistä esiintymistä. Hannukaisen esiintymä on yksi Pajalan-Kolarin alueen kultapitoisimmista IOCG-esiintymistä.

Alueen geologinen rakenne on esitetty kuvassa 1.

Kuva 1. Hannukaisen-Kuervitikon alueen geologinen kivilajikartta



Hannukaisen esiintymä on suunnitellun kaivosalueen suurin esiintymä, ja se voidaan jakaa viiteen erilliseen malmioon, nämä ovat: Kuervaara, Vuopio, Laurinoja, Lauku ja Kivivuopio. Hiltunen (1982) on kuvannut nämä malmiot yksityiskohtaisesti.

Kivivuopion vyöhyke sijaitsee äärimmäisenä lännessä, ja se on myös syvin tunnetuista ja nimetyistä vyöhykkeistä. Kuervaaran, Laukun, Vuopion ja Laurinojan vyöhykkeet puhkeavat pintaan muodostuman itäreunalla. Hannukaisen mineralisaation kattopuolen muodostavat Haaparanta-sarjan dioriitti ja montsoniitti, ja jalkapuolen muodostavat puolestaan Sodankylän ja Savukosken ryhmiin kuuluvat mafiset vulkaniitit ja metasedimentit. Mineralisaatio esiintyy pääasiassa näiden välisissä karsikivissä ja mafisissa vulkaniiteissa (amfiboliiteissä).

Kuervaara on malmioista itäisin. Se kulkee lähes pohjois-eteläsuunnassa ja kallistuu hieman länteen. Kuervaaran vyöhyke koostuu kolmesta laattamaisesta, semimassiivisesta tai raitaisesta malmilinssistä. Nykyisessä mineraalivarantoarviossa Kuervaara on mallinnettu yhtenä malmiona, johon kuuluu on yksi sisäinen malmiutumaton kappale, sisäharme (paksuus noin 13 metriä). Kuervaaran malmion kokonaispituus on noin 800 metriä (pohjois- eteläsuunnassa), ja leveimmältä kohdaltaan se on 550 metriä.

Vuopion malmio koostuu yhdestä magnetiittia sisältävästä linssistä. Lounais- koillissuunnassa kulkevan vyöhykkeen pituus on noin 1 200 metriä ja leveys 500 metriä, ja vyöhykkeen lounaissuuntainen kaade vaihtelee välillä 35–50°. Idässä vyöhyke puhkeaa pintaan. Lännessä malmiota on kairauksin seurattu noin 400 metrin syvyyteen. Vuopion vyöhyke on paksuimmillaan keskiosassaan (noin 40 m) ohentuen kohti reunoja.

Laurinojan malmio koostuu yhdestä linssimäisestä taipuneesta laatasta, jonka pituus on 1 100 metriä ja leveys 750 metriä. Malmio kallistuu lounaaseen samansuuntaisesti Vuopion vyöhykkeen kanssa.

Mineraalivarantoarviossa vyöhyke on mallinnettu yhtenäiseksi Laukun vyöhykkeen kanssa. Malmion koillinen reuna ulottuu peruskallion pintaan, ja on paljastuneena veden täyttämässä vanhassa Laurinojan avolouhoksessa. Malmion enimmäiskaade on 20° luoteeseen, mutta suuri osa vyöhykkeestä on vaaka-asentoinen. Malmilinssi ohenee reunoja kohti olleen paksuimmillaan noin 40 metriä. Magnetiitin esiintyminen vaihtelee massiivisesta raitaiseen.

Vyöhykkeen kuparipitoisuus on korkea ja rikkipitoisuus on alhaisempi kuin Vuopion vyöhykkeellä. Kuparipitoisuus kasvaa linssin keskustaa sekä koillispäätä kohti mentäessä.

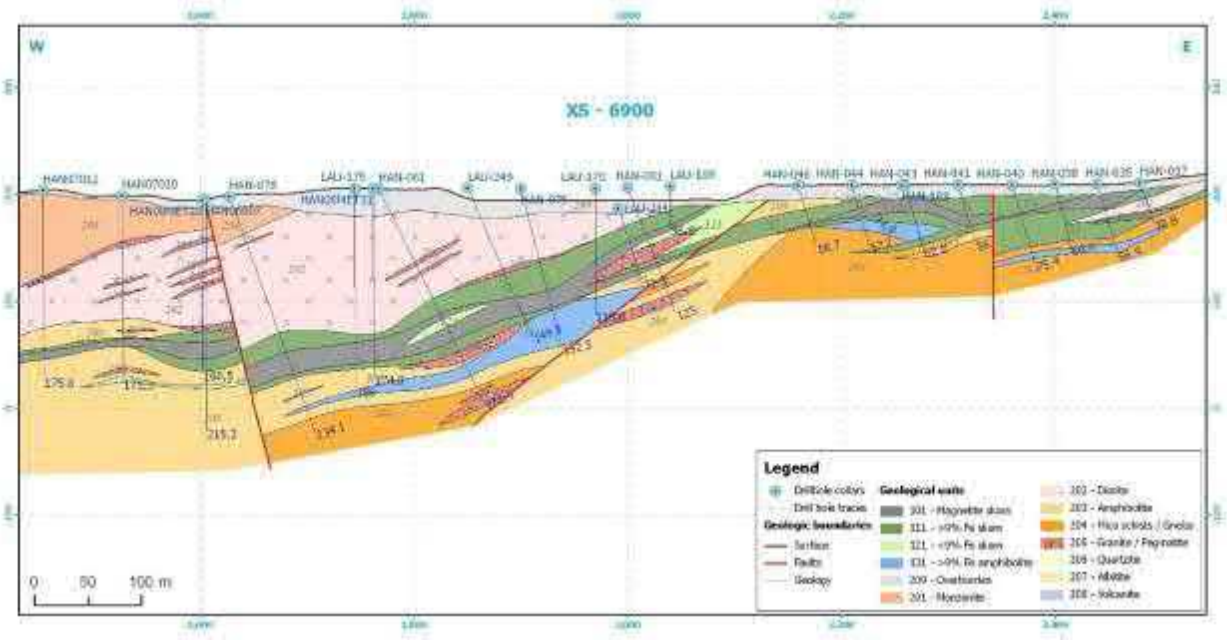
Laukun malmio on Hannukaisen esiintymän mineralisoituneista vyöhykkeistä pohjoisin. Malmio koostuu kahdesta magnetiittimineralisaatiosta, jotka ovat muodoltaan pohjoiseen suuntautuvia ja länteen kallistuvia linssejä. Molemmat linssit ovat noin 20 metrin paksuisia.

Kivivuopion malmio sijaitsee 400–550 metrin syvyydessä, noin kilometrin Laurinojan louhokselta länteen. Malmio on sokea (ei puhkea maanpintaan), ja on löydetty geofysikaalisten tutkimusten avulla. Vyöhyke on laattamainen ja kulkee pohjois-eteläsuuntaan. Magnetiittimineralisaation paksuus vaihtelee välillä 15–30 metriä. Olemassa olevien kairareikien perusteella malmio on lähes kilometrin levyinen ja noin 800 metriä pitkä kulun suunnassa.

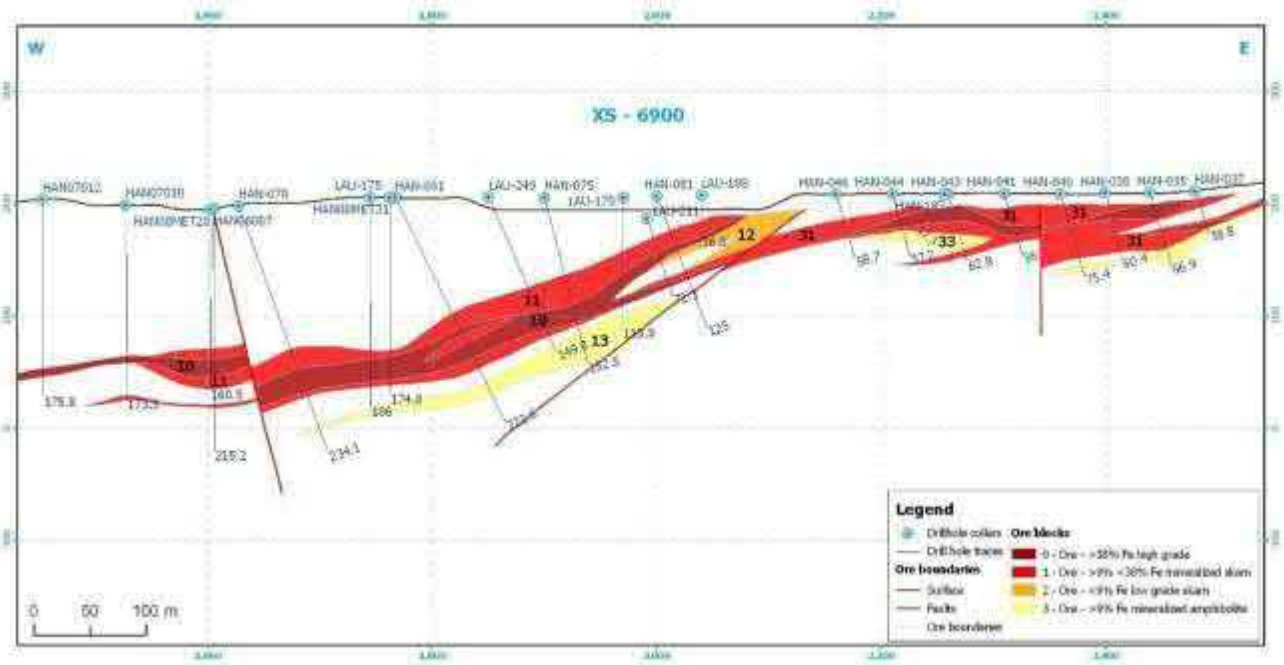
Kuervitikon esiintymä sijaitsee noin 2 kilometriä Hannukaisesta pohjoiseen. Kuervitikon systemaattiset kairaukset kattavat alueen, joka on noin 1,2 km pohjois- eteläsuunnassa ja 0,6–0,8 km itä-länsisuunnassa. Lentotutkimuksella havaittu magneettinen anomalia on suurempi kuin kairaamalla tutkittu alue. Mineralisoituneet vyöhykkeet koostuvat sarjasta laattamaisia malmioita, jotka ovat massiivista, raitaista tai pirotteista magnetiittimalmia. Mineralisaation kaade on noin 15° lounaaseen.

Kuvassa 2 on esitetty Hannukaisen malmion geologinen poikkileikkaus.

Kuva 2. Itä-Länsi suuntainen poikkileikkaus Hannukaisen esiintymästä profiilia 6900 pitkin; a) Geologinen poikkileikkaus; b) Malmilinssien esiintyminen samalla profiililla



Kuva 3. Itä-Länsi suuntainen poikkileikkaus Hannukaisen esiintymästä profiilia 6900 pitkin; Malmilinssien esiintyminen



1.2 Tutkimukset ja kairaukset

Kaivosalueen ensimmäiset kairaukset suoritti Rautaruukki vuosina 1974–1986, jolloin esiintymään kairattiin yhteensä 293 reikää, yhteispituudeltaan 22 448 metriä.

Suurimmassa osassa 1970-luvulla tehdyistä kairauksista kairasydämen koko oli 31,7 mm, mutta 1980-luvun kairauksista kairasydämen koko on ollut suurempi eli 41,7 mm. Näitä "historiallisia" kairasydämiä säilytetään GTK:n valtakunnallisessa kairasydänarkistossa, joka sijaitsee Etelä-Suomessa Lopella. Vuosien 2017–2019 aikana näitä kairasydämiä tuotiin Hannukainen Miningin toimesta Kemiin Palsatech Oy:n varastoon. Useimpien kairareikien kairausraportit analyyseineen ovat olleet Northlandin käytettävissä.

Northlandin tutkimusohjelma alkoi vuonna 2005 välittömästi kaivosalueen valtausoikeuksien hankkimisen jälkeen. Vuonna 2005 Rautaruukin historialliset kairasydämet tutkittiin ja analysoitiin uudelleen sekä Hannukaisen että Kuervitikon esiintymien osalta. Kaikkiaan tutkittiin uudelleen 175 Hannukaisen kairanreikää, näistä uudelleenanalysoitiin 100. Kuervitikon esiintymän kairanreistä 28 (yhteispituudeltaan 2247 metriä) tutkittiin ja uudelleenanalysoitiin.

Vuonna 2006 Northland suoritti Hannukaisen alueella geologista kartoitusta ja syväkairausta. Kairausohjelmalla oli kaksi päätavoitetta: kairata uudelleen muutama vanha Rautaruukin kairanreikä vanhojen tulosten tarkistamiseksi, sekä suorittaa täydentäviä ja laajentavia kairauksia malmiesiintymän koon arvioimiseksi.

Vuonna 2007 Northland jatkoi Hannukaisen esiintymän tutkimista ja aloitti tarkemmat tutkimukset myös Kuervitikon esiintymän alueella. Hannukaisen alueella suoritettiin lisää kairauksia ja tehtiin geofysikaalisia maastotutkimuksia. Lisäksi SGS:n Lakefieldin laitoksella Kanadassa aloitettiin

kairasydännäytteistä tehtävät nk. bench- scale -luokan metallurgiset kokeet. Näiden lisäksi suoritettiin maastogeofysikaalisia mittauksia. Hannukaisen vuoden 2007 kairausohjelma koostui 206 kairanreiästä, yhteispituudeltaan 29 981 metriä. Tähän määrään sisältyy kolme reikää, jotka kairattiin metallurgisiin kokeisiin tarvittavan näytemateriaalin keräämiseksi.

Kuervitikkoon kairattiin vuonna 2007 38 kairanreikää, yhteensä 4 310,7 m.

Hannukaisen syväkairauksia jatkettiin koko vuoden 2008 ajan. Vuonna 2008 Hannukaiseen kairattiin yhteensä 61 reikää (8 292 m). Tähän määrään sisältyi 33 metallurgisia kokeita varten kairattua reikää. Kuervitikossa kairattiin vuonna 2008 yhteensä 84 reikää (11 194 m). Lisäksi suoritettiin ns. poissulkevia kairauksia, joissa kairattiin 30 reikää (4 490 m) Kuervitikon-Hannukaisen alueen itäpuolelle suunnitellulle sivukiven läjitysalueelle. Vuonna 2008 aloitettiin myös mineralogiset tutkimukset, sekä suoritettiin ilmakuvauksia ja laserkeilaustutkimuksia ortokuvamosaiikkien ja digitaalisen maastomallin (DTM) luomiseksi.

Metallurginen kairauskampanja saatiin valmiiksi vuonna 2011. Tähän kampanjaan kuului yhteensä 117 kairareikää, joiden kokonaismitta oli 12,62 km. Metallurgisen kairauskampanjan avulla kerättiin näytteitä rikastusteknisiä ja metallurgisia testejä varten. Näistä kairauksista saadut tiedot on otettu huomioon myös mineraalivarantoarviossa.

Vuosina 2011 ja 2012 suoritettiin lisäksi Hannukaisen syväjatkeiden täydennyskairauksia yhteensä 15 kairareiällä (yht. 5,8km)

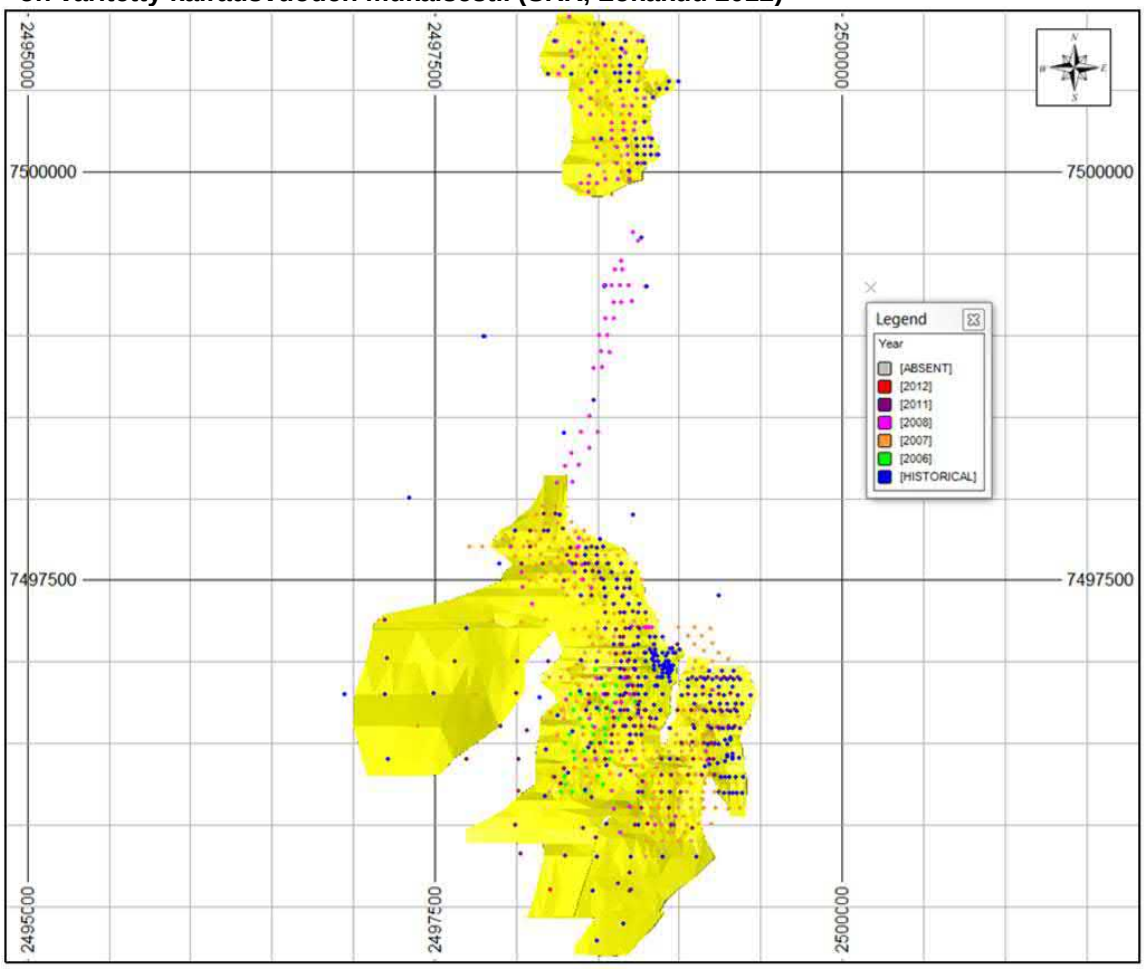
Hannukainen Mining suoritti malminetsinnällisiä kairauksia Hannukaisen malmion alapuolisiin kohteisiin vuonna 2017. Tällöin kairattiin yhteensä 1232 metriä ja 2 kairareikää.

Yhteenveto Hannukaisen ja Kuervitikon kairanrei'istä ja kairatuista metreistä löytyy taulukosta 1. Kairareikien sijainti malmiossa on esitetty kuvassa 4.

Taulukko 1: Hannukaisessa ja Kuervitikossa suoritetut kairaukset

Tekijä (vuosi)	Esiintymä	Reikien lukumäärä (kpl)	Kairametrit (m)
Rautaruukki	Hannukainen	244	28 432
	Kuervitikko	49	4 770
	Yhteensä	**293**	**33 202**
Northland (2006)	Hannukainen	42	8 745
	Yhteensä	**42**	**8 745**
Northland (2007)	Hannukainen	204	29 476
	Kuervitikko	38	4 311
	Yhteensä	**242**	**33 787**
Northland (2008)	Hannukainen	61	8 292
	Kuervitikko	84	11 194
	Yhteensä	**145**	**19 486**
Northland (2011)	Hannukainen	138	19 494
	Yhteensä	**138**	**19 494**
Northland (2012)	Hannukainen	2	643
	Yhteensä	**2**	**643**
Hannukainen Mining Oy (2017)	Hannukainen	2	1232
	Yhteensä	**2**	**1232**
	Kaikki yhteensä	**864**	**116 589**

Kuva 4. Kairausreikien sijainti kaivosalueella. SRK:n tekemä malmimalli keltaisella ja kairareiät on väritetty kairausvuoden mukaisesti. (SRK, Lokakuu 2012)



Kaikkien Northlandin kairausten kairasydämet ovat halkaisijaltaan 57,5 mm. Etsinnän ja metallurgisten kokeiden tarpeisiin kairatut reiät sijoittuvat 50–200 metrin välein kulkeviin itä-länsisuuntaisiin profiileihin, joilla reikien välinen etäisyys on 50–75 metriä. Koska mineralisaatio kallistuu vain vähän, useimmat reiät on kairattu pystysuoraan tai lähes pystysuoraan. Useimpien kairareikien paikannuksesta vastasi paikallinen urakoitsija differentiaali-GPS-laitteella. Myös maastosta löydetyt historialliset kairanreiät on paikannettu uudelleen nykyaikaisin menetelmin.

Suurimmalle osalle kairarei'istä suoritettiin sivusuuntamittaus ei-magneettisilla antureilla.

1.3 Näytteenotto, analysointi ja laadunvalvonta

Northlandin kirjauskäytäntö sisältää kairasydänten kuvailevat tiedot, geotekniset tiedot sekä kairasydänten valokuvauksen. Northlandin näytteenottokäytäntö on edellyttänyt, että enimmäis-näytteenottoväli silikaattikivissä on 1,40 metriä ja voimakkaasti magnetiitin suhteen mineralisoituneissa kivissä noin 1 metri.

Kairasydämet on halkaistu timanttisahalla, pussitettu, merkitty ja kuljetettu laboratorioon analysoitaviksi. Tarkemmin näytteiden käsittelyä on kuvattu yhtiön laatukäsikirjassa.

Kairasydännäytteitä on esikäsitelty ja analysoitu kahdessa eri laboratoriossa. Tutkimusten alkuaikoina työn suoritti Rovaniemellä sijaitseva laboratorio, jonka omisti Geologian Tutkimuskeskus (GTK). Vuonna 2007 tämän laboratorion nimeksi vaihtui Labtium. GTK:n laboratorio oli Hannukaisen projektin päälaboratorio vuodesta 2005 aina vuoteen 2007 asti. Viimeisimpien kairausohjelmien näytteet on esikäsitelty ALS Chemexin Ruotsin Piteå:ssa toimivassa laitoksessa, ja näytteet on analysoitu ALS Chemexin laboratoriossa Vancouverissa Kanadassa.

Northlandin tietokannassa on tulokset yhteensä 8 226 GTK:n laboratoriossa / Labtiumissa analysoidusta näytteestä. Näistä 4 459 näytettä on Northlandin omia näytteitä ja 1 445 näytettä on Northlandin uudelleen analysoimia, Rautaruukin kairauksista peräisin olevia näytteitä. GTK:n laboratorion / Labtiumin näytteiden valmistelu sisälsi näytteiden kuivauksen, murskauksen, osituksen ja jauhatuksen kokoon 90 % –100 mikronia. Kaikki GTK:n laboratorioon / Labtiumiin toimitetut näytteet analysoitiin kahdella menetelmällä: 1) monialkuaineanalyysi ICP- ja OES- menetelmillä, ja 2) kulta Pb fire assay -menetelmällä.

ALS Chemexin laboratorio toimi Northlandin päälaboratoriona jo osittain vuoden 2007 kairausohjelman aikana, sekä aina vuoteen 2009 jatkuneiden näytteiden analysoinnin ajan. Kairareikien analyysitietokannassa on tiedot yhteensä 15 438 näytteestä, jotka on esikäsitelty Piteå:ssa ja analysoitu Vancouverissa. Näytteiden valmistelu Piteå:ssa oli muuten vastaava kuin GTK:n laboratoriossa, mutta koko näyte jauhatettiin kokoon 85 % –75 mikronia. Käsiteltyjen näytteiden analysointi tapahtui Vancouverissa samoin kuin GTK:n laboratoriossa. Kultapitoisuus määritettiin kaikista näytteistä käsittelemällä 30 gramman näyte Pb fire assay- ja ICP-AES- menetelmillä.

Osa vanhoista Rautaruukin kairausohjelmien näytteiden analysointituloksista (1 645 yhteensä 24 890 analyysistä) on tallennettu Northlandin tietokantaan. Rautaruukin tekniseen henkilökuntaan kuuluneiden henkilöiden Northlandille antamien tietojen sekä muutamien asiakirjojen mukaan näistä näytteistä on määritetty pääalkuaineet XRF-menetelmällä ja kultapitoisuus fire assay -menetelmällä. Vuonna 2005 Northland suoritti tutkimuksen, jossa vanhoista kairasydämistä otettiin uudet näytteet ja näytteet analysoitiin. Tämän tutkimuksen mukaan vanhat analyysit olivat yleisesti ottaen luotettavia.

Northlandilla on ollut käytössä näytteiden esikäsittelyn ja analysoinnin laadunvarmistus ja -tarkastusohjelma (QA-/QC) siitä saakka, kun yritys aloitti omat tutkimusohjelmansa vuonna 2005. Ohjelma sisältää nollanäytteiden ja sertifioitujen vertailumateriaalien lisäämiseen laboratorioon menevien rutiininäytteiden joukkoon. Näitä laaduntarkastusnäytteitä lisätään yksi kappale aina 27 rutiininäytettä kohti.

Käytetyt laboratoriot ovat akkreditoituja laboratorioita, joten laboratorioilla on käytössään lisäksi omia sisäisiä QA-/QC-ohjelmia, joihin kuuluu useiden erilaisten sertifioitujen vertailumateriaalien ja nollanäytteiden analysointeja. Northland on myös määrännyt molemmat laboratoriot ottamaan yhden rinnakkaisnäytteen kutakin 27 rutiininäytettä kohti laaduntarkastusta varten (ns. QC Spare). Nämä QC Spare - näytteet lähetetään säännöllisesti kakkoslaboratorioon tutkimusohjelman mukaista analysointia varten. GTK:n laboratorion / Labtiumin ollessa päälaboratorio ALS Chemex (Piteå:ssa/Vancouverissa) toimi kakkoslaboratoriona. Kun taas ALS Chemex oli päälaboratorio, Labtium toimi kakkoslaboratoriona.

Mineraalivarannot

Northland teetti Hannukaisen mineraalivarantoarvion itsenäisellä kaivosalan konsulttiyrityksellä SRK Consulting (UK). Arvio tehtiin kanadalaisen standardin CIM-standardin (Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum) vaatimusten mukaisesti. Pätevänä henkilönä (Qualified person, QP) on mineraalivarantoarviossa toiminut Howard Baker MAusIMM (CP).

Northland toimitti SRK:lle tarvittavia tietoja mineraalivarantoarvion tekoa varten ja QP on nämä tiedot tarkistanut ja hyväksynyt. Näihin tietoihin on kuulunut muun muassa maanpintamallit, kairaustietokannat, QAQC-tiedot ja muut geologiset tiedot. Tämän lisäksi kairaustiedot on varmistettu tarkistamalla paikan päällä muun muassa kairasydämet, niiden käsittely ja analysointitavat.

SRK:n toimeksianto Hannukaisen ja Kuervitikon esiintymien mineraalivarantojen määrittämiseksi sisälsi muun muassa seuraavat työvaiheet:

- Kaikkien olennaisesti geologisiin tutkimuksiin ja mineraalivarantojen arviointeihin liittyvien raporttien, muistioiden ja kirjeenvaihdon tutkiminen.
- Kairatietokannan ja geologisten tietojen validointi
- Geologisen mallin teko.
- Eri alkuaineiden pitoisuuksia koskeva geostatistinen analysointi, variogrammien analysointi mukaan lukien.
- Lohkomallin teko ja validointi
- Avolouhosoptimointi ja siihen liittyvien lähtötietojen validointi
- Mineraalivarantojen arviointi.

SRK raportoi mineraalivarannot kahdessa kategoriassa: Avolouhoksessa ja maanalaisessa kaivoksessa. Mineraalivarantoarviointi on jaettu CIM:n ohjeistusten mukaisesti kolmeen luokkaan: Todettuihin, todennäköisiin ja mahdollisiin. Avolouhoksen mineraalivarantoihin katsottiin kuuluvan Whittle mallinnuksesta saadun avolouhoksen mallin sisältämät mineralisaation osat, joiden rauta-ekvivalentti pitoisuus oli yli 13,3%. Tarkemmin Whittle optimoinnista ja siihen käytetyistä tiedoista kerrotaan lupahakemuksen liitteessä 5A Malmivarannot.

Tässä raportissa käytetyt mineraalivarantojen luokitukset ovat kansainvälisen CIM:n (Council of the Canadian Institute of Mining Metallurgy and Petroleum) standardin mukaisia.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 2) on esitetty yhteenveto Hannukaisen avolouhosten mineraalivarannoista.

Taulukko 2: Hannukaisen avolouhosten mineraalivarannot

Mineraalivarantojen luokitus	Tonnia (milj.)	Fe (%)	Cu (%)	Au (ppb)
Todetut	154	30,28	0,18	112
Todennäköiset	6	24,09	0,17	118
Todetut ja todennäköiset yhteensä	**159**	**30,06**	**0,18**	**112**
Mahdolliset	1	31,3	0,19	36

Mineraalivarannot on arvioitu 24.10.2012. Avolouhoksen varantoja arvioitaessa on käytetty pitoisuuksien avulla rajattuja solideja ja Lerchs-Grossman:n menetelmällä Whittlen mallinnuksesta saatua avolouhoksen louhosmuotoa. Whittle mallinnuksesta ja siinä käytetyistä lähtötiedoista kerrotaan tarkemmin tämän lupahakemuksen liitteessä 5A Malmivarannot.

1.4 Tulkinta ja johtopäätökset

SRK:n ja pätevän henkilön (Howard Baker (MAusIMM (CP))) mielestä käytettävissä olevien tietojen laatu ja määrä ovat riittävät mineraalivarantojen arvioimiseksi todettuihin, todennäköisiin ja mahdollisiin varantoluokkiin CIM:n ohjeiden ja määritelmien mukaisesti. Mineraalivarannot on päivätty 24.10.2012.

Toimitettu historiallinen tietoaineisto sisälsi teknisiä raportteja mineraalivarantojen päiväykseen asti. Nämä tiedot on tarkistettu ja havaittu sisältävän tietoa, joka on kerätty ja tulkittu ammattimaisesti. Tiedot tukevat digitaalisessa muodossa olevaa tietokanta-aineistoa projektista.

SRK on työssään tukeutunut pitkälti Northlandin toimittamiin aineistoihin, jotka ovat niin pitkälti kuin mahdollista myös todennettu paikan päällä vierailujen aikana.

Kairaustiheys, joka vaihtelee 50-250m välillä, on mahdollistanut geologisen mallintamisen luotettavasti.

Näytteenotto, näytteiden valmistelu ja analysointi on suoritettu standardoidulla ja tarkoitukseen sopivalla tavalla. Näiden työvaiheiden laatua on valvottu tarvittavin menetelmin (QAQC procedures).

SRK on todentanut vuosien 2006 ja 2012 välisenä aikana Northlandin toimesta suorittamista kairauksista kerätyn kairatietokannan vertaamalla niitä loggaustietoihin ja laboratorioanalyyseihin paikan päällä.

Mineralisaation metallurgiset ja rikastustekniset ominaisuudet on tutkittu perusteellisesti useiden eri tutkimusohjelmien aikana.

SRK on tehnyt Hannukaisen mineralisaatiosta geologiset kappalemallit, jotka perustuvat litologisien loggauksien, analyysituloksien, sekä magneettisen suskeptibiliteetin yhdistelmään. Tämä on mahdollistanut esiintymän jakamisen eri alueisiin geologisten ominaisuuksien perusteella: Matalan rautapitoisuuden klinopyrokseenikarsi, korkea rautapitoisuuksinen magnetiittikarsi ja korkea kuparipitoisuuksinen karsi. Mineralisaatio ja sen osat muodostavat loivasti (0–30 astetta) kaatavan kokonaisuuden.

SRK: mineraalivarantoarvio on jaettu kahteen kategoriaan: avolouhokseen ja maan alaiseen. Avolouhokseen kuuluviksi on katsottu ne mineraalivarannot, jotka ovat Whittle-ohjelmistolla tehdyn avolouhosmallinnuksen louhosmuodon sisällä, joka edustaa USD1,5/dmtu rautarikasteen hintaa, USD3,35/lb kuparin ja USD1 375/oz kullan hintaa, sekä jonka mallintamisessa on käytetty järkeviä kaivoksen ja rikastamon käyttökustannuksia, sekä saantoja. Maan alaisiksi mineraalivarannoiksi on katsottu edellä mainitun louhosmuodon alapuoliset osat, joiden Fe-ekvivalentti pitoisuus on ollut yli 35,6%. SRK on katsonut, että nämä ehdot täyttävillä maan alaisilla mineralisaation osilla on taloudellista potentiaalia.

SRK:n mielipide on, että geologinen blokkimalli on sopiva kaivossuunnittelua varten ja sitä voidaan käyttää kannattavuusselvityksessä, joka on tehty vuonna 2013.

2. Metallurgiset kokeet

2.1 Mineralogia

Hannukaisen malmion mineralogiaa on tutkittu kuudessa eri vaiheessa:

- Alustavia tutkimuksia 2007-2010, tekijä SGS Lakefield
- Kannattavuuden esiselvitykseen liittyvät tutkimukset 2010, tekijänä SGS
- Vuonna 2011 tutkimuksia SGS:n ja GTK:n toimesta
- Vuonna 2012 tutkimuksia GTK:n toimesta
- Vuonna 2013 täydentäviä laboratoriotutkimuksia GTK:n toimesta
- Vuoden 2017 pilot mittakaavan rikastuskoe GTK:n toimesta

Näiden tutkimusten aikana on mineralogiaa tutkittu XRD:llä, mikroanalysaattorilla, sekä QEMSCAN-laitteistolla. Tutkimuksissa on havaittu, että Hannukaisen esiintymän malmimineralogia on varsin yksinkertainen: magnetiitti on aina rautaoksidi mineraali, hematiittia ei ole tutkimuksissa havaittu. Kuparikiisu on ainoa kuparia sisältävä mineraali. Alueella on havaittu kahta rautasulfidi mineraalia: Pyriittiä ja magneettikiisua. Magneettikiisu on pääosin monoliittisenä, eli magneettisena. Silikaattien pääfaasit ovat diopsidi ja plagioklaasi. Sivufaaseina ovat amfiboliitti, biotiitti, cloriitti, kvartsi ja apatiitti.

Merkittävää pintarapautumista ei ole Hannukaisessa havaittu. Makroskooppisissa geologien havainnoissa on joitakin merkintöjä aivan kallion pintaosista, mutta rapautunut vyöhyke ei yllä 5-10cm syvemmälle

2.2 Metallurgia

Hannukaisen malmion geometallurgiaa on tutkittu kolmessa eri vaiheessa. Ensimmäisen vaiheen toteutti SGS (2010), toisen tutkimuksen tekivät yhteistyössä B. Arvidson, J. Högnäs ja G. Wahl (2011). Kolmannen tutkimuksen toteutti GTK. Kolmannen tutkimuksen perusteella malmio on jaettu 9 eri malmityyppiin, joiden rikastettavuutta on tutkittu. Näiden tutkimuksien perusteella on tehty myös muutoksia valittuun rikastusprosessiin ja arvioitu eri malmityyppien saantoa.

Malmityyppien geometallurginen jako perustuu raudan ja kuparin saantoon. Saantoon vaikuttavat rauta- ja kuparipitoisuuden lisäksi myös rikkipitoisuus. Tarkemmin malmityyppien jaosta kerrotaan taulukossa 3.

Taulukko 3: Hannukaisen malmityyppien geometallurginen luokittelu. H=Korkea, M=Keskinkertainen ja L=Matala. Ensimmäinen kirjain on raudan saanto ja toinen kuparin saanto.

Cu-saanto/Fe-saanto	Korkea (>80)	Keskinkertainen (65-80)	Alhainen (<65)
Korkea (>77,5)	1 H-H	2 H-M	4 H-L
Keskinkertainen (55-77,5)	3 M-H	5 M-M	7 M-L
Alhainen (<55)	6 L-H	8 L-M	9 L-L

Geometallurgisen mallin avulla ja sen tarkentamiseksi on vuonna 2012 suoritettu geometallurgisista tutkimusta eri malmityypeistä. Näytteenotto on suunniteltu siten, että näytteitä saatiin mahdollisimman monesta malmityypistä. Yhteensä 33 kairareikää on kairattu alueelle geometallurgisista syistä. Näin on voitu jatkotutkimuksin arvioida raudan ja kuparin saatoa eri malmion osissa, sekä suorittaa rikastamon prosessin jatkosuunnittelua.

2.3 Koerikastukset

Rikastamon prosessikaaviota on kehitetty kolmessa eri vaiheessa vuosina 2007, 2012 ja 2017. Vuoden 2007 testit on tehty alustavaa kannattavuustarkastelua varten ja vuoden 2012 testit kannattavuusselvityksen yhteydessä. Hannukainen Mining toteutti Pilot mittakaavan koerikastuksen vuonna 2017 saadakseen lisätietoa malmin rikastettavuudesta ja parantaakseen prosessia edellä mainituissa testeissä havaittujen parannuskohteiden osalta. Lisäksi koerikastuksessa saatiin tietoa luparosesseja varten. Yksinkertaistettu virtauskaavio löytyy kuvasta 3.

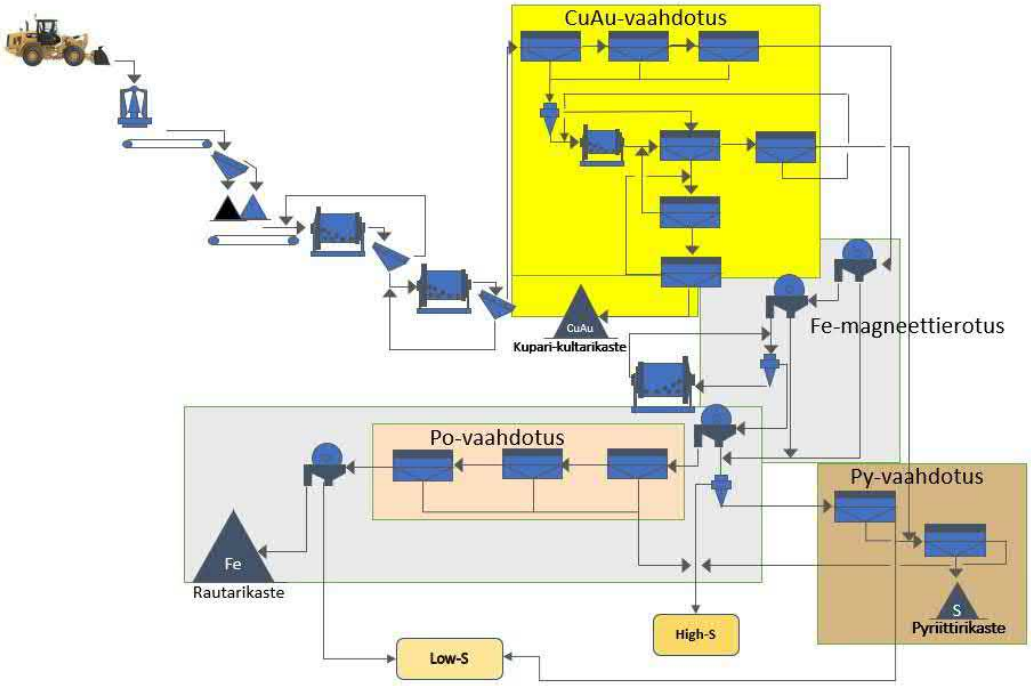
Rikastusprosessi alkaa malmin murskauksella ja seulonnalla. Rikastamolla malmia hienonnetaan edelleen jauhinmyllyissä optimi raekoon saavuttamiseksi. Jauhatuksen jälkeen malmi erotellaan magnetiitti ja kupari-kulta-fraktioiksi vaahdottamalla. Kupari-kulta-fraktio jauhetaan edelleen ja sen jälkeen vaahdotetaan toisessa vaahdotusvaiheessa, jossa Cu-Au-rikaste saadaan talteen.

Magnetiittifraktio johdetaan magneettierottimille, jossa magneettinen aines erotetaan ei- magneettisesta materiaalista. Ei-magneettinen materiaali johdetaan pyriittivaahdotukseen, jossa se rikastetaan edelleen pyriittirikasteeksi ja erotetaan matalarikkiseksi rikastushiekaksi.

Magneettinen rautapitoinen materiaali johdetaan puhdistusvaahdotukseen rautarikasteen rikkipitoisuuden alentamiseksi. Vaahdotuksesta rautarikaste johdetaan vielä magneettierottimelle, josta saadaan lopullinen rautarikaste ja loput matalarikkisestä rikastushiekasta.

Korkearikkinen rikastushiekka erotetaan kupari-kulta -vaahdotuksen ja pyriittivaahdotuksen rikasteesta sekä magnetiitista sen puhdistusvaahdotuksessa.

Kuva 5: Hannukaisen rikastamon yksinkertaistettu prosessikaavio



LIITE 3-1

Käyttösuunnitelmakartta

Liite 3-1

Selite

- Hihnakuljetin, ml. voimalinja ja vesiputki, sekä huoltotie
- Kaivosalueen tiet
- Voimalinja
- Ylösajovaiheen murskaus
- Muuntaja
- Malmin välivarasto
- Purkuputki
- Pumppaamo
- Rikastushiekkaputki
- Runsasrikkisen rikastushiekan varastoallas
- LIMS rikastushiekka-allas
- Sivukiviläjitys
- Maaläjitys
- Suojavalli
- Teollisuusalue
- Vesiallas
- Hannukaisen kaivosalue
- Vanhat avolouhokset
- Kuljetinhihnan alustava vetopään sijainti
- Aidan alustava linjaus
- Alustava vesiputkien linjaus

17.03.2022
Ruutujako 1km

AFRY

Kuervitikon louhos
240 m mpy
KAIVOSALUE
Tutkimusalue
Kivivuopionoja
Sivukiven ja maa-ainesten läjitysalue
Maksimikorkeus 320 m mpy
Kuervaara
320 m mpy
Kuerjoki
Räjähdevarasto
Varastotila
Käsiteltävät vedet
Puhdasvesiallas
Valkeajoki
Hannukaisen louhos
ÄÄKÄSLOMPOLO
HANNUKAISEN TEOLLISUUSALUE, Murskaamo
Maa-ainesten läjitysalue
Äkäsjoki
Malmikuljetin
Kylmäoja
Niesajoki
Pato
Jäteveden-puhdistamo
215,0 m mpy
allas 2
allas 1
195,6 m mpy
193,0 m mpy
Korkearikkisen rikastus-hiekan varastoaltaat
LIMS rikastushiekka-allas
228 m mpy
208 m mpy
192 m mpy
RAUTUVAARAN TEOLLISUUSALUE
Rikastamo
Tasausallas
193,4 m mpy
193,2 m mpy
Patoharjojen lopulliset korkeudet merkitty sinisellä.
Purkuputki Muoniojokeen
MUONIO
KOLARI
940
21
N

Maastoraster 50K (c) Maanmittauslaitos 06/2020

Hannukainen Mining Oy
Kaivoslupahakemus

LIITE 4

Käyttösuunnitelmaselostus

Hannukainen Mining Oy

Hannukaisen kaivoksen kaivoslupahakemus: Liite 4 Käyttösuunnitelmaselostus

Sisältö

YHTEENVETO 3

1 KAIVOSALUEEN TIEDOT 6
1.1 Kaivosalueen sijainti 6
1.2 Voimassa olevat lupapäätökset ja sopimukset 6
1.3 Toiminta, jolle lupaa haetaan 7

2 HANKEKUVAUS 8
2.1 Yleiskuvaus kaivoksen toiminnasta 8
2.2 Toiminnan ajankohta ja elinkaari 8
2.3 Ympäristövaikutusten arviointi 10
2.4 Tuotanto 10
2.4.1 Tuotannon käyntiaika 10
2.4.2 Laitokset, rakenteet ja niiden sijainti 10
2.4.3 Tuotantoprosessit 16
2.4.4 Hihnakuljetin 22
2.5 Maa-ainesten, sivukiven ja rikastushiekan varastoalueet 23
2.5.1 Maa-ainesten läjitysalueet 23
2.5.2 Sivukiven läjitysalueet 24
2.5.3 Rikastushiekka-altaat 28
2.6 Raaka-aineet ja kemikaalit 36
2.6.1 Polttoaineet ja polttoaineiden jakeluasemat 36
2.6.2 Räjähteet 38
2.6.3 Kemikaalit 38
2.6.4 Varastointi ja säilytys 40
2.7 Energia 41
2.7.1 Energian käyttö 41
2.7.2 Energian käytön tehokkuus 43
2.8 Vesien hallinta 45
2.8.1 Vesirakenteiden rakentamisjärjestys 48
2.8.2 Raakaveden hankinta 49

2.8.3 Juomavesi ja saniteettijätevedet 49
2.9 Vesienkäsittely 49
2.10 Liikenne ja liikennejärjestelyt 50

3 KAIVOKSEN SULKEMINEN 50
3.1 Sulkemista koskeva lainsäädäntö 51
3.2 Sulkemis- ja maisemointitavoitteet 52
3.3 Avolouhokset 53
3.4 Pintamaat 53
3.5 Sivukiven läjitysalue 54
3.6 Rikastushiekka-alue 55
3.7 Rikastamoalue ja muut rakenteet 56
3.8 Vesialtaat 56
3.9 Ympäristövaikutukset 56
3.10 Alueen jatkokäyttö 57

4 LÄHDELUETTELO 57

YHTEENVETO

Hannukainen Mining Oy hakee kaivoslupaa Hannukaisen ja Rautuvaaran kaivoshankkeelle. Hankealue sijaitsee Kolarin kunnassa noin 25 km Kolarin kunnan keskustasta koilliseen. Kaivosalueen koko tulee olemaan noin 30 km^2. Avolouhokset ja sivukivialueet sijoittuvat Hannukaiseen ja rikastamo, vesienkäsittely sekä rikastushiekka-altaat Rautuvaaraan, joka sijaitsee Hannukaisen kylästä ja rautamalmiesiintymästä noin viisi kilometriä etelään.

Hannukaisen kaivoshanke käsittää rautaoksidi-kupari-kulta-malmiesiintymän hyödyntämisen. Kaivoksen päätuote tulee olemaan magnetiitti (Fe_3O_4) ja sivutuotteena saadaan kupari-kulta-rikastetta. Hanke tulee kokonaisuudessaan sisältämään kaksi avolouhosta, Hannukaisen ja Kuervitikon, sekä ei happoa muodostavan sivukivialueen (NAF) ja mahdollisesti happoa muodostavan sivukivialueen (PAF) ja muun tarvittavan infran. Murskattu malmi kuljetetaan Hannukaisesta maanpäällisellä hihnakuljettimella Rautuvaaraan. Vedet johdetaan Rautuvaaraan käsiteltäväksi, tai mahdolliset puhtaat vedet suoraan tasausaltaaseen ja sieltä putkella Muonionjokeen.

Hannukaisen alueella sijaitsee aikaisemmin harjoitetun toiminnan seurauksena kaksi vedellä täyttynyttä avolouhosta, Laurinoja ja Kuervaara, sekä sivukivialue. Alueen aikaisempia toiminnanharjoittajia ovat olleet Northland Mines Oy, Rautaruukki Oy ja Outokumpu Oy. Rautuvaaran alueella sijaitsee entinen maanalainen kaivos, kaksi pientä avolouhosta, sekä vuonna 2017–2019 suljetut sivukivikasat sekä rikastushiekka-alue. Nyt suunnitelmissa olevaa Kuervitikon malmiesiintymää ei ole aiemmin louhittu.

Hannukainen Mining Oy hakee lupaa malmin louhinnalle, rikastamiselle, kaivannaisjätteen sijoittamiselle jätealueille, kaivumaiden hyödyntämiselle, rakentamisessa käytettävän tarvekiven louhinnalle, putkilinjojen rakentamiselle, sekä uusien ojien kaivulle.

Hankkeen ympäristövaikutukset on arvioitu YVA-menettelyssä ja hankkeesta on tehty Natura-arviointi. Tarkemmin näistä asioista on kerrottu tämän lupahakemuksen liitteessä 7.

Rakentamisen on määrä alkaa vuonna 2024, ja malmin louhinnan arvioidaan kestävän vuodesta 2026 vuoteen 2046. Kuervitikon louhos avataan alustavan suunnitelman mukaan 11 vuoden kuluessa Hannukaisen louhinnan aloituksen jälkeen eli vuonna 2037. Kaivoksen arvioitu elinikä on 20 vuotta. Kaivoksen sulkemisvaiheen arvioidaan kestävän viisi vuotta, vuodesta 2046 vuoteen 2051. Tuotannon saavuttaessa täyden kapasiteetin magnetiittirikastetta on tarkoitus tuottaa noin 2 Mt vuodessa, enimmillään 2,25 Mt vuodessa. Kupari-kulta - rikasteen vuosituotanto on 20 000–60 000 tonnia, ja pyriittirikasteen vuosituotanto 40 000 -120 000 t/a. Muodostuvan sivukiven ja irtomaan määrä on keskimäärin 22 Mt vuodessa ja muodostuvan rikastushiekan määrä 3,5 Mt vuodessa.

Hannukaisen vanhat avolouhosjärvet, Laurinoja 3,7 Mm^3 ja Kuervaara 0,3 Mm^3, tyhjennetään vedestä kokonaan. Louhosten kuivatusvedet johdetaan puhdasvesialtaan, sekä tarvittaessa käsittelyn kautta Muonionjokeen, tai hyödynnetään rikastamon ylösajovaiheessa. Tyhjentäminen kestää toiseen toimintavuoteen asti. Rautuvaaran vanhoja avolouhoksia ei tyhjennetä.

Malmi louhitaan ensisijaisesti poraamalla ja räjäyttämällä. Malmin louhinnan lisäksi alueella täytyy louhia sivukiveä. Malmi ja sivukivi kuormataan kaivinkoneilla. Malmi kuljetetaan kiviautoilla avolouhoksilta Hannukaisen teollisuusalueella sijaitsevaan kartiomurskaimeen. Murskain on pölynsidontajärjestelmällä varustettu maanalainen murskain. Murskattu malmi kuljetetaan Hannukaisesta hihnakuljettimella Rautuvaaraan, missä se läjitetään katetulle varastoalueelle. Hihnakuljetin tulee olemaan katettu ja suojattu sivuseinillä pölyhaittojen ja melun vähentämiseksi. Malmin rikastus käsittää sarjan mekaanisia ja kemiallisia prosesseja, joissa malmista erotetaan arvokkaat mineraalit. Murskattu ja jauhettu malmi erotellaan magneettierotuksella sekä vaahdottamalla eri fraktioihin useassa vaiheessa. Korkea- ja matalarikkiset rikastushiekat erotetaan rikasteista, sakeutetaan ja pumpataan erillisinä virtoina rikastushiekka-alueelle. Kupari-kulta-rikaste, pyriittirikaste sekä magnetiittirikaste kuivataan ja varastoidaan odottamaan kuljetusta asiakkaalle. Päätuotteen, magnetiittirikasteen, kuljetus tapahtuu junalla Kemin tai Oulun satamaan.

Hannukaisen kaivosalueen irtomaan läjitysalue sekä suojavalli, joka sisältää louhosalueelta ja rakennettavilta alueilta poistettavia puhtaita kivennäismaita ja turvetta, on luokiteltu pysyväksi jätteeksi ja jätealue muuksi kuin suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi jätealueeksi. Sen sulfidimineraalipitoisuus on pieni, eikä materiaali missään olosuhteissa ole happoa muodostavaa. Kyseistä maa-ainesta voidaan hyödyntää kaivoksen sulkemisvaiheessa.

Mahdollisesti happoa muodostava sivukivi (PAF) sijoitetaan alueille, missä pohjaveden virtaus suuntautuu avolouhokseen. PAF sivukivialueelle rakennetaan tiivis pohjarakenne, joka helpottaa aluevesien hallintaa, ja josta vedet voidaan kerätä ja pumpata vesienkäsittelylaitokselle. Myös ei happoa muodostava sivukivi (NAF) sijoitetaan alueille siten, että suotovesien pääsy ympäröiviin vesistöihin minimoidaan.

Kaivoksen vuosinettovesitase kasvaa toiminnan aikana keskimääräisenä vesivuotena tasolta 6,4 Mm^3/a tasolle 10,9 Mm^3/a. Vaihtelu erilaisina hydrologisina vesivuosina (kuiva tai märkä vesivuosi 1/100) voi olla noin 2–15 Mm^3/a.

Hankkeesta aiheutuvat vesistövaikutukset arvioidaan sen tasoisiksi, ettei niistä aiheudu tilakohtaisesti korvattavaa vahinkoa. Äkäsjoen, Niesajoen ja Muonionjoen vesistöalueilla kuormituksesta aiheutuvat kalataloudelliset haitat jäävät pieniksi ja haitat arvioidaan voitavan kompensoida vuotuisella kalatalousmaksulla.

Kaivostoiminnasta aiheutuu melua ja tärinää sekä pölyä ja kaasumaisia päästöjä. Melua ja päästöjä hallitaan lupahakemuksessa esitetyin teknisin keinoin ja luvassa annettavin määräyksin. Näiden päästöjen ehkäisemiseksi annettavat määräykset kuuluvat kuitenkin pääasiallisesti ympäristölupaan.

Kaivoksen suunnittelussa on otettu huomioon alueen muu maankäyttö, erityisesti porotalous, koska kaivoshankkeen läheisyydessä on poronhoitoa varten tarkoitettuja alueita. Hakija neuvottelee Muonion ja Kolarin paliskuntien kanssa hankkeen poronhoidolle mahdollisesti aiheuttamien haittojen lievennyskeinoista ja tarvittaessa taloudellisten tai toiminnallisten haittojen kompensoinnista.

Kaivoksen suoraksi työllistäväksi vaikutukseksi on arvioitu rakennusvaiheessa noin 500 työpaikkaa ja toimintavaiheessa (kaivos ja rikastamo) noin 300 työpaikkaa. Hanke työllistää lisäksi urakoitsijoita kaivosalueella ja kuljetuksissa, sekä välillisesti myös muuta työvoimaa. Hankkeen tuottama suora ja välillinen taloudellinen hyöty on aluetaloudellisesti merkittävä.

Aluetalousselvityksen perusteella hanketta voidaan pitää valtakunnallisesti merkittävänä ja paikallisesti erittäin merkittävänä. Hankkeen vaikutuksista aluetalouteen on kerrottu tarkemmin tämän lupahakemuksen liitteessä 15 ja vaikutuksista yleisiin ja yksityisiin etuihin liitteessä 14.

1 KAIVOSALUEEN TIEDOT

1.1 Kaivosalueen sijainti

Hakemuksen mukainen kaivosalue sijaitsee Kolarin kunnassa noin 25 km Kolarin kunnan keskustasta koilliseen (Kuva 1-1). Avolouhokset ja sivukivialue sijaitsevat Hannukaisen alueella. Rikastamo ja rikastushiekka-altaat sijaitsevat Rautuvaarassa, Hannukaisen kylästä ja malmiesiintymästä noin 5 km etelään. Ylijäämävedet johdetaan Muonionjokeen.

Hannukaisen alueella sijaitsee aikaisemmin harjoitetun toiminnan johdosta kaksi vedellä täyttynyttä avolouhosta, Laurinoja ja Kuervaara, sekä sivukivialue. Alueen aikaisempia toiminnanharjoittajia ovat olleet Northland Mines Oy, Rautaruukki Oyj sekä Outokumpu Oyj. Rautuvaaran alueella sijaitsee entinen maanalainen kaivos, kaksi pientä avolouhosta, sivukivikasoja sekä rikastushiekka-alue. Rikastushiekka-allas ja sivukivialue on peitetty 2018 osana Rautaruukin sulkemistoimia.

Kuva 1-1. Hannukaisen kaivoksen sijainti.

1.2 Voimassa olevat lupapäätökset ja sopimukset

Northland Mines Oy on jättänyt joulukuussa 2010 Työ- ja elinkeinoministeriölle (TEM) kaivospiirihakemuksen (K8126), joka muodostuu Hannukaisen, Rautuvaaran ja Niesan alueen kaivospiireistä sekä niiden välisistä apualueista. Kaivospiirihakemusta on päivitetty

vuonna 2013, jolloin Niesan alue on jätetty hakemuksesta pois. Hannukaisen kaivoshanke siirtyi Hannukainen Mining Oy:n omistukseen keväällä 2015. Vuoden 2011 kaivoslain (621/2011) 178 §:n mukaan työ- ja elinkeinoministeriössä vireillä olleet asiat siirrettiin kaivoslain voimaan tullessa (1.7.2011) Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) päätettäväksi. Kaivospiirihakemusalueiden yhteispinta-ala on noin 30 km^2. Hannukainen Mining Oy on täydentänyt kaivospiirihakemusta joulukuussa 2015. Päätös kaivospiirihakemukseen on saatu Tukesilta 18.9.2017. Pohjois-Suomen hallinto-oikeus kumosi päätöksen 1.4.2020 (päätösnumero 20/0118/1). Tästä päätöksestä oli tehty yksi valitushakemus KHO:een, joka kuitenkin päätti olla ottamatta asiaa käsittelyyn (päätösnumero H3103/2021). Asia on palautunut Tukesin käsiteltäväksi ja kaivosyhtiö täydentää tällä päivitetyllä lupahakemuksella hakemuksensa vuoden 2011 kaivoslain (621/2011) mukaiseksi.

Alueella ei ole voimassa olevia malminetsintälupia, hakemuksia on sen sijaan viisi (ML2013:0035 Niesa 2, ML2014:0005 Rautuvaara, ML2014:0007 Aava, ML2014:0099 Sivakka ja ML2015:0030 Rautu S).

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on myöntänyt kaksi eri koelouhintalupaa Hannukaisen alueella: Uudempi on myönnetty Hannukainen Mining Oy:lle 24.3.2017, nro 23/2017/1. Vanha (30.8.2013, 83/2013/1) myönnettiin Northland Mines Oy:lle.

Hannukainen Mining Oy on jättänyt Pohjois-Suomen Aluehallintovirastolle ympäristö- ja vesitalouslupahakemuksen 10.12.2021. Ympäristölupahakemuksessa haetaan ympäristönsuojelulain (527/2014) 27 §:n mukaista lupaa tämän kaivoslupahakemuksen päivityksen mukaiselle toiminnalle.

Kolarin kunnanvaltuusto on 10.5.2021 hyväksynyt Hannukaisen kaivoshankkeen osayleiskaavan. Tultuaan voimaan osayleiskaava kumoaa alueellaan osan Ylläksen osayleiskaavasta ja Tornion Muonionjoen osayleiskaavasta. Osayleiskaavan laadintaa on ohjannut keskeisesti Tunturi-Lapin maakuntakaava. Maakuntakaavan keskeisiä aluevarauksia suunnittelualueelle ovat kaivostoiminta, alueellinen jäteveden puhdistamo, rautatielinjat Rautuvaarasta eteenpäin sekä porotalous. Osayleiskaava-alueen lähistöllä ovat Ylläksen matkailualueet ja Pallas-Yllästunturin kansallispuisto sekä useita luonnonsuojelualueita. Alueen vesistöistä osa on suojeltu Natura-ohjelmalla.

1.3 Toiminta, jolle lupaa haetaan

Hannukainen Mining Oy hakee kaivoslain (621/2011) 34 §:n mukaista kaivoslupaa Kolarin kunnassa sijaitsevan Hannukaisen alueen kaivostoiminnalle ja malmin rikastamiselle Rautuvaarassa, joihin kuuluu malmin louhinta ja rikastaminen sekä tuotteiden hyödyntäminen. Näiden lisäksi kaivostoimintaan kuuluu kaivannaisjätteen hyödyntäminen ja sijoittaminen jätealueelle, rakentamisessa käytettävän tarvekiven louhinta, käsiteltävien vesien altaiden sekä vesivarastoaltaan rakentaminen, putkilinjojen rakentaminen, rikastushiekka-alueen tasausaltaan rakentaminen, uusien ojien kaivaminen sekä käsiteltyjen jätevesien johtaminen purkuputkessa Muonionjokeen ja aluekuivatusvesien johtaminen Hannukaisen alueelta rakentamisvaiheen ajan Äkäsjokeen, Valkeajokeen ja Kuerjokeen ja Rautuvaaran alueelta rakentamis- ja toimintavaiheen ajan Niesajokeen. Lupaa haetaan lisäksi yöaikaiseen toimintaan louhosalueella. Yöaikainen toiminta käsittää malmin ja pintamaan ajot sekä porauksen koteloidulla poravaunulla. Lisäksi lupaa haetaan muille hankkeeseen liittyville toiminnoille, kuten esimerkiksi energian tuotannolle ja polttoaineen jakeluasemille.

2 HANKEKUVAUS

2.1 Yleiskuvaus kaivoksen toiminnasta

Hannukaisen kaivoshanke käsittää rautaoksidi-kupari-kulta (Iron Oxide-Copper-Gold, IOCG) -malmiesiintymän hyödyntämisen. Kaivoshankkeessa hyödynnetään kahta rautaoksidi-kupari-kulta -malmiesiintymää Kolarin Hannukaisen alueella, Hannukaisen ja Kuervitikon louhoksia. Louhinta tullaan toteuttamaan avolouhintana. Tilastokeskuksen mukainen toimialaluokitus on B07 metallimalmien louhinta.

Kaivoksen päätuote tulee olemaan magnetiitti (Fe_3O_4) ja sivutuotteena saadaan kulta-kupari -rikastetta sekä pyriittirikastetta. Muiden mineraalien hyödyntämistä tullaan tarkastelemaan kannattavuusselvityksen tarkennuksen yhteydessä, sekä tuotannon aikana. Tuotannon saavuttaessa täyden kapasiteetin magnetiittirikastetta on tarkoitus tuottaa noin 2 Mt vuodessa. Kulta- ja kuparirikasteen vuosituotanto on 20 000–60 000 tonnia. Pyriittirikastetta tuotetaan noin 40 000–120 000 tonnia vuodessa. Muodostuvan sivukiven ja irtomaan määrä on keskimäärin 22 Mt vuodessa ja muodostuvan rikastushiekan määrä 3,5 Mt vuodessa.

Hanke tulee sisältämään Hannukaisessa kaksi avolouhosta, sivukivialueen, suojavallin, puhdasvesialtaan, käsiteltävien vesien altaat ja maanalaisen murskaamon, sekä muut tarvittavat rakennukset. Rautuvaaran toiminnot sisältävät rikastamon, rikastushiekka-alueen, vesienhallinta- ja käsittelyrakenteet, tasausaltaan, purkuputken Muonionjokeen, ratapihan rikasteen junaan lastaamista varten, sekä muut tarvittavat rakennukset. Lisäksi hanke sisältää lämpölaitokset sekä Hannukaisessa että Rautuvaarassa ja tarvittavat tiet ja voimajohdot. Alueiden välillä kulkee 9 kilometrin pituinen pääosin maan päällä kulkeva hihnakuljetin, jolla murskattu malmi kuljetetaan Hannukaisesta Rautuvaaraan.

Kaivos ei vaadi lisäraakavedenottoa ympäröivistä vesistöistä. Läjitysalueiden suurista pinta-aloista ja louhoksiin purkautuvasta pohjavedestä johtuen kaivosalueella muodostuu vettä ylimäärin. Osa vedestä otetaan käyttövedeksi rikastamolle, loput käsitellään ja pumpataan maanalaista putkilinjaa pitkin Muonionjokeen.

Hankkeeseen sisältyy myös Kolarin ja Rautuvaaran välisen rautatien peruskorjaus, jotta rikaste voidaan kuljettaa rautateitse Kemin tai Oulun satamaan. Radan peruskorjaamisesta vastaa Väylävirasto.

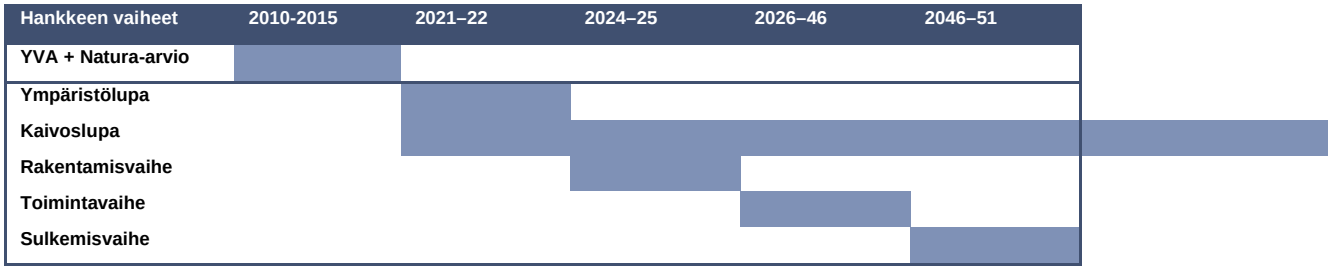
Hannukaisen alueella on ollut aikaisemminkin kaivostoimintaa ja sen seurauksena alueella sijaitsee kaksi vedellä täyttynyttä avolouhosta, Laurinoja ja Kuervaara, sekä sivukivialue. Alueen aikaisempia toiminnanharjoittajia ovat olleet Rautaruukki Oy, Outokumpu Oy sekä Northland Mines Oy. Nyt suunnitelmissa olevaa Kuervitikon malmiesiintymää ei ole aiemmin louhittu. Myös Rautuvaarassa on ollut aikaisemmin kaivostoimintaa ja alueella sijaitsee entinen maanalainen kaivos, kaksi pientä avolouhosta, sivukivikasoja sekä rikastushiekka-alue. Alueella toimii nykyään Tunturi-Lapin Vesi Oy, joka käyttää alueen vesiallasta jälkiselkeytykseen. Toimijoiden kesken laaditaan sopimus alueen käytöstä ennen kaivoistoiminnan alkamista, jolla varmistetaan, ettei kaivoshanke vaaranna Ylläksen keskuspuhdistamon toimintaedellytyksiä Rautuvaarassa.

2.2 Toiminnan ajankohta ja elinkaari

Hannukaisen kaivoksen rakennustöiden suunnitellaan alkavan aikaisintaan vuonna 2024 (*Taulukko 2-1*). Tarkka rakentamisaikataulu päätetään kuitenkin vasta myöhemmin.

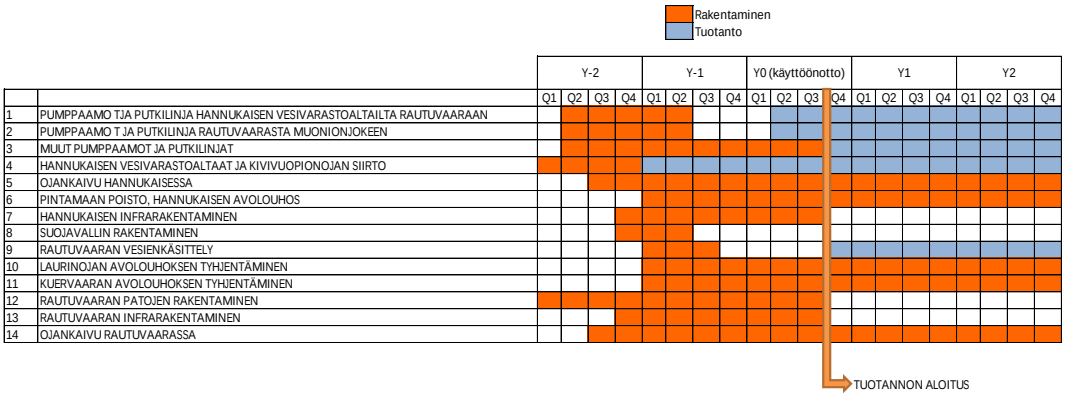
Joidenkin ydintoimintojen rakentamisjärjestys on jo aikataulutettu ympäristövaikutusten pienentämiseksi. Työmaateiden rakentaminen, pintamaan poisto ja eteläisen sivukivialueen rakentaminen aloitetaan Hannukaisessa sitä mukaa kuin lupa-asiat edistyvät. Hannukaisen suojavalli rakennetaan ennen varsinaisen tuotannon alkamista. Vesien hallintaan ja -käsittelyyn liittyvä infrastruktuuri, pumppaamot ja vesialtaat rakennetaan varhaisessa rakennusvaiheessa. Hannukaisen alueen vanhojen avolouhosjärvien kuivatusvedet varastoidaan puhdasvesialtaaseen ja käytetään prosessin käynnistysvaiheessa rikastamolla. Puhdasvesialtaan tilavuus on kuitenkin riittämätön kaikkien vesien varastoimiseen, minkä vuoksi ylimääräiset vedet johdetaan Rautuvaaraan ja purkuputkella Muonionjokeen. Tästä johtuen puhdasvesiallas, käsiteltävien vesien altaiden ensimmäinen vaihe, ylitevesipumppaamo ja putkilinja puhdasvesialtaalta Rautuvaaraan sekä purkuputki Muonionjokeen rakennetaan ennen louhosten tyhjentämisen aloittamista. Rakentamisen yksityiskohtaista aikataulua tarkennetaan vielä myöhemmissä suunnitteluvaiheissa. Rakennusten, hihnakuljettimen, työmaateiden ja muun infrastruktuurin rakentaminen aikataulutetaan tuotannon suunnitellun käynnistämisen mukaan huomioiden rakentamiseen kuluva aika, toimitusajat ja muut vastaavat seikat.

Taulukko 2-1 Hankkeen arvioitu aikataulu



Rakentamisen on määrä alkaa vuonna 2024, ja malmin louhinnan arvioidaan kestävän vuodesta 2026 vuoteen 2046. Kuervitikon louhos avataan alustavan suunnitelman mukaan 10-12 vuoden kuluessa Hannukaisen louhinnan aloituksen jälkeen eli vuonna 2037. Kaivoksen arvioitu elinikä on 20 vuotta. Kaivoksen sulkemisvaiheen arvioidaan kestävän viisi vuotta, vuodesta 2046 vuoteen 2051. Tarkempi kuvaus vesirakentamisen aikataulusta on esitetty taulukossa (*Taulukko 2-2*).

Taulukko 2-2. Vesirakentamisen aikataulu Hannukaisessa ja Rautuvaarassa



2.3 Ympäristövaikutusten arviointi

Hankkeen ympäristövaikutukset on arvioitu YVA-menettelyssä. Arviointiselostus on saapunut yhteysviranomaiselle (Lapin ELY-keskus) 30.8.2013 ja yhteysviranomainen on antanut arviointiselostuksesta lausuntonsa 24.1.2014. Hankesuunnitelmissa on YVA-menettelyn jälkeen tehty muutoksia. Lapin ELY-keskus on 27.8.2021 katsonut että ”*kyseessä ei ole YVA-lain 3 §:n 1 momentin tarkoittama uusi hanke, johon tulisi soveltaa ympäristövaikutusten arviointimenettelyä, eikä Hannukaisen rautakaivoshanke ole muuttunut sillä tavoin, että hanke voidaan tulkita YVA-lain 3 §:n 1 momentin tarkoittamaksi hankkeen muutokseksi, jolla todennäköisesti on merkittäviä ympäristövaikutuksia.”* Hankkeelle ei siten Lapin ELY-keskuksen mukaan, ole tarpeen edellyttää uutta YVA-menettelyä YVA-menettelyn soveltamisalan ja hankeluettelon nojalla.

Ympäristövaikutusten arvioinnista, Natura-arvioinnista ja Luonnonsuojelulain 65 §:n mukaisista lausunnnoista, sekä Lapin ELY-keskuksen lausunnoista löytyy tarkempaa tietoa tämän lupahakemuksen liitteistä 6 ja 7.

2.4 Tuotanto

Hannukaisen ja Kuervitikon louhosten yhteenlaskettu malmin louhintamäärä on 100–115 Mt malmia. Vuosittainen malmin määrä vaihtelee välillä 6–7 Mt.

Tuotteina malmin prosessoinnista saadaan rautarikastetta ja kupari-kulta -rikastetta sekä pyriittirikastetta. Rautarikastetta tuotetaan 1,5–2,2 Mt vuodessa. Lisäksi vuosittain tuotetaan 20 000–60 000 tonnia kupari-kulta -rikastetta ja noin 40 000 – 120 000 tonnia pyriittirikastetta.

Taulukko 2-3. Hankkeen kokonaistuotanto.

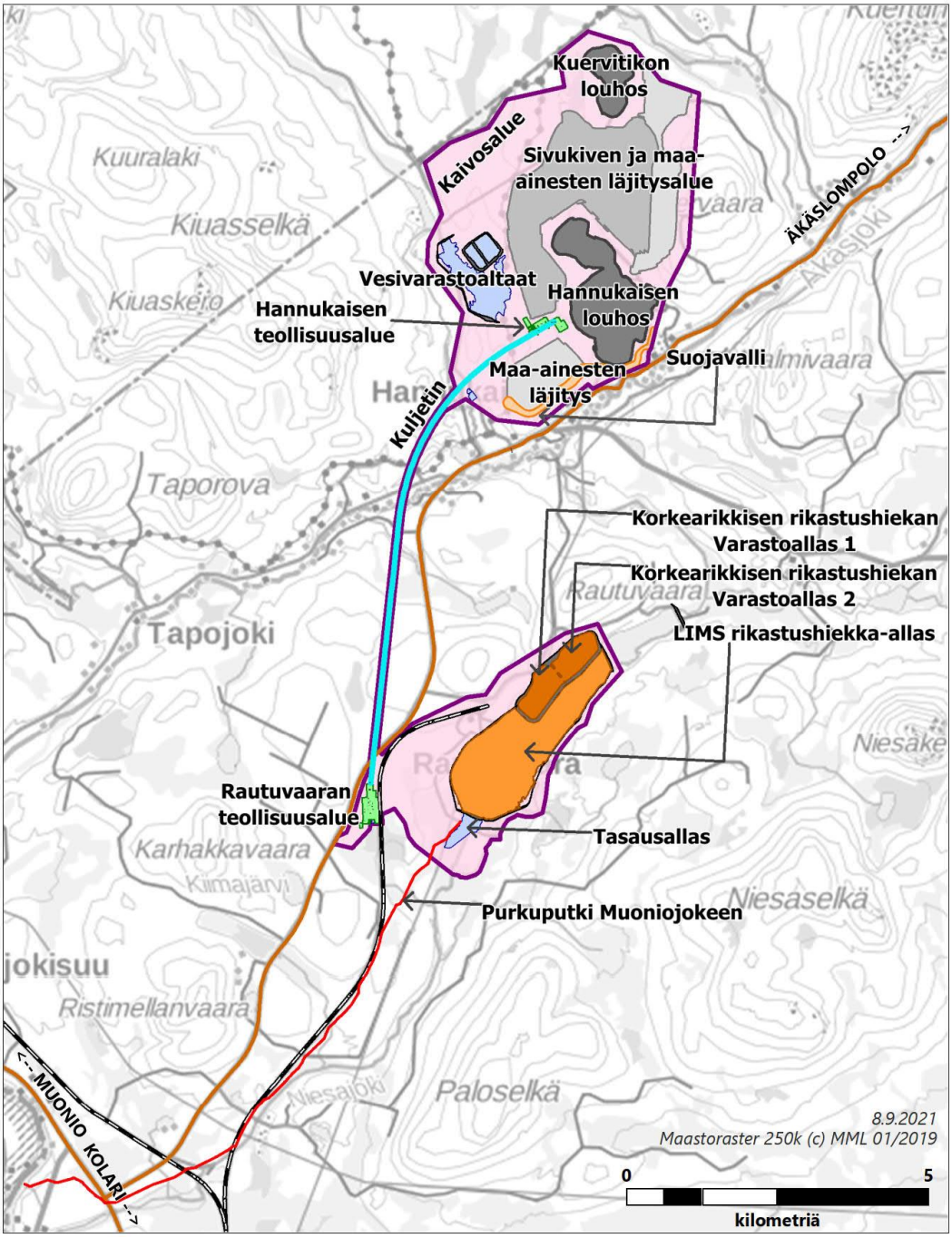
	Yks.	Mineraali-varannot	Malmin tuotanto	Rautarikasteen tuotanto	Kupari-kulta-rikasteen tuotanto	Pyriitti-rikaste
Maksimivuosituotanto	Mt/a	-	7	2,2	0,06	0,12
Kokonaistuotanto	Mt	159	115	32,8	0,72	2,4

2.4.1 Tuotannon käyntiaika

Rikastamon käyntiaika on keskimäärin 7884 h/a, mikä vastaa keskimääräistä 90 % käyttöastetta. Rikastamon tuotannossa ei ole muutoksia vuodenaikaisvaihtelun tai vuorokaudenajan mukaan.

2.4.2 Laitokset, rakenteet ja niiden sijainti

Kaivosalue on esitetty kuvassa (Kuva 2-1) ja tarkemmin liitteessä 3.



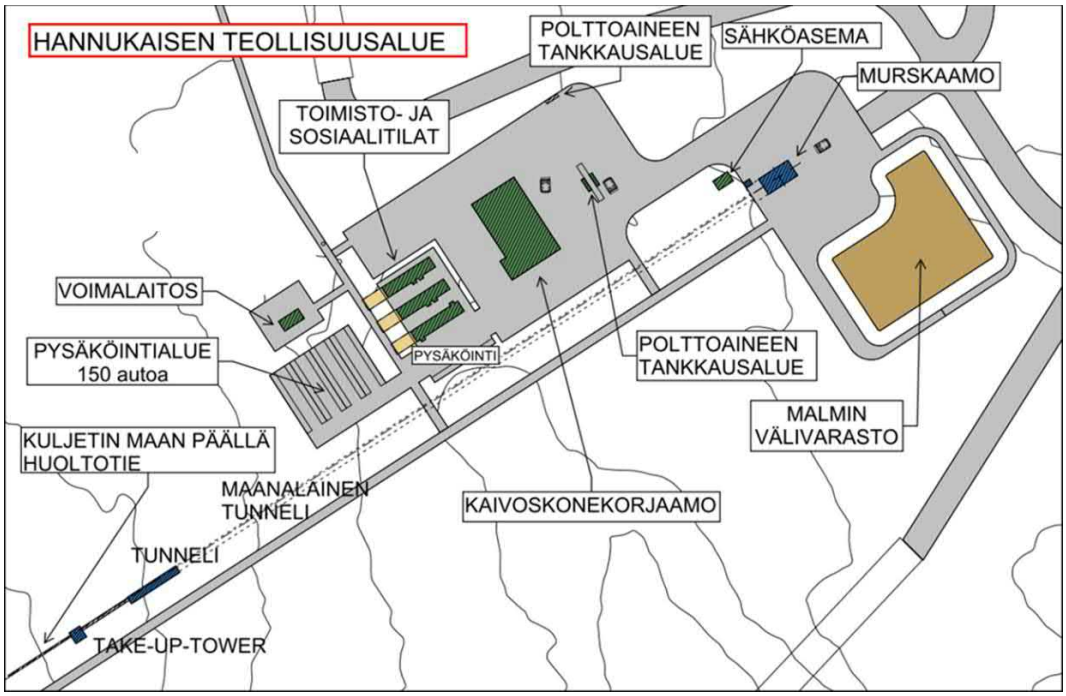
Kuva 2-1. Yleiskartta kaivosalueesta.

Hannukaisen teollisuusalue

Hannukaisen alueelle (Kuva 2-2) rakennetaan seuraavat prosessi- ja yleistilat:

- Malmin syötevarastokenttä
- Murskaamo
- Kaivoskonekorjaamo
- Kaivoskoneiden varikkoalue

- Kaivoskoneiden tankkausalue
- Konttorirakennus ja sosiaalitilat
- Tarvittavat parkkipaikat ja pihat
- Lämpölaitos
- Sähköasema
- Räjähdysaine- ja kemikaalivarastot



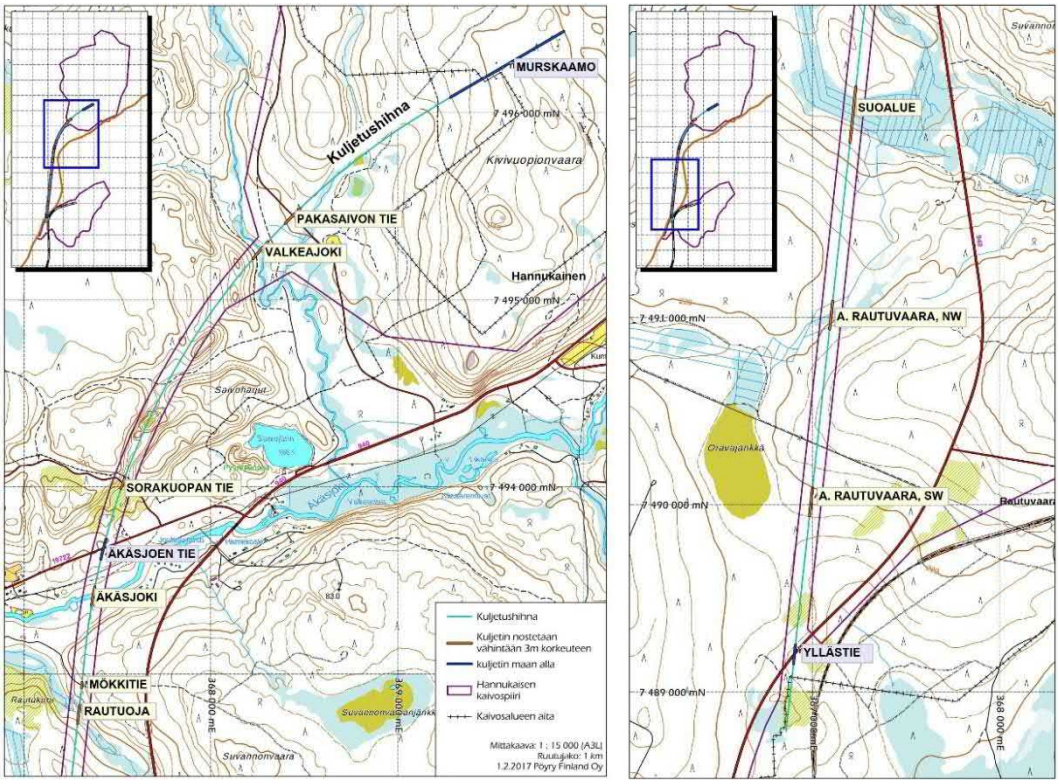
Kuva 2-2. Hannukaisen teollisuusalue.

Kuljetuskäytävä

Hannukaisen ja Rautuvaaran alueiden välille rakennetaan noin 9 km pitkä ja 20 m leveä kuljetuskäytävä, joka yhdistää alueet. Kuljettimen sijainti on esitetty kuvassa (Kuva 2-3).

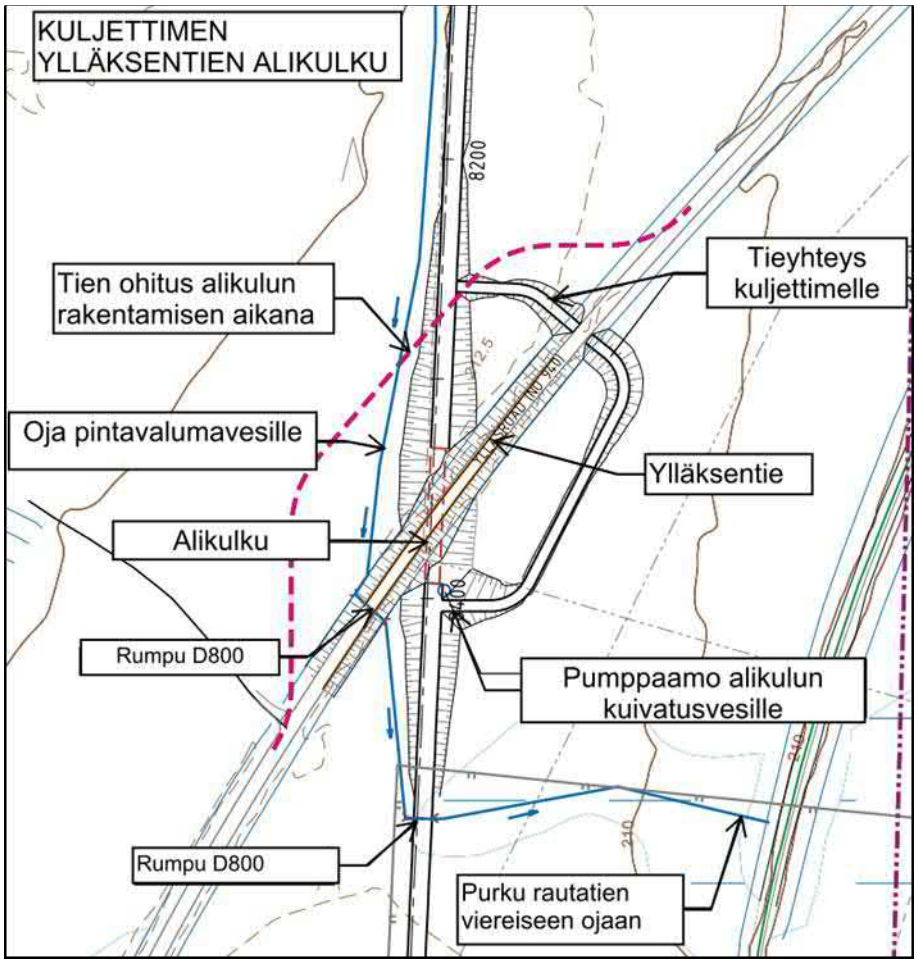
Kuljetuskäytävä käsittää:

- Hihnakuljettimen murskatun malmin kuljettamiseen Hannukaisesta Rautuvaaran rikastamolle sekä 5 m leveän huoltotien;
- Siltoina ja terästunneleina toteutettuja tien ali- ja ylikulkuja;
- Kuljetinsillat Äkäsjoen ja Valkeajoen yli;
- Ali- ja ylikulkuja metsätalouden tarpeisiin;
- Eläinten yli- tai alikulkuja;
- Vesiputkilinjat Hannukaisen puhdasvesialtaalta ja käsiteltävien vesien altailta Rautuvaaran rikastamolle, vesienkäsittelyyn ja tasausaltaaseen.



Kuva 2-3. Kuljetuskäytävän alustavat ylitykset ja alitukset. Ylityskohdat on merkitty keltaisella, ja alituskohdat sinisellä.

Hannukaisen murskaamolta ensimmäiset 700 m rakennetaan maanalaisena tunnelina ja sen jälkeen noin 8 km maanpäällisenä osana Rautuvaaraan (Kuva 2-3). Kuljettimen tyyppipoikkileikkaukset on esitetty liitteessä 17-3 ja alustava pituusleikkaus liitteessä 17-4. Kuljetin risteää maanteitä Pakasaivontiellä, Äkäsjoentiellä, mökkitiellä (Rautuojantie) ja Ylläksentiellä. Pakasaivontien ja mökkitien (Rautuojantie) yli kuljettimelle rakennetaan silta. Äkäsjoentien ja Ylläksentien risteyskohdissa kuljettimelle rakennetaan teiden alikulku terästunneleina. Ylläksentien alikulku on esitetty kuvassa (Kuva 2-4). Reitin varrelle toteutetaan lisäksi 4 porojen ja muiden eläinten sekä metsäkoneiden ylitys- tai alituskohtaa, joiden tarkempi toteutus ja sijainti sovitaan Paliskunnan ja Metsähallituksen, sekä muiden sidosryhmien kanssa. Kaikki kuljetuskäytävän alustavat ylitykset ja alitukset ovat esitetty kuvassa yllä (Kuva 2-3).

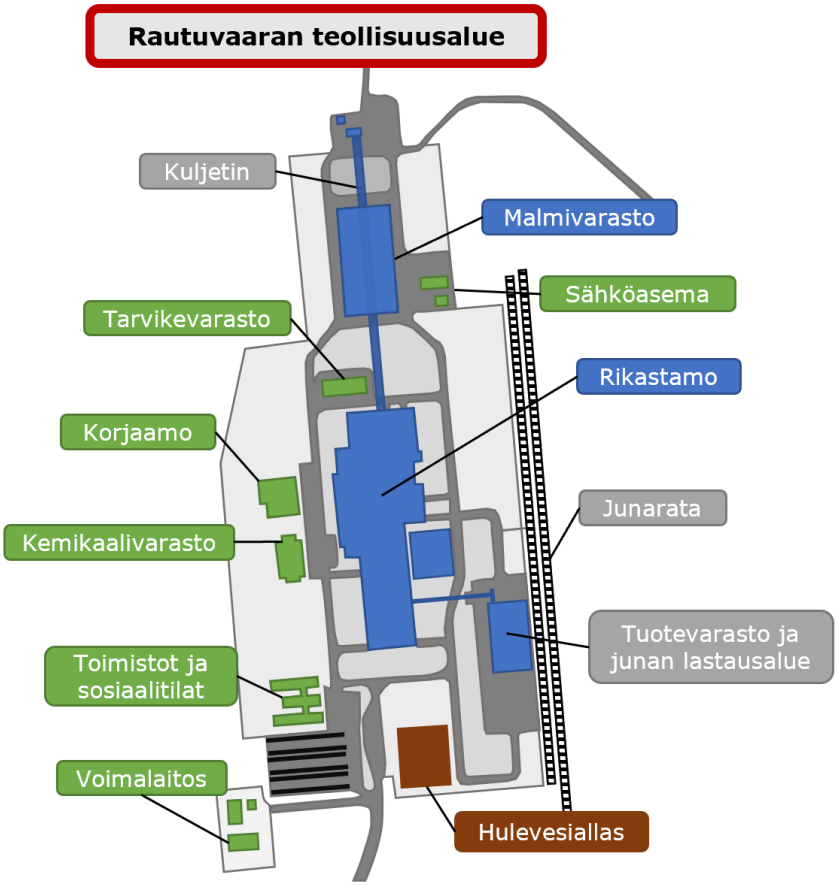


Kuva 2-4. Kuljettimen Ylläksentien alikulku.

Rautuvaaran teollisuusalue

Rautuvaaran alueelle (Kuva 2-5) rakennetaan seuraavat prosessi- ja yleistilat;

- Malmivarasto
- Rikastamo (prosessirakennus)
- Sakeuttimet
- Tuotevarastorakennus
- Konekorjaamo
- Konttorirakennus ja sosiaalitilat
- Laboratorio
- Tarvittavat parkkipaikat ja pihat
- Lämpölaitos
- Kemikaalivarasto
- Sähköasema
- Vesienhallinta- ja vesienkäsittelyrakenteet
- Pumppaamot

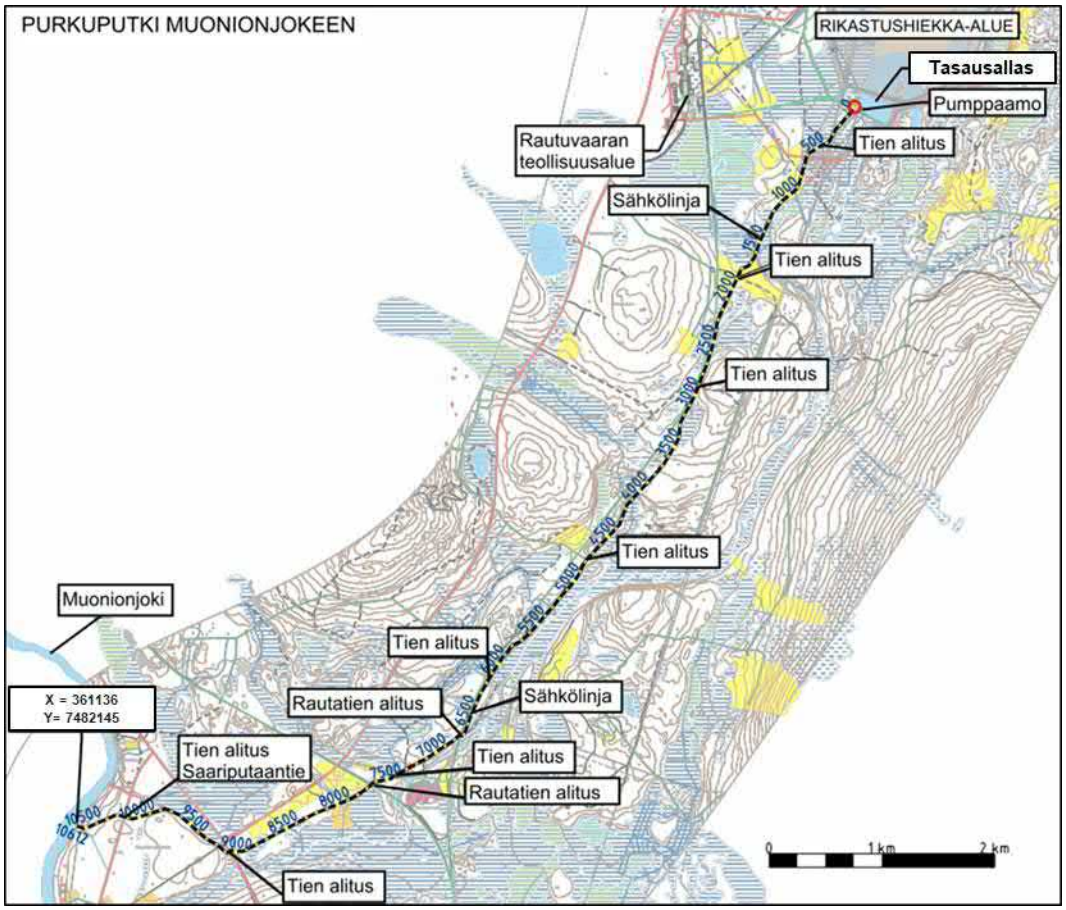


Kuva 2-5. Rautuvaaran teollisuusalue (muokattu: Ramboll Finland Oy 2013).

Purkuputki Muonionjokeen

Ylitevedet pumpataan Rautuvaaran tasausaltaasta Muonionjokeen noin 11 km pitkää maanalaista putkilinjaa pitkin (Kuva 2-6). Putkilinjan muodostaman käytävän leveys on noin 10 m. Putkilinjan pumppaamo sijaitsee tasausaltaan läheisyydessä. Pumppauksen maksimi mitoitusvirtaama on 4000 m^3/h.

Purkupaikka on valittu siten, että joen virtausnopeus on purkukohdassa riittävän suuri, jotta sekoittuminen tapahtuu tehokkaasti, jääpatojen muodostumisriski on pieni ja rannalla ei ole asutusta purkupaikan läheisyydessä. Ylitevedet pyritään purkamaan siten, että purkuvesien aiheuttamat vedenlaatumuuttujien pitoisuusnousut purkupaikan välittömässä läheisyydessä olisivat mahdollisimman pieniä. Yhtenä vaihtoehtona on johtaa ylitevedet Muonionjokeen useasta toisiaan lähellä olevasta suuttimesta, jolloin tehostetaan vesien sekoittumista ja alkulaimentumista.



Kuva 2-6. Purkuputki Muonionjokeen. Purkuputken pään alustava sijainti on koordinaateissa itäinen 361 136, pohjoinen 7 482 145 (projektiossa ETRS-TM35FIN). Tarkka paikka määräytyy putken toteutussuunnitteluvaiheessa.

2.4.3 Tuotantoprosessit

Louhinta

Louhinta suoritetaan avolouhintana. Kaivostoiminta aloitetaan Hannukaisen avolouhoksella. Kuervitikon avolouhos hyödynnetään myöhemmin, arviolta tuotantovuodesta 11 eteenpäin. Ensisijainen louhintamenetelmä on tavanomainen poraaminen ja räjäyttäminen. Räjäytyksissä käytetään pumpattavia emulsioräjähteitä. Malmin tuotantoon liittyvät räjäytykset tapahtuvat pääasiassa 2-3 kertaa viikossa.

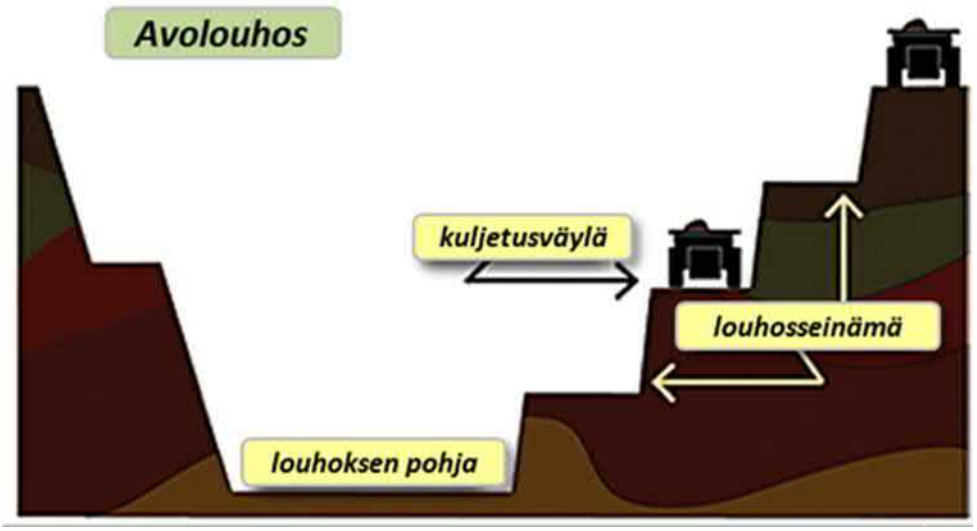
Louhosten mitat on esitetty taulukossa (Taulukko 2-4).

Taulukko 2-4. Louhosten mitat.

	Pinta-ala	Pituus (max.)	Leveys (max.)	Syvyys (max.)
	ha	m	m	m
Hannukainen	220	2 500	1 800	300
Kuervitikko	64	1 200	700	110

Avolouhintana (Kuva 2-7) toteutettavassa kaivostoiminnassa kalliota louhitaan penkereittäin. Penkereet muodostavat asteittain yhä syvemmän, malmion suuntaa

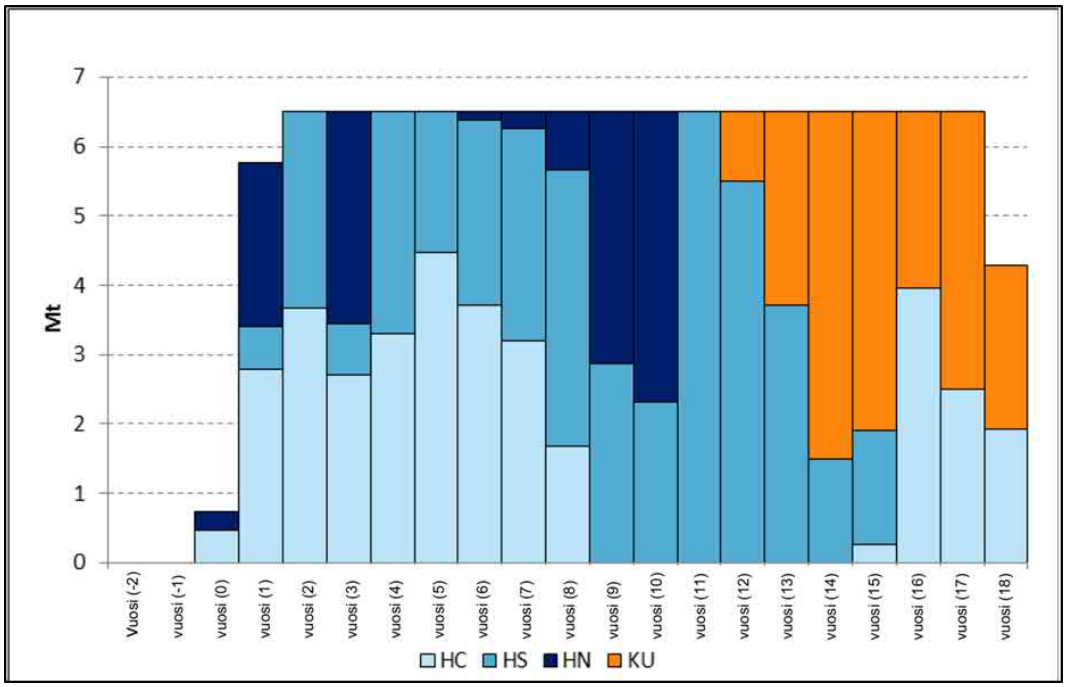
noudattelevan louhoksen, jonka rakentuminen päättyy vasta kaivostoiminnan päättyessä. Louhoksen seinämille rakennetaan louhokseen johtavat ajotiet. Hannukaisen avolouhoksen pengerkorkeus on 20 m, joka voidaan louhia tarvittaessa useassa eri osassa. Avolouhoksen yleiskaltevuus, pengerkorkeus, yms. avolouhoksen suunnitteluparametrit voivat vaihdella kalliomekaanisista olosuhteista johtuen.



Kuva 2-7. Esimerkkikuva avolouhoksen poikkileikkauksesta.

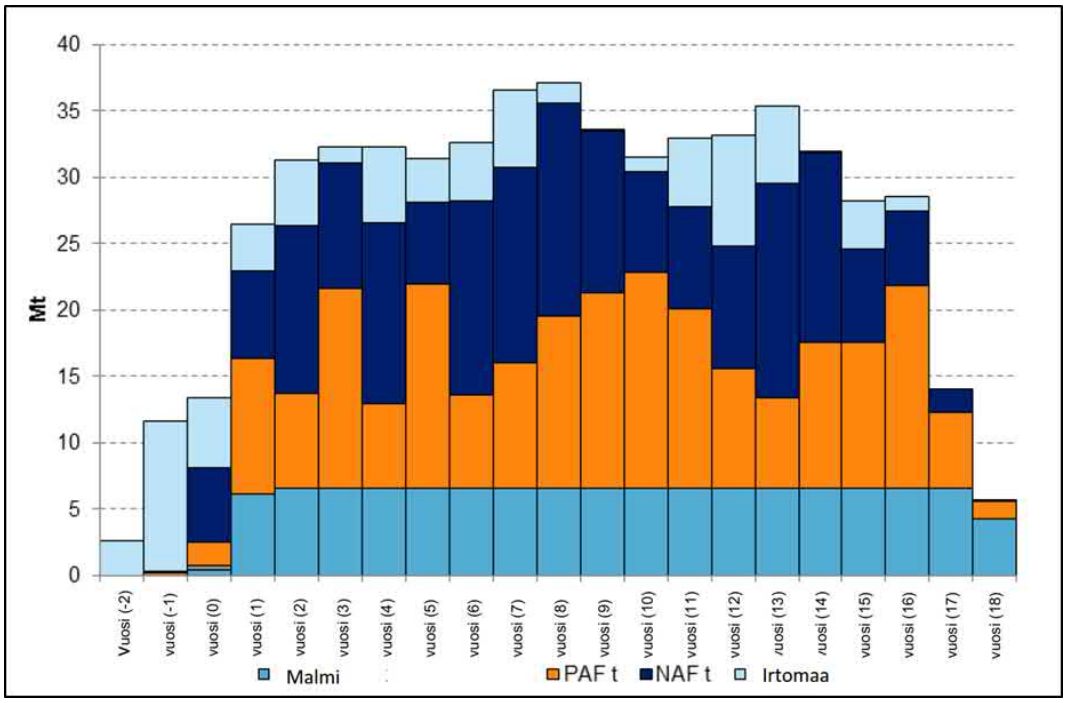
Malmi ja sivukivi kuormataan tarkoituksenmukaisilla kaivinkoneilla ja pyöräkoneilla. Kuormaaminen tapahtuu avolouhoksessa suoraan kiviautoihin, joiden hyötykuorma on noin 180–230 t. Hannukaisen toiminnoista mm. malminajoa, murskausta maanalaisella murskaamolla, porausta ja maanpoistoa voidaan suorittaa ympäri vuorokauden. Hannukaisen toiminnoista sivukiven läjitystä, mobiilimurskausta ja räjäytyksiä tullaan suorittamaan vain klo 06–22 välisenä aikana.

Hannukaisen avolouhoksen todennetut malmivarat ovat tällä hetkellä noin 115 Mt. Kaivoksen tuotantosuunnitelman mukaisesti nämä malmivarat riittävät vuosille 2026-2046. Tällöin malmin vuosilouhinta on noin 6-7 Mt per vuosi. (Kuva 2-8).



Kuva 2-8. Arvioitu malmin louhinnan jakaantuminen Hannukaisen ja Kuervitikon louhosten kesken (HC, HS ja HN ovat Hannukaisen louhoksen eri osia, KU = Kuervitikko) malmin vuosituotannolla 6,5 Mt.

Malmin vuosituotannolla 6–7 Mt on muodostuvan sivukiven kokonaismäärä korkeimmillaan noin 30 Mt vuodessa ja irtomaan kokonaismäärä korkeimmillaan on noin 10 Mt vuodessa, kun sivukiven kokonaismäärä toiminnan aikana on n. 370 Mt ja irtomaan kokonaismäärä n. 75 Mt. Kuvassa (Kuva 2-9) on esitetty arvio malmin, sivukiven ja irtomaan määristä.



Kuva 2-9 Arvioitu malmin ja sivukiven louhintamäärä kaivostoiminnan aikana. (PAF=mahdollisesti happoa muodostava sivukivi, NAF= Ei happoa muodostava sivukivi).

Malmin louhinnan yhteydessä syntyvää hyvälaatuista sivukiveä käytetään kaivosalueen infrastruktuurin rakentamisessa ja ylläpidossa. Tämän tarvekiven murskaus tapahtuu mobiilimurskaimella sille varatulla varastokentällä. Rakentamisen alkuvaiheessa, kun varsinainen sivukiven louhinta ei ole vielä alkanut, voidaan joutua tältä murskausalueelta louhimaan myös erikseen. Tarvekiveksi käytettävä sivukivi tulee olemaan pääosin dioriittia tai monzoniittia. Mikäli tarvekiveä tulee jäämään tuotannon aikana ylitse oman tarpeen, sen mahdollista hyödyntämistä kaivosalueen ulkopuolella tullaan suunnittelemaan erikseen. Näitä kivilajeja löytyy murskausalueelta ja etenkin avolouhoksen kattopuolen sivukivistä. GTK:n tutkimusten mukaan Hannukaisen sivukivi on homogeeninen tyypillinen syväkivi, mikä yleisesti ottaen on erittäin hyvä raaka-aine tekniseen käyttöön tehtävälle murskeelle yleiskäyttöön. Kattokivi, dioriitti ja monzoniitti, ei sisällä kiisuja eivätkä siten ole alttiita rapautumiselle. (Hiltunen, A., 1982).

Suunnittelusta, louhinnasta ja kaivoksen tuotantoprosessista kerrotaan myös tämän lupahakemuksen liitteessä 5-1 Malmivarannot.

Murskaus

Malmi kuljetetaan kiviautoilla avolouhoksilta Hannukaisen teollisuusalueella sijaitsevaan maanalaiseen murskaamoon. Normaalissa tuotantotilanteessa malmi pyritään syöttämään suoraan murskaamoon. Murskaamon ollessa pois käytöstä malmi voidaan välivarastoida murskan viereiselle alueelle (RoM -materiaalivarasto).

Monivaiheisen murskaamon syöttö tapahtuu maanpinnalta ja kaikki murskausvaiheet tarvittavine laitteineen sijoitetaan Hannukaiseen maan alle. Lopulliset murskaamon kalliotilojen ja maanpinnan yläpuolisten tilojen suunnitelmat tarkentuvat myöhemmässä suunnitteluvaiheessa.

Murskaamolle asennetaan pölynsidontajärjestelmä. Murskaamon syöttö tulee olemaan noin lastausalueen tasalla ja syöttö tapahtuu murskaamon maanpäällisen katetun tilan sisäpuolella.

Kuljetin

Murskattu malmi kuljetetaan Hannukaisesta noin 9 km pitkällä hihnakuljettimella Rautuvaaraan, missä se läjitetään katetulle varastoalueelle. Malmin murskausta ja kuljetusta voidaan tehdä ympäri vuorokauden ja vuoden ympäri.

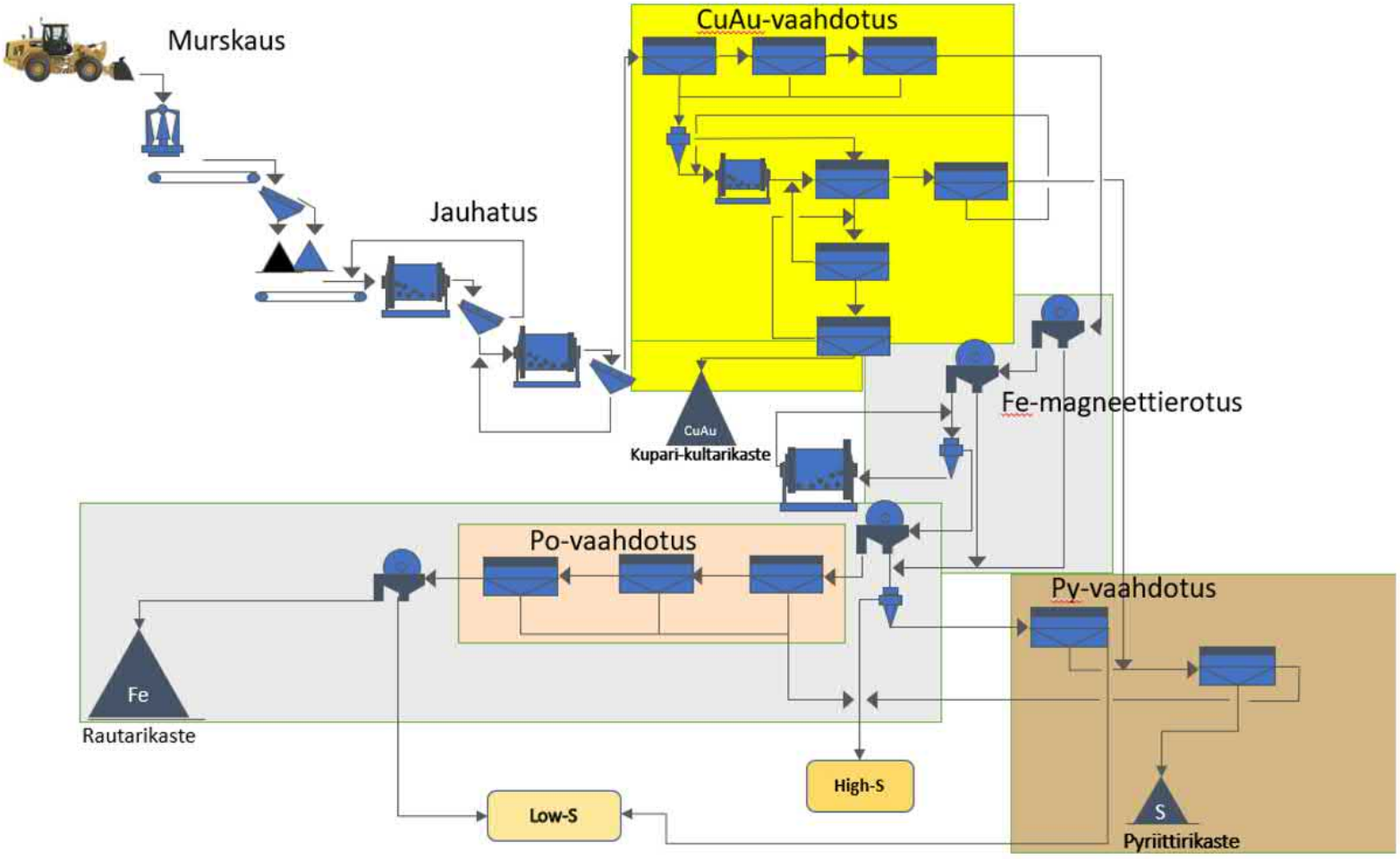
Rikastus

Malmin rikastus käsittää sarjan mekaanisia ja kemiallisia prosesseja, joissa malmista erotetaan arvokkaat mineraalit. Hannukaisen kaivoshankkeen rikastusprosessi sisältää useita eri osaprosesseja, joissa malmi hienonnetaan ja erotetaan rautarikasteeksi, kupari-kulta-rikasteeksi ja pyriittirikasteeksi. Rikastusprosessi alkaa jo Hannukaisessa malmin murskauksella ja seulonnalla. Rautuvaaran rikastamolla malmia hienonnetaan edelleen jauhinmyllyissä optimiraekoon saavuttamiseksi. Jauhatuksen jälkeen malmi erotellaan magnetiitti ja kupari-kulta-fraktioiksi vaahdottamalla. Kulta-kupari-fraktio jauhetaan edelleen ja sen jälkeen vaahdotetaan toisessa vaahdotusvaiheessa, jossa Cu-Au-rikaste saadaan talteen. Magnetiittifraktio johdetaan magneettierottimille, jossa magneettinen aines erotetaan ei- magneettisesta materiaalista. Ei-magneettinen materiaali johdetaan pyriittivaahdotukseen, jossa se rikastetaan edelleen pyriittirikasteeksi ja erotetaan matalarikkiseksi rikastushiekaksi. Magneettinen rautapitoinen materiaali johdetaan

puhdistusvaahdotukseen rautarikasteen rikkipitoisuuden alentamiseksi. Vaahdotuksesta rautarikaste johdetaan vielä magneettierottimelle, josta saadaan lopullinen rautarikaste ja loput matalarikkisestä rikastushiekasta. Matalarikkinen rikastushiekka sakeutetaan ja pumpataan rikastushiekka-altaille.

Korkearikkinen rikastushiekka erotetaan kupari-kulta -vaahdotuksen ja pyriittivaahdotuksen rikasteesta sekä magnetiitista sen puhdistusvaahdotuksessa. Korkearikkinen rikastushiekka sakeutetaan rikastushiekan sakeuttimessa ja pumpataan rikastushiekka-alueelle. Magnetiittirikaste, kupari-kulta -rikaste ja pyriittirikaste kuivataan ja varastoidaan odottamaan kuljetusta asiakkaalle.

Rikasteet kuivataan rikastamolla ja varastoidaan Rautuvaaran teollisuusalueella odottamaan jatkokuljetusta. Kuivauksesta peräisin oleva vesi käytetään uudelleen prosessissa. Kuivauksen jälkeen rikasteiden kosteuspitoisuus on noin 5-10 %. Kuivatut rikasteet kuormataan junaan Rautuvaaran lastaus- ja purkupaikalla ja kuljetetaan Kemin tai Oulun satamaan. Kaavio rikastusprosessista on esitetty kuvassa (Kuva 2-10).



Kuva 2-10. Yksinkertainen kaavio Rautuvaaran rikastusprosessista

Kyseessä on maailmalla hyvin yleinen malmityyppi, rauta-kupari-kultamalmi tunnetussa kivilajiympäristössä. Referenssejä ja vertailuaineistoa rikastettavuudesta löytyy runsaasti. Kuitenkin jokainen malmi on pieniltä piirteiltään omanlaisensa, ja siksi tarvitaan testausta.

Rikastusprosessista on tehty runsaasti prosessitestausta. Lisäksi samaa malmia on prosessoitu Rautuvaaran vanhalla rikastamolla tuotannossa vuosien ajan. Siten malmin rikastettavuudesta on paljon tietoa, joten jatkotutkimukset ovat keskittyneet enemmän saannin ja talouden optimointiin sekä laitemitoitusten tarkennuksiin.

Mittavimmat rikastuskokeet volyymiltaan ovat toistaiseksi olleet GTK:n Outokummussa sijaitsevan koerikastamon tekemät rikastustutkimukset vuonna 2011 (GTK 2011) ja 2017. Näissä rikastuskokeissa testattiin useita eri muuttujia ja saatiin tuotettua hyvälaatuisia rikasteita ja rikastushiekkoja sekä saatiin tärkeää tieto muun muassa määräsuhteista ja raekokojakaumista. Lisäksi esimerkiksi tässä hakemuksessa esitetyt jätejakeiden ja vesien määrä- ja laatuarviot perustuvat näihin testauksiin.

Rikastusprosessista on tehty Northlandin aikana kannattavuusselvitystä varten tarkka prosessisuunnittelu laitteineen. Suunnitelmat ovat kuitenkin edellisen toiminnanharjoittajan ajoista hieman muuttuneet ja prosessisuunnitelmien tarkennusten aiheuttamat mahdolliset muutokset on jo huomioitu nykyisissä laskelmissa ja ympäristövaikutusten arvioinnissa. Suunnittelussa tehdyistä muutoksista ja koerikastuksista kerrotaan tarkemmin tämän lupahakemuksen liitteissä 2 ja 5.

Malminkäsittely on mitoitettu 6 Mt vuosituotannolle, ja Hannukaisen murskaamolta Rautuvaaran rikastamolle materiaalia siirtävä kuljetin on mitoitettu 1 200 t/h maksimikapasiteetille. Prosessin loppupäässä rikasteiden suodatus mitoitetaan rautarikasteen osalta 2 Mt:n, kupari-kultarikasteen osalta 65 000 t:n ja pyriittirikasteen osalta 120 000 t:n vuosituotannolle. Joitakin prosessin osia, esimerkiksi jauhatus, voidaan rakentaa 2-linjaisena.

Rikastamon lopulliset laitevalinnat, -mitoitukset ja yksityiskohtainen suunnittelu tullaan tekemään kannattavuusselvityksen tarkentamisen yhteydessä, joka toteutetaan ympäristö- ja kaivoslupapäätöksen jälkeen.

2.4.4 Hihnakuljetin

Hannukaisen ja Rautuvaaran välille rakennetaan hihnakuljetin esimurskatun malmin kuljettamiseksi Hannukaisesta Rautuvaaraan. Kuljetinlinjan yhteyteen rakennetaan käsiteltäville ja puhtaille vesille siirtoputkilinjat Hannukaisesta Rautuvaaraan. Vesiputkilinjat asennetaan pääosin routarajan alapuolelle kuljetinlinjalle. Vesistöjen ylityskohdissa putkilinjat asennetaan kuljettimen viereen tehtäviin rakenteisiin. Putkilinjojen toteutusta on kuvattu tarkemmin tämän lupahakemuksen liitteessä 17-13.

Hihnakuljetin tulee olemaan katettu ja suojattu sivuseinillä pölyhaittojen ja melun vähentämiseksi. Kolmelta sivulta kuljetin on peitetty täysin. Toinen sivuseinistä on verkkoseinä huollon helpottamiseksi. Meluhaittojen kannalta erityisen herkillä paikoilla, kuten Äkäsjoen ylityksessä, verkkoseinä voidaan korvata umpiseinällä ja käyttää äänieristystä meluhaittojen vähentämiseksi.

Hihnakuljettimen reitin valinnassa on käyty läpi useita eri reittivaihtoehtoja, joista valittu reitinsijoittelu on todettu olevan vähiten haitallinen sekä ympäristölle että lähistön

asutukselle. Hihnakuljettimen reitti näkyy kuvassa 2-3. Reitin valinnassa on huomioitu mm. sopivat paikat maanteiden alituksiin ja jokien ylityksiin sekä maaperän topografia.

Vaikka kuljetin kulkee Saivojärven pohjavesi- ja harjualueen poikki, ei harjualueelle kohdistu pilaantumisvaaraa. Kuljetin seisoo irti maasta noin yhden metrin korkeudella ja on suojattu rakenne. Vetopäitä, joissa on 2 kpl sähkömoottoreita ja vaihdelaatikoita, sijoittuu kuljettimen matkalle 1 km välein. Vetopäiden välisillä osuuksilla on vain mekaanisia toimilaitteita, lähinnä kannatusrullia ja itse kuljettimen kuminen hihna. Kuljettimen sivulla on huoltotie, jolla on tarkastustoiminnan vaatimaa huoltoajoa kevyellä kalustolla. Huoltoajoneuvoissa on mukana öljyntorjuntavälineistö sen varalta, että ajoneuvolle sattuisi jokin odottamaton tilanne esim. moottorivaurio.

Vetopäiden kohdalla on sähkömoottorit ja vaihdelaatikot. Vaihdelaatikoiden alle asennetaan riittävän iso tiivis kaukalo, johon mahtuu jonkin vaurion mahdollisesti aiheuttamassa vaihteiston kuoren hajoamistilanteessa reilusti yli vaihdelaatikon voiteluöljyn tilavuus. Laitteistoja valvotaan etänä jatkuvatoimisesti.

Malmimateriaali pysyy kuljetinhihnalla tiiviisti, eikä pölyämistä tasaisessa maton kulkemisessa tapahdu. Ripevaikutusta voi syntyä kuljettimen alapuolelle. Tämän materiaalin poisto tapahtuu esim. pienkuormaajalla säännöllisin välein ja materiaali kuljetetaan pois maastosta kaivos- tai rikastamoalueelle syötettäväksi prosessiin.

Teitä auratessa voi lentää jäätä ja lunta hihnakuljettimen suuntaan ja huoltotielle, etenkin isojen teiden alitusten kohdalla. Huoltotie pystytään kuitenkin auraamaan puhtaaksi, joten tästä ei koidu ongelmia. Väylien alitusten rakentamiseen haetaan asianmukaiset luvat erikseen ELY-keskukselta ennen niiden rakentamisen aloittamista.

Hannukaisen kaivoksen melumallinnuksista on kerrottu tarkemmin liitteessä 14-1 sekä liitteessä 14-4, jossa on käsitelty myös hihnakuljettimen aiheuttamaa melua. Mallissa käytetyissä hihnakuljettimen ja kuljettimen vetoasemien äänitehotasoissa ei ole huomioitu melun leviämistä ehkäiseviä rakenteita.

Suuremmat eläimet mahtuvat liikkumaan samoista alitus-/ylityspaikoista kuin porot. Lisäksi kuljetin nostetaan 5,5 m korkeuteen tienylityksissä, jolloin metsäkoneet mahtuvat kulkemaan kuljettimen alta.

Linjaa valaistaan jonkin verran työturvallisuuden vuoksi, mutta kuitenkin maltillisesti niin, ettei valosta koidu haittaa ympäristölle. Valaistuksessa käytetään kuljetinrakenteen katon alla olevaa valaistusta, joka valaisee huoltotason ja vähän kuljetinta. Kuljetin kulkee pääosin metsässä ja sen yläkorko on n. 3,5 m. Valo on katon alla ja suuntautuu suoraan alaspäin tai jopa hihnaa kohti, ympäröivää maastoa valaisevaa isoa valosaastetta ei näin ollen synny.

Näkyvimmällä paikalla ilman puuston suojaa kuljetin on Äkäsjoen kohdalla, mutta siellä kuljetin on jo äänisyistäkin koteloitu kaikilta sivuilta.

2.5 Maa-ainesten, sivukiven ja rikastushiekan varastoalueet

2.5.1 Maa-ainesten läjitysalueet

Rakennustoimintojen alussa poistetaan pintamaa ja kasvillisuus avolouhosten alueelta, Hannukaisen ja Rautuvaaran teollisuusalueilta, teiltä, osalta sivukivialueista sekä muilta tarvittavilta alueilta, joille rakennetaan rakennekerroksia tai joilta maata on poistettava.

Irtomaa (OVB) muodostuu hiekasta tai sorasta, ja siinä on jonkin verran silttistä moreenia. Poistettavan irtomaan määrä on esitetty taulukossa (Taulukko 2-5). Kokonaismäärästä noin 10 % poistetaan esirakentamisvaiheessa. Esirakentamisen jälkeen irtomaata poistetaan tuotannon edistymisen mukaisesti 1–3 Mt vuodessa. Irtomaakerroksen keskimääräinen paksuus on noin 15 m. Irtomaa poistetaan kaivinkoneilla ja kuljetetaan kuorma-autoilla työmaateitä pitkin käyttökohteeseen tai läjitysalueelle. Irtomaan poistoon ei todennäköisesti tarvita räjäytyksiä.

Poistettua irtomaata, ensisijaisesti moreenia, käytetään rakennusmateriaalina suojavallissa, ojissa ja pengerryksissä sekä sivukivialueilla. Lisäksi irtomaata käytetään kaivosalueen teihin sekä kenttä- ja varastoalueisiin yhdessä mobiilimurskausasemalta saatavan soran, hiekan ja kiviaineksen kanssa. Rikastushiekka-alueen ympärille rakennettaviin pengerryksiin käytetään moreenia. Irtomaa, jota ei hyödynnetä edellä mainittuihin tarkoituksiin, varastoidaan läjitysalueille irtomaalle varattuihin varastolohkoihin (Kuva 2-12). Irtomaan läjitysalueet sijoitetaan Hannukaisen avolouhokselta koilliseen Kuervaaran rinteelle ja Hannukaisen teollisuusalueelta etelään. Irtomaa käytetään myöhemmin kaivoksen sulkemisvaiheessa Hannukaisen alueen ennallistamisessa.

2.5.1.1 Suojavalli

Kaivosalueen sekä Äkäsjoen rannalla sijaitsevien loma-asuntojen ja vakituisesti käytössä olevien asuntojen välille rakennetaan suojavalli minimoimaan melu-, pöly. ja maisemahaitat kaivokselta. Suunniteltu suojavalli on pituudeltaan noin 3340 m, maksimileveydeltään noin 115 m ja maksimikorkeudeltaan noin 30 m. Suojavalli tehdään rakentamisvaiheessa kaivosalueelta poistettavista pintamaista, kuten sora- ja hiekkamoreenista. Suojavallissa hyödynnetään yhteensä noin 2 700 000 m^3 pintamaita ja kiviä sekä soveltuvin osin louhetta mobiilimurskausasemalta tai ei-happoa muodostavaa sivukiveä.

Vallin reuna-alueille sijoitetaan parempia ja karkeampia maamassoja luiskien pysyvyyden varmistamiseksi. Suojavallin pintaan levitetään kasvukerros, joka koostuu esimerkiksi alueelta kuorittavista savisista ja eloperäisistä (humusmaa ja turve) maista. Pintaan voi levittää tähän tarkoitukseen sopivaa, nopeasti itävää siemensekoitusta, tai hankealueelta muualla poistettua metsänpohjaa, ”kunttaa”. Osa pinnasta voidaan maisemoida rakkakivikkomaiseksi ei-happoa muodostavan sivukiven avulla. Suojavallin tarkempi suunnitelma on esitetty liitteissä 17-9 ja 17-10.

Ennen suojavallin rakentamisen aloittamista alueella tehdään lisätutkimuksia, mm. maaperätutkimuksia ja laaditaan yleissuunnitelmaa tarkempi rakennussuunnitelma ja geotekninen selvitys.

2.5.2 Sivukiven läjitysalueet

Kaivoksen toiminnan aikana tuotetaan yhteensä noin 445 Mt sivukiveä ja irtomaata, vuosittaisen määrän vaihdellessa välillä 20–35 Mt (Taulukko 2-5).

Kaivoksella muodostuu kahdenlaista sivukiveä.

- ei-happoa muodostavaa sivukiveä (NAF) – rikkipitoisuus alhainen (<0,1 %), alhaiset metallipitoisuudet ja vähäinen metallien liukoisuus.
- mahdollisesti happoa muodostavaa sivukiveä (PAF) – rikkipitoisuus korkea (keskimäärin 5,5 %), kohonneet metallipitoisuudet ja kohonnut metallien liukoisuus.

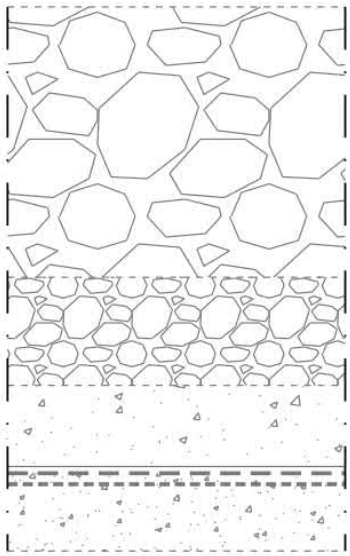
NAF-sivukiveksi on määritetty sivukivet (yleisesti montsoniitti ja lähtökohtaisesti myös matalarikkinen dioriitti), joissa on riittävän alhainen rikkipitoisuus, tai joiden puskurointikyky on riittävä happamien vesien muodostumisen ehkäisemiseksi. NAF-sivukivi saattaa sisältää kohonneita pitoisuuksia uraania ja sulfaattia sekä louhinnasta aiheutuvia kohonneita nitraatin pitoisuuksia. Sivukiven pH:n arvioidaan vaihtelevan välillä 6,5- 8,5.

PAF-sivukiveksi on määritelty sivukivet (yleisesti liuske, karsikivet ja amfiboliitti, sekä keski- ja korkearikkiset dioriitit), joilla on korkea rikkipitoisuus ja/tai riittämätön puskurointikyky, joten happamien vesien muodostuminen on mahdollista. PAF-sivukivi saattaa sisältää kohonneita Al-, Co-, Cu-, Fe-, Mg-, Ni, U-, Zn- ja SO_4-pitoisuuksia sekä louhinnasta aiheutuvia kohonneita nitraatin pitoisuuksia. Sivukiven pH:n arvioidaan vaihtelevan välillä 2-4.

Taulukko 2-5. Pintamaan ja sivukivien määrät.

	Yhteensä koko toiminnan aikana (Mt)
Pintamaa (OVB)	75
Ei-happoa muodostava sivukivi (NAF)	180
Mahdollisesti happoa muodostava sivukivi (PAF)	190
Yhteensä	445

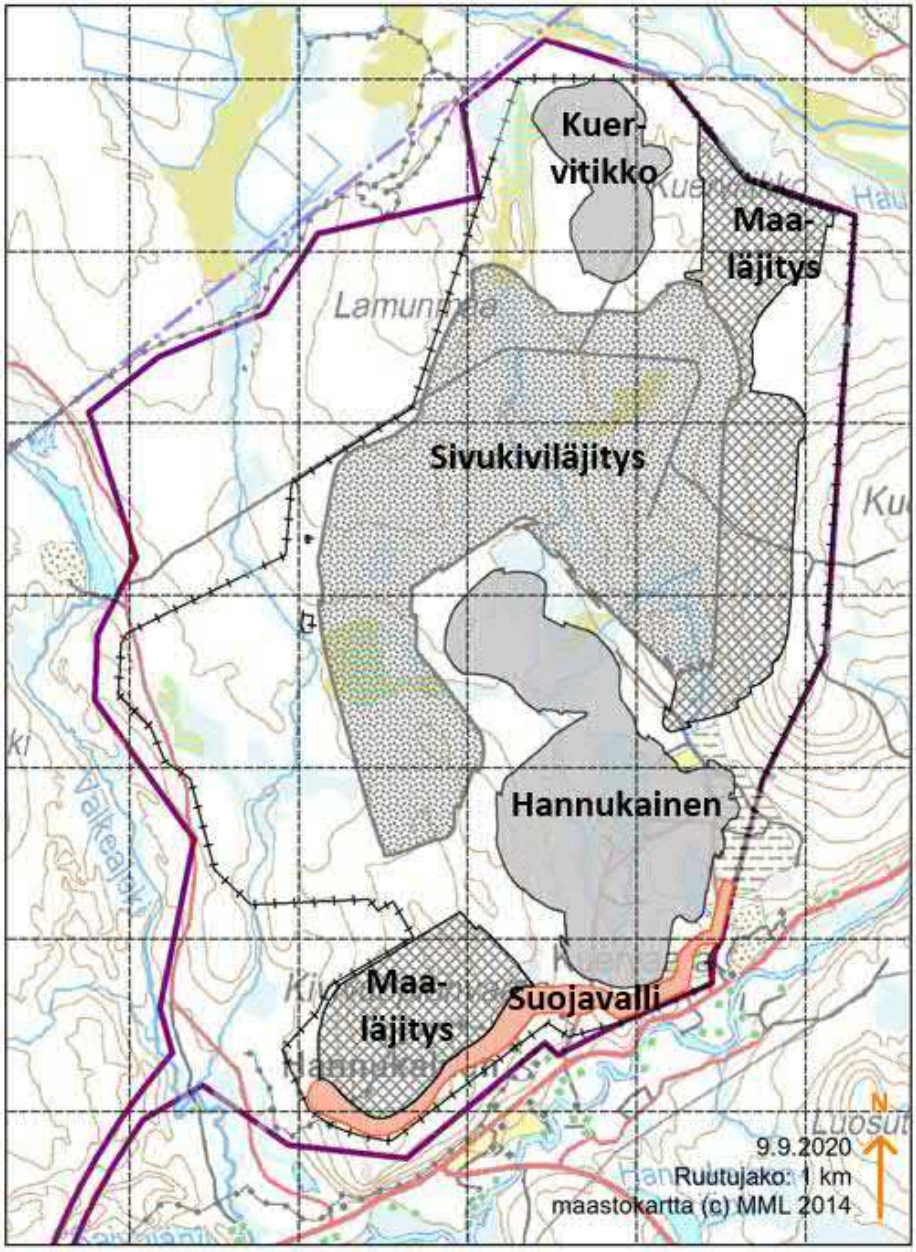
Sivukivialue sijoittuu yhtenäisenä alueena Hannukaisen louhoksen koillis-, pohjois- ja länsipuolelle (Kuva 2-12). Sen pinta-ala on noin 440 ha ja maksimikorkeus +320 mpy. Korkeudessa on huomioitu Aavahelukan lentopaikan lentoestealue, ja läjityskorkeus ei tule ylittämään lentoesterajauspintoja, eikä Kuervaaran korkeutta. Pintamaan läjitysalue sijoittuu Hannukaisen louhoksesta lounaaseen. Sivukiven ja pintamaan läjitysalueiden täyttökapasiteetti on yhteensä 212 Mm3-rtr. Sivukivi varastoidaan siten, että PAF- sivukivi läjitetään erillään NAF-sivukivestä. Mahdollisesti happoa muodostavalle sivukivialueelle (PAF) on suunniteltu tiivis pohjarakenne, joka koostuu HDPE kalvosta ja bentoniittikerroksesta tai vastaavasta tiivisrakenteesta, ja sivukivialue sijoitetaan niin, että pohjaveden virtaus suuntautuu avolouhokseen, josta vedet voidaan kerätä ja pumpata käsittelylaitokselle. Pohjarakenne on esitetty kuvassa (Kuva 2-11).



RAKENNEKERROKSET STRUCTURE LAYERS

- LOUHETÄYTTÖ ROCK FILL #0/600 1000 mm
- LOUHETÄYTTÖ ROCK FILL #0/200 400 mm
- MURSKE CRUSHED ROCK #0/16 300 mm
- SUOJAGEOTEKSTIILI 800 g/m2
- HDPE-KALVO 1,5 mm JA BENTONIITTIMATTO 3,5 - 4 kg /m2, TAI VASTAAVAN SUOJAUSTASON OMAAVA TIIVISRAKENNE
- MOREENI

Kuva 2-11. Mahdollisesti happoa muodostavalle sivukivialueelle (PAF) suunniteltu tiivis pohjarakenne.



Kuva 2-12. Sivukiven ja pintamaan läjitysalueiden sijoittuminen.

Mikäli Hannukaisen sivukiveä kuljettavien kiviautojen lava nousee kippausvaiheessa lentoestealueen rajapinnan yli, niille haetaan lentoestelupaa. Sivukiviläjitys ei ole toiminnan alkuvaiheessa sellaisessa paikassa ja sillä korkeudella, että lentoestelupaa tarvittaisiin välittömästi toiminnan alkuvaiheessa.

Sivukiven ja irtomaan läjitysalueiden pinta-alat ja täyttökapasiteetit on esitetty taulukossa alla (Taulukko 2-6).

Taulukko 2-6. Läjitysalueiden pinta-alat ja kapasiteetit.

	Pinta-ala (ha)			Täyttökapasiteetti		Max korkeus
	Kok.	Sivukivi	Pintamaa (ml.suoja-valli)	Mt	Mm^3	m mpy
Pohjoinen läjitysalue	578	440	138	406	192	+320
Eteläinen läjitysalue	121		85+36	39	20	+235
YHTEENSÄ	699	440	259	445	212	

Toiminnan aikana sivukivialueiden täyttö tapahtuu portaittain noin 20 metrin korkuisina täyttökerroksina siten, että toiminnanaikainen täyttökerrosten ulkoluiskan kaltevuus on noin 35° (n. 1:1,4…1,5). Täyttökerrosten väliin jää 30 m leveät terassitasanteet ulkoreunalle, jolloin ulkoluiskan keskimääräinen kaltevuus terassitasanteet huomioiden on noin 1:3. Lopputilanteessa ulkoluiskat muotoillaan koneellisesti terassitasanteilta luiskakaltevuuteen 1:3. Sivukivi läjitetään vähitellen kuormaajilla ja puskutraktoreilla. Tarkempi läjityksen toteutussuunnitelma laaditaan toteutussuunnitteluvaiheessa. Sivukiviä ei kuitenkaan tulla läjittämään avolouhokseen, sillä kaivoksen ja esiintymän mahdollista tulevaa käyttöä ja louhimistyötä ei saa vaarantaa tai vaikeuttaa.

Sivukivialueiden täyttösuunnitelmassa on läjitysalueiden täyttö vaiheistettu alueittain ja täyttökerroksittain. Tämä mahdollistaa pintarakenteiden toteuttamisen jo toiminnan aikana eri alueiden täyttymisen myötä.

Hannukaisessa laskeutusaltaiden, teiden ja infran ylläpidosta syntyvä lietemäinen jäte läjitetään PAF-sivukivialueelle. Puhdistuksessa ja infran ylläpidosta syntyvien jakeiden määrä on vähäinen eikä näin ollen vaikuta kokonaisuudessa läjitettävien jakeiden määrään eikä laatuun. PAF-sivukivialueelle voidaan tarvittaessa läjittää myös vesienkäsittelyn stabiloinnissa syntyvä jae, jos sitä ei saada hyödynnettyä alueellisesti tai paikallisesti rakennusmateriaalina.

2.5.3 Rikastushiekka-altaat

2.5.3.1 Muodostuvat rikastushiekkajakeet

Mineraalien prosessoinnin yhteydessä syntyvät rikastushiekat jaetaan kahteen eri laatuun korkearikkiseen (High S) ja matalarikkiseen (LIMS) rikastushiekkaan. Nämä rikastushiekkajakeet läjitetään omille alueilleen.

Matalarikkinen rikastushiekka koostuu kahdesta eri virrasta. Pääosa on pyriitin esivaahdotuksessa syntyvää jätettä ja alle prosentti magneettierottimen ei-magneettista (LIMS_EM4) jaetta. Pyriitin esivaahdotuksenjätteestä noin puolet (53,41 %) on klinopyrokseenia ja lähes viidennes (19,12 %) marialiittiä. Matalarikkinen rikastushiekka on siis varsin silikaattivaltaista. Prosessissa esiintyvä mahdollinen kuitumineraali on aktinoliitti, mutta se ei kuitenkaan ole mikroskooppisissa tarkasteluissa havaittu kuitumuotoisena vaan pyöristyneinä (GTK 2018). Matalarikkisessä rikastushiekassa raskasmetallien pitoisuudet olivat kaikilta osin alhaisia.

Korkearikkinen (High-S) rikastushiekka koostuu pyrrotiitin esivaahdotuksen rikasteesta (PoER), joka on ko. vaahdotuksen jäte eli rikastushiekka, pyriitin kertausvaahdotuksen jätteestä (PyKJ) ja pyriittivaahdotuksen syötteen vedenerotussyklonin ylitteestä (Sy). Näitä jakeita syntyy keskimäärin PoER-PyKJ-Sy suhteessa (%) 40–37–23. Pyrrotiitin esirikasteesta (POER) lähes puolet on pyrrotiittia (47,58 %) ja yli kolmannes (37,95 %) magnetiittia. Pyriitin kertausjätteessä (PYKJ) on pyriittiä kolmannes (30,91 %) ja klinopyrokseenia lähes kolmannes (27,19 %). (GTK 2018) Korkearikkisessä rikastushiekassa havaittiin kummassakin jakeessa koboltin, kuparin ja nikkelin osalta kohonneita, ylemmän ohjearvotason ylittäviä pitoisuuksia.

Korkearikkisen rikastushiekan lisäksi korkearikkiselle rikastushiekka-altaalle läjitetään vesienkäsittelyssä muodostuvia sakkoja, rikastamolla prosessissa muodostunut ja puhdistuksessa poistettu materiaali, esimerkiksi vaahdotuskennojen, valmentimien ja putkistojen sisäpinnoille tarttunut materiaali, sekä Rautuvaaran laskeutusaltaan, teiden ja infran ylläpidosta syntyvä jätemateriaali. Puhdistuksessa ja infran ylläpidosta syntyvien jakeiden määrät ovat niin vähäisiä, ettei niillä ole käytännössä merkitystä läjitettävän jätteen kokonaismäärään. Mikäli stabiloinnista saatavaa tuotetta ei voida hyödyntää, voidaan se sijoittaa korkearikkisen rikastushiekan altaalle. Allassuunnitelmia on kuvattu tarkemmin tämän lupahakemuksen liitteessä 17-12.

Vuonna 2017 suoritettiin koelouhinta ja koerikastus. Koerikastuksen rikastusjäännös karakterisoitiin ja myös rikastushiekka-alueiden tuotannonaikaiset ylitevedet ja sulkemisen jälkeiset suotovedet mallinnettiin uudelleen analyysitulosten pohjalta. Koerikastuksen pohjalta saadut karakterisointitiedot ja vesilaadut kuvataan ympäristölupahakemuksen liitteenä 4 olevassa Kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmassa.

LIMS-rikastushiekka sisältää vähemmän rikkiä, ja se käsitetään mahdollisesti happoa tuottavana (PAF) materiaalina. LIMS-rikastushiekka läjitetään vanhan Rautuvaaran rikastushiekan läjitysalueen päälle. Rikastushiekka-alue on ollut Rautaruukki Oyj:n sekä Outokumpu Oy:n käytössä vuosina 1978–1996. Altaaseen on aiemmin läjitetty arviolta noin 5 Mm^3 rikastushiekkaa.

Pyriittiä ja magneettikiisua sisältävä High-S-rikastushiekka luokitellaan mahdollisesti happoa tuottaviin (PAF) materiaaleihin ja sijoitetaan rikastushiekka-alueella sijaitseville erillisille varastoalueille (Kuva 2-13).

Rikastushiekan läjitys toteutetaan sakeutetun rikastushiekan läjityksenä (Thickened Tailings Deposition). LIMS-rikastushiekka sakeutetaan rikastamolla 74 massa- % kiintoainespitoisuuteen ja High-S-rikastushiekka 60 massa- % kiintoainespitoisuuteen. LIMS-rikastushiekka asettuu läjityksessä noin 3,7 %:n kaltevuuteen. Runsasrikkinen rikastushiekka läjitetään vedenpinnan alle ja hiekka läjittyy vaakatasoon. LIMS-rikastushiekan arvioidaan saavuttavan läjityksessä 83 massa- % kiintoainespitoisuuden. Korkearikkisen rikastushiekan on arvioitu saavuttavan lopulta 80 massa- % kiintoainespitoisuuden.

Rikastushiekka-altaille sijoitettavien jakeiden määrät on esitetty taulukossa (Taulukko 2-7).

Taulukko 2-7. Toiminnan aikana rikastushiekka-altaille sijoitettavien jätejakeiden määrät.

Läjitettävä jae	Luokitus	Yhteensä Mt	Vuotuinen määrä Mt/a
Matalarikkinen rikastushiekka (LIMS)	PAF	53,3	3,0
Korkearikkinen rikastushiekka (High-S)	PAF	17,6	1,0
Prosessilaitteiden puhdistuksessa syntyvät sakat ja lietteet			Vähäisiä määriä*
Vesienkäsittelyssä syntyvät karbonaatti- ja kipsisakat		0,05	0,002
Stabiloinnin lopputuote		3,12	0,16
Metallienpoistossa syntyvät sakat		0,28	0,015

**Puhdistuksessa ja infran ylläpidosta syntyvien jakeiden määrät ovat niin vähäisiä, ettei niillä ole käytännössä merkitystä läjitettävän jätteen kokonaismäärään.*

2.5.3.2 Stabilointi

Hannukaisen hankkeen vesienkäsittelyprosessissa otetaan yhtenä osana käyttöön käänteisosmoosiin perustuva prosessiveden kierrätysjärjestelmä sekä muodostuvan konsentraatin käsittely ja stabilointi. Hannukainen Mining Oy:n omistajayhtiö Tapojärvi Oy on kehittänyt ja tuotteistanut betonointiin teollisuuden sivutuotteisiin perustuvia portlandsementtiä korvaavia sideaineita. Sulfaatit määritellään tavallisesti kestävyyttä heikentäviksi rasitustekijöiksi. Kehitetyssä stabilointimateriaalissa sulfaatti hyödynnetään siten, että tuloksena syntyy tiivis stabiloiva sideainematriisi.

Stabilointimateriaalin käyttökohteita ovat sivukivikasan veden- ja hapenläpäisevyyden pienentäminen tiivistämällä kasaa juotosbetonilla, kovettuva kaivostäyttö, vettä ja happea läpäisemätön stabiloiva peiterakennemateriaali sekä betonituotesovellutukset.

Potentiaalisia muita tuotesovellutuksia ovat: pienelementit, raskaat ei-kantavat betonielementit, harkot, pihalaatat, lämmönkestävät tiilielementit, liikenne-esteet, kulkutiet ja päällysteet.

Lisäksi voidaan valmistaa betonimursketta, jota voidaan käyttää kaivosinfran teiden rakentamisessa ja kunnostuksessa sekä esimerkiksi lähiseudun ympäristömatkailukohteiden kulkuväylien kunnostuksessa ja uusien esteettömien kulkuväylien rakentamisessa.

Stabiloinnissa syntyy kiinteää tuotetta noin 156 000 t/a eli yhteensä koko kaivoksen toiminta-aikana noin 3,2 Mt. Syntyvä lopputuote hyötykäytetään kaivosalueella tai läjitetään joko korkearikkiselle rikastushiekka-alueelle tai mahdollisesti happoa tuottavalle sivukivialueelle. Stabiloinnissa syntyvän tuotteen laatu on kuvattu jätehuoltosuunnitelmassa (Ympäristölupahakemuksen Liite 4). Tuotteelle pyritään löytämään myös kaupallista hyötykäyttöä, jolloin sen loppusijoittamisesta kaivoksen jätealueille voitaisiin ainakin osittain luopua.

2.5.3.3 Rikastushiekan pumppaus

LIMS-rikastushiekkaa pumpataan mäntäpumpuilla tehdasalueelta läjitysalueelle pääosin maan päälle asennettua kumivuorattua teräsputkilinjaa pitkin. Putken rinnalle asennetaan varalinja. Pumppauksen mitoitusvirtaama on 350 m³/h.

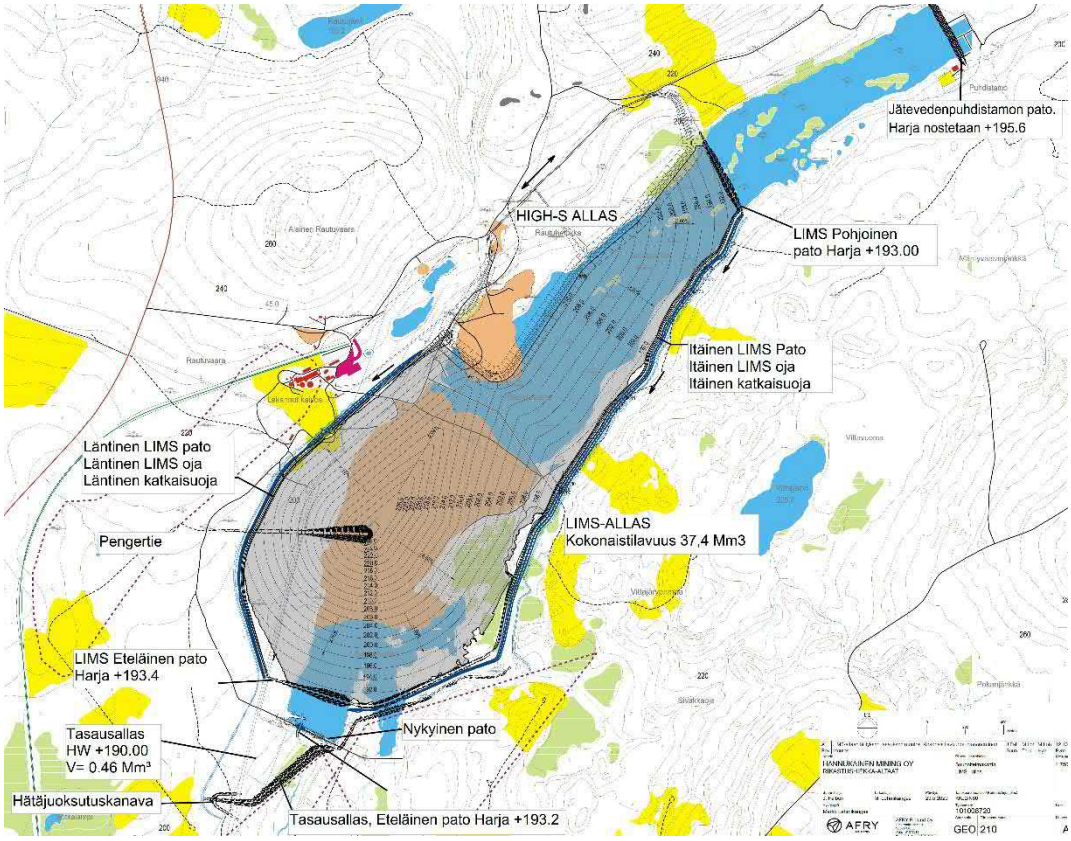
High-S-rikastushiekkaa pumpataan mäntäpumpuilla tehdasalueelta läjitysalueelle pääosin maanpäälle asennettua kumivuorattua teräsputkilinjaa pitkin. Putken rinnalle asennetaan varalinja. Pumppauksen mitoitusvirtaama on 130 m³/h.

Tarkemmat laitemitoitukset tarkistetaan myöhemmissä suunnitteluvaiheissa.

2.5.3.4 Vaadittavat rakenteet

Rikastushiekan läjitys Rautuvaaran alueelle vaatii seuraavat rakenteet (Kuva 2-13):

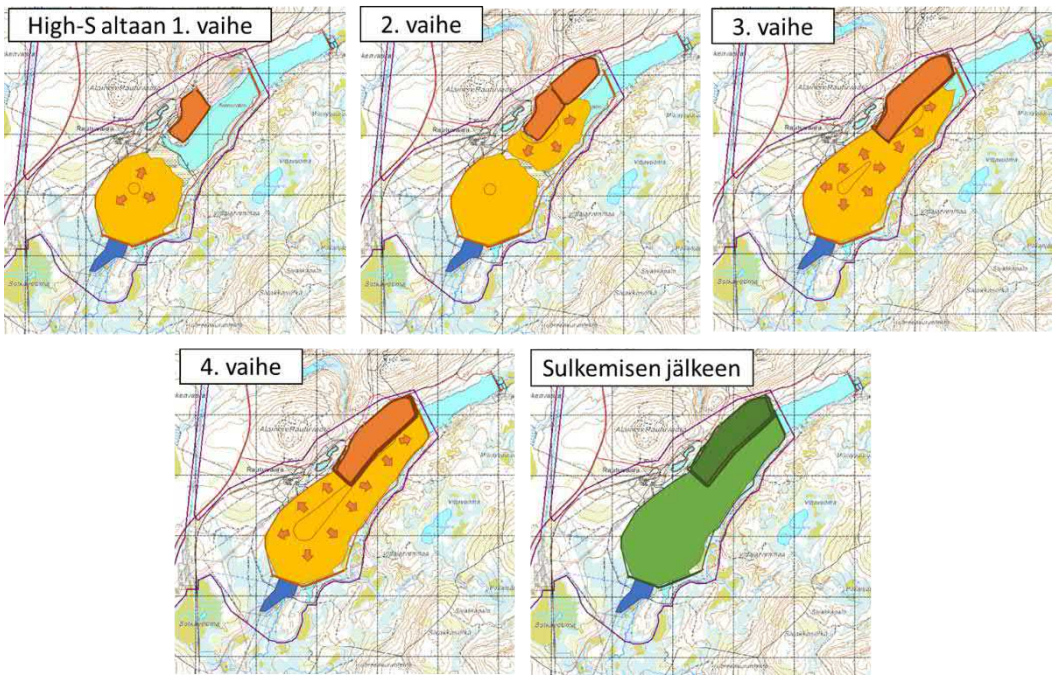
- tasausallas ja tasausaltaan pato
- LIMS-rikastushiekka-alueen eteläinen pato
- LIMS-rikastushiekka-alueen pohjoinen pato
- High-S-rikastushiekka-alueen pohjarakenteet ja pato
- jätevedenpuhdistamon padon korotus
- aluetta rajaavat ympärysojat ja huoltotiet.



Kuva 2-13. Rikastushiekka-alue Rautuvaarassa.

2.5.3.5 Rakentamisen ja käyttöönoton vaiheistus

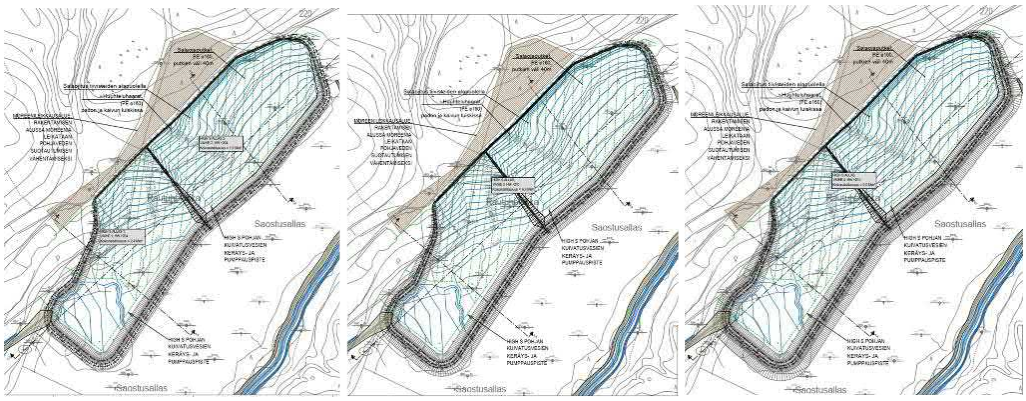
Rikastushiekka-alueen rakentaminen aloitetaan heti toiminnan alkuvaiheessa ja läjitys tapahtuu vaiheittain (Kuva 2-14). Rikastushiekka-alue rakennetaan valmiiksi heti toiminnan alussa, pois lukien korkearikkinen rikastushiekka-allas, joka rakennetaan vaiheittain. Rikastushiekka-alueen eteläinen ja pohjoinen pato sekä tasausallas rakennetaan ennen rikastamon tuotannon aloitusta. Myös jätevedenpuhdistamon padon korotus tehdään toiminnan alkuvaiheessa. Samanaikaisesti rikastushiekka-alueen ympärille kaivetaan ympärysojat ja tarvittavat huoltotiet.



Kuva 2-14. Rautuvaaran rikastushiekka-alueen läjityksen vaiheistus.

Korkearikkisen rikastushiekan varastoaltaan suunniteltu lopputilanteen kokonaistilavuus HW-tasossa on 9,6 Mm^3. Allas rakennettaan neljässä vaiheessa toiminnan edetessä (Kuva 2-15).

- **Vaihe 1**: eteläinen allasosuus ja noin puolet kokonaisalueesta, padon harjan taso +207. Tilavuus 2 400 000 m^3
- **Vaihe 2**: pohjoinen allasosuus, padon harjan tasolla +207. Tilavuus 1 200 000 m^3.
- **Vaihe 3**: rakennetaan korottamalla reunapatoa ulospäin koko alueen ympäri tasoon +212. Tässä vaiheessa altaiden välipatoa ei koroteta, vaan se jää täytön sisään. Tilavuus 3 300 000 m^3.
- **Vaihe 4**: rakennetaan korottamalla reunapatoa tasoon +215. Tilavuus 2 600 000 m^3.



Kuva 2-155. Vasemmalla: allasvaiheet 1 (eteläinen) ja 2 (pohjoinen), keskellä: allasvaihe 3, oikealla: allasvaihe 4. Kuvat isompana Liitteessä 17-12.

2.5.3.6 Padot ja pohjarakenteet

Tyyppipoikkileikkaukset alla esitetyistä padoista on esitetty tämän lupahakemuksen liitteessä 17. Kun kaivosalueen hallintaoikeus siirtyy Hannukainen Mining Oy:lle, vanhat Rautaruukki Oy:n padot siirtyvät kaivosyhtiön haltuun.

LIMS-rikastushiekka-alue eristetään ympäristöstä padoilla ja ojilla. Erillisiä pohjarakenteita ei rakenneta, vaan läjitys tapahtuu osin alueella olevan vanhan rikastushiekan päälle.

Pohjoisen padon tarkoitus on erottaa rikastushiekka-alue ja olemassa oleva pohjoinen allas, jota Tunturi-Lapin Vesi Oy (TLV) käyttää käsiteltyjen jätevesien purkualtaanaan. Pato on lisäksi sijoitettu kokonaisuudessaan alueelle, jolta pohjaveden luontainen virtaussuunta kohdistuu Niesajoen suuntaan. Pato rakennetaan maapatona, jossa on huonosti vettä läpäisevä tiivistyssydän. Niesajoen vanhat pohjasedimentit ja mahdolliset turvekerrokset poistetaan padon alta koko padon leveydeltä ja korvataan huonosti vettä läpäisevällä moreenilla, jonka vedenläpäisevyys on enintään 3x10-7 m/s. Padon tiivissydän rakennetaan vastaavasta moreenista. Padon pituus on noin 500 m ja maksimikorkeus 6,5 m.

Eteläisen padon avulla erotetaan rikastushiekka-alue tasausaltaasta. Pato rakennetaan maapatona, jossa on huonosti vettä läpäisevä tiivistyssydän. Niesajoen vanhat pohjasedimentit ja mahdolliset turvekerrokset poistetaan padon alta koko padon leveydeltä ja korvataan huonosti vettä läpäisevällä moreenilla, jonka vedenläpäisevyys on enintään 3x10-7 m/s.

Tunturi-Lapin Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamon lähellä olevaa **patoa** (jätevedenpuhdistamon pato) korotetaan varotoimenpiteenä hätätilanteen varalle, mikäli korkearikkisen rikastushiekka-altaan pato murtuisi ja korkearikkinen rikastushiekka purkautuisi pohjoiseen altaaseen. Ylimääräinen varastotilavuus vaatii olemassa olevan padon korotusta 4 metriä. Padon uusi korkeus on maksimissaan 8,6 m. Padon tiivistyssydän rakennetaan huonosti vettä läpäisevästä moreenista (k<3x10-7m/s) ja pato korotetaan ulottumaan 4 m altaan ylävesipinnan yläpuolelle ja 0,4 m vedenpinnan yläpuolelle korkearikkisen padon murtumisen varalta. Padon korotuksen yhteydessä patoon rakennetaan myös ylijuoksutuskynnys hätätilanteiden varalle.

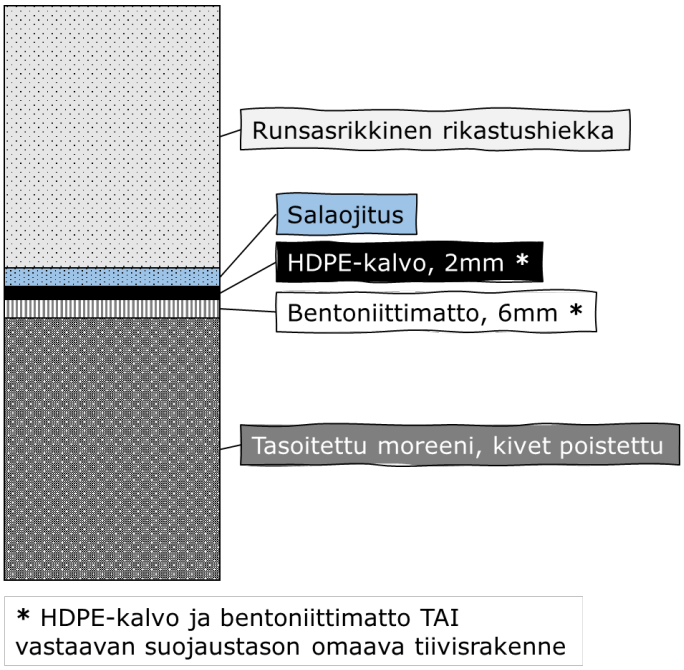
Rikastushiekka-alueen **tasausallas** rakennetaan heti toiminnan alussa vanhan rikastushiekka-altaan eteläpuolelle. Vanha rikastushiekka-allas on ollut Rautaruukki Oyj:n sekä Outokumpu Oy:n käytössä vuoteen 1996 asti. Rikastushiekka-altaan sulkeminen toteutettiin 2017-2019. Uusi rikastushiekka pyritään läjittämään vanhojen rikastushiekkojen päälle. Tasausaltaan pato on maapato, jossa on huonosti vettä läpäisevä tiivistyssydän. Padon kuivavara on 3,2 m, joka perustuu kerran 10 vuodessa toistuvaan roudan syvyyteen. Padon tiivistyssydän rakennetaan huonosti vettä läpäisevästä moreenista, jonka vedenläpäisevyys on enintään $3x10^{-7}$m/s. Padon tiivistyssydän ulottuu 0,8 m ylävesipinnan yläpuolelle. Patoon rakennetaan hätätilanteiden varalle ylijuoksutuskynnys, joka sijaitsee padon länsipäässä (Kuva 2-13).

Korkearikkisen rikastushiekan altaiden suunnitellulle alueelle on tehty täydentäviä maaperätutkimuksia painokairauksin ja maanäytteenotoin talvella 2019 – 2020, joiden yhteydessä alueelle asennettiin myös uusia pohjavesiputkia.

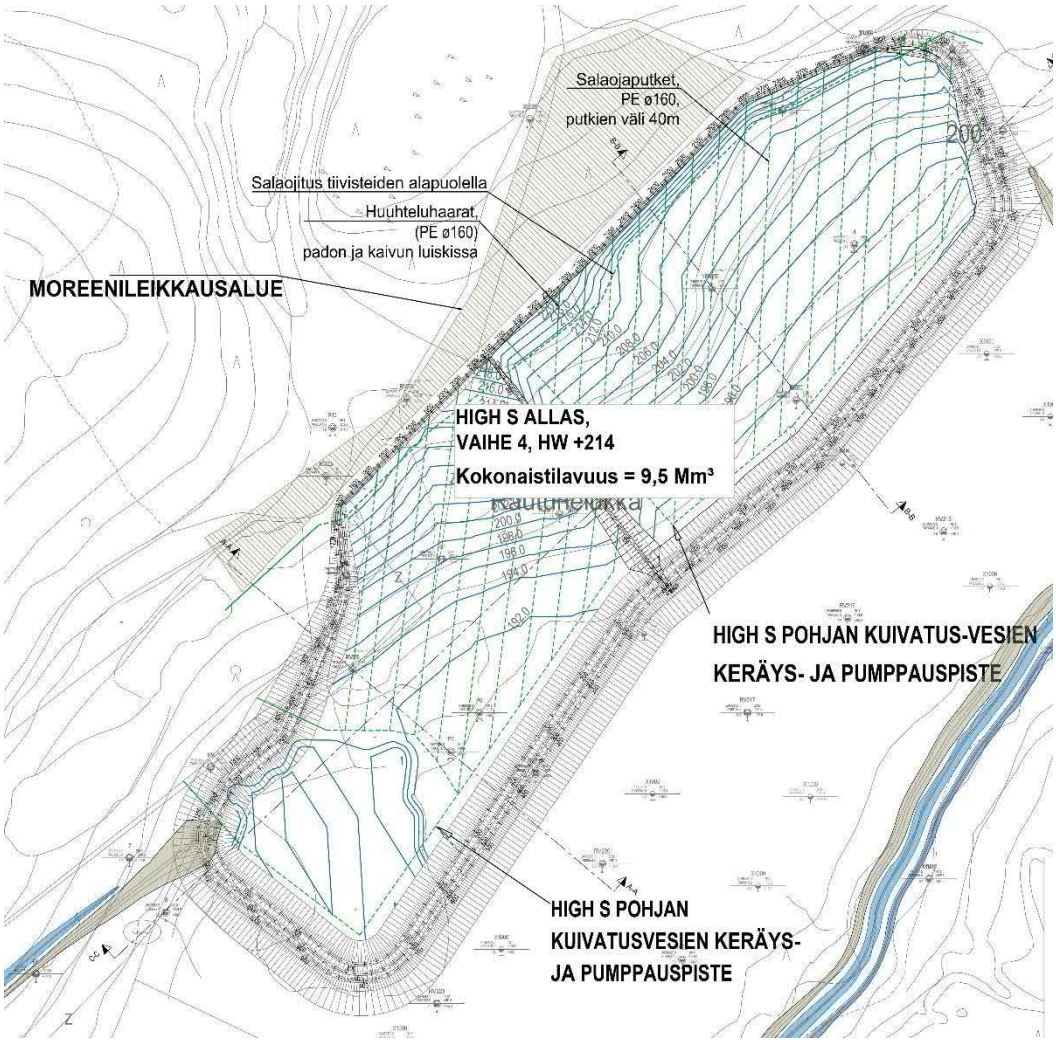
Altaiden pohjille on tehty alustava tasaussuunnitelma, jota tarkennetaan ennen rakentamista täydentävien pohjatutkimusten perusteella. Lähtökohtana on, että altaan pohjalle jää vähintään 1,0 metrin tiivis kerros riittävän (min. 20%) hienoainespitoisuuden omaavaa moreenia ja pohjavedenpaine on hallittavissa. Altaiden pohjalta kaivettavaa moreenia käytetään patorakenteisiin. Mikäli kaivettavaa moreenia ei voida suoraan käyttää patorakenteissa, kaivettu moreeni läjitetään siten, että hienoainesmoreeni ja karkearakeisempi moreeni erotellaan eri kasoihin.

Hienoainesmoreenikerroksen lisäksi korkearikkisten rikastushiekka-altaiden pohjan ja padon luiskan tiivisterakenteeksi asennetaan ympäristönsuojelurakenne, joka koostuu 2 mm HDPE-kalvosta ja sen alle asennettavasta bentoniittimatosta tai vastaavasta tiivisrakenteesta. Bentoniittimaton asennusalustana toimii tasattu ja tiivistetty pohjan hienoainesmoreeni.

Korkearikkisen rikastushiekan altaiden reunapatojen ja välipadon harjan leveys on suunnitelmien mukaan vähintään 5 metriä ja luiskakaltevuus on enintään 1:2. Padon harjalle tehdään 500 mm vahvuinen liikennöintikerros ja ulkoluiskaan 300 mm vahvuinen eroosiosuojaus. Patojen kuivavara on vähintään 1,0 metri. Patojen runko on esitetty rakennettavan moreenista: märkä- puolella hienoainespitoisuuden omaavaa moreenia, jolla on tiivistettynä riittävän pieni vedenläpäisevyysarvo. Kuivapuolella voidaan käyttää kaivumaista saatavaa karkeampaa moreenia. Reunapatojen ja välipadon nk. märkäpuolen luiskaan asennetaan ympäristönsuojelurakenteena toimiva HDPE-kalvo- ja bentoniittimattorakenne tai jokin muu vastaavan tiiviystason omaava rakenne.



Kuva 2-16. Runsasrikkisen rikastushiekka-alueen pohjarakenne.



Kuva 2-17. Runsasrikkisen rikastushiekan läjitysalue ja suunnitellut padot.

Tunturi Lapin Vesi Oy:n Jätevedenpuhdistamolle ja itäiselle padolle sekä poroerotuspaikalle johtava tie kulkee läheltä korkearikkisiä rikastushiekka-altaita. Tie siirretään etäämmälle altaista ja tien ja altaan väliin rakennetaan kaivosalueen raja-aita. Tienhoidossa mahdollisesti lentävien lumi- ja jääpaakkujen altaan rakenteisiin pääsemisen estämiseksi voidaan ko. tienosalle rakentaa kaivospiirin aita tiiviimmästä verkosta tai jopa umpiseinäisenä. Kriittiset kerrokset patorakenteessa ovat näkyvissä vain aivan alkuvaiheessa lyhyen hetken, ennen kuin allasta aletaan täyttää. Allas täyttyy vedellä hyvin nopeasti ja kiintoaineksella pikkuhiljaa. Tiiviiden rakenteiden vaurioitumisen mahdollisuus on hyvin pieni.

2.6 Raaka-aineet ja kemikaalit

2.6.1 Polttoaineet ja polttoaineiden jakeluasemat

Biopolttoaineet

Hankealueelle on suunniteltu kaksi voimalaitosta. Suurempi voimalaitos (5–6 MW) on suunniteltu sijoitettavan rikastamoalueelle Rautuvaaraan ja pienempi (1–1,5 MW) Hannukaisen kaivosalueelle. Lämpölaitosten rakentamisesta ja operoinnista vastaa

lämmöntoimittaja. Molemmilla lämpölaitoksilla käytetään pääasiallisena polttoaineena biopolttoainetta. Biopolttoainetta käytetään yhteensä noin 10 000–15 000 t/a. Kevyttä polttoöljyä käytetään molemmilla voimalaitoksilla varapolttoaineena.

Kevytpolttoöljy

Kaivoksen tuotantovaiheen koneiden ja ajoneuvojen dieselpolttoaineen kulutukseksi on arvioitu 2 800 m^3/a. Suunnitelmien mukaan osa kaivoskoneista on sähkökäyttöisiä, mikä pienentää dieselin kulutusta.

Hankealueelle suunnitelluissa kahdessa lämpövoimalaitoksessa käytetään kevyttä polttoöljyä lämmöntarpeen huippuaikoina talvella, vuosittaisen kiinteän polttoaineen kattilan huoltoseisokin aikana kesällä sekä ennakoimattomien kiinteän polttoaineen kattilan seisokkien aikana. Lämpölaitoksilla käytettävä kevyen polttoöljyn määrä on yhteensä suunniteltu olemaan maksimissaan 500 t/a.

Hannukaisen alueelle on tulossa kaksi polttoaineiden jakeluasemaa, raskaille ja kevyille ajoneuvoille. Raskaiden ajoneuvojen polttoaine varastoidaan kahdessa maanpinnan yläpuolella olevassa säiliössä (á 75 m^3). Kevyiden ajoneuvojen polttoaine varastoidaan maanpinnan yläpuolisessa säiliössä, joka on tilavuudeltaan 10–20 m^3.

Polttoainevarastojen rakentamisessa ja sijoittelussa noudatetaan niitä koskevaa lainsäädäntöä ja Tukes-ohjeita. Polttonestevarasto rakennetaan SFS 3350:2016 - standardin, ”Palavien nestemäisten kemikaalien varastopaikka ja siellä olevat kemikaalien käsittelypaikat” mukaisesti.

Polttoaineet varastoidaan asianmukaisesti merkityissä säiliöissä. Säiliöt ovat lämpöeristettyjä, ja ne varustetaan ylitäytönetsimillä sekä vuodonilmaisujärjestelmillä. Käytettävät säiliöt ovat kaksoisvaippasäiliöitä, tai ne on varustettu varoaltailla.

Jakeluasemaan kuuluvat sen toimintaan liittyvät säiliöt, jakelulaitteet ja rakennukset. Jakeluasemat rakennetaan standardin SFS 3352 ”Palavien nesteiden varastointi ja käsittely jakeluasemalla” vaatimusten mukaan. Standardin päivitys on parhaillaan käynnissä ja mahdolliset muutokset standardissa huomioidaan toiminnassa. Jakeluasemien osalta huomioidaan myös Valtioneuvoston asetuksen VNa 314/2020 vaatimukset. Polttoaineen lastaus- ja purkupaikat rakennetaan tiivispintaisina ja viemäröityinä niin, että mahdolliset vuodot eivät pääse maaperään. Varastosäiliöt sijoitetaan betonilaatalle, jonka reunat on korotettu törmäyssuojauksen takia. Viemäreihin asennetaan öljynerottimet, jotta polttoaineet ja öljyt eivät pääse kulkeutumaan hulevesien mukana.

Konekalustoa käytetään lähinnä kaivoksen toiminnassa Hannukaisessa. Rakennussuunnitelmissa on tarkat suunnitelmat kaluston huoltotiloista, tankkausalueesta ja pysäköinnin alueesta.

Koko tukitoiminta-alue on asfaltoitu kahdella eri kerroksella, vahvuudeltaan yhteensä 5+4 cm, ja pohjustettu vankalla rakenteella (MR 1 karttakuvassa). Kerrosrakenteet ja alueen rajaus on esitetty liitteessä 17-2.

Piha-alue on varustettu keräilykaivoilla, joissa on öljynerottimet. Asfalttipinnalla on selvät kaadot ko. kaivoja kohti.

Vastaava pinnoitettu alue on huoltohallin ympärillä myös Rautuvaaran rikastamolla. Konekalustoa on siellä kuitenkin olennaisesti vähemmän.

Kummassakin kohteessa on lämpimät sisätilat, kiinteät huoltorakennukset suunniteltuna juuri raskaiden maansiirtokalustojen huoltoa varten. Nämä rakennukset on varustettu säännösten mukaisesti mm. öljynerotuskaivoilla ja muilla öljyjen käsittelyyn varustetuilla laitteilla ja tiloilla.

2.6.2 Räjähteet

Räjähdysaineiden raaka-aineet varastoidaan erikseen ja niiden varastoinnille ja käytölle haetaan Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) lupa. Räjäytyksissä käytetään pumpattavia emulsioräjähteitä, kuten Kemiittiä. Emulsioräjähdysaineen komponenttien varastointi ja käsittelytilat sekä räjähdysainevarasto sijaitsevat erikseen aidatuilla alueilla Hannukaisen avolouhoksen ja sivukivikasojen länsipuolella. Emulsioräjähteen komponenttien lopullinen sekoitus tapahtuu työmaalla paikan päällä erityisissä räjähdekomponenttien sekoitusajoneuvoissa. Tuotantoon liittyviä räjäytyksiä tullaan täyden tuotannon vaiheessa suorittamaan arkipäivinä pääsääntöisesti 2-3 kertaa viikossa, mutta tarvittaessa useammin. Räjäytysmäärä on noin 500 000 – 1 000 000 tonnia kiveä viikossa.

Tuotantoon liittyvistä räjäytyksistä ilmoitetaan etukäteen lähiasukkaille esimerkiksi tekstiviestillä. Panostustyötä ja muuta pienimuotoisempaa räjähteiden käsittelyä sekä räjäytystöitä, jotka eivät liity tuotantoon, voidaan tehdä mihin vuorokaudenaikaan tahansa.

Emulsioräjähdysaineessa happea antavilla (nitraatti) ja palavilla (öljyt) aineilla on erittäin suuri yhteinen kosketuspinta-ala ja emulsioiden valmistustekniikka on tarkka, minkä vuoksi räjähdyskaasut ovat suhteellisen puhtaita. Räjähdyksessä vapautuu kuitenkin aina pieniä määriä häkää ja typen oksideja. Emulsioräjähteiden vedenkesto on tyypillisesti erinomainen, joten niistä liukenee tavallisesti hyvin vähän typpeä, kuten nitraatteja kuivatusvesiin. Räjähtämättömien räjähdysaineiden jääminen kivikasoihin ehkäistään huolellisella ja siistillä panostustyöllä, sekä ohjeistuksilla, jotta voidaan ehkäistä räjähdysaineiden nitraattien ja öljyn liukenemista maaperään ja vesistöihin. Huolellisella ja siistillä panostustyöllä ja ohjeita noudattamalla voidaan ympäristövaikutukset minimoida. Myös haitallisten räjähdyskaasujen määrä voidaan pitää vähäisenä optimoimalla räjähdysaineen käyttöä ja käyttämällä räjähdysainetta oikein.

2.6.3 Kemikaalit

Toiminnassa käytetään kemikaaleja lähinnä rikastusprosessissa, vesienkäsittelyssä sekä korjaamolla.

Taulukossa (Taulukko 2-8) on listattu rikastamolla käytettävät kemikaalit sekä käyttötarkoitus. Taulukoissa esitettyjen kemikaalien lisäksi kaivoksella käytetään mm. huoltorasvoja, kevytpolttoöljyä, jäähdytinnestettä, hydrauliikka-, vaihteisto-, moottori- ja voiteluöljyjä, liuottimia, pesuaineita, pieniä määriä aerosoleja, maaleja sekä liimoja. Alueella voidaan tarvittaessa käyttää myös pölynsidonta-aineita sekä tiesuolaa. Kemikaalit käyttäytyvät prosessissa niiden kemiallisten ominaisuuksien mukaisesti. Valtaosa rikastuskemikaaleista päätyy rikasteeseen.

Taulukko 2-8. Rikastusprosesseissa käytettävät kemikaalit (t/a).

	Määrä t/a	Käyttötarkoitus	Toksisuus
Danafloat 245 ja Metyyli-isobutyyli-karbinoli (MIBC)	582	Magneettikiisun (Po) vaahdotus (DF/MIBC), CuAu vaahdotus (MIBC)	DF: Xn, R22, C, R34. H314, H290, H318 Ärsyttää silmiä, ihoa, hengitysteitä ja ruoansulatuskanavaa. Toksisuudesta vesieliöstölle ei ole tietoa. MIBC: Syttyvä neste ja höyry, H226. Ärsyttää voimakkaasti silmiä, H319. Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä, H335.
Flokkulantti AN 913 SH	200*	LIMS-rikastushiekan sakeutus	Ei toksinen.
Flokkulantti Magnafloc	5*	Kupariikasteen ja korkearikkisen rikastushiekan flokkulointi	Voi ärsyttää silmiä, ihoa, ja hengitysteitä.
Flotanol C-7	124	Vaahdotuskemikaali (Po)	Ärsyttää silmiä. Myrkyllinen vesieliöstölle. Ei CLP luokitusta
Dowfroth 250	1144	Vaahdotuskemikaali (Rikkivaahdotus Py ja Po)	Terveydelle haitallista nieltynä. Ärsyttää silmiä ja ihoa.
Rikkihappo, H_2SO_4	13 923	pH-arvon alentaminen Py ja Po vaahdotuksessa	Myrkyllinen, haitallinen, aiheuttaa palovammoja. Leimahtaa kosketuksessa metalleihin.
Sammutettu kalkki, $Ca(OH)_2$	11 889	pH-arvon nostaminen CuAu vaahdotuksessa	Aiheuttaa palovammoja.
Kalium-amyyli-ksantaatti (PAX)	1300	Vaahdotuksen kokoojakemikaali (CuAu ja Po)	Helposti syttyvä kiinteä aine kat. 2 H228. Haitallista nieltynä kat. 4 H302. Myrkyllistä joutuessaan iholle kat.3 H311. Voi aiheuttaa allergisen reaktion kat. 1 H317. Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa kat.1A H314. Myrkyllistä vesieliöille, pitkäaikaisia vaikutuksia kat. 2, H411.
Natrium karboksimetyyli-selluloosa (CMC)	13	Vaahdotuksessa käytettävä kemikaali, painaja	Aiheuttaa ärsytystä/allergiareaktioita kosketettaessa ja hengitettynä.
Natrium-etyyli-ksantaatti (SEX)	39	Vaahdotuksen kokoojakemikaali (CuAu)	Syttyvä kiinteä aine kat. 2 H228 Haitallista nieltynä kat. 4 H302 Myrkyllistä joutuessaan iholle kat.3 H311 Voi aiheuttaa allergisen reaktion kat. 1 H317 Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa kat.1A H314 Erittäin myrkyllistä vesieliöille, pitkäaikaisia vaikutuksia kat. 1 H410
Natrium-isopropyyli-ksantaatti (SIBX)	2366	Vaahdotuksen kokoojakemikaali (Py ja Po)	Helposti syttyvä kiinteä aine kat. 1 H228 Haitallista nieltynä kat. 4 H302 Haitallista joutuessaan iholle kat.4 H312 Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa kat.1A H314 Myrkyllistä vesieliöille, pitkäaikaisia vaikutuksia kat. 2 H411
* luvut perustuvat Northlandin kokeisiin, koska tätä vaihetta ei ole vielä testattu uudelleen			

Vesienkäsittelyssä käytettävät kemikaalit ovat sammutettu kalkki ($Ca(OH)_2$), saostuksen apuaineet flokkulantit ja rautakoagulantti (PIX, rauta(III)sulfaatti), natriumkarbonaatti (Na_2CO_3), pH:n säätökemikaalit rikkihappo (H_2SO_4) ja/tai hiilidioksidi (CO_2). Lisäksi puhdasvesilaitoksella käytetään käänteisosmoosilla saostuksen estoainetta (antiscalant), kalvojen emäksisiä pesuaineita, kuten lipeää (NaOH) yhdistettynä pinta-aktiivisiin aineisiin

ja happamia pesuaineita esim. suolahappoa (HCl) tai muita kalvonpesuainevalmisteita. Konsentraatin stabiloinnissa hyödynnetään alueen kiviaineksia, kuten soraa ja rikastushiekkaa sementin lisäksi (Teollisuuden Vesi 2021).

Kemikaalien kulutus on verrannollinen käsiteltävän veden epäpuhtauksiin. Kalkin kulutusta nostaa saostettavien metallien määrä, alhainen käsiteltävän veden pH ja korkea sulfaatin määrä. Saostettavien aineiden määrän kasvaessa kasvaa myös vastaavasti muiden kemikaalien kulutus. Puhdasvesilaitoksen kohdalla kierrätysveden valmistuksen toimiessa jatkuvasti samalla virtaamalla, käytettävien kemikaalien määrä on tasainen ympäri vuoden ja eri toimintavuosina. Taulukossa (Taulukko 2-9) on esitetty arviot kemikaalien kulutuksista *normaalitilanteessa* ja keskiarvosadannalla (Teollisuuden Vesi 2021).

Taulukko 2-9. Keskimääräinen kemikaalien kulutus vesienkäsittelyssä normaalitilanteessa keskiarvosadannalla (Teollisuuden Vesi 2021)

Vedenkäsittely 1 - Puhtaan veden valmistus		t/a
Käänteisosmoosi 1 (RO1)		
Antiscalant		8,84
Happopesuaine		4,80
Emäspesuaine		0,51
Karbonaattisaostus "Pehmennys"		
Emäs, NaOH		412
Na2CO3		2 190
Rikkihappo		994
CO2		51
Käänteisosmoosi 2 (RO2)		
Happopesuaine		2,2
Emäspesuaine		0,2
Käänteisosmoosi (RO3)		
Happopesuaine		2,2
Emäspesuaine		0,2
Stabilointi		
Sementti (stabiloinnin apuaine)		71 172*
Rikastushiekka		23 736*
Hiekka (0/16)		118 679*
Vedenkäsittely 2 – Sulfaatinpoisto		
Sulfaatin saostus		
CaO		13 253
Polymeeri		51
Vedenkäsittely 3 - Metallien poisto		
Metallien poisto	Min	Maks
CaO	250	5 500
Koagulantti	5	110
Polymeeri	0,3	5,0
Mikrohiekka	1	16

*laskettu 6 kk käyttöasteen mukaan

2.6.4 Varastointi ja säilytys

Louhinnassa käytettävät kemikaalit varastoidaan Hannukaisessa niille tarkoitetussa kemikaalivarastossa. Kaluston huoltoon, ylläpitoon ja käyttöön liittyviä kemikaaleja, kuten öljyjä ja jäähdytinnesteitä, voidaan varastoida huoltohallin yhteydessä. Emulsioräjähdysaineen komponenttien varastointi ja käsittelytilat sekä räjähdysainevarasto sijaitsevat erikseen aidatuilla alueilla Hannukaisen avolouhoksen ja

sivukivikasojen länsipuolella. Emulsioräjähteen komponenttien lopullinen sekoitus tapahtuu työmaalla paikan päällä erityisissä räjähdekomponenttien sekoitusajoneuvoissa.

Rikastuskemikaalit ja vesienkäsittelyn kemikaalit varastoidaan asianmukaisesti Rautuvaaran teollisuusalueella rikastamon läheisyydessä sijaitsevassa kemikaalivarastossa, jolloin kemikaaleja ei päädy vesikiertoihin ja edelleen vesistöön varastoinnin yhteydestä.

Kemikaaliturvallisuuslainsäädäntöä sovelletaan kaivoksella käsiteltäviin vaarallisiin kemikaaleihin ja räjähteisiin. Sen nojalla vaarallisten kemikaalien, mukaan lukien räjähteet, laajamittainen käsittely ja varastointi voidaan suorittaa vain Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) myöntämän luvan nojalla. Räjähteiden ja kemikaalien osalta noudatettavat lainsäädännöt ovat Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005, Valtioneuvoston asetus räjähteiden valmistuksen, käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista 1101/2015 ja Valtioneuvoston asetus räjähteiden valmistuksen ja varastoinnin valvonnasta 819/2015.

2.7 Energia

2.7.1 Energian käyttö

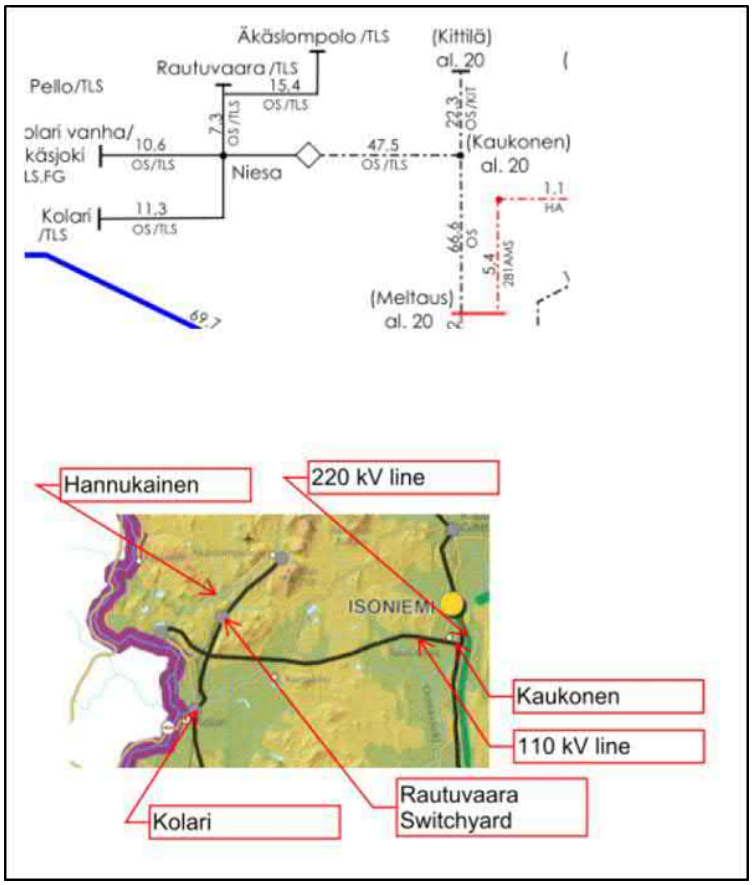
2.7.1.1 Sähkö

Sähkötehon tarpeen on arvioitu olevan Hannukaisen alueella 8 MW ja Rautuvaaran alueella 40 MW. Suurin osa sähköstä kuluu murskaukseen, jauhamiseen, kuljetuksiin ja pumppauksiin. Suunnitelmien mukaan kiinteät laitteet ovat sähkökäyttöisiä ja liikkuvasta kalustosta tullaan osa sähköistämään. Jonkin verran energiaa tarvitaan myös tilojen valaisemiseen ja lämmittämiseen. Sähkö ostetaan alueen ulkopuolelta.

Rautuvaaraan johtaa 110 kV voimajohto. Nykyinen sähköverkko on riittämätön hankkeen energiatarpeisiin nähden ja sen kapasiteettia on lisättävä. Rautuvaaran kytkinasemalta, 110 kV voimajohdosta on haaroitettava noin 11 kilometrin mittainen uusi siirtolinja Hannukaisen alueelle. Siirtolinja kulkee samaa reittiä hihnakuljettimen kanssa.

Rautuvaaran lähistöllä on 110 kV sähkölinja ja kytkinkenttä aiemman kaivostoiminnan ajalta (Kuva 2-19). Rikastushiekka-allasalue rakennetaan niin, että kytkinkenttä täytyy siirtää hieman eri paikkaan ja lisäksi sähkölinjaa siirretään noin 5 km matkalta. Hannukaisesta rakennetaan 20 kV voimajohto Rautuvaaran 110 kV sähköverkosta. Nykyiset sähköverkot löytyvät kuvasta (Kuva 2-18).

Varajärjestelmänä Hannukaisessa ja Rautuvaarassa pidetään n. 400 kW dieselkäyttöisiä generaattoreita sellaisia laitteita ja järjestelmiä varten, joille keskeytymätön sähkönsyöttö on välttämätöntä.



Kuva 2-18. Sähköverkot Hannukaisen lähistöllä.

Kuva 2-19. Rautuvaaran kytkinkenttä.

2.7.1.2 Lämpölaitos

Kaivosalueella tarvitaan lämpöä rakennusten ja veden lämmitykseen. Rikastamo itsessään tarvitsee vain jonkin verran lämpöä, sillä rikastamolaitteet tuottavat osan lämmöstä. Hankealueelle on suunniteltu kaksi voimalaitosta. Suurempi voimalaitos on suunniteltu sijoitettavan rikastamoalueelle Rautuvaaraan (Kuva 2-5) ja pienempi Hannukaisen teollisuusalueelle (Kuva 2-2). Lämpölaitoksista, kattiloiden savukaasulaitteista ja puhdistusjärjestelmistä vastaa lämmöntoimittaja. Molemmilla lämpölaitoksilla on suunniteltu käytettäväksi ensisijaisesti haketta. Kevyttä polttoöljyä käytetään molemmissa voimalaitoksissa lämmöntarpeen huippuaikoina talvella, vuosittaisen kiinteän polttoaineen kattilan huoltoseisokin aikana kesällä sekä ennakoimattomien kiinteän polttoaineen kattilan seisokkien aikana.

Vuosittainen lämmöntarve on Rautuvaarassa arviolta 29,2 GWh/a ja Hannukaisessa 10,5 GWh/a. Arvioidut huipputehon tarpeet ovat noin 9 MW (Rautuvaara) ja 2,3 MW (Hannukainen). Alustavien suunnitelmien mukaan Rautuvaaraan on tulossa haketta käyttävä kattila (polttoaineteho 6 MW) sekä kaksi kevyttä polttoöljyä käyttävää kattilaa (polttoainetehoiltaan 6 MW ja 2 MW). Hannukaiseen on tulossa haketta käyttävä kattila (polttoaineteho 1,5 MW) ja kevyttä polttoöljyä käyttävä kattila (polttoaineteho 2,3 MW).

Lämpölaitoksen päästöjä ilmaan on selvitetty tarkemmin ympäristölupahakemuksessa. Lämpölaitosten polttoainesäiliöiden valuma-altaan keräilyvedet, öljyn kuljetusauton purkupaikka sekä lämpölaitoksen prosessitilojen vedet johdetaan Hannukaisessa öljynerotuksen kautta käsiteltävien vesien altaaseen, ja Rautuvaarassa öljynerotuksen kautta vesienkäsittelyyn.

2.7.2 Energian käytön tehokkuus

Koska kaivoksen energiakulutus tulee olemaan varsin suuri, energiatehokkaiden koneiden, pumppujen ja laitteiden hankinnalla voidaan vaikuttaa energiankulutukseen. Tarkoituksena on varmistaa, että toiminnassa päästään kokonaisuutena mahdollisimman hyvään energiatehokkuuteen. Kaivostoiminnassa suurimman osan sähköenergiasta kuluttavat sähkömoottorit. Siksi on teknistaloudellisestikin järkevää käyttää mahdollisimman energiatehokkaita moottoreita, lainsäädännön vaatimuksista riippumatta.

Kaivoksen ja rikastamon suunnittelussa, sähkömoottoreiden, pumppujen, muuntajien ja muiden laitteiden mitoituksessa ja hankinnassa sekä sähkölinjan toteutuksessa energiatehokkuus on yksi valintaperuste. Esimerkiksi pumppujen nopeuden säätämiseen, kuljettimien käynnistämiseen ja suurta tehoa vaativien malmin jauhinmyllyjen käyttöolosuhteiden optimointiin voidaan käyttää mm. uuden teknologian mukaisia tehokkaita taajuusmuuntimia ja nesteresistanssikäynnistimiä.

Sähkömoottoreiden valinnassa noudatetaan ajantasaista lainsäädäntöä, energiatehokkuusvaatimuksia ja standardeja.

Pumpputyypit riippuvat pumpattavan aineen ominaisuuksista ja kuhunkin kohteeseen valitaan teknis-taloudellisesti paras pumppausratkaisu.

Rikastamo

Jauhatukseen on suunniteltu primaarimyllyksi tankomyllyjä, joiden maksimi tehonotto on 1900 kW. Sekundaarivaiheen jauhatukseen on suunniteltu 6500 kW kuulamyllyjauhatusta ja kuparipiirin lisäjauhatusmyllyksi on suunniteltu pieni 355 kW mylly. Magneettipiirissä

käytetään lisäjauhatusmyllynä 1700 kW:n kuulamyllyä. Myllyjen keskimääräinen tehonotto on normaaliolosuhteissa kuitenkin ilmoitettua maksimitehonottoa pienempi. Jauhatuksella pyritään optimaaliseen raekokoon, jolloin vältetään malmin turhaa jauhamista sekä turhaa energian kulutusta. Lisäksi liian hienolla materiaalilla on haitallisia vaikutuksia prosessin kannalta. Jauhatuksessa pitää pystyä reagoimaan tulevan syötteen laadun vaihteluihin ja pystyttävä muuttamaan jauhatuksen parametreja tilanteen mukaan, joten piirin säätömahdollisuuksilla on suuri merkitys myös energiatehokkuuden kannalta. Oikein valitut instrumentit ja niiden tehokkaat mittaus- ja säätöratkaisut mahdollistavat optimaalisen operoinnin, kuten myös myllyjen nopeudensäätömahdollisuus. Lisäksi myllyjen käytön ja laakeroinnin oikealla valinnalla voidaan merkittävästi alentaa sähköisiä ja mekaanisia häviöitä ja parantaa kokonaishyötysuhdetta. Jauhatuspiiriin toimivalla materiaalin luokituksella on merkittävä vaikutus optimiraekoon saavuttamiseen sekä energiasäästöihin. Kun tarpeeksi jauhettu materiaali saadaan pois jauhatuskierrosta, se ei vie turhaa jauhatusenergiaa. Luokituspiiriä säädetään virtaus-, tiheys- ja painemittausten perusteella.

Hannukaisen rikastusprosessi sisältää vaahdotusta kuparille, pyriitille ja magneettikiisulle sekä magneettierottelua magnetiitille. Kennoissa on tehokas sekoitusmekanismi, joka mahdollistaa laajan vaihteluvälin käytettävälle ilmamäärälle ja sekoitusteholle. Kierrosnopeudensäädön avulla voidaan etsiä oikea kierrosnopeus kulloiseenkin tilanteeseen sopivaksi. Tällöin säästetään energiaa esim. käynnistystilanteissa. Kuparin rikastuspiirissä on ensin kuparin esivaahdotuskennot. Esivaahdotuskennossa saadaan rikastettua suurikokoisemmat kuparia sisältäviä partikkelit karkeampana, jotka myöhemmin lisäjauhetaan lisäjauhatusmyllyssä. Tällä suunnitellulla prosessilla säästetään energiaa jauhatuskustannuksissa, koska vain murto-osa alkuperäisestä materiaalivirrasta tarvitsee jauhaa hienoon raekokoon. Rautarikaste erotetaan matalan intensiteetin magneettisilla rumpuerottimilla (LIMS). Rumpuerottimet ovat rakenteeltaan yksinkertaisia ja tehokkaita rikastuslaitteita, ja lisäksi niiden energian kulutus on hyvin alhainen verrattuna muihin rikastusmenetelmiin, sillä energiaa kuluu vain rummun pyörittämiseen.

Kupari- ja rautarikaste suodatetaan painesuodattimilla, joiden käyttö- ja energiankulutukset rikastetonnia kohden ovat matalat verrattuna muihin suodatinteknologioihin. Suodatin toimii hydraulisesti, ja mekaanisten liikkeiden tuottamiseen tarvittava energia on suhteellisen pieni.

Lietteiden ja vesien pumppaukseen kuluu rikastamolla myös huomattavasti energiaa. Jäte pyritään pumppaamaan mahdollisimman sakeana, jotta rikastushiekka-altaalta takaisin pumpattavan veden määrä olisi pieni, jolloin pumppauskustannukset laskevat. Taajuusmuuntajien käytöllä pumppujen moottoreissa saavutetaan energiasäästöjä erityisesti suurissa pumpuissa.

Lämpölaitos

Koska rakennettava lämpölaitos on uusi, lämpö tuotetaan lämpölaitoksessa käyttäen parasta käytettävissä olevaa teknologiaa. Kattilan energiatehokkuudesta ei ole saatavilla vielä tarkkoja tietoja, sillä lämpölaitoksen toimittajaa ei ole valittu.

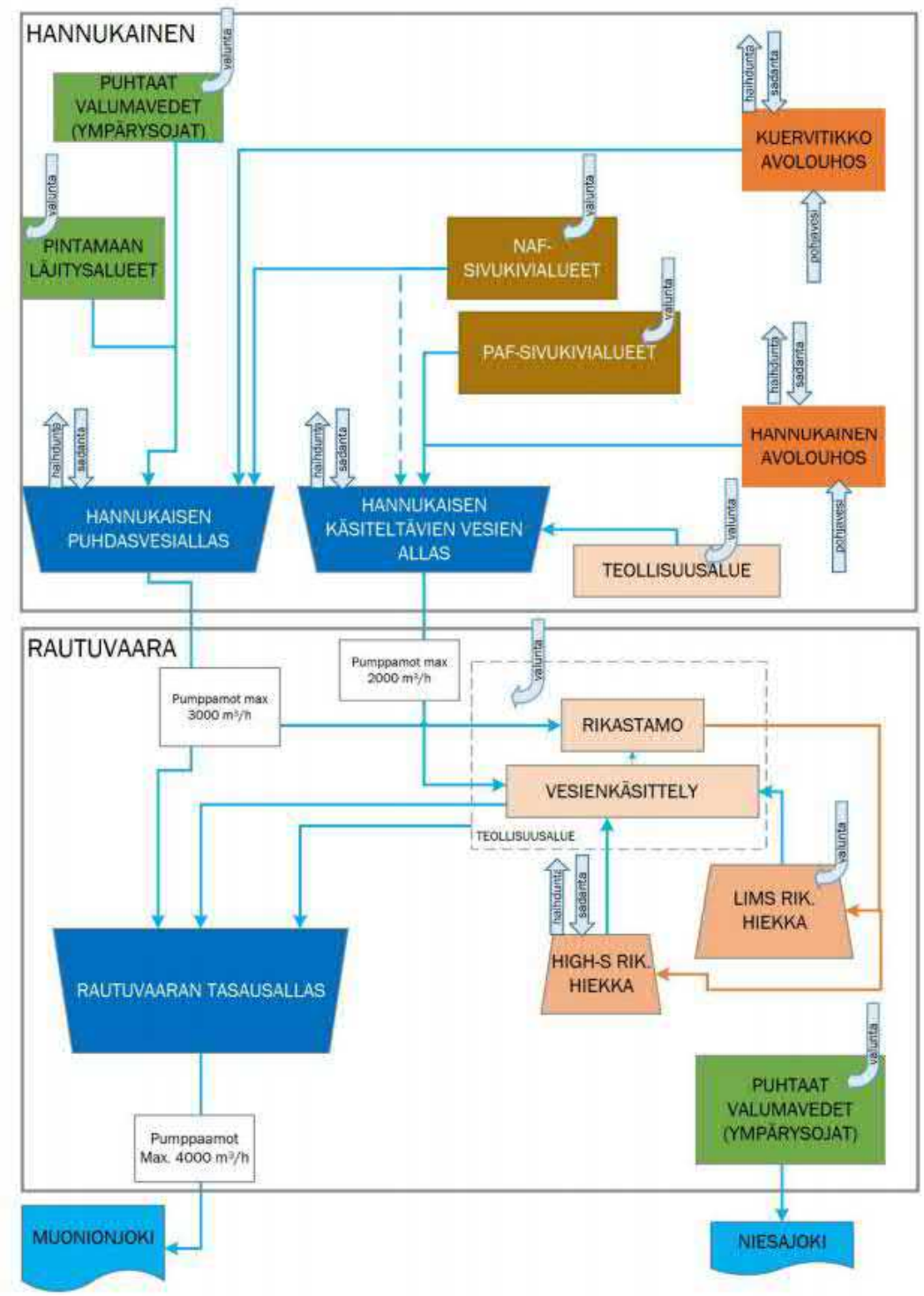
Kuljetukset

Kaivostoiminnalle on luonteenomaista suurten massamäärien liikuttelu ja käsittely. Rikasteiden kuljetuksiin käytetään junia autojen sijaan. Kaivoksella tullaan käyttämään

suuria koneyksiköitä, jolloin energian kulutus koneyksikköä ja käsiteltyjä tonneja kohden on mahdollisimman alhainen. Kuljetuksiin liittyen sivukiven ja maanpoistomaiden läjitys ovat merkittävimmät energiankuluttajat. Polttoaineen kulutus ja näin ollen päästöt ilmaan pyritään minimoimaan optimoimalla sivukiven ja maanpoistomaiden läjitysten kuljetusmatkat.

2.8 Vesien hallinta

Tässä kappaleessa on kuvattu kaivoksen vesienhallinta, vesikierrot, vesimäärät ja vesienkäsittely yleisellä tasolla. Tarkemmat vesitaselaskelmat ja vesienkäsittelyyn liittyvä suunnitelma on esitetty ympäristölupahakemuksen liitteissä 8 ja 9. Toiminnan yleinen vesikierto on esitetty kuvassa (Kuva 2-20). Hannukaisen alueella muodostuvat vedet johdetaan veden laadusta riippuen Hannukaisessa sijaitsevaan puhdasvesialtaaseen tai käsiteltävien vesien altaisiin. Puhdasvesialtaasta ylitevesi pumpataan Rautuvaaran tasausaltaaseen. Hannukaisessa muodostuvat, toiminta-alueiden ulkopuoliset puhtaat valumavedet johdetaan Äkäsjoen, Valkeajoen ja Kuerjoen suuntiin. Rautuvaaran alueella muodostuvat teollisuusalueen ja rikastushiekka-alueen vedet kerätään Rautuvaaran tasausaltaaseen. Ylitevesi, jota ei käytetä prosessissa, puretaan tasausaltaalta putkilinjaa pitkin Muonionjokeen. Rautuvaarassa muodostuvat puhtaat valumavedet johdetaan Niesajokeen.



Kuva 2-20. Hannukaisen kaivoshankkeen tuotannonaikainen yleinen vesikierto.

Vesienhallintaan liittyvät rakenteet:

- Vesivarastoallas eli puhdasvesiallas ja altaan pato
- Käsiteltävien vesien altaat
- Kivivuopionojan ohitusuoman rakentaminen puhdasvesialtaan ja käsiteltävien vesien altaiden ohitse

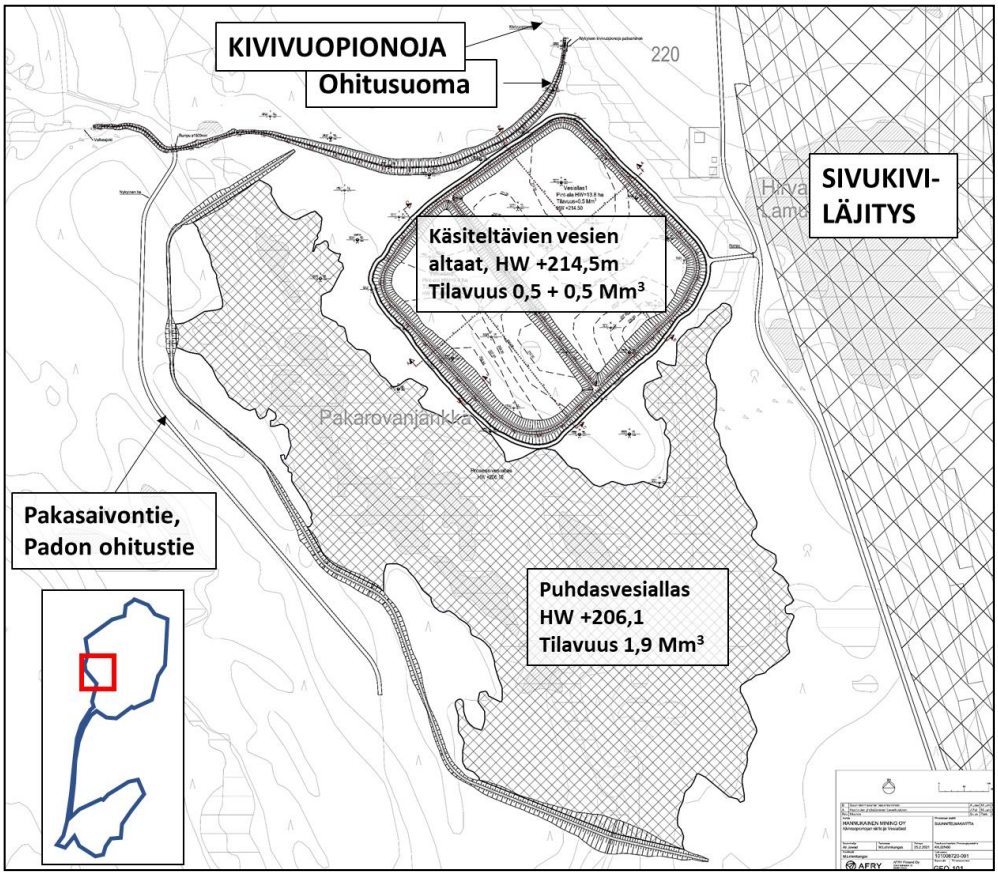
- Maanalaiset putkilinjat Hannukaisen puhdasvesialtaalta ja käsiteltävien vesien altailta Rautuvaaraan
- Vedenkäsittely-yksiköt Rautuvaarassa
- Rautuvaaran tasausallas ja tasausaltaan pato
- Maanalainen purkuvesiputki Rautuvaarasta Muonionjoelle
- Alueella veden siirtämiseen vaadittavat putkilinjat ja pumppaamot
- Kuivatusrakenteet (kuivatusojat ja pumppaamot)
- Selkeytysaltaat, joiden kautta puhtaat valumavedet johdetaan ympäröiviin vesistöihin

Kuljetuskäytävällä kulkevat, pääosin maanalaiset putkilinjat yhdistävät Hannukaisen ja Rautuvaaran alueet. Lisäksi alueiden kuivatus vaatii uusien ojien kaivamista sekä Rautuvaarassa että Hannukaisessa.

Puhdasvesiallas, käsiteltävien vesien altaat ja Kivivuopionojan ohitusuoma

Puhdasvesialtaaseen kerätään vesiä Hannukaisen alueelta ja se toimii prosessin raakavedenlähteenä. Puhdasvesialtaan pinta-ala on noin 66 ha ja vesitilavuus 1,9 Mm^3 säännöstelyn ylärajalla (HW +206,1). Altaan tilavuus säännöstelyn alarajalla (NW +203.4) on 0,5 Mm^3. Käsiteltävien vesien altaisiin kerätään huonompilaatuisia, käsittelyä vaativia vesijakeita sivukivialueilta ja louhoksista. Altaiden pinta-ala on HW-tasolla yhteensä noin 23 ha ja vesitilavuus noin 1 Mm^3 (0,5+0,5 Mm^3). Altaiden HW-pinnankorkeus on +214,5. Puhdasvesiallas rakennetaan Hannukaiseen Kivivuopionojan laaksoon patoamalla alue etelä- ja länsipuolelta. Käsiteltävien vesien altaat rakennetaan puhdasvesialtaan pohjoispuolelle (*Kuva 2-21*).

Puhdasvesialtaan patorakenne käsittää kokonaisuudessaan kolme pato-osuutta, joiden kokonaispituus on 1640 m. Rakentamiseen kuuluu tyypillisiä maansiirtotoimia, kuten avo-ojien ja pengerrysten rakentamista. Altaan pohjalle ei rakenneta pohjarakenteita. Käsiteltävien vesien varastoaltaat rakennetaan puhdasvesialtaan pohjoispuolelle. Altaat voidaan rakentaa vaiheittain tai yhtäaikaisesti. Altaiden välipadon tiivisterakenteet ovat vastaavat kuin reunapadoilla, jolloin välipato voi toimia väliaikaisesti reunapatona. Käsiteltävien vesien altaisiin rakennetaan tiiviit pohjarakenteet, jotka koostuvat hienoainesmoreenikerroksesta ja bitumigeomembraanista tai vastaavan suojaustason keinotekoisesta eristeestä. Puhdasvesialtaan padon sekä Käsiteltävien altaiden alustavat pato- ja muut rakenteet sekä Kivivuopionojan ohitusuoman suunnitelmat on esitetty liitteessä 17-11. Puhdasvesialtaan padon eteläpäähän rakennetaan ylivuotokynnys. Puhdasvesialtaan sekä käsiteltävien vesien altaiden ylitevedet johdetaan kuljetuskäytävällä kulkevia erillisiä maanalaisia putkilinjoja pitkin Rautuvaaran rikastamon raakavedeksi tai tasausaltaalle, joko käsittelyn kautta (käsittelyä vaativat vedet) tai suoraan (puhdasvesialtaan vedet).



Kuva 2-21. Hannukaisen puhdasvesialtaan ja Kivivuopionojan johtaminen altaan ohitse.

Tasausallas

Tasausallas sijoittuu Rautuvaaraan rikastushiekka-alueen eteläosaan, rikastushiekka-alueen välittömään läheisyyteen. Allas rajautuu rikastushiekka-alueen eteläiseen patoon ja tasausaltaan patoon. Altaan pinta-ala on 15 ha ja vesitilavuus säännöstelyn ylärajalla (HW +190.0) on noin 0,47 Mm^3 ja minimitilavuus säännöstelyn alarajalla (NW +186.5) on 0,057 Mm^3. Rakentamiseen kuuluu tyypillisiä maansiirtotoimia kuten patojen, avo-ojien ja pengerrysten rakentamista. Altaan pohjalle ei rakenneta pohjarakenteita. Ylitevedet tasausaltaasta pumpataan maanalaista putkilinjaa pitkin Muonionjokeen. Tasausaltaan sijainti käy ilmi kuvasta (Kuva 2-1).

2.8.1 Vesirakenteiden rakentamisjärjestys

Malmin louhinnan valmistelevina töinä poistetaan irtomaa louhosten alueelta ja kaivetaan alueelle ympärysojia, millä estetään pintavesien pääsy kaivosalueelle. Vesienhallintaan liittyvä infrastruktuuri, pumppaamot ja vesialtaat rakennetaan varhaisessa rakennusvaiheessa, jotta vältetään vesien hallitsematon johtaminen ympäröiviin vesistöihin. Rakentamisvaiheen alkuvaiheessa rakennetaan Hannukaisen puhdasvesiallas, käsiteltävien vesien altaan ensimmäinen vaihe, Kivivuopionojan ohitusuoma altaiden ohitse, putkilinjat Hannukaisesta Rautuvaaraan, vesienkäsittely sekä tasausallas Rautuvaaraan ja purkuputki Muonionjokeen sekä purkuputken pumppaamo. Purkuputken rakentamisen yhteydessä rakennetaan myös Tunturi-Lapin Vesi Oy:n purkuputki Rautuvaarasta Muonionjokeen. Lisäksi rakennetaan Hannukaisen louhoksen

kuivanapitoon sekä vanhojen avolouhosten tyhjentämiseen tarvittavat pumppaamot ja putkistot Hannukaiseen.

Kuervitikon louhokselle rakennetaan pumppaamo ennen louhinnan aloittamista, jolloin vedet saadaan johdettua louhokselta Hannukaisen puhdasvesialtaaseen.

2.8.2 Raakaveden hankinta

Rikastamon tarvitsema raakavesi kerätään Hannukaisen ja Rautuvaaran alueilta ja varastoidaan vesialtaissa. Alueilta kerätyn veden lisäksi ei tarvita muuta raakavettä.

2.8.3 Juomavesi ja saniteettijätevedet

Saniteettivedet kerätään ja johdetaan Rautuvaarassa sijaitsevalle kunnalliselle Tunturi-Lapin Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamolle. Työntekijöiden käyttämän veden määrän oletetaan olevan 20 m^3 päivässä eli noin 7 300 m^3 vuodessa. Saniteettivedet eivät vaikuta kaivosalueen kokonaisvesitaseeseen tai vesienkäsittelyyn.

Juomavesi saadaan kunnallisesta vesijohtoverkosta.

2.9 Vesienkäsittely

Vesienkäsittely keskitetään kaivoksen toiminnan aikana Rautuvaaran rikastamoalueelle, missä käsitellään kaikki Hannukaisen ja Rautuvaaran alueilla muodostuvat käsittelyä vaativat vedet sekä rikastamon prosessista poistuvat vedet. Keskitetty vesienkäsittely käsittää kolme erillistä vesienkäsittelyä: käänteisosmoosilaitoksen, sulfaatinpoiston ja kalkkisaostukseen perustuvan vesienkäsittelyjärjestelmän haitallisten metallien poistamiseksi vedestä. Vesienkäsittely ja -hallinta on suunniteltu joustavaksi niin, että eri vesijakeiden laatuvaihteluihin voidaan reagoida ja optimoida vesienjohtaminen ja -käsittely kulloinkin vallitsevan tilanteen mukaisesti.

Laimeat ja lievästi metallipitoiset vedet, joita syntyy pääasiassa Hannukaisen louhosalueella, käsitellään ensisijaisesti kalkkisaostukseen ja hiekkasuodatukseen perustuvalla vesienkäsittelyjärjestelmällä haitallisten metallien poistamiseksi vedestä. Kaikki käsittelyä vaativat vedet johdetaan tasausaltaalle metallienpoiston kautta. Myös sulfaatinpoistosta tulevat vedet johdetaan tasausaltaalle aina metallienpoiston kautta.

Rikastushiekka-alueiden ylitevesiä käsitellään käänteisosmoosilla sekä sulfaatinpoistolla (kalkkisaostus). Tämä mahdollistaa yhdessä muiden rikastamon prosessivesien kierrättämisen kanssa kierrätysasteen nostamisen rikastamolla noin 95 %:iin. Käänteisosmoosilla tuotetaan noin puolet rikastamon tarvitsemasta raakavedestä. Poikkeuksellisen kuivana aikana sekä matalan virtaaman aikana, kuten talvella, käänteisosmoosiprosessissa syntyvä konsentraatti stabiloidaan kiinteään muotoon liukenemattomaksi lopputuotteeksi. Muina aikoina konsentraatti johdetaan korkearikkiselle rikastushiekka-altaalle, mistä se päätyy ylitevesien mukana sulfaatin- ja metallienpoiston kautta tasausaltaalle. Vesienkäsittelyssä käytettävät kemikaalit ja niiden määrät on esitetty kappaleessa 2.6.3.

Vedenkäsittely on suunniteltu toimivan useiden peräkkäisten tavanomaista kuivempien tai sateisempien vuosienkin aikana niin, että puhtaan prosessiveden saatavuus voidaan varmistaa. Samalla vesienkäsittelyssä huolehditaan siitä, että Muonionjokeen johdettavan veden laatu pysyy hyvänä riippumatta kaivosalueella syntyvien vesijakeiden pitoisuuksien ja määrien vaihtelusta. Kuormituksen osalta haitta-aineiden pitoisuudet sekä

vuosikuormitukset pysyvät matalalla tasolla sekä vesien hyvän puhdistuksen että korkean kierrätysasteen avulla.

2.10 Liikenne ja liikennejärjestelyt

Kaivoksen liikenne koostuu raaka-ainekuljetuksista, tuotekuljetuksista, henkilö- ja huoltoliikenteestä sekä kaivoksen sisäisestä liikenteestä.

Rakentamis- ja toimintavaiheissa suurin osa raskaasta liikenteestä kulkee tietä 940 Kolariin ja sieltä edelleen Tornioon.

Sulkemisvaiheessa suurin osa raskaasta liikenteestä kulkee Kolarin kunnan alueella, koska rekoilla kuljetetaan tuotantoalueelle pääasiassa pintamaata. Sulkemisvaiheessa todennäköisesti vain pieni osa raskaasta liikenteestä kulkee Tornion suuntaan.

Liikennemäärät on arvioitu seuraavasti:

- Rakentamisvaihe: 350 ajoneuvoa/d, josta 35 raskaita ajoneuvoja
- Tuotantovaihe: 470 ajoneuvoa/d, josta 26 raskaita ajoneuvoja
- Sulkemisvaihe: 100 ajoneuvoa/d, josta 80 raskaita ajoneuvoja

Tuotantovaiheessa räjäytysten tapahtuessa Hannukaisen avolouhoksen eteläpäässä tie 940 on ajoittain suljettuna lyhyitä ajanjaksoja lentävien irtokivien aiheuttamien riskien pienentämiseksi.

Rautatieliikenne

Hannukaisen rikasteiden kuljetuksiin käytetään junia. Rikastekuljetusten liikennemäärä Rautuvaarasta joko Kemin tai Oulun satamaan tulee olemaan 2–3 junaa/d yhteen suuntaan eli 4–6 junamatkaa lisää rautatieosuuksille vuorokaudessa. Junat palaavat Rautuvaaraan tyhjinä uudelleenkuormausta varten. Hannukaisen malmikuljetuksia on vuoden jokaisena päivänä, mikä tarkoittaa maksimissaan 2190 junamatkan lisäystä rataosuuksille vuosittain. Etäisyys Rautuvaarasta kauimmaiseen satamavaihtoehtoon, Ouluun, on noin 350 km.

Rautuvaaran ja Kolarin välisellä rautatieosuudella ei ole tällä hetkellä lainkaan junaliikennettä. Rautatien nykyinen kunto ei vastaa kuljetuksien vaatimaa tasoa, ja siksi rautatieosuus pitää peruskorjata. Rikastamon ja Kolarin välinen rautatie peruskorjataan ja nykyaikaistetaan yli 18 km:n matkalta, jotta sitä voidaan käyttää kuljetuksissa. Radan peruskorjaamisesta ja siihen liittyvistä rakenteista neuvotellaan Väyläviraston kanssa. Suunnittelu ja peruskorjaaminen vievät yhdessä aikaa noin 2 vuotta. Rataosan peruskorjaaminen vaatii radan päällysrakenteen uusimisen (Ramboll Finland Oy 2013).

3 KAIVOKSEN SULKEMINEN

Kaivoksen sulkemiseen sisältyy kaivostoiminnan pysyvä lopettaminen ja siihen liittyvät sekä sen jälkeen tehtävät toimenpiteet: kaivostoiminnan alasajo, jälkihoidon suunnittelu, jälkihoito ja seuranta. Kaivoksen sulkemisen voidaan katsoa päättyvän vasta silloin, kun sulkemiselle asetetut tavoitteet ja kriteerit on saavutettu. Kaivannaisjätteen jätealuetta pidetään käytöstä poistettuna, kun valvontaviranomainen on tarkastanut jätealueen ja hyväksynyt käytöstä poistamisen todettuaan, että jätealueen ja sen vaikutusalueella oleva maa-alue on palautettu tyydyttävään tilaan ja että annettuja lupamääräyksiä on noudatettu (kaivannaisjäteasetus 190/2013).

Hannukaisen kaivoksen sulkemisesta on tehty sulkemissuunnitelma, joka on tämän lupahakemuksen liitteenä 16.

Kaivoksen sulkemissuunnitelmaa päivitetään säännöllisesti, jottaeri intressiryhmät voivat osallistua sulkemiseen liittyvien vaihtoehtoisten mahdollisuuksien selvittämiseen ja niiden hienosäätöön. Lopullinen kaivoksen sulkemissuunnitelma laaditaan ennen kaivostoimintojen lopettamista.

3.1 Sulkemista koskeva lainsäädäntö

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

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

Ympäristönsuojelulain (527/2014) 94 §:n mukaan, luvanvaraisen toiminnan päätyttyä toiminnanharjoittaja vastaa edelleen tarvittavista toimista ympäristön pilaantumisen estämiseksi. Lisäksi toiminnanharjoittaja vastaa edelleen toiminnan vaikutusten selvittämisestä ja tarkkailusta lupamääräysten mukaisesti. Mikäli lupa ei sisällä riittäviä määräyksiä toiminnan lopettamiseksi, on lupaviranomaisen annettava tätä tarkoittavat määräykset.

Ympäristönsuojeluasetuksen (713/2014) 16 §:n mukaan voidaan kaatopaikkojen osalta esittää määräyksiä liittyen käytöstä poistamiseen ja sulkemiseen. Lisäksi voidaan esittää määräyksiä siitä, kuinka kauan toiminnanharjoittajan on vastattava kaatopaikan jälkihoidosta, kuitenkin vähintään 30 vuotta. Mikäli toiminnasta kuitenkin aiheutuu maaperän tai pohjaveden pilaantumista, on toiminnanharjoittaja velvollinen puhdistamaan maaperän ja pohjaveden ympäristönsuojelulain 14 luvun säännösten mukaisesti.

Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä (190/2013) edellyttää, että toiminnanharjoittaja vastaa jätealueen käytöstä poistamisen jälkeen tehtävistä jälkihoitotoimista sekä niihin liittyvästä seurannasta ja tarkkailusta. Toiminnanharjoittajan vastuu jatkuu niin kauan kuin on tarpeen, jotta saadaan varmistettua, ettei alueesta aiheudu ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa. Lisäksi on pystyttävä varmistamaan, että alue on vakaa ja pysyvästi maisemoitu eikä alueesta aiheudu onnettomuuden vaaraa ja siitä aiheutuvaa ympäristökuormitusta. On myös pystyttävä varmistamaan, että vaikutusalueen pinta- tai pohjavesien tilaa ei ole enää tarpeen tarkkailla. Tarvittavista toimista määrätään ympäristönsuojelulain nojalla annettavissa määräyksissä.

3.2 Sulkemis- ja maisemointitavoitteet

Kaivoksen sulkemisen tavoitteet muodostuvat lainsäädännön määräyksistä, tunnetuista hyvistä käytännöistä, paikallisen ympäristön erityisvaatimuksista sekä tunnistetuista riskeistä ja mahdollisuuksista.

Jälkihoidon yleiset tavoitteet ovat:

- Alue saatetaan fyysisesti ja kemiallisesti mahdollisimman stabiiliin tilaan.
- Alueesta ja siellä olevista rakenteista ei aiheudu haittaa tai vaaraa ympäristölle, eläimille tai ihmisille lyhyellä eikä pitkällä aikavälillä.
- Tarve suljetun alueen aktiiviseen ylläpitoon ja hoitoon pitkällä aikavälillä minimoidaan.
- Jälkihoito toteutetaan siten, että varsinainen implementointityö on tehtävissä alue- ja ympäristöturvallisuutta vaarantamatta ja hyvää työturvallisuutta noudattaen.
- Liikkuminen alueella ja sen ympäristössä on pitkällä aikavälillä mahdollisimman vähän rajoitettua.
- Alue palautetaan biologisesti monimuotoiseksi elinympäristöksi. Vaihtoehtoisesti alue ohjataan paikalliset tarpeet huomioivaan ja ympäristön kannalta kestävään uuteen maankäyttöön.
- Alue sopeutuu maisemaan.
- Jälkihoito on kustannusten osalta realistista ja kohtuullista.

Sijaintikohtaisesti tunnistetuista riskeistä johdetut sulkemistavoitteet ovat:

a) Avolouhosten alueille pääsyä on rajoitettu turvallisuuden kannalta riittävästi louhosjärvien vedenpinnan ollessa vielä alhaalla.
b) Louhosjärvien veden pinnan yläpuolelle jäävät luiskat on muotoiltu siten, että alueella liikkuminen on turvallista. Poistumisreitti louhosjärveen päätyneille ihmisille tai eläimille on varmistettu. Vaihtoehtoisesti alueella liikkumista on rajoitettu myös pitkällä aikavälillä.
c) ja d) Louhosjärven vesien käsittelyyn varaudutaan
d) ja i) Läjitysalueiden luiskaukset ja patorakenteet ovat vakaat myös pitkällä aikavälillä ja muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa.
e) ja j) Haitta-aineiden määrät läjitysalueiden (sivukivi- ja rikastushiekka-alueet) suotovesissä on minimoitu rakenteiden avulla ja/tai
f) ja k) Läjitysalueilla (sivukivi- ja rikastushiekka-alueet) muodostuvien suotovesien määrää on rajoitettu riittävästi ja/tai
g) ja k) Läjitysalueiden (sivukivi- ja rikastushiekka-alueet) suotovesien imeytymistä pohjaveteen on rajoitettu riittävästi, siten että pohjavesille asetetut ympäristön laatunormit eivät ylity kaivosalueen alapuolisella alueella pohjaveden virtaussuunnassa (Hannukaisen kaivosalueen pohjois-koillis- ja eteläpuoli sekä Rautuvaaran rikastushiekka-alueen lounaispuoli)
h) Rautuvaaran vesialtaiden (pohjoinen allas ja tasausallas) patojen stabiliteetti ja patoturvallisuus on riittävä pitkällä aikavälillä ja padoille on turvattu säännöllinen tarkkailu
i) Rautuvaaran vesialtaiden (pohjoinen allas ja tasausallas) veden laatu on riittävän hyvä ja mahdollistaa vesien johtamisen käsittelemättömänä alapuoliseen vesistöön. Vesien käsittelyyn on varauduttu tarvittaessa.

j) Louhosjärviin muodostuu keskipitkällä aikavälillä selkeä kerrostuneisuus. Pintaosista, missä kontakti ympäristön kanssa on todennäköisesti suurin, ympäristöön kulkeutuva vesi ei aiheuta kaivoksen virtaussuunnassa alapuolisen alueen pohjavesissä tai pintavesissä ympäristön laatunormien ylityksiä. Pitkällä aikavälillä kerrostuneisuuden merkitys vähenee ja veden laatu paranee.
k) Alueelta poistuvat pintavedet eivät aiheuta ympäristön laatunormin ylityksiä Kuerjoessa, Äkäsjoessa, Niesajoessa eikä Kylmäojassa. Näiden vesistöjen ekologinen tilaluokitus ei heikkene kaivoksen sulkemisen seurauksena.
l) Aktiivinen vesienhallinta jatkuu tarpeeksi pitkään.

Sijaintikohtaisiin mahdollisuuksiin liittyviä tavoitteita ovat:

a) ja b) Alueelle luodaan soveltuvilta osin luonnollisen kaltaisia maastonmuotoja, joiden avulla myös edistetään alueelle palaavan luonnon monimuotoisuutta.
c) ja d) Alue on ainakin osittain maastomuodoiltaan, turvallisuudeltaan (fysikaalinen ja kemiallinen turvallisuus) ja tiestöltään soveltuva metsä- ja porotalouden- sekä ulkoilu- ja virkistyskäyttöön.

3.3 Avolouhokset

Avolouhoksen sulkemiselle asetettavat tavoitteet ovat louhosten vedellä täyttämisen ja poistovedenlaadun aiheuttamien ympäristövaikutusten minimointi, ihmisiin ja eläimiin kohdistuvan fyysisen vaaran pienentäminen ja kaivoksen seinien tukevuuden varmistaminen. Hannukaisen sivukivialueiden sijainti on suunniteltu siten, että valtaosa valumavesistä valuu luontaisesti louhokseen päin. Osa kaivoksen seinistä voi sisältää happoa muodostavaa kiveä kaivostoiminnan päätyttyä. Tämä vaikuttaa louhoksiin kerääntyvän veden laatuun.

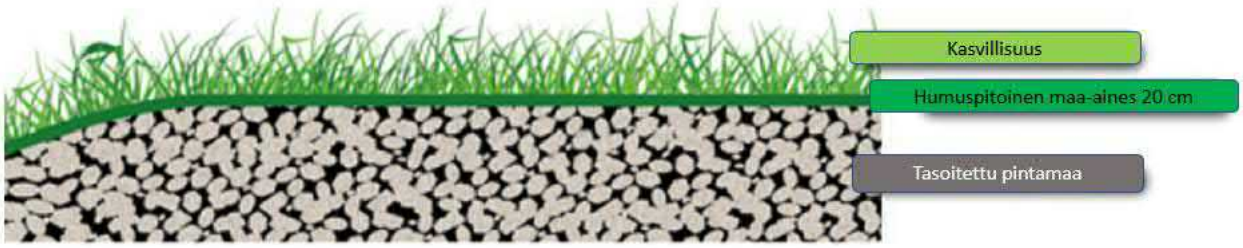
Avolouhosten sulkemiseen liittyvät yksityiskohtaisemmat tiedot on esitetty sulkemissuunnitelmassa, joka on tämän lupahakemuksen liitteenä 16.

3.4 Pintamaat

Pintamaasta rakennettu suojavalli jätetään alueelle paikoilleen. Se on peitetty kasvillisuudella jo toiminnan aikana eikä edellytä erityisiä toimia sulkemisvaiheessa. Pintamaan läjitysalueille sijoitettua maa-ainesta hyödynnetään kaivannaisjätealueiden peittorakenteissa. Mahdollinen hyötykäyttöön soveltumaton pintamaa muotoillaan läjitysalueille tasoittamalla alue ja luiskaamalla se maksimikaltevuuteen 1:3. Pintamaa ei ominaisuuksiensa perusteella edellytä erityistä peittorakennetta. Pintamaan läjitysalueen pintaosaan tehdään 0,2 metrin kasvukerros humuspitoisesta maasta ja alue kasvitetaan (Kuva 3-1.).

Hannukaisen alueella hienoainesmoreenia on vain rajoitetuilla alueilla ja hienoainesmoreeni käytetään pääasiassa patorakenteisiin. Pintamaan läjitysalueella tiivistysrakenteeksi kelpaavan hienoainesmoreenin, jonka vedenläpäisevyys on enintään 10-8 m/s (k<10-8 m/s), kokonaismäärä ei todennäköisesti riitä sulkemistoimenpiteisiin. Näin ollen sulkemista varten hienoainesmoreeni hankitaan muualta, käytetään teollisuuden sivuvirtoja tai vaihtoehtoisesti pintarakenteiden riittävä tiiveys varmistetaan käyttämällä bentoniittimattoa. Teollisuuden sivuvirtatuotteita (esim. Outokummun terästehtaan AOD teräskuonan hienofraktio) saadaan mekaanisesti käsiteltynä ja kemiallisesti aktivoituna käytettäväksi sideaineen tavoin maa- tai kiviaineksen lujittamiseen. Käsiteltynä

vedenjohtavuus on pieni ja sidotun materiaalin lujuus suuri. Täten materiaalin käyttöpotentiaali on huomattava erityisesti sivukivikasojen ja rikastushiekka-altaiden tiivistysrakenteena ja haitta-aineita sitovana materiaalina (Kujala, K. 2016).

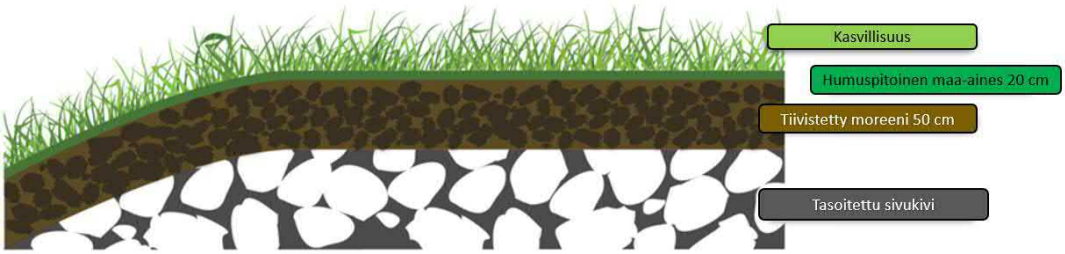


Kuva 3-1. Suunniteltu pintakerroksen rakenne pintamaan läjitysalueelle (Ramboll Finland 2013, muokattu kuva).

3.5 Sivukiven läjitysalue

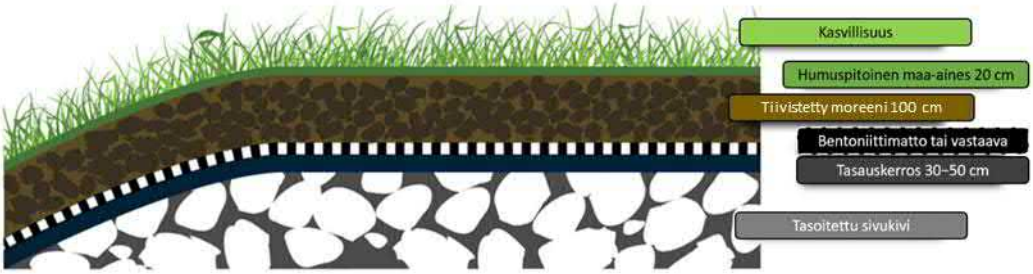
Sivukivialueiden sulkemiseen käytetään kaivoksen rakentamisvaiheessa kerättyä pintamaata. Joidenkin sivukivialueiden osien sulkeminen on mahdollista jo kaivoksen toiminnan aikana, ja sillä vähennetään sivukivialueiden aiheuttamia ympäristövaikutuksia.

Happoa muodostamattoman sivukivialueen (NAF-sivukivialue) peittorakenne on suunniteltu osana alkuperäisen sulkemissuunnitelman (Ramboll Finland 2013) laadintaa eikä myöhempiä muokkauksia suunnitelmaan ole tehty. NAF-sivukivessä on PAF-sivukiviin verrattuna huomattavasti alhaisempi rikkipitoisuus tai riittävä puskurointikyky happamien suotovesien muodostumisen ehkäisemiseksi. Hannukaisen ja Kuervitikon louhosten NAF-sivukivissä neutralointikapasiteetti on suhteellisen alhainen ja jakoa NAF-kiviksi ohjaa kiviaineksen alhaisempi rikkipitoisuus. Metallien liukeneminen kivestä on vähäistä. Alueelle ei ole tarpeen rakentaa veden ja hapen pääsyä estäviä tiiviitä peittokerroksia. NAF-sivukivelle rakennetaan peitto, joka koostuu moreenikerroksesta ja kasvualustakerroksesta. Moreenikerros on kuvattu piirustuksessa (Kuva 3-2.) jokseenkin tiivistettynä.



Kuva 3-2. Suunniteltu pintakerroksen rakenne happoa muodostamattomalle (NAF) sivukivelle (Ramboll Finland 2013, muokattu kuva).

Mahdollisesti happoa muodostavalle sivukivialueelle (PAF-sivukivialue) rakennetaan tiivistyskerros vähentämään veden ja hapen pääsyä sivukiveen. Sivukiven pinta tasataan siten, että se muodostaa vakaan ja tasaisen asennusalustan tiivistyskerrokselle. Pintaa saatetaan kiilata joissain kohdin sivukivialuetta. Rakenteen koostumus on esitetty Kuva 3-3.. Yksityiskohtaisemmat tiedot PAF-sivukivialueen peittorakenteesta on esitetty sulkemissuunnitelmassa (Liite 16).



Kuva 3-3. Suunniteltu pintakerroksen rakenne mahdollisesti happoa muodostavalle (PAF) sivukivelle (Ramboll Finland 2013, muokattu kuva).

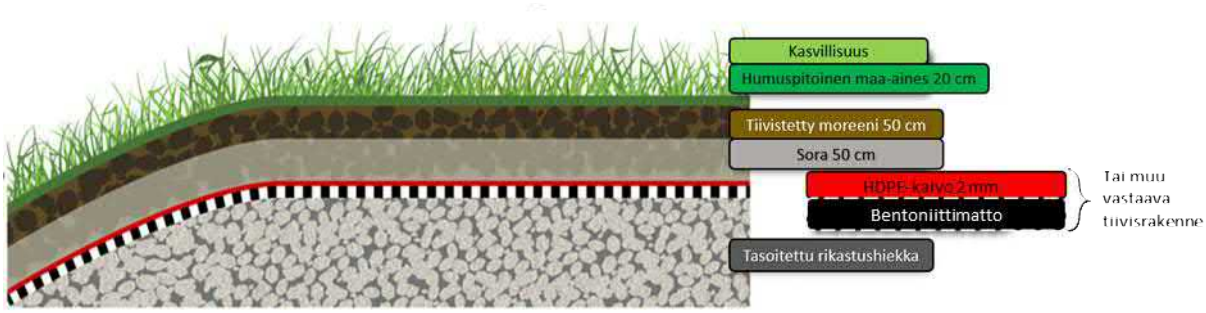
3.6 Rikastushiekka-alue

Matala- ja korkearikkinen rikastushiekka-alue suljetaan peittämällä alueet paikoilleen. Korkearikkisen rikastushiekan alueelle rakennetaan tiiviit pintarakenteet, jotka vähentävät hapen ja veden kulkeutumista ja suoraa kontaktia rikastushiekan kanssa. Matalarikkisen rikastushiekka-alueen peittämiseen soveltuu mineraalimaasta muodostettu tiivistyskerros, joka vähentää veden imeytymistä läjitykseen ja estää alueen eroosion. Peittämisen jälkeen alueet kasvitetaan ja maisemoidaan.

Matalarikkisen (LIMS-) rikastushiekan annetaan asettua, pinta luiskataan ja tasoitetaan noin 4,1…5,2 % kaltevuuteen. Tasatulle alueelle rakennetaan pintakerros, joka koostuu tiivistyskerroksena toimivasta 0,4 m vahvuisesta moreenikerroksesta ja 0,2 m vahvuisesta moreenista ja turpeesta tehtävästä kasvukerroksesta (Kuva 3-4.).

Kuva 3-4. Matalarikkisen rikastushiekka-alueen peitto.

Korkearikkisen rikastushiekan (High-S) annetaan asettua ja veden pinnan alentua rikastushiekka-alueella. Hiekka tiivistyy 80 % kiintoainepitoisuuteen, jolloin sen päällä voidaan liikkua. Korkearikkisen rikastushiekan tiivistymisen arvioidaan kestävän kolme vuotta. Kuivuneen hiekan päälle rakennetaan tiivis pintarakenne, joka koostuu bentoniittimatosta ja HDPE-muovikalvosta tai ominaisuuksiltaan vastaavista materiaaleista. Tiivistysrakenteen päälle rakennetaan 0,5 m mineraalinen kuivatuskerros, 0,5 m moreenikerros ja 0,2 m humuspitoinen kasvukerros (*Kuva 3-5.*). Rikastushiekan tiivistymisen ja peiterakenteen rakentamisen aikana vedet pumpataan vesienkäsittelylaitokselle.



Kuva 3-5. Korkearikkisen rikastushiekka-alueen suunniteltu pintarakenne (Ramboll Finland Oy 2013, muokattu kuva).

Yksityiskohtaisemmat tiedot rikastushiekka-alueiden peittorakenteista on esitetty sulkemissuunnitelmassa (Liite 16).

3.7 Rikastamoalue ja muut rakenteet

Osa rakennuksista, kuten hallinto- ja sosiaalitilat on jätettävä paikoilleen ja ylläpidettävä sulkemistoimintojen aikana. Sulkemistöiden päätyttyä myös nämä rakennukset poistetaan. Sulkemisen jälkeiseen veden käsittelyyn ja valvontaan tarvittavat putkistot, kaapelit ja tiet jätetään paikalleen ja niitä ylläpidetään sulkemisen jälkeisessä vaiheessa.

Rikastamo ja junien kuormausasema puretaan ja poistetaan, jos niille ei ole odotettavissa jatkokäyttöä.

3.8 Vesialtaat

Kun käsiteltävien vesien altaille ei ole enää tarvetta, tyhjennetään altaat hallitusti, puretaan patorakenteet ja pohjan tiivistysrakenteet ja alue muotoillaan siten, että pintavedet päätyvät hallitusti puhtaiden vesien altaaseen. Altaisiin mahdollisesti kertyneet metallipitoiset sakat poistetaan ja sijoitetaan hallitusti. Alueen kasvillisuus palautetaan. Puhtaiden vesien altaan patorakenteita puretaan siten, että vedet voidaan johtaa Kivivuopionojan alkuperäiseen uomaan ja padon luokitus voidaan poistaa. Kivivuopionojan ohitusuoma poistetaan mahdollisuuksien mukaan käytöstä.

Aktiivisen sulkemisvaiheen lopussa tasausallas pumpataan mahdollisimman tyhjäksi. Mikäli altaan pohjalla on merkittäviä määriä metalli- ja rikkipitoista sakkaa, huomioidaan sakan laadun asettamat vaatimukset loppusijoittamisen suunnittelussa. Lähtökohtaisesti sakka sijoitettaisiin rikastushiekka-alueelle. Tämän jälkeen tasausaltaan annetaan täyttyä valumavesistä, jonka jälkeen vedet johdetaan ylivuotona Niesajokeen.

Tasausaltaan annetaan kasvittua ja muodostua luonnonmukaiseksi kosteikoksi. Kosteikko voidaan tarvittaessa hyödyntää passiivisena jälkihoitovaiheen vesienkäsittelymenetelmänä.

3.9 Ympäristövaikutukset

Sulkemisen jälkeiset ympäristövaikutukset on kuvattu sulkemissuunnitelman kappaleessa 9. Sulkemissuunnitelma on tämän lupahakemuksen liitteenä 16.

3.10 Alueen jatkokäyttö

Hannukaisen ja Rautuvaaran teollisuusalueiden maankäyttö kaivostoiminnan päätyttyä päätetään sidosryhmien kanssa kaivoksen tuotantovaiheen aikana. Sen, jätetäänkö rakennukset ja louhintalaitteisto paikalleen tai poistetaan, ratkaisee lopussa kaivoslupaviranomainen. Kaivoslain mukaan rakennukset ja laitteisto on jätettävä paikalleen, mikäli on mahdollista, että toinen toimija voi jatkaa kaivostoimintaa alueella. Tässä tapauksessa rakennuksia ylläpidetään niin, että ne täyttävät teknisen tarkoituksensa eivätkä vaaranna yleistä turvallisuutta. Muut rakennukset, laitteisto ja infrastruktuuri on poistettava.

4 LÄHDELUETTELO

Afry Finland Oy 2020a. Hannukaisen kaivoshanke. Kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman päivitys 2020. Hannukainen Mining Oy.

Afry Finland Oy 2020b. Hannukaisen kaivoshanke. Kaivoksen sulkemissuunnitelma. Hannukainen Mining Oy.

Destia 2012. Liikennelaskelmat 3.4.–11.4.2012 Ylläksen liikennesuunnitelmaa varten.

GTK 2011. Hannukainen pilot plant operation 23.06 - 07.07.2011. Hannukainen pilot plant report. Report submitted by GTK, Outokumpu, Finland to Northland Resources AB.
GTK report reference: C/MT/2011/29. Report dated: 12 September 2011 (Final version)

Hiltunen, A., 1982. The Precambrian geology and skarn iron ores of the Rautuvaara area, northern Finland. GTK, Bulletin 318, 133 s.

Jacobs 2014. Hannukainen feasibility study. 3.0 Geology and Resources. Northland Mines Oy.

Kujala, K. 2016. Alustava lausunto tutkimustuloksista, aiheena sivuvirtatuotteiden käytettävyys ja rakenteet, osana aiemman ympäristölupahakemuksen täydennystä 11.11.2016. Oulun Yliopisto, Vesi- ja ympäristötekniikka.

Maanmittauslaitos 2020. Taustakartta.

Pöyry Environment Oy, 2008a. Pajalan ja Kolarin rautamalmihankkeet, Ilman ja ilmaston perustilaselvitys. Northland Exploration Finland Oy.

Pöyry Environment Oy, 2008b. Pajalan ja Kolarin rautamalmihankkeet, Ilmanlaskeuman perustilaselvitys, humus- ja sammalnäytteet. Northland Resources Inc.

Pöyry Environment Oy, 2008c. Soil and groundwater baseline study. Final report. Northland Exploration Finland Oy. Pajala and Kolari iron ore projects.

Pöyry Environment Oy, 2008d. Rautuvaaran rikastushiekka-alueen sulkeminen yleissuunnitelma. Rautaruukki Oyj.

Pöyry Finland Oy, 2012a. Hannukainen infra DFS phase 2, Soil investigation. Northland Mines Oy.

Pöyry Finland Oy, 2012b. Northland Mines Oy, Hannukainen Feasibility Study Report, Social Impact Assessment.

Pöyry Finland Oy, 2013. Description of seepage and stability calculations.

Pöyry Finland Oy, 2014. Hannukaisen kaivoshankeen lupahakemuksen päivitys. Northland Mines Oy.

Pöyry Finland Oy, 2014b. Hannukaisen kaivoshanke, Alustava patosortuman vahingonvaara-arvio. Northland Mines Oy.

Pöyry Finland Oy. 2014c. Hannukaisen kaivoshankeen lupahakemuksen erillisselvitykset. Northland Mines Oy.

Ramboll Finland Oy 2013. Northland Mines Oy. Hannukaisen kaivoshanke – ympäristövaikutusten arviointiselostus. 16.5.2013

Ramboll Finland Oy 2014. Hannukaisen kaivoshanke. Natura-arviointi. Northland Mines Oy.

Ramboll Finland Oy 2015a. Ympäristölupahakemus, Ylläksen Rautuvaaran jätevedenpuhdistamo ja kompostointilaitos. Ylläksen yhdyskuntatekninen huolto Oy.

Ramboll Finland Oy 2016. Hannukaisen kaivoshanke, Kolari. Meluselvitys. 4.4.2016.

Ramboll Finland Oy 2016b. Suojavallin maisemavaikutusten arviointi. Virtuaalimalli, videosovitteet ja valokuvakuvasovitteet.

Ramboll Finland Oy 2017a. Lentokivi, Päivitys. 24.2.2017

Ramboll Finland Oy 2017e. Hannukaisen kaivoshanke, Kolari. Meluselvitys. 22.12.2017.

Ramboll Finland Oy 2018a. Hannukaisen kaivoshanke, Kolari. Yöaikaisen toiminnan meluselvitys. 13.3.2018.

Ramboll Finland Oy 2018b. Hannukaisen kaivoshanke, Kolari. Hihnakuljettimen äänevaimennuksen meluselvitys. 8.5.2018.

Ramboll Finland Oy 2021a. Hannukaisen kaivoksen aluetaloudelliset vaikutukset. Hannukainen Mining Oy.

Ramboll Finland Oy 2021b. Sulkemisen jälkeisten pinta- ja pohjavesivaikutusten arviointi

Ramboll Finland Oy 5.4.2016. Kolarin kunta. Hannukaisen kaivosalueen osayleiskaava Ylläksen osayleiskaavan ja Tornion-Muonionjoen osayleiskaavan osittainen muutos. Luonnos. Kaavaluonnos 5.4.2016. Selostus tarkastettu 10.11.2016. Työnumero 1510020529.

Sosiaali- ja terveysministeriö. 1998. Räjähdysalan normeja, Turvallisuusmääräykset 16:0.

SRK Consulting (UK) Limited 2013d. Hannukainen DFS waste rock geochemical characterization, wrd seepage and pit lake water quality prediction report.

SRK Consulting (UK) Limited, 2011b. Hannukainen DFS waste rock geochemical characterization, WRD seepage and pit lake water quality prediction report.

SRK Consulting (UK) Limited, 2012. Predictive Geochemical Modelling Study of Groundwater Quality, Pit Dewatering and Pit Lake Water Quality, Hannukainen Deposit, Finland. 2012. April 2012, Report prepared for Northland Mines Oy. UK4342.

SRK Consulting (UK) Limited, 2013a. Hannukainen DFS waste rock geochemical characterization, WRD seepage and pit lake water quality prediction report.

SRK Consulting (UK) Limited, 2013a. Hydrological Impact Assessment (HIA) for the Hannukainen iron ore-copper-gold project, Phase 2. January 2013, Report prepared for Northland Mines Oy. UK4970.

SRK Consulting (UK) Limited, 2013b. Hannukainen Iron-copper-gold-project geotechnical evaluation and pit slope design, phase 3: feasibility study report.

SRK Consulting (UK) Limited, 2013b1. Hydrological impact assessment for the Hannukainen iron ore-copper–gold project, phase 2.

SRK Consulting (UK) Limited, 2013c. Waste rock dump design, Hannukainen iron oxide-copper-gold ore deposit, Finland. Nothland Mines Oy.

SRK Consulting (UK) Limited. 2020. Hydrological impact assessment update on the Rautuvaara tailings facility, Hannukainen project, Finland. Prepared for Hannukainen Mining. UK30785. June 2020.

SRK Consulting (UK) Limited. 2021. Hydrological Impact Assessment Update for the Post-Closure Phase of the Hannukainen Mine, Finland. UK31187. October 2021.

Teollisuuden Vesi Oy, 2021. Hannukaisen kaivoshanke - Vedenkäsittelysuunnitelma. 14.10.2021

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) 2017. Päätös kaivospiirin määräämisestä. 18.9.2017.

Väylävirasto 2019. Rautateiden tavara- ja henkilöliikenne. https://vayla.fi/vaylista/aineistot/tilastot/ratatilastot/rautateiden-henkilo-ja-tavaraliikenne . (Viitattu 13.1.2021)

Väylävirasto 2020. liikennemäärät 2019. https://vayla.fi/vaylista/aineistot/kartat/liikennemaarakartat (viitattu 12/2020)

Hannukainen Mining Oy
Kaivoslupahakemus

LIITE 5-1

Malmivarannot

1 MALMIVARANNOT

Malmivarantojen raportointi sisältää niin todetut, todennäköiset kuin mahdolliset malmivarannot. Lohkomalli malmivarannoista on SRK Consulting (UK) ltd:n (SRK) tekemä ja luokittelussa on noudatettu CIM-ohjeistusta (Kanadalainen ohjeistus CIM Definition standards, National Instrument NI43-101). Vastuuhenkilönä toimi SRK:n Howard Baker (Qualified person, MAusIMM(CP)). Malli on päivätty 24.10.2012.

Malmivarojen arviointia varten tarvitaan mineraalivarantojen arvioinnin tuloksena saatuja tietoja ja malleja. Keskeisimpiä ovat lohkomalli ja geotekniset tiedot. Malmivaroihin kuuluu vain taloudellisesti hyödynnettävissä oleva osuus mineraalivarannoista. Tätä varten tarvitaan myös hankkeen taloudellisia lähtötietoja.

Itse malmivarantojen arviointi suoritetaan mallinnus- ja laskentaohjelmistoilla, joilla suoritetaan avolouhoksen optimointi, louhintavaiheistus, läjitysalueiden suunnittelu, kaivoksen eliniän kattava tuotantosuunnittelu, operatiivisen strategian luominen sekä kustannuslaskenta.

1.1 Lohkomalli

Kaivoksen lohkomalli luotiin mineraalivarantojen arvioinnissa käytetystä lohkomallista. Tämä kaivoksen säännönmukainen lohkomalli jaettiin vielä alilohkoihin, hyödyntäen Surpac-ohjelmalla tehtyjä ”wireframe”-malleja, jonka jälkeen lohkomalli vietiin CAE Studio3 – ohjelmaan. Lohkojen koko on 25 metriä X- ja Y-suunnassa, mikävastaa keskimäärin puolta kairaustiheydestä. Lohkon korkeudeksi (Z) valittiin 5 m mineralisaation luonteesta johtuen. Alilohkojen koko on määritetty varsinaisten lohkojen koon, lastauskaluston, pengerkorkeuden ja laimenemistekijöiden mukaan. Lohkomallin ulottuvuudet on esitetty taulukossa 1. Mallissa on käytettykoordinaattijärjestelmää KKJ, kaista 2.

Taulukko 1: Lohkomallin ulottuvuudet

	Origo	Lohkon koko (m)	Lohkojen määrä	Alilohkojen minimi koko (m)
X	2496500	25	140	6.25
Y	7495000	25	248	6.25
Z	-500	5	164	1.25

1.1.1 Mallin tiedot

Malmivarantojen arvioinnissa käytetty lohkomalli sisältää normaalit geologisten mallien tiedot, kuten koordinaatit, geostatistiset parametrit, pitoisuudet, kalliovyöhykkeet, tiheydet jne. Kaivoksen lohkomallissa huomioitiin lisäksi malmitappiot ja sivukivilaimennus, sekä useita taloudellisia muuttujia.

1.2 Louhosoptimointi

Louhosoptimoinnin avulla valittiin optimaalisin louhosalueen rajaus, jota käytettiin myöhemmin yksityiskohtaisemman kaivos- ja tuotantosuunnitelman pohjana. Herkkyysanalyysien avulla määritettiin avaintekijöitä, jotka vaikuttavat malmivarantoihin.

Louhosoptimointi tuotettiin ja laskettiin käyttämällä Gemcomin Whittle ohjelmistoa. Whittle käyttää Lerchs- Grossmann[1] algoritmia optimaalisen avolouhoksen kuoren mallintamiseen. Louhosoptimointiin otettiin mukaan vain osoitetut ja mitatut mineraalivarannot, jotka muodostavat pohjan malmivarojen arvioinnille. Luokittelussa huomioitiin myös tuotantoaikataulu ja taloudellisia muuttujia. Mallinnuksessa käytettiin säännönmukaista alilohkokokoa, jossa X- ja Y-suunnassa lohkon sivut olivat6,25 m ja Z-suunnassa 5 m.

[1] Lerchs-Grossmann algoritmia käsitellään H.Lerchsin ja I.F.Grossmannin artikkelissa “Optimum Design of Open-Pit Mines”,Transactions C.I.M, 1965, s.17-24.

1.2.1 Louhosoptimoinnin parametrit

Optimoinnissa käytetty malli

Avolouhosoptimoinnissa on käytetty edellä kuvattua säännönmukaista lohkomallia. Lohkomallin sisältämästä malmista on huomioitu vain osoitetut ja mitatut varannot, jotta mallinnuksen tuloksena saatavien malmivarantojen todennettavuus on standardin mukaisella tasolla.

Geotekniset parametrit

Louhosoptimoinnissa on käytetty geoteknisinä parametreinä SRK:n raportissa ”Hannukainen Iron-Copper-Gold Project Geotechnical Evaluation and Pit Slope Design Phase 3: Feasibility Study Report” joulukuussa 2011 määrittämiä seinämien kaltevuuksia. Hannukaisen avolouhoksen seinämien yleiskaltevuutena on käytetty etelä- ja keskiosassa 45°, pohjoisosassa 47° ja Kuervitikon avolouhokselle 48°. Yhteenveto SRK:n analyysin tuloksista on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2: Yhteenveto seinämien sallituista kaltevuuskulmista

	Yksikkö	Kallio rapautumatonta				Aines - rapautunut
		Hannukainen			Kuervitikko	
		North	Central	South		
Korkeus	m	120	210	210	90	N/A
Ajoluiskien välinen kaltevuus	°	53	53	53	55	27
Ajoluiskat	#	1	2	2	1	0
Louhoksen yleiskaltevuus	°	47	45	45	48	27

Topografista rajausta tai muuntokertoimia ei ole käytetty optimoinnissa, vaan sivukivilaimennus ja malmihävikki on huomioitu käyttämällä säännönmukaista lohkomallia.

Optimoinnissa käytetyt kustannukset

Avolouhosoptimoinnissa käytetyt louhinnan, prosessoinnin, kuljetusten yms kustannukset on esitetty Taulukossa 3.

Taulukko 3: Avolouhosoptimoinnissa käytetyt kustannukset

Parametri	Yksikkö	Arvo
Louhintakustannukset	USD/t	1.78
Referenssi taso	mRL	215
Louhinnan lisäkustannukset	USD/t/5m	0.02
Keskimääräinen louhintakustannus	USD/t	2.02
Rikastamon kustannukset	USD/$t_{prosessoitu}$	6.78
Teollisuusalueen kustannukset	USD/$t_{prosessoitu}$	0.68
Yleiset ja hallinnolliset kulut	USD/$t_{prosessoitu}$	1.33
Kuljetuskulut rautarikasteelle	USD/$t_{Fe\text{-}rikaste}$	19.22
Kuljetus Cu-rikasteelle	USD/$t_{Cu\text{-}rikaste}$	23.24

Optimoinnissa käytetyt saantokaavat

Optimoinnissa huomioitiin raudan, kuparin ja kullan laskennallinen saanti. Laskennallisen saannin kaavat on esitelty kappaleessa 2.1.1. Whittle-ohjelmiston rajoittuneesta kyvystä arvioida logaritmisiä yhtälöitä, mineraalien saannit laskettiin CAE:n Datamine ohjelmalla erikseen jokaiselle lohkolle, jonka jälkeen tiedot vietiin takaisin Whittle-ohjelmaan.

Lohkomalli sisältää lisäksi mineraalien laskennallisen saannin. Odotettavissa olevat saantipitoisuudet perustuvat SGS SA:n ja Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) kokeisiin sekä tulosten tarkasteluun raudan osalta Pertti Lambergin(Luulajan teknillinen yliopisto, 2012) ja kuparin ja kullan osalta Bo Arvidsonin (Bo Arvidson Consulting, 2011) toimesta. Seuraavassa on esitetty metallien saannit yksittäisten lohkojen mukaan:

Raudan saantikaava

$$Fe_{Rec} = 98.5 * \left(1 - e^{-0.06038*(Fe_{Grade}-6)}\right) * \left(-1.962744 * \left(\frac{S_{Grade}}{Fe_{Grade}}\right) + 1\right)$$

missä

$Fe_{Grade} \geq 6.5\%$

$Min. Fe_{Rec} = 0\%$

Kuparin saantikaava

$$Cu_{Rec} = 15.2487213896 * \ln(Cu * 100) + 106.8504693385$$

missä

$Max. Cu_{Rec} = 95\%$

Kullan saantikaava

$$Au_{Rec} = 5.886181479 * \ln(Au_{Grade}) + 38.9178069302$$

missä

$Min. Au_{Grade} = 0.00135\ g/t$

Myyntihinnat ja myyntikulut

Myyntihintoina optimoinnissa käytettiin 1,40 USD/dmtu[1)] raudalle, 2,86 USD/lb kuparille ja 1250 USD/oz kullalle. Hinnat edustavat pitkän aikajänteen ennusteita.

Optimoinnissa huomioituja myyntikuluja ovat rojaltit 0,15 % myyntihinnoista ja Cu-rikasteen myyntikulut 0,27 USD/lb.

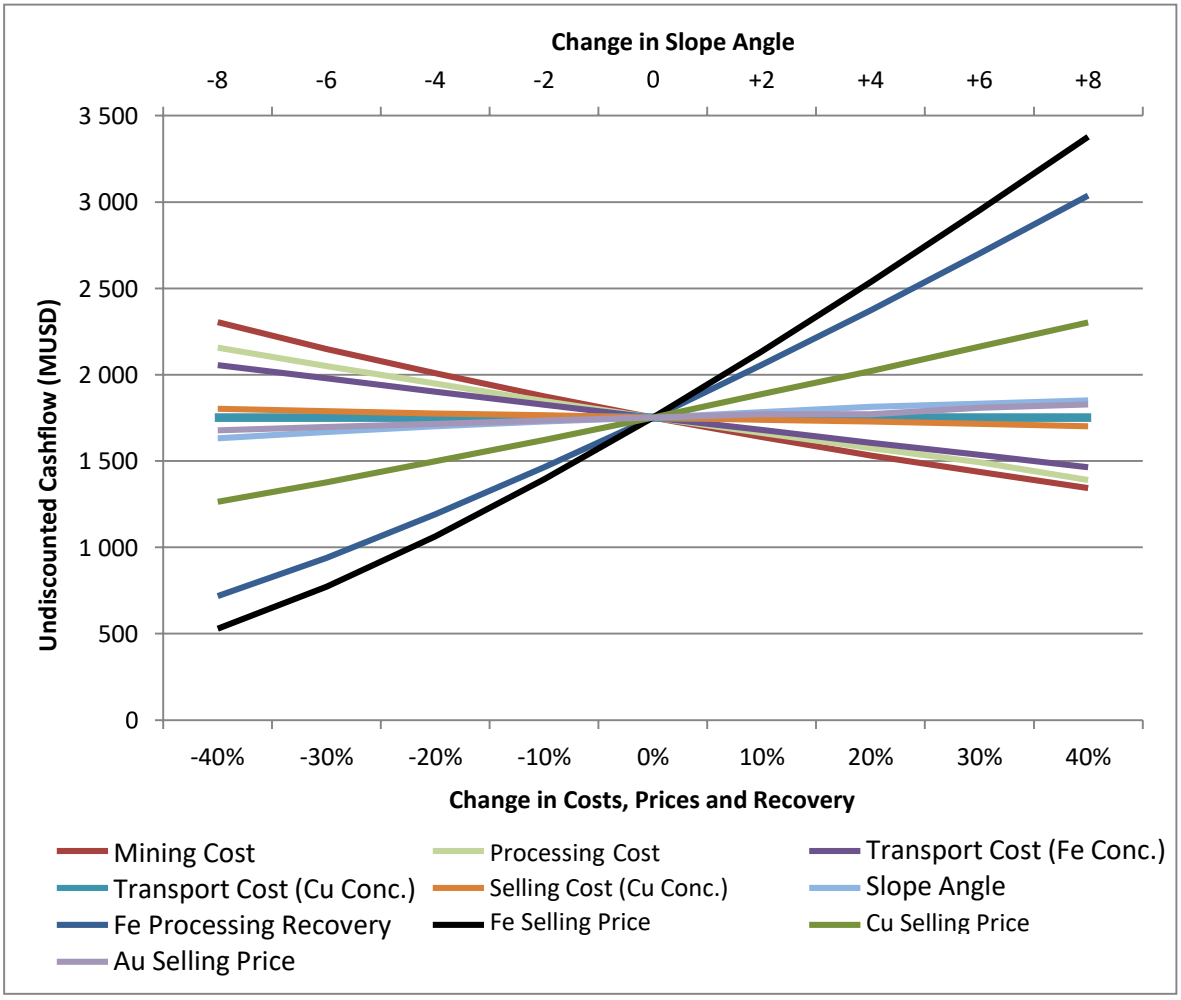
[1)]dmtu (dry metric tonne unit) on kansainvälisesti rautarikasteen arvon määrityksessä käytetty yksikkö, joka tarkoittaa rautarikasteen arvoa per kuivan rikasteen sisältämän raudan pitoisuus prosentti.

1.2.2 Optimoinnin tulos

Louhosoptimointi antoi tulokseksi sarjan sisäkkäisiä louhoksen rajauksia/kuoria, jotka perustuivat erilaisiin metallin hintoihin, jotka ilmoitetaan revenue-tekijän avulla. Kyseinen tekijä on sisällytetty jokaisen metallin myyntihintaan. Jokaista louhosrajausta kohden on laskettu kassavirta käyttäen myyntihintoja, joka mahdollistaa taloudellisten vaihteluiden tarkastelun eri rajausvaihtoehdoille. Tarkastelussa käytettiin raudan hintoja väliltä 1,00 USD/dmtu ja 1,60 USD/dmtu.

Herkkyysanalyysien avulla määriteltiin hintojen ja erityyppisten kustannusten vaikutukset optimointituloksiin. Herkkyysanalyysissä tarkasteltiin niin avolouhoksen seinämien kaltevuuden, louhinnan, prosessoinnin, kuljetusten ja myynnin kuluja sekä metallien saantia ja myyntihintoja. Analyysi osoittaa, että optimointi on erityisen herkkä raudan saannille ja raudan myyntihinnalle. Toisaalta kuparin kuljetus- ja myyntikuluilla, kullan myyntihinnalla ja louhoksen seinämien kaltevuuksilla ei ole juurikaan vaikutusta kaivoksen optimointirajoihin. Kuvassa 1 olevassa kaaviossa on esitetty louhosoptimoinnin herkkyysanalyysin tulokset.

Kuva 1: Louhosoptimoinnin herkkyysanalyysit

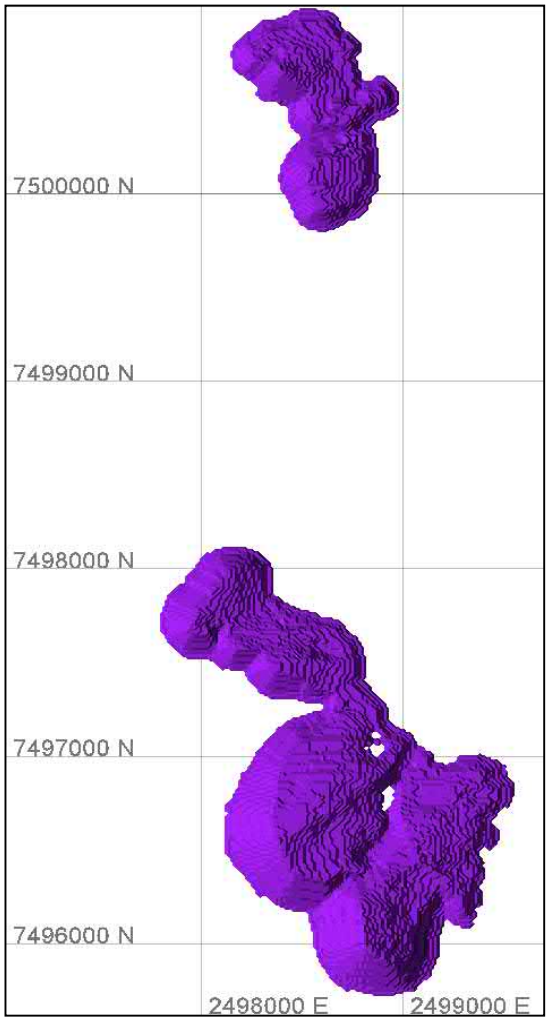


1.2.3 Louhosalueen rajauksen valinta

Rajauksen valinnassa on käytetty seuraavia kriteereitä: Louhoksen eliniän tulee olla yli 17 vuotta 6,5 miljoonan tonnin vuosittaisella malminlouhinnalla, sekä sen tulee olla taloudellisesti järkevin vaihtoehto.

Optimoinnin avulla päädyttiin louhosalueen rajaukseen, jonka revenue-luku on 0,89. Tällöin raudan hinta on 1,25 USD/dmtu, joka pienentää raudanhinnan laskuun liittyvää riskiä projektille. Rajattu louhos sisältää 117,6 Mt malmia ja 416,0 Mt sivukiveä. Kuvassa 2 esitetään louhosoptimoinnin mukaan rajautunut louhos.

Kuva 2: Louhosoptimoinnin mukaan rajautunut alue Hannukaisen ja Kuervitikon avolouhokselle. Koordinaatistoruudun koko on 1000m * 1000m.



1.3 Louhintasuunnitelma

Louhosoptimointiin pohjautuen suunniteltiin avolouhosten lopullinen muoto, louhintavaiheet ja -järjestys. Suunnittelussa huomioitiin tuotantokaluston rajoitukset, siirtymät louhinnan laajennusvaiheiden välillä ja yksityiskohtainen tuotantoaikataulu. Molemmille esiintymille, Hannukaiselle ja Kuervitikolle, tehtiin louhossuunnitelmat. Hannukaisen suunnitelma on jaettu kolmeen osaan, johtuen esiintymän muodosta: North (HN), Central (HC) ja South (HS). Huomioiden louhintavaiheet ja sivukivien läjitysalueiden sekä murskaamon sijainti pyrittiin rampit sijoittamaan toiminnan kannalta optimaalisimpaan kohtaan.

1.3.1 Suunnittelun lähtökohdat

Jotta raudalle pystyttiin määrittämään pitoisuuden raja-arvo (cutoff), kupari ja kulta pitoisuudet muunnettiin rautaekvivalentti-pitoisuudeksi (FeEq). Raja-arvoa käytettiin erottelemaan toisistaan sivukivi ja malmi. Johtuen raudansaannin vaihteluista raudan raja-arvo on laskettu erikseen jokaiselle lohkolle, kuten myös FeEq on laskettu erikseen jokaiselle lohkolle. Jos lohkon FeEq on yhtäsuuri tai suurempi kuin raudan raja-arvo luokitellaan se malmiksi. Rauta-ekvivalentin kaava on esitetty alla.

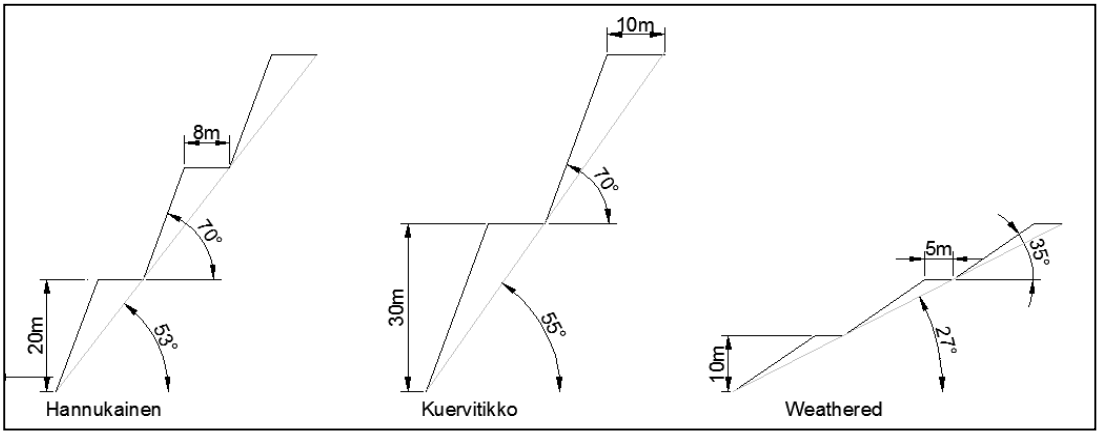
Rauta-ekvivalentin kaava

*FeEq% = (FE/100+(CU_PPM/1000000*82.8833)+(AU_PPB/1000*0.13237512))*100*

*FeEq = FeGrade + [CuGrade*CuRec*(CuPrice*(1-Roy%)-CuTrCost-CuSellCost) +*
*AuGrade*AuRec*AuPrice*(1-Roy%)] / [FeRec*FePrice*(1-Roy%)-FeTrCost]*

Geoteknisinä parametreinä on käytetty SRK:n raportissa ”Hannukainen Iron-Copper-Gold Project Geotechnical Evaluation and Pit Slope Design Phase 3: Feasibility Study Report” joulukuussa 2011 määrittämiä seinämien kaltevuuksia. Avolouhosten ajoluiskien välisten seinämien kaltevuutena on käytetty Hannukaisessa 53° ja Kuervitikon avolouhokselle 55°. Penkereen kaltevuus on 70°. Louhosseinämän pengerryksen mitoitus on esitetty kuvassa 3.

Kuva 3: Louhosseinämän pengerryksen mitoitus



Ajoluiskien leveyden määrityksessä on käytetty Caterpillar 789 louhoskuorma-auton ulkomittoja ja ominaisuuksia. Tällöin kaksikaistaisen ajoluiskan leveys on 27 m, joka vastaa noin 3,5 kertaa CAT 789 leveyttä. Ajoluiskan ollessa yksikaistainen, luiskan leveys on 19 m, mikä vastaa 2,5 kertaa CAT 789:n leveyttä. Yksikaistaisia ajoluiskia käytetään ainoastaan louhoksien pohjalla, mikä mahdollistaa viimeisten malmien louhimisen kaivoksen pohjalta. Ajoluiskien 10 %:n kaltevuus on normaali tämän tyyppisessätoiminnassa. Kääntösäteenä pidetään 30 metriä ja louhoslaajennuksen ns. minimilouhintaleveys on 50 m.

1.3.2 Louhintavaiheet- ja järjestys

Vaiheistuksen suunnittelu

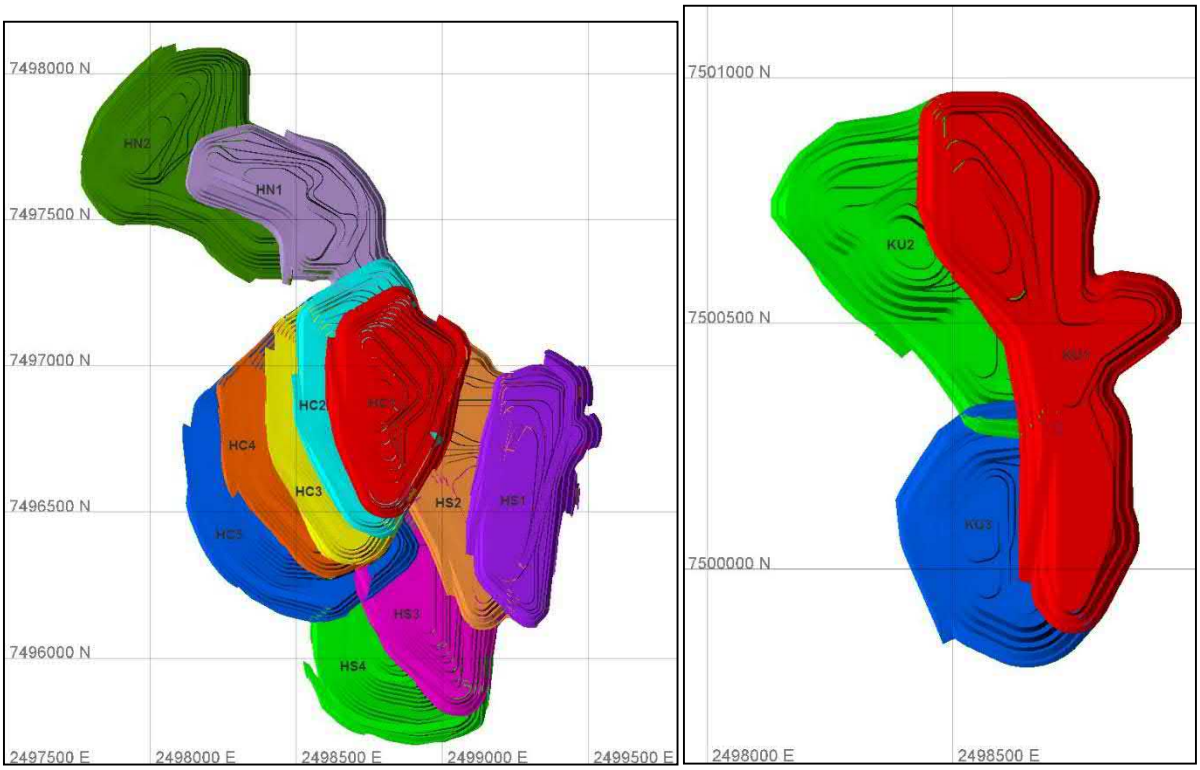
Louhintavaiheistus suunniteltiin CAE:n NPV scheduler ohjelmistolla. Ohjelmiston avulla optimoinnista valittu avolouhoksen kuori voidaan jakaa käytännöllisiin louhintavaiheisiin. Vaiheistuksessa käytettiin taloudellisten näkökantojen lisäksi seuraavia kriteereitä: minimilouhintaleveys 30 m, louhintavaiheiden välinen minimietäisyys 100 m ja vaiheistuksen käytännöllisyys.

Tulokset

Vaiheistuksen suunnittelun perusteella Hannukaisen avolouhos jaettiin kolmeen erilliseen louhinta-alueeseen: North (HN), Central (HC) ja South (HS). Nämä louhinta-alueet jaettiin seuraavasti pienempiin laajennusosiin: Keskiosassa on viisi louhintalaajennusta (HC1, HC2, HC3,HC4 ja HC5), neljä vaihetta eteläisessä osassa (HS1, HS2, HS3 ja HS4) ja kaksi pohjoisessa (HN1 ja HN2). Kuervitikon avolouhoksen ensimmäisessä laajennusosassa (KU1) louhitaan koko louhoksen pituudelta, josta jatketaan erillisillä louhintalaajennuksilla pohjoisosassa (KU2) ja eteläosassa (KU3). Louhintavaiheet on esitetty kuvassa 4.

Hannukaisen lopullinen avolouhossuunnitelma on noin 2,5 km pitkä ja louhoksen maksimi syvyys 230 m. Kuervitikon louhoksen vastaavat mitat ovat 1,2 km ja 140 m. Louhintasuunnitelmaa on käytetty niin tuotantoaikataulun suunnittelussa kuin perustana hydrologisille ja hydrogeologisille tutkimuksille. Näiden lisäksi sen pohjalta on suunniteltu kuljetusverkosto tuotantoaikataulua varten.

Kuva 4: Hannukaisen (vasen) ja Kuervitikon (oikea) louhintavaiheet ja järjestys. Koordinaatistoruudun koko on molemmissa kuvissa 500m * 500m.



1.3.3 Louhintakelpoiset malmivarat

SRK raportoi todetuiksi malmivaroiksi 113,7 Mt sisältäen rautaa 30,5%, kuparia 0,185%, kultaa 0,112 g/t ja rikkiä 2,4% sekä todennäköisiin malmivaroihin 1.1 Mt sisältäen rautaa 30,0%, kuparia 0,157%, kultaa 0,1 g/t ja rikkiä 2.4%. Kokonaisuudessaan malmivarat ovat 114,8 Mt sisältäen rautaa 30,5%, kuparia 0,185%, kultaa 0,112 g/t ja rikkiä 2.4%. Louhintasuunnitelman mukaan louhittavissa on 114,8 Mt malmia ja sen lisäksi sivukiveä 446,8 Mt (Taulukko 4). Lopullisen suunnittelun myötä louhintakelpoisen malmin määrä supistui 2,9 Mt louhosoptimoinnista, kun taas louhittavan sivukiven määrä kasvoi 31,3 Mt.

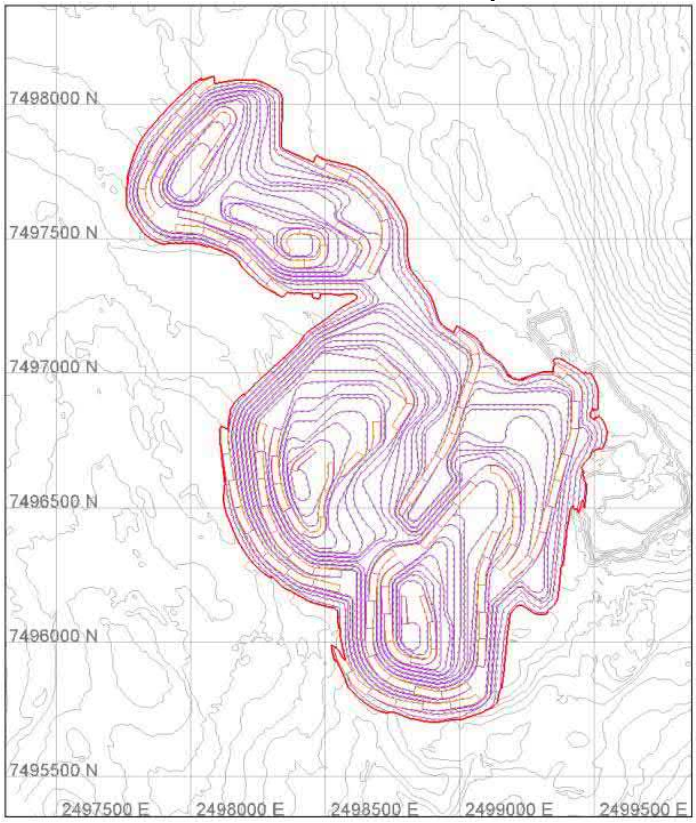
Vastuuhenkilönä malmivarojen tarkastelussa ja raportoinnissa on toiminut Colleen McDougal (BEng, MAusIMM(CP)), joka työskentelee SRK:lla vanhempana konsulttina (kaivossuunnittelu). Kaiken hänen työnsä on tarkastanut Rick Skelton (CEng,MSc (Mining), MIMMM, MSAIMM) SRK:lta. Skelton on kaivosinsinööri ja hänellä on yli kolmenkymmenen vuoden kokemus kaivosteollisuudesta. Viimeisen viiden vuoden aikana hän on ollut mukana useamman rautamalmi esiintymän malmivarojen tarkastelussa ja raportoinnissa niin Euroopassa, Afrikassa kuin Etelä-Amerikassa.

Taulukko 4: Louhintakelpoiset malmivarat

	Määrä Mt	Fe %	Cu %	Au g/t	S %
Hannukainen					
Todettu	91.8	32.2	0.186	0.088	2.4
Todennäköinen	0.8	32.6	0.148	0.060	2.4
Kuervitikko					
Todettu	21.9	23.6	0.183	0.216	2.5
Todennäköinen	0.3	23.8	0.177	0.194	2.5
YHTEENSÄ					
Todettu	113.7	30.5	0.185	0.112	2.4
Todennäköinen	1.1	30.0	0.157	0.100	2.4
YHTEENSÄ	**114.8**	**30.5**	**0.185**	**0.112**	**2.4**

Lopullisen kaivossuunnitelman ja louhosoptimoinnin erot malmi- ja sivukivitonneissa johtuvat pääsääntöisesti siitä, että saantia syvimmiltä optimoiduilta tasoilta pienentävät koneiston asettamat rajoitteet. Lisäksi vähäisiä määriä malmia menetetään jalkapuolelta johtuen esiintymän suunnasta ja suunnittelussa käytetystä pengerkaltevuudesta. Hannukaisen avolouhoksen lopullinen suunnitelma on kuvassa 5.

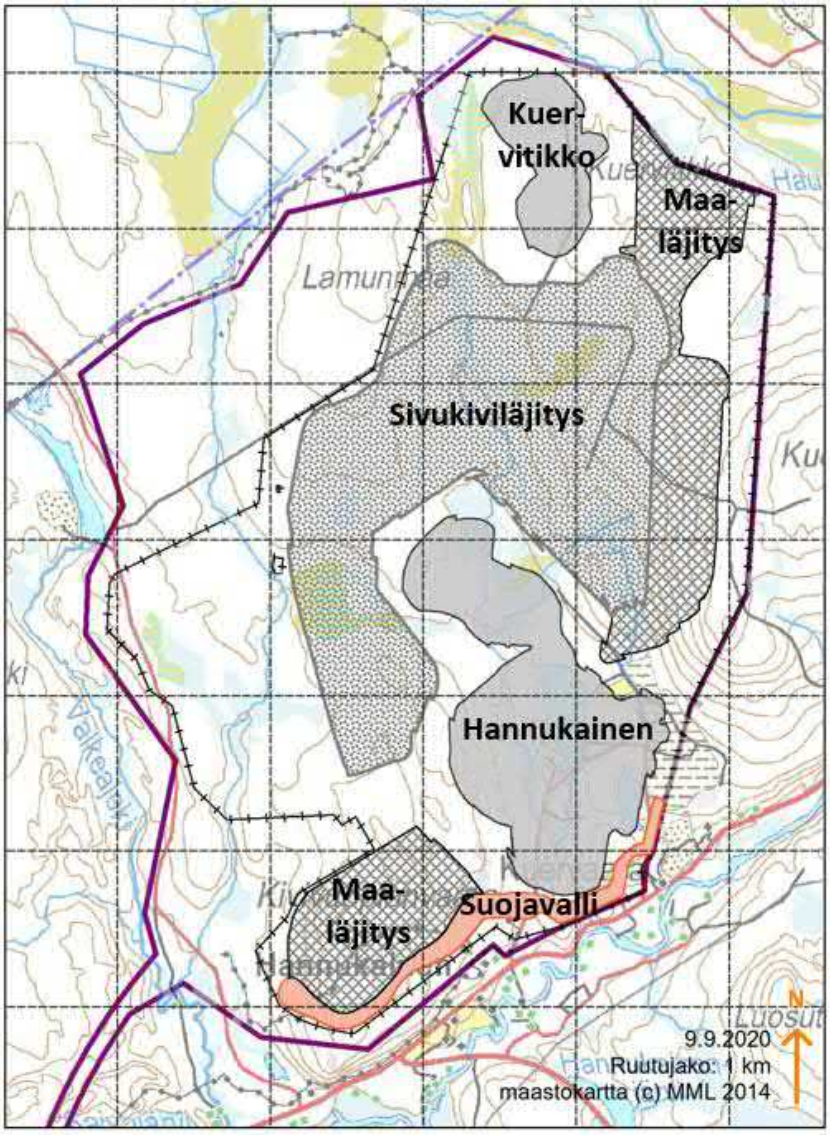
Kuva 5: Hannukaisen avolouhoksen lopullinen louhintasuunnitelma



1.4 Sivukiven läjitysalueet

Sivukiven läjityksen alkuperäinen suunnittelu pohjautuu SRK:n raporttiin ”Waste rock dump design, HannukainenIron oxide-copper-gold ore deposit, Finland” kesäkuulta 2012. Sivukiven läjitysalueet suunniteltiin louhinnan, geologian, ympäristön, hydrologian ja infrastruktuurin pohjalta. Sivukiven läjityssuunnitelmiin on tehty muutoksia Hannukaisen ympäristöluvituksen ja kaavoituksen yhteydessä. Suurin muutos on tapahtunut itäisellä läjitysalueella, jonka korkeutta on pohjoisella reunalla rajoitettu Aavahelukan lentokentän lentoestealueen vuoksi. Tällä muutoksella ei kuitenkaan ole ollut vaikutuksia läjitysalueiden kokonaiskapasiteettiin, koska sivukivi voidaan sijoittaa itäisen ja läntisen sivukivialueen väliselle alueelle. Sivukiven- ja maanläjitysalueiden sijainti on esitetty kuvassa 6.

Kuva 6: Sivukiven ja pintamaan läjitysalueet sekä avolouhokset



Sivukiven heterogeenisyydestä johtuen läjitysalueet suunniteltiin sisältämään erilliset lohkot kahdelle sivukivityypille ja pintamaille. Sivukiveä alueelta löytyy kahta eri laatua: mahdollisesti happoa muodostava sivukivi (PAF, potentially acid forming) ja sivukivi, joka ei muodosta happoa, reagoimaton (NAF, non-acid forming).

Suunnittelussa pintamaat on sijoitettu niin, että ne saadaan käyttöön kaivoksen sulkeuduttua maisemointia varten. Mahdollisesti happoa muodostavan sivukiven sijoittaminen suunniteltiin hydrogeologisten tutkimusten pohjalta niin, että pintavalumavedet PAF:n alta tulevat valumaan Hannukaisen avolouhoksen suuntaan. Näiden PAF-sivukivialueiden alle rakennetaan tiivis pohjarakenne, joka mahdollistaa näiltä alueilta tulevien suotovesien keräämisen ja johtamisen tarvittaessa käsittelyä vaativien vesien altaaseen ja siitä edelleen Rautuvaaraan vesienkäsittelyyn. NAF-materiaali tulee olla eristetty muista sivukivistä.

Sivukiven läjityskasojen rinteiden yleiskaltevuus on 1:3 ja pengerkorkeus 20 m. Maapeitteelle penkereen kaltevuus 26,5° ja PAF- ja NAF-sivukivelle 35°. Molemmissa läjitystyypeissä penkereen leveys on 30, ajoramppien leveys 27 m ja rampin kaltevuus 10°.

Sivukiven ja maapeitteiden läjitys toteutetaan kahdella läjitysalueella, joista pohjoiselle läjitysalueelle läjitetään sivukiveä ja maanpoistojen massoja. Pohjoinen läjitysalue sijaitsee Hannukaisen avolouhoksen länsi- ja pohjoispuolella, Kuervitikon ja Hannukaisen avolouhosten välissä. Eteläiselle läjitysalueelle läjitetään pelkkiä maanpoistojen massoja. Eteläiseen läjitysalueeseen kuuluu myös suojavallin alue. Kuvassa 6 esitetty sivukiven ja maapeitteiden läjitysalueet. Sivukiven, irtomaan läjitysalueiden ja suojavallin pinta-alat, täyttökapasiteetit ja -korkeudet on esitetty taulukossa 5.

Osana sivukiven läjitysalueiden suunnittelua optimointiin koneiden käyttöä sivukiven läjittämisessä, kehitettiin lähtökohdat kaivosalueen tieverkostoa ja muuta infrastruktuuria varten sekä suunniteltiin läjityksen täyttöjärjestysmalli ja aikataulu.

Taulukko 5: Sivukiven, pintamaiden läjitysalueiden ja suojavallin pinta-alat, täyttökapasiteetit ja -korkeudet.

	Pinta-ala (ha)			Täyttökapasiteetti		Max korkeus
	Kok.	Sivukivi	Pintamaa (ml.suojavalli)	Mt	Mm^3	mpy
Pohjoinen läjitysalue	578	440	138	406	192	+320
Eteläinen läjitysalue	121		85+36	39	20	+235
YHTEENSÄ	**699**	**440**	**259**	**445**	**212**	

1.5 Kaivoksen vedenpoisto

Vedenhallintatoimenpiteillä varmistetaan pääsy louhoksen eri alueille, pienennetään räjähdysaineiden toimintahäiriöitä ja tarvetta suuremmille räjähdysainemäärille märistä räjäytysrei'istä johtuen, vähennetään laitteiston kulumista, varmistetaan lastauksen ja kuljetuksen tehokkuus sekä luodaan turvallinen työympäristö. Tehokkaan avolouhoksen vedenpoiston avulla vähennetään myös veden kontaktiaikaa malmin ja räjähdysaineiden kanssa, millä on vaikutusta avolouhoksesta poistettavan veden laatuun.

Hannukaisen alueella sijaitsee kaksi vanhaa avolouhosta, Laurinoja ja Kuervaara, joista Rautaruukki Oyj louhi rautamalmia vuosina 1978–1988. Outokumpu Oy vuokrasi alueen ja rikastamon vuosina 1989–1996. Outokumpu louhi ja rikasti alueella etenkin kuparia ja kultaa. Osana kaivostoiminnan valmistavia töitä ja tuotannon ylösajoa kyseiset louhokset tulee tyhjentää vedestä. Avolouhosten vesi tullaan pumppaamaan puhdasvesialtaaseen tai jos veden laatu niin vaatii käsittelyä vaativien vesien altaaseen. Näitä vesiä tullaan osin käyttämään rikastamon ylösajossa. Ylimääräiset vedet tullaan purkamaan purkuputkea pitkin Muonionjokeen. Kaivostoimintaa edeltävä vedenpoisto on huomioitu toiminnanaikaisen vedenhallinnan suunnittelussa niin, että laitteistoa, sisältäen niin pumput kuin putkistot, voidaan käyttää molempien vaiheiden aikana.

Pohjavesien aiheuttama vedentuloa louhokseen on mallinnettu numeeristen mallinnusten avulla vuosina 2013 ja 2021, joiden perusteella vedentulon on arvioitu olevan Hannukaisessa hetkellisesti välillä 30 ja 300 m³/tunnissa ja Kuervitikossa välillä 110 ja 315m³/tunnissa. Kyseiset arvot esittävät vedentuloa läpi koko kaivoksen eliniän ja kuvastavat vedentulon kasvua avolouhoksen laajetessa.

Pintaveden hallinnan suunnittelussa on huomioitu keskisadanta ja sulamisvesien vaikutus sekä mahdolliset rankkasateet. Keskisadannan maksimi osuu toukokuulle, jonka lisäksi vedentuloa kasvattaa sulamisvedet, jolloin näistä johtuva vedentulo voi kasvaa aina 410 m³/tunnissa Hannukaisessa ja 110 m³/tunnissa Kuervitikossa. Vedentuloa kasvattaa lisäksi pitkäkestoiset vesisateet. Pintavesienhallintaa varten on suunniteltu ojitukset louhosten ympärille, joilla estetään vedentuloa kaivokseen.

Valumavesien määrät ovat havainnollistavia ja niiden pohjalta on tehty vedenpoistosuunnitelma sekä kustannusarvio. Pohjavesistä johtuvan vedentulon ei oleteta aiheuttavan vaikeuksia asianmukaisesti hoidettuna. Pintavesien aiheuttama vedentulo on merkittävää ja se on huomioitu tehdyissä vesienkäsittelysuunnitelmissa. Tarkemmin vedenhallintaan ja siihen liittyviin suunnitelmiin on paneuduttu Hannukaisen ympäristölupahakemuksessa ja etenkin sen liitteessä 8 (Vesienhallintaraportti, Afry, 2021) ja liitteessä 9 (Vedenkäsittelysuunnitelma, Teollisuuden Vesi Oy, 2021).

1.6 Tuotantoaikataulu

Lähtötietona tuotantoaikataulun suunnittelulle on käytetty louhintasuunnitelmaa. Aikataulun mallinnuksen tavoitteena oli huomioida mahdolliset tuotannon rajoitteet, saavuttaa vuotuiset määrä- ja laatutavoitteet louhinnassa ottamalla huomioon murskaimen kapasiteettikyky sekä määrittää irtomaan poiston ja sivukiven louhinnan määrät.

Tuotantoaikataulun suunnittelussa on käytetty mallinnusta rajoittavina tekijöinä 6,5 Mt malmin vuosittaista louhintaa ja 2,3 Mt rautarikasteen vuosittaista tuotantomaksimia. Rautarikasteen rautapitoisuutena suunnittelussa on käytetty 70%. Kupariirikasteen tuotantomaksimina on käytetty 50 kt, rikasteen kuparipitoisuuden ollessa 25%.

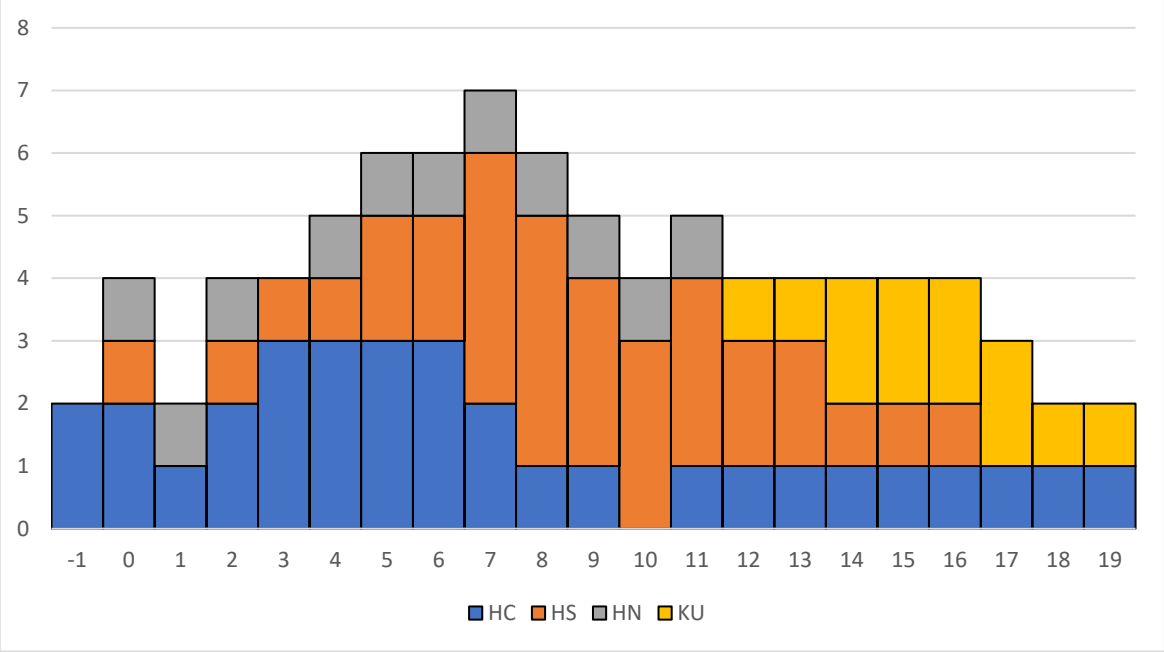
Louhinta aloitetaan niin, että syötteeseen saadaan heti alussa laadultaan parasta malmia. Suunnittelussa on minimoitu ensimmäisessä vaiheessa, ns. valmistavissa töissä, tehtävä maanpoisto. Pitkän aikavälin malminvälivarastointia myöhempään käyttöä varten ei suunnitella, sillä malmin ollessa paljastuneena saanti rikastamolla pienenee. Tuotannon aikaista hetkellistä malminvarastointia ei ole mallinnettu, mutta se on huomioitu aikataulun suunnittelussa olettamalla, että tarvittaessa malmia voidaan varastoida murskaimen läheisyyteen, jolloin lyhytaikaiset vaihtelut lastausnopeudessa ja murskaimen tuotantovauhdissa voidaan tasata.

1.6.1. Louhinta-alueet

Vuosituotantotavoitteiden saavuttaminen edellyttää, että useampaa louhoslaajennusta louhitaan samanaikaisesti. Kuvassa 7 esitetään vuosittain louhittavien laajennusalueiden lukumäärä. Hannukaisen louhinta aloitetaan keskiosasta, jotta päästään käsiksi korkean rautapitoisuuden kiviin. Keskiosan malmia sekoitetaan etelä- ja pohjoisosan malmiin, jotta sivukivi/malmisuhdetta saadaan alhaisemmaksi ensimmäisten vuosien aikana. Kuervitikon louhinta on taas jätetty aikataulun loppuun johtuen alhaisemmasta rautapitoisuudesta. Kuervitikon malmi sekoitetaan Hannukaisen keskiosan viimeisen louhintavaiheen malmin kanssa.

Maapeitteen poistoa ja sivukiven louhintaa tehdään koko Hannukaisen alueella ensimmäisen kahden vuoden aikana. Seuraavan viiden vuoden aikana aloitetaan uusia louhintalaajennuksia täyttäen malminlouhinnan vuositavoitteet sekä louhimalla sivukiveä tulevia laajennuksia varten. Viimeisen kymmenen vuoden aikana samanaikaisesti louhittavien alueiden määrä laskee, mitä syvemmälle avolouhoksissa päästään.

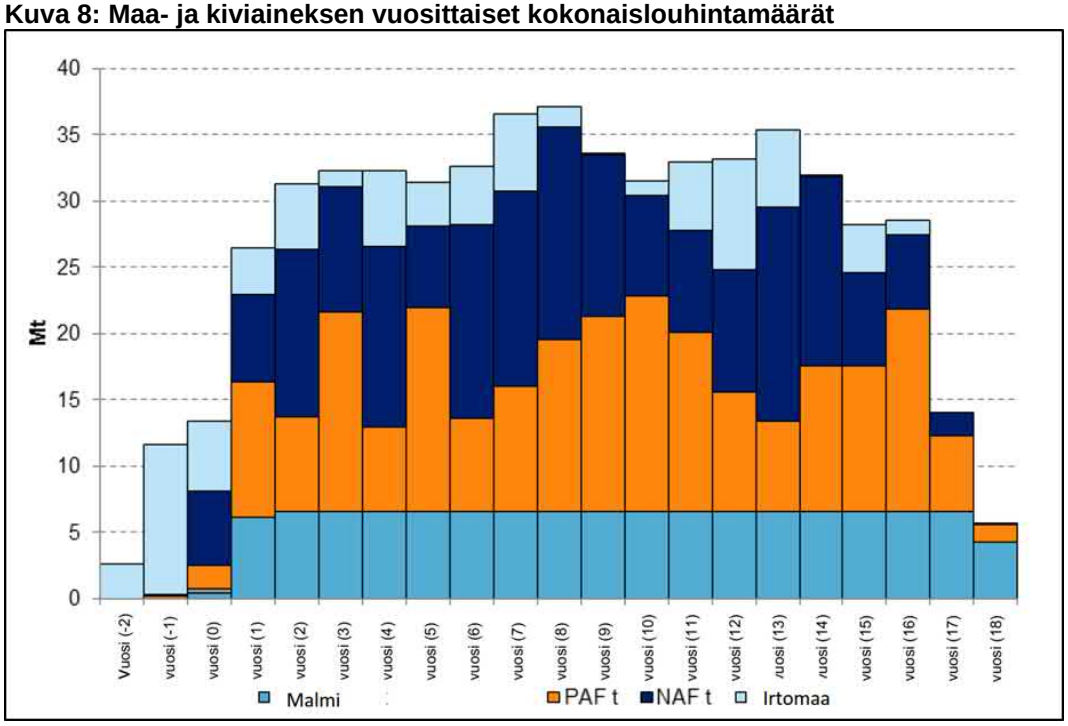
Kuva 7: Samanaikaisesti louhittavien louhoksen osien lukumäärät: Hannukaisen keskiosa (HC), eteläosa (HS) ja pohjoisosa (HN) sekä Kuervitikko (KU).



1.6.1 Maa- ja kiviaineksen louhinta/siirtäminen

Tuotannon aloittamista edeltää kahden ja puolen vuoden jakso, jolloin tehdään pääasiallisesti maanpoistoa ja jonkin verran louhitaan sivukiveä. Jotta sivukiveä saadaan poistettua tarvittavat määrät, kyseisenä aikana louhitaan jonkin verran myös malmia (350 kt), joka läjitetään maksimissaan 3–4 kuukaudeksi odottamaan tuotannon aloitusta Hannukaisen murskaamon syötevarastolle. Maapeitteen poistoa tehdään sitä mukaan kuin uusia louhinta-alueita otetaan käyttöön. Tuotannon ollessa täydessä kapasiteetissaan malmin, sivukiven ja maapeitteen yhteenlaskettu vuosilouhinta pysyy vakaana (~32 Mt) aina kaivoksen loppuun asti. Kuvassa 8 esitetään maa- ja kiviaineksen vuosittaiset kokonaislouhintamäärät.

Kuva 8: Maa- ja kiviaineksen vuosittaiset kokonaislouhintamäärät



Koska korkean rautapitoisuuden malmit halutaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa louhintaan, ensimmäisten vuosien aikana Hannukaisen keskiosa on malmin päälähde ja siellä louhinta-aste on korkein. Sekä eteläistä että pohjoista osaa louhitaan jonkin verran alkuvaiheessa sivukivi/malmi-suhteen pitämiseksi alhaisena. Kun keskiosasta on louhittu neljä laajennusosaa, malmin louhinta siirtyy Hannukaisen avolouhoksen etelä- ja pohjoisosaan. Tuotannon keskivaiheilla louhinta-aste kohoaa louhoksen eteläosassa, jotta tavoitetaan korkean rautapitoisuuden malmit alimmista osista louhintalohkoa. Kuervitikon louhinta on jätetty viimeiseen vaiheeseen louhittavaksi alhaisemmasta rautapitoisuudesta johtuen. Kuervitikon louhinnan alkaessa samanaikaisesti louhitaan Hannukaisen eteläosan viimeisiä laajennuksia ja myöhemmin malmi sekoitetaan keskiosan viimeisen laajennusosan kanssa.

1.6.2 Malmisyöte ja tuotteet

Malmisyötteen rautapitoisuus kasvaa ensimmäisen kymmenen vuoden aikana 32–34 %:iin, jonka jälkeen pitoisuus alkaa hitaasti laskemaan louhittaessa alhaisemman rautapitoisuuden malmia. Erityisesti malmisyötteen rautapitoisuus laskee silloin, kun Kuervitikon louhinta aloitetaan. Rikkipitoisuus vaihtelee välillä 1,6–2,8 % riippuen siitä, missä malmin osassa louhitaan.

Alhaisimmat rikkipitoisuudet ovat Hannukaisen keskiosissa. Kupari- pitoisuudet vaihtelevat välillä 0,11–0,26 % ja kulta vastaavasti välillä 0,03–0,27 g/t louhinta-alueesta riippuen. Kuparin ja kullan syötteellä on rautaa vastaava trendi Hannukaisen avolouhoksessa: keskiosan louhinnan jälkeen pitoisuudet alkavat laskemaan. Syötteen kupari- ja kultapitoisuudet alkavat jälleen kohota, kun louhinta Kuervitikossa alkaa.

Rautarikasteen vuosituotantotavoite on 1,9–2,2 Mt ensimmäisten 13 vuoden aikana, jonka jälkeen se alkaa laskemaan johtuen alhaisemmasta rautapitoisuudesta. Kupariikasteen vuosituotanto vaihtelee syötteessä olevan kuparipitoisuuden mukaan. Kuparin vuosituotanto ylittää muutaman kerran 50 kt:ia. Metallien saannit seuraavat syötteessä olevia malmipitoisuuksien vaihteluita.

1.6.3 Pintamaanpoisto

Pintamaan poiston aikataulu louhos- ja läjitysalueille on suunniteltu tuotantoaikataulun perusteella. Työ tullaan tekemään urakoitsijoiden toimesta ja se on jaettu kolmeen eri osaan kaivoksen laajenemisen mukaan. Ensimmäinen vaihe alkaa Hannukaisen keskiosasta ja itäisestä läjitysalueesta avauspäätöksen jälkeen. Toinen vaihe käsittää Hannukaisen eteläosan alkaen 5 vuotta aloituksesta ja viimeinen vaihe Kuervitikon noin 11 vuotta aloituksesta.

1.6.4 Kalustonhankinta

Urakoitsijoita tullaan käyttämään kaiken maa- ja kiviaineksen lastauksessa ja kuljetuksessa ainakin kahden ensimmäisen vuoden aikana. Urakoitsijoiden käyttöä tuotannon aikana tarkastellaan laajemmin kannattavuusselvityksen tarkennuksen yhteydessä.

Louhinnan lastauskaluston on arvioitu kannattavuusselvityksessä koostuvan kolmesta lastauskoneesta, joista kaksi on kaivinkoneita (26 m³ kauha) ja yksi pyöräkuormaaja (19 m³ kauha). Sivukiven louhintaan ja lastaukseen käytetään kaivinkoneita, joista ensimmäinen tulee hankkia heti varsinaisen louhinnan alettua ja toinen kaksi vuotta tämän jälkeen. Malminlouhinnan alettua pyöräkuormaajaa käytetään malmin ja satunnaisesti myös sivukiven lastaukseen. Lastauskaluston määrää suunniteltaessa on oletettu, että toiminnanaikainen materiaalien uudelleenlastaus murskaan hoidetaan pienellä pyöräkuormaajalla, eikä varsinaisella lastauskalustolla.

Kuljetuskaluston tarpeen on arvioitu kannattavuusselvityksessä perustuvan louhosautoihin, joiden kuorman kapasiteetti on 227 tonnia. Huipputuotannon aikana, alkaen kymmenen vuotta toiminnan alusta, louhosautojen tarpeeksi on arvioitu 12. Kuljetusten määrä kasvaa vastaavasti siirrettävän materiaalin määrän kasvaessa ja kuljetusmatkojen pidentyessä, jolloin kuorma- autojen tarve on korkeimmillaan tuotannon loppuvaiheessa, jolloin avolouhos on syvimmillään ja läjityskasat korkeimmillaan.

1.6.5 Työvoima

Toiminta toteutetaan kolmena kahdeksan tunnin työvuorona koneenkäyttäjille ja huoltoryhmälle. Toiminta 24 tuntia vuorokaudessa vaatii viiden miehistön kierrätyksen, jossa huomioidaan tuotantovaiheita koskevat rajoitteet. Kaivostuotanto avolouhoksella työllistää 165 henkilöä tuotannon huipun aikana ja avolouhoksen liikkuvan kaluston kunnossapito 28 henkilöä. Kunnossapidon pieni ryhmäkoko perustuu oletukseen, että päälaitteistojen ja -kaluston huolto ulkoistetaan. Kaivos työllistää 14 asiantuntijaa, kuten kaivosinsinöörit, geologit ja maanmittarit. Kokonaisuutena Hannukaisen kaivoshanke työllistää täyden tuotannon aikana arviolta 300 henkilöä.

1.7 Kaivostoiminta

Yleinen toimintasuunnitelma on edellytyksenä kaluston valinnalle ja tuottavuuden arvioinnille, jotta tuotantoaikataulun voidaan olettaa toimivan. Suunnitelman tavoitteena on yhteen sovittaa lastaus ja kuljetukset, tehostaa lastaus, määrittää kaluston käyttöaika sekä kehittää poraus- ja räjäytys suunnitelma.

1.7.1 Tuotantokalusto

Kaivinkoneita 26 m^3 -kauhalla käytetään sivukiven lastaukseen johtuen sen rajallisesta liikkuvuudesta, kun taas pyöräkuormaajaa 19 m^3 -kauhalla käytetään vastaavasti malmin lastaamiseen liikkuvuutensa takia. Pyöräkuormaajaa käytetään myös sivukiven lastaukseen, kun ollaan lähellä malmia. Sivukivi tullaan louhimaan kymmenen metrin pengerkorkeudelta, kun taas malmi viiden metrin penkereellä.

Kuljetuksiin käytetään louhosautoja 227 tonnin kuormakapasiteetilla. Apukalusto on valittu tukemaan tehokasta lastausta ja kuljetusta noudattaen alalla saatuja kokemuksia rautamalmin louhinnasta. Pääkaluston oletetaan olevan käytössä ympärivuorokauden vuoden jokaisena päivänä huomioiden kaluston mahdollinen käyntiasteen hävikki (huolto, pesu, korjaus), toiminnanaikaiset seisokit (tauot, vuoronvaihto, sää) ja toiminnanaikainen viivästyminen (kuljetuksen odottaminen, odottaminen murskaamolla, tankkaaminen).

Pintamaa on lastattavissa sellaisenaan, mutta malmi ja sivukivet (PAF & NAF) vaativat poraustaja räjäytystä irrotakseen. Malmi kuljetetaan suoraan murskaimelle tai murskainalueen viereen syötevarastoon ja sivukivi suoraan läjitysalueille.

1.7.2 Poraus ja räjäytystyöt

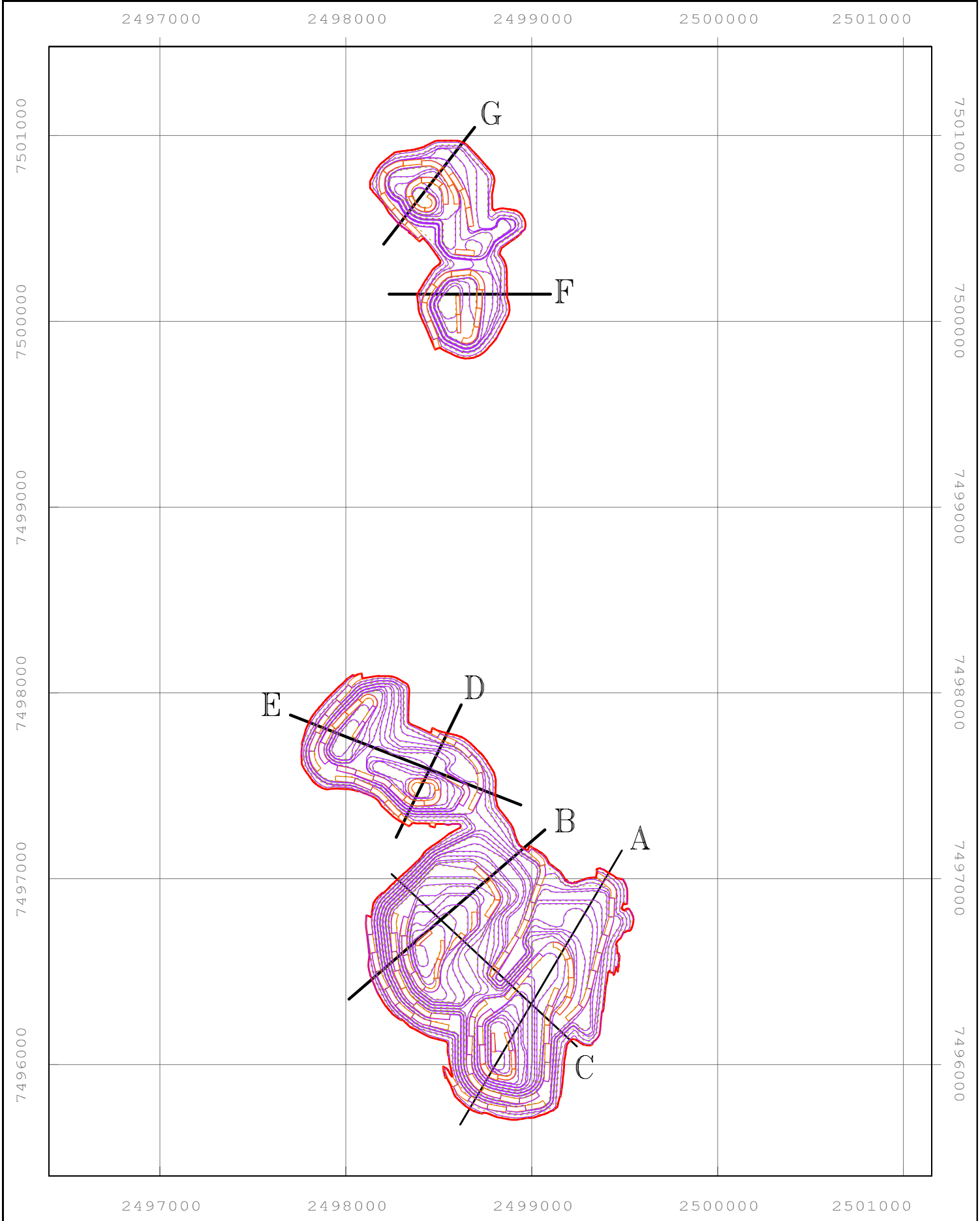
Täydennysnäytteenottoa vaaditaan kaikkialla avolouhoksessa suunnittelua ja malminpitoisuuden seurantaa varten. Näytteenoton poraus suoritetaan 25 m ruutuun pengerkorkeuden ollessa 10 m. Sekä malmiin että 30 % sivukivestä tullaan toteuttamaan täydennysnäytteenottoa malmin ja sivukiven kontaktin toteamiseksi.

Varsinainen tuotantoporaus on kannattavuusselvityksessä suunniteltu toteutettavan 229 mm reikäkoolla pengerkorkeuden ollessa 10 m ja porauksen ruutukoko on 6,0 * 5,2 metriä. Seinämien kontrolloinnissa on kannattavuusselvityksessä suunniteltu käytettävän porauksessa 172 mm reikäkokoa, 10 metrin pengerkorkeutta ja 5,0 * 4,3 m porausruudukkoa. Hakija pitää kuitenkin todennäköisenä, että louhinta tullaan toteuttamaan 178mm tai alle reikäkoolla. Hannukaisen avolouhoksen poraus ja panostusparametreista on tehty diplomityö, jonka tiivistelmä löytyy liitteestä 14-6. Tämän diplomityön lähtökohtana on ollut suunnitella poraus- ja räjäytysparametrit siten, että yleinen turvallisuus ja ympäröivä asutus huomioidaan.

Räjäytystyöt hoidetaan urakoitsijan toimesta, joka toimittaa räjähdysaineen kuin myös panostaa porareiät. Suunnitelman mukaan räjäytyksiä tehdään keskimäärin joka kolmas päivä. Tietyt alueet louhoksissa vaativat muutoksia porauksen ruutukokoon ja syntyvän louheen kokoon. Räjäytysparametrit tullaan tarkistamaan ja analysoimaan valittavat räjähteen valmistajan kanssa.

LIITE 5-4

Poikkileikkaukset



400 0 200 400 600 800 1000

Metres

N

Revision	Date

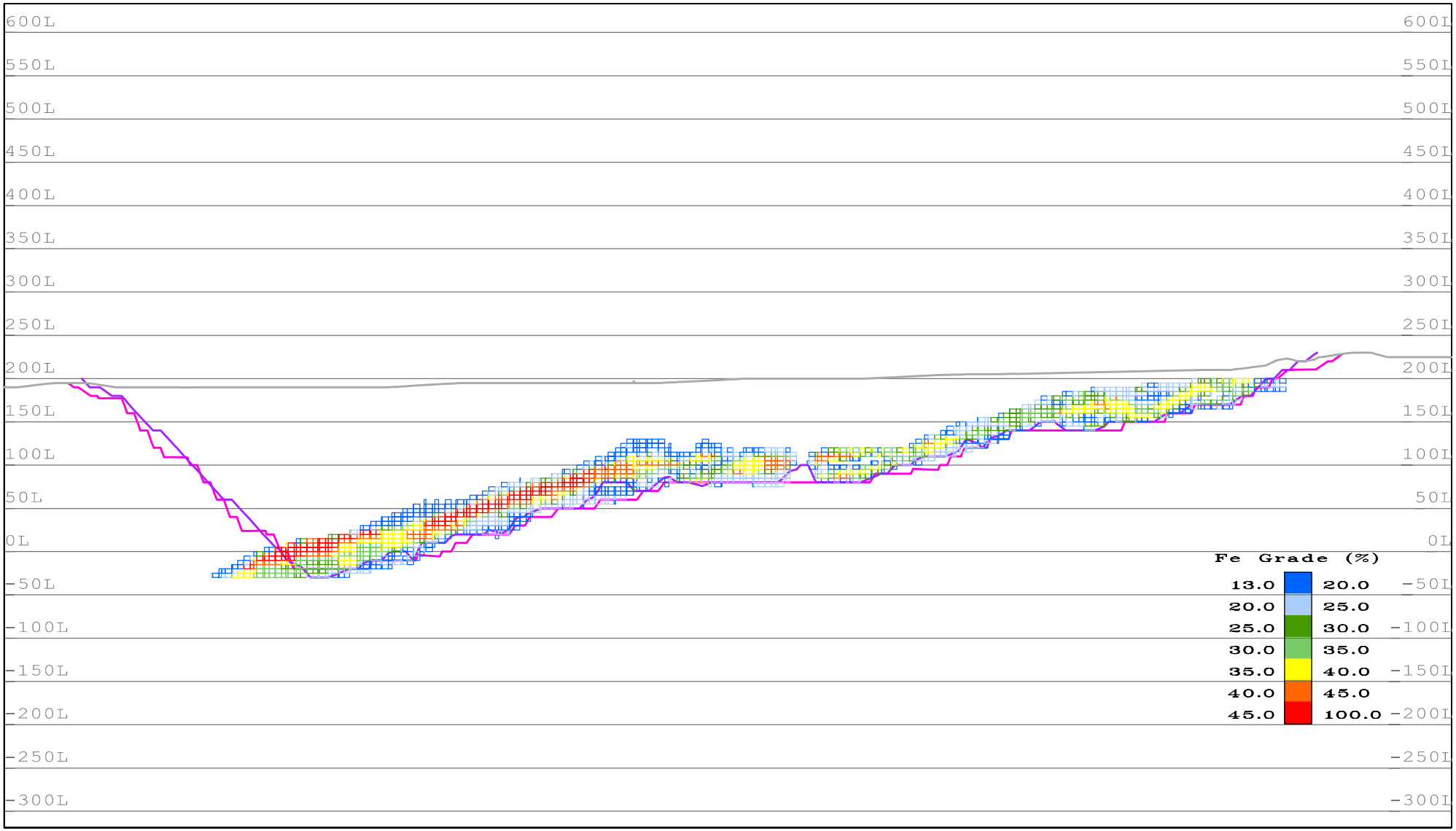
Hannukainen DFS Phase 2

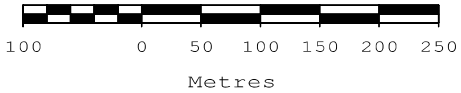
Design & Shell Comparison

Section Locations

SRK Consulting (UK)

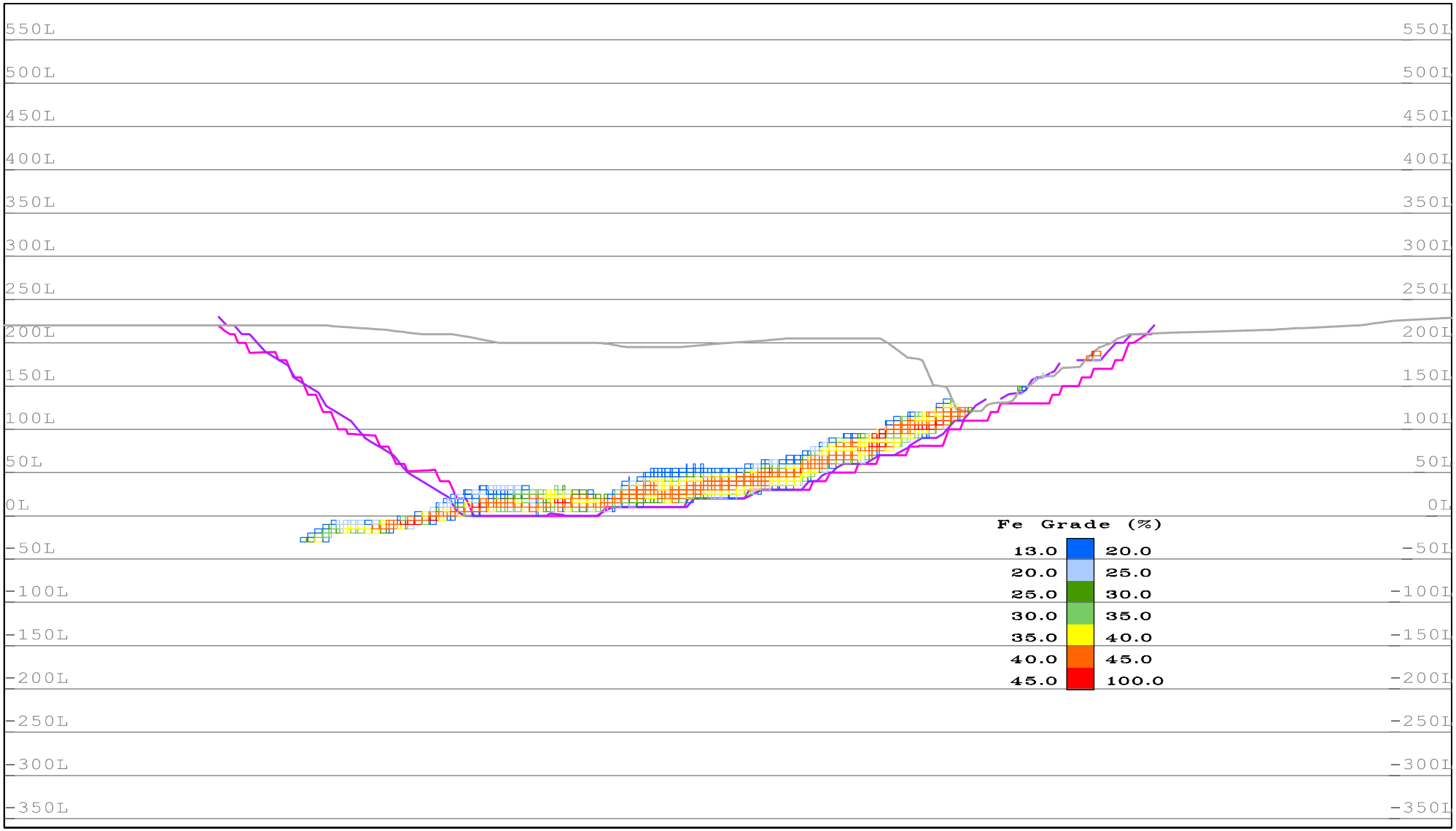
Design By:	C. MacDougall	Scale:	1:25000
Drawn By:	C. MacDougall	Draw Date:	28-Sep-2012
Check By:		Sheet:	
Comp. File:	U4985	Dwg. No.:	





Hannukainen DFS Phase 2
Design & Shell Comparison
Section A
SRK Consulting (UK)

Design By: C. MacDougall	Scale: 1:6000
Drawn By: C. MacDougall	Draw Date: 28-Sep-2012
Check By:	Sheet:
Comp. File: U4985	Dwg. No:



100 0 50 100 150 200 250

Metres

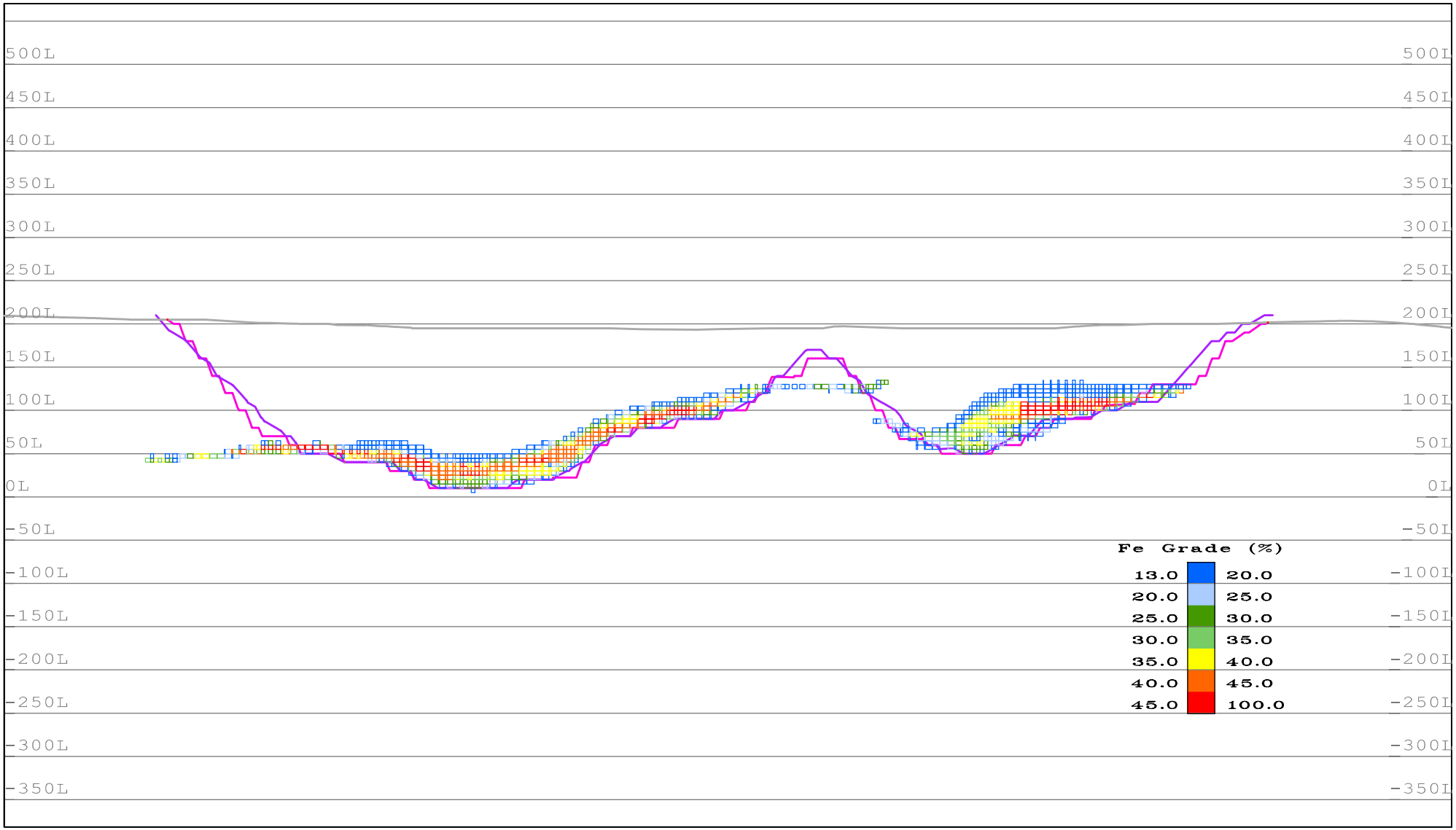
Hannukainen DFS Phase 2

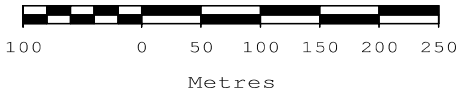
Design & Shell Comparison

Section B

SRK Consulting (UK)

Design By: C. MacDougall	Scale: 1:6000
Drawn By: C. MacDougall	Draw Date: 28-Sep-2012
Check By:	Sheet:
Comp. File: U4985	Dwg. No.:





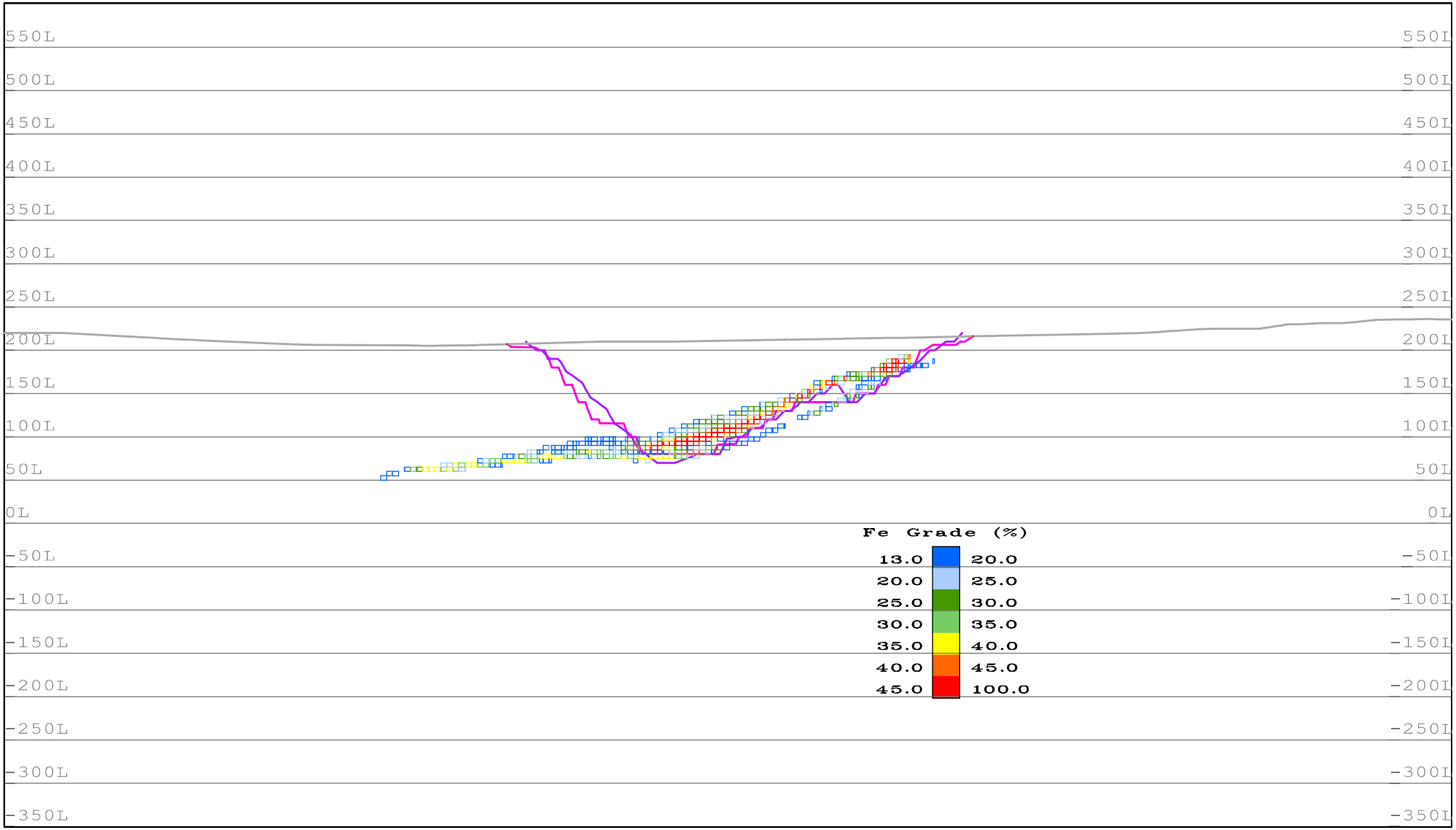
Hannukainen DFS Phase 2

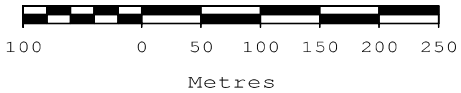
Design & Shell Comparison

Section C

SRK Consulting (UK)

Design By: C. MacDougall	Scale: 1:6000
Drawn By: C. MacDougall	Draw Date: 28-Sep-2012
Check By:	Sheet:
Comp. File: U4985	Dwg. No.:





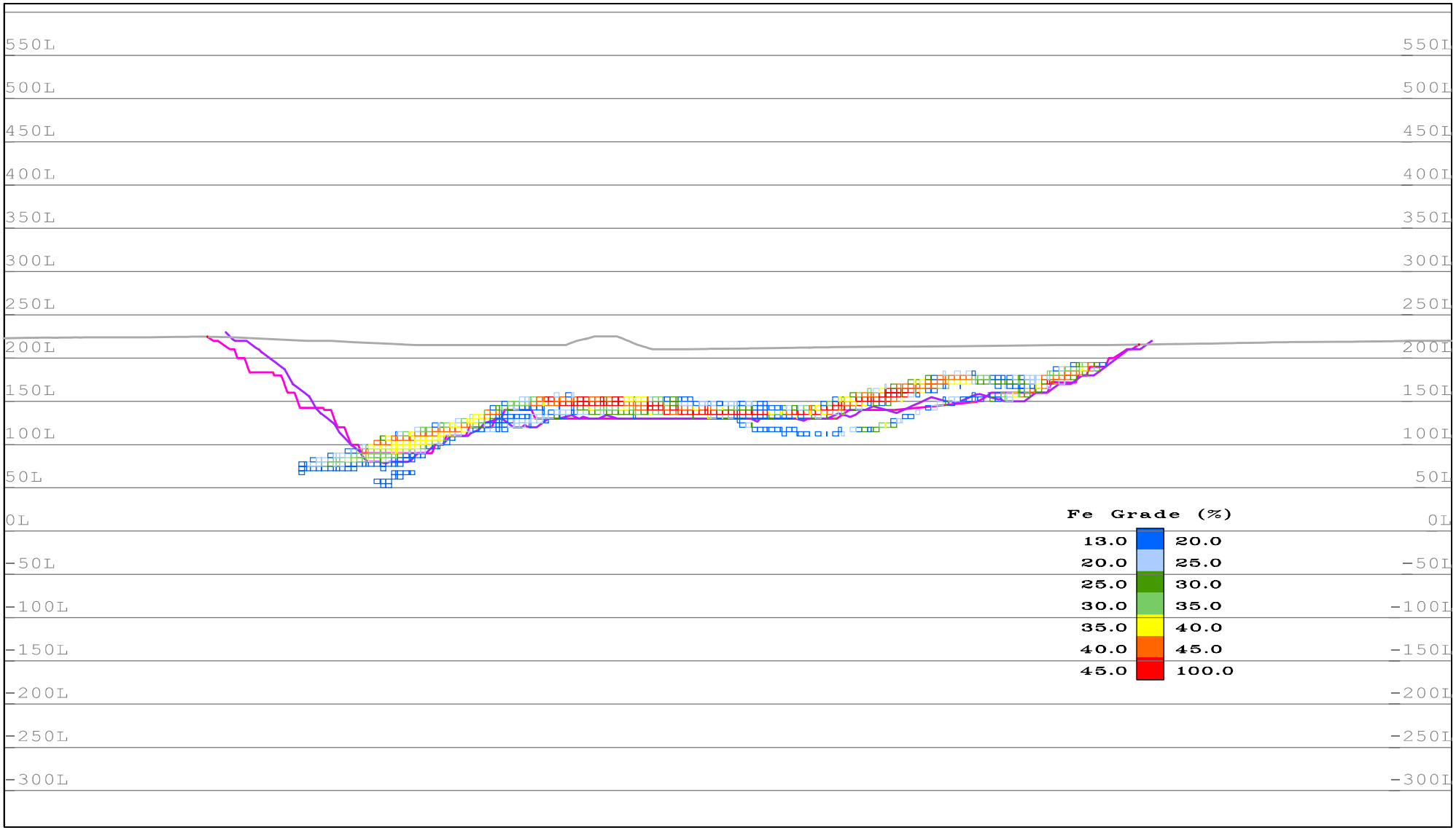
Hannukainen DFS Phase 2

Design & Shell Comparison

Section D

SRK Consulting (UK)

Design By: C. MacDougall	Scale: 1:6000
Drawn By: C. MacDougall	Draw Date: 28-Sep-2012
Check By:	Sheet:
Comp. File: U4985	Dwg. No:



100 0 50 100 150 200 250

Metres

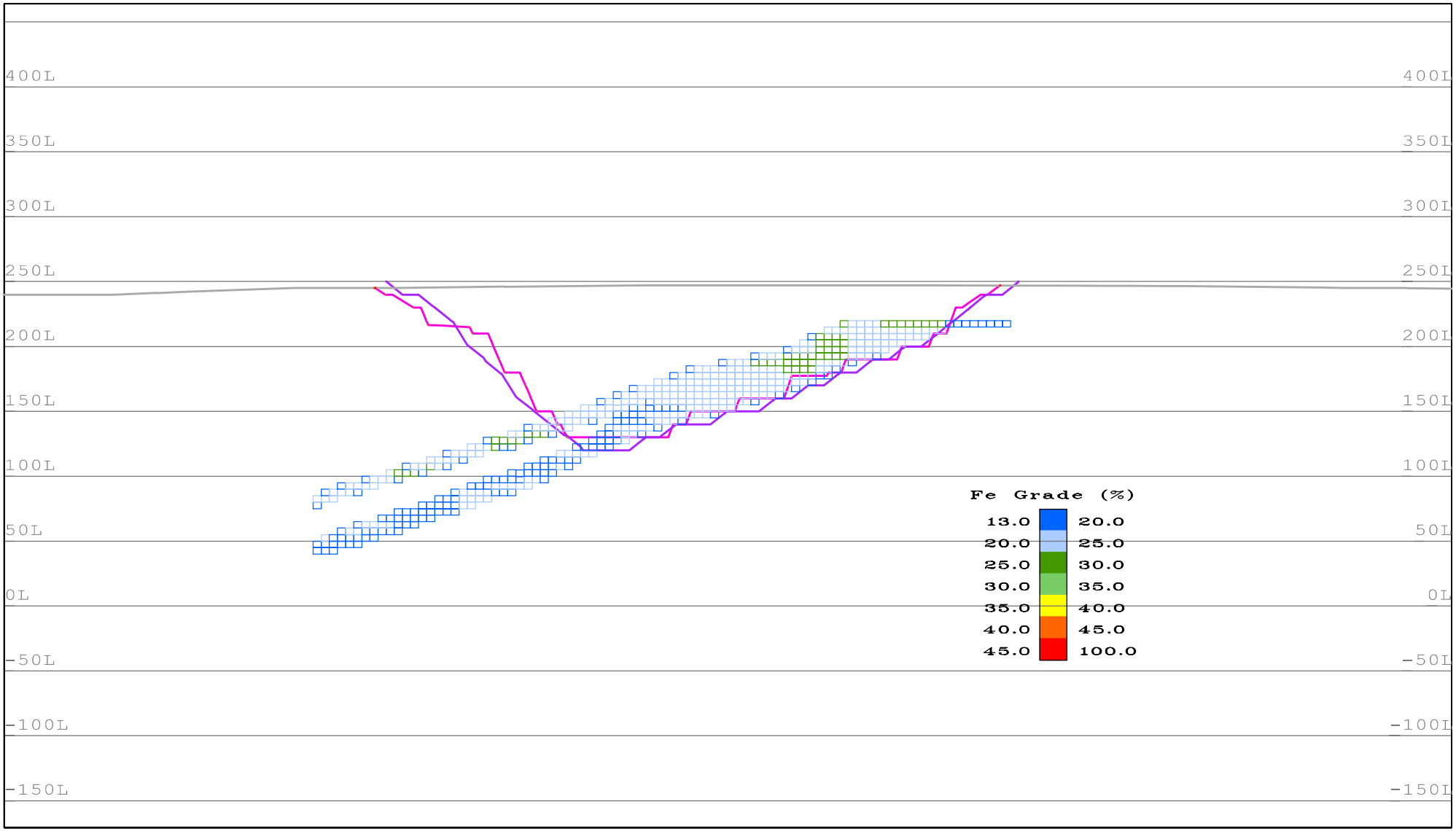
Hannukainen DFS Phase 2

Design & Shell Comparison

Section E

SRK Consulting (UK)

Design By: C. MacDougall	Scale: 1:6000
Drawn By: C. MacDougall	Draw Date: 28-Sep-2012
Check By:	Sheet:
Comp. File: U4985	Dwg. No.:



100 0 50 100 150 200 250

Metres

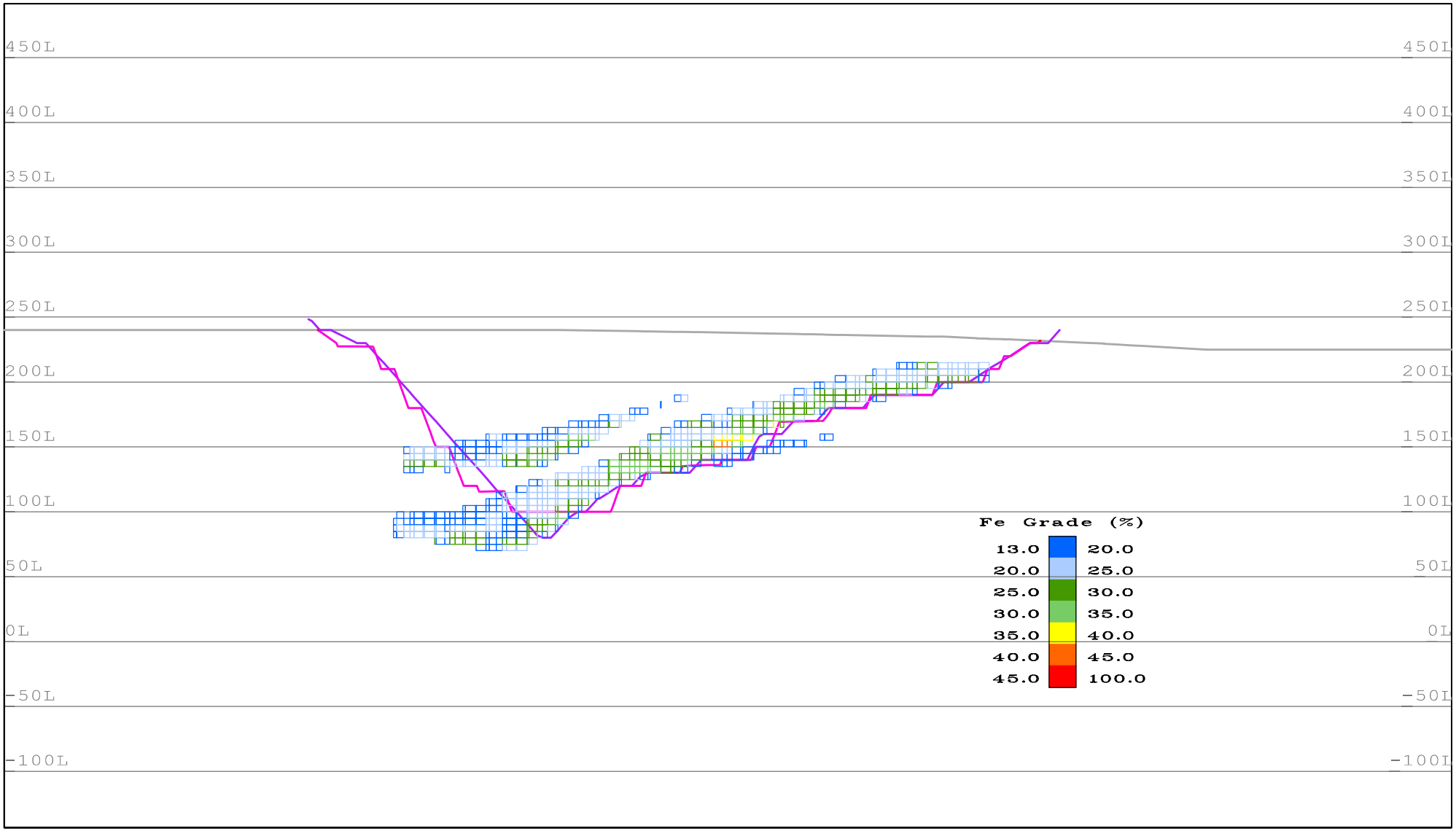
Hannukainen DFS Phase 2

Design & Shell Comparison

Section F

SRK Consulting (UK)

Design By: C. MacDougall	Scale: 1:4000
Drawn By: C. MacDougall	Draw Date: 28-Sep-2012
Check By:	Sheet:
Comp. File: U4985	Dwg. No:



100 0 50 100 150 200 250

Metres

Hannukainen DFS Phase 2

Design & Shell Comparison

Section G

SRK Consulting (UK)

Design By: C. MacDougall	Scale: 1:4000
Drawn By: C. MacDougall	Draw Date: 28-Sep-2012
Check By:	Sheet:
Comp. File: U4985	Dwg. No:

Hannukainen Mining Oy

Kaivoslupahakemus

LIITE 5-2

Taloudellinen arviointi

1. Hannukaisen hankkeen taloudellinen arviointi

1.1. Aiemmin tehdyt tarkastelut

Hannukaisen kaivoshankkeesta on tehty Northland Mines Oy:n toimesta alustava kannattavuusselvitys (PEA, 2011) ja kannattavuusselvitys (DFS, 2013). Kannattavuusselvityksessä on kattavasti arvioitu hankkeen kannattavuutta, päivitetty hankkeen malmivaroja ja hanke on todettu taloudellisesti kannattavaksi.

1.2. Nykytilanne

Hannukainen Mining Oy (HMOy) osti oikeudet Hannukaisen kaivoshankkeeseen ja siihen liittyvät tiedot vuonna 2015. Tämän jälkeen HMOy on jatkanut kaivoshankkeen suunnittelua ja luvitusprosesseja, joiden aikana kannattavuusselvityksen mukaisiin suunnitelmiin on tehty muutoksia. Suunnittelun aikana on hyödynnetty HMOy:n emoyhtiön osaamista kaivostoiminnan kustannuksista ja toteutuksesta. Keskeisimpien kannattavuuteen vaikuttavien muutoskohtien sisältöä on käyty läpi tämän dokumentin kappaleessa 1.3.

Hannukainen Mining Oy tulee tarkentamaan kannattavuusselvityksen pankkikelpoiseksi kannattavuusselvitykseksi tarvittavien lupapäätösten (kaivos-, ympäristö- ja vesilupa) jälkeen. Näistä lupapäätöksistä saadaan arvokasta tietoa, joiden avulla pystytään tarkentamaan hankkeen kannattavuuden arviointia.

1.3. Muutokset suunnitelmissa ja niiden vaikutukset

Ympäristölupaprosessin aikana on mahdollisesti happoa muodostavan (PAF) sivukivialueen pohjarakenteet päätetty toteuttaa vettä huonosti läpäisevällä ratkaisulla. Näiden pohjarakenteiden rakentaminen tullaan toteuttamaan vaiheittain. Kustannusarvio tämän ratkaisun kustannuksista perustuu AFRY Oy:ltä saatuihin määrä- ja kustannusarvioihin.

Kannattavuusselvitykseen on sisällytetty 1 km suojavyöhykkeen luomisesta aiheutuvat kustannukset. Tästä suojavyöhykkeen luomisesta on kuitenkin HMOy:n omistuksen aikana luovuttu paikallisten vakituisten asukkaiden toiveesta. Haittojen minimoimiseksi on päädytty rakentamaan kaivosalueen ja Hannukaisen kylän välille suojavalli, joka vähentää merkittävästi läheiselle vakituiselle ja loma-asutukselle aiheutuvia pöly- ja meluhaittoja. Suojavalli rakennetaan rakentamisvaiheen avolouhoksen maanpoistoista saatavista maa-aineksista.

Vesienhallinnan tarkemman suunnittelun aikana on päädytty rakentamaan kaksi käsittelyä vaativien vesien allasta Hannukaiseen. Näin vesienkäsittelyyn meneviä vesiä voidaan erotella tehokkaammin jo Hannukaisen alueella. Arvio altaiden rakentamiskustannuksista perustuu Afry Oy:ltä saatuihin määrä- ja kustannusarvioihin.

Yhtenä keskeisimpänä muutoksena luvitusvaiheen aikana on lisätty merkittävästi kaivosalueen vesienkäsittelyä. Tarkka vesienkäsittelyprosessi kerrotaan ympäristölupahakemuksessa liitteessä 9 (Vesienhallintaraportti, Teollisuuden vesi Oy, 2021) ja tämän lupahakemuksen liitteessä 4, Käyttösuunnitelmaselostus. Vesienkäsittelyprosessin suunnittelun yhteydessä on teetetty käyttö- ja investointikustannuslaskelmat Teollisuuden Vesi Oy:llä, ja ne perustuvat laitetoimittajilta saatuihin tietoihin ja kokemukseen, joka on saatu vastaavista vesienkäsittelyprosesseista. Näihin lukuihin on sisällytetty myös investoinnit prosessin vaatimiin tiloihin.

Vuonna 2017 tehdyn pilot mittakaavan koerikastuksen yhteydessä on muun muassa tarkennettu prosessissa tarvittavia kemikaalimääriä ja jauhatusastetta. Lisäksi koerikastuksessa selvitettiin onnistuneesti pyriitin rikastamista tuotteeksi. Pyriitin rikastus on otettu päivitetyissä kustannuslaskelmissa huomioon, mutta pyriittirikasteen myynnistä saatavaa liikevaihtoa ei ole huomioitu. Tämä johtuu pyriittirikasteen haastavista markkinoista. Tarvittaessa pyriittirikaste voidaan varastoida erilleen kaivosalueella myöhempää myyntiä varten.

Kohde markkinoiden muututtua kannattavuusselvitystä selkeästi lähemmäs Keski-Eurooppaan on myös satama vaihtoehtoja tarkasteltu uudelleen. Kannattavuusselvityksessä satamaksi valittiin tarkastelun jälkeen Kokkola, jonka syvä väylä ja ympärivuotinen saavutettavuus suurilla laivoilla operoitaessa oli parempi kuin pohjoisempien vaihtoehtojen. Oulun ja tulevaisuudessa myös Kemin laivaväylien syväyksen ollessa 12 m on näiden kahden sataman kilpailukyky parantunut huomattavasti, kun laivaus tullaan tekemään Keski-Eurooppaan. Näitä kahta pohjoisempaa satamaa puoltavat myös edullisemmat rautatiekuljetusten kustannukset, sekä pienempi alttius muun liikenteen aiheuttamille häiriöille rataverkolla. Hannukainen Mining Oy onkin käyttänyt näitä kahta satamaa ainoina vaihtoehtoinaan rautarikasteen lähtösatamaksi. Tästä päätöksestä saatu hyöty tulee pääosin lyhentyneestä rautatiekuljetuksesta mutta myös tiukentuneesta kilpailusta rautateillä.

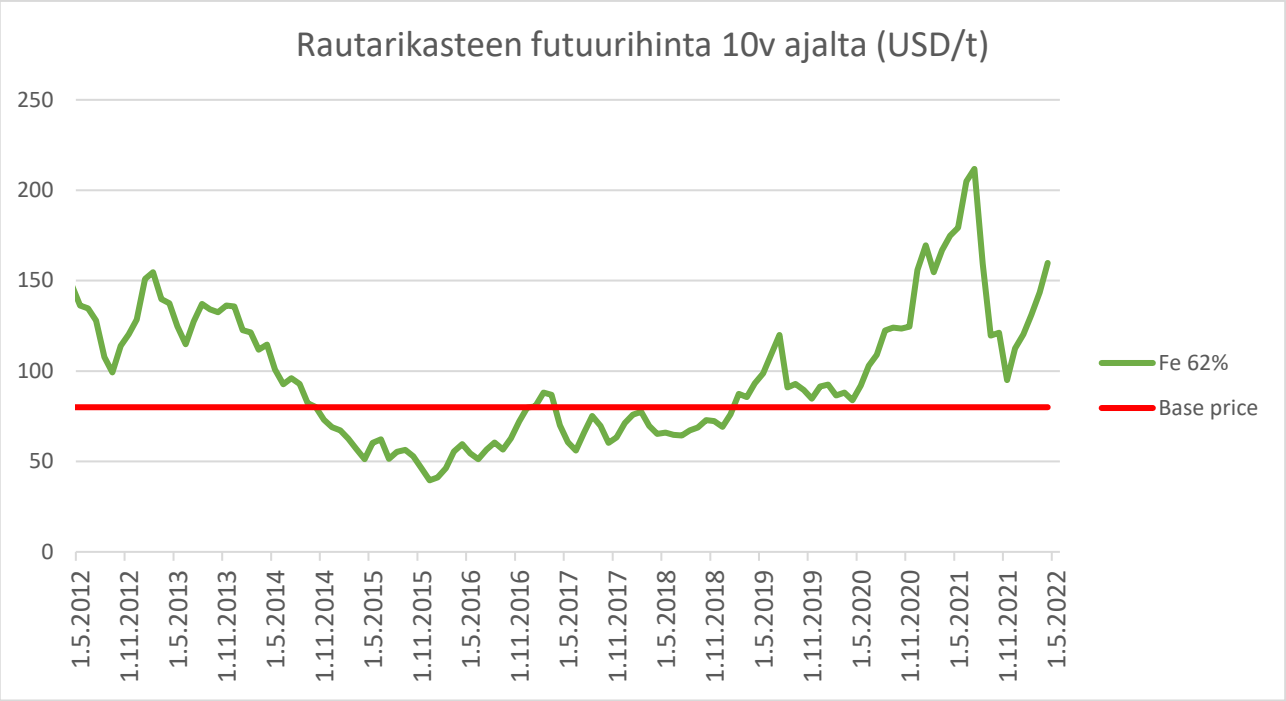
1.4. Markkinatilanne

Hannukaisen kaivoshanke tulee tuottamaan kolmea rikastetta: rauta-, kupari-kulta- ja pyriittirikasteita. Näistä rautarikaste tulee olemaan päätuote ja se tulee olemaan rautapitoisuudeltaan yli 68 Fe%. Haitta-ainepitoisuudet rikasteessa tulevat olemaan alhaisia, joten rikaste tulee olemaan premium-laatuista. Rautarikasteen päämarkkina tulee olemaan Keski-Eurooppa.

Rautarikaste markkinoille on ominaista suurehkot hinnanvaihtelut. Viimeisen kymmenen vuoden aikana peruslaatuisen rautarikasteen (62 Fe%) hinta on vaihdellut noin 40 USD/t (vuonna 2015) ja yli 211 USD/t välillä. Viimeisen kahden vuoden aikana hinnassa on näkynyt Covid-19 epidemian aiheuttamia hinnan muutoksia. Peruslaatuisen rautarikasteen futuurihinnan vaihtelu on esitetty kuvassa 1.

Hannukaisen kaivoshankkeen pitkän aikavälin rautarikasteen peruslaadun hintaennusteena on käytetty 80 USD/t. Tämä arvio perustuu konservatiiviseen näkemykseen rautarikastemarkkinoiden kehittymisestä. Malmivarantojen määrityksessä on käytetty hiukan korkeampaa 95,77 USD/t rautarikasteen hintaa. Tässä ei kuitenkaan ole huomioitu rautarikasteesta saatavaa premiumlisää. Huomionarvoista on myös, että Hannukaisessa tuotettavan rautarikasteen premiumlaadun vuoksi Hannukaisen rikasteesta saatava hinta tulee olemaan noin 15% korkeampi, kuin peruslaatuisen rautarikasteen hinta. Tätä kutsutaan markkinoilla ns. premiumlisäksi. Pitkän aikajänteen hinnaksi, joka sisältää premiumlisän, on arvioitu 92 USD/t.

Kuva 1: Rautarikasteen futuurihinnan vaihtelu 10 vuoden aikajaksolla 4/2012 – 4/2022. Lähde: https://fi.investing.com/commodities/iron-ore-62-cfr-futures

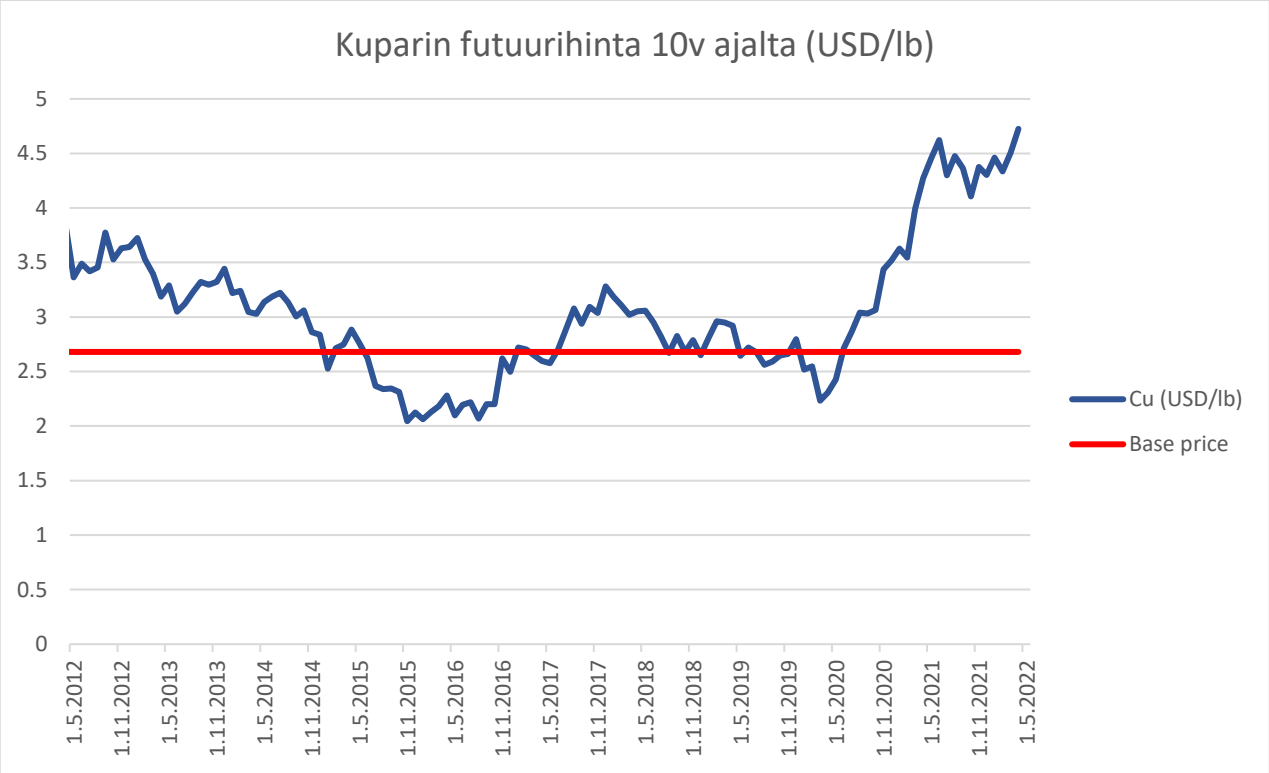


Hannukaisen toisena päätuotteena tulee olemaan kupari-kultarikaste (CuAu-rikaste). Koerikastusten perusteella rikasteen kuparipitoisuudeksi on saatu 25% ja se tulee sisältämään vaihtelevia määriä kultaa. Kullan määrä rikasteessa on voimakkaasti riippuvainen louhittavasta alueesta. Kupari-kultarikaste tullaan alustavien arvioiden perusteella myymään pohjoismaihin.

Kuparimarkkinat ovat viimeisen 10 vuoden aikana vaihdelleet jonkin verran. Kuparin hinta on alimmillaan ollut 2,045 USD/lb (vuonna 2015) ja korkeimmillaan hinta oli 4,64 USD/lb kesäkuussa 2021. Viimeisen vuoden aikana hinta on ollut nousussa, johtuen kuparin tarpeen voimakkaasta kasvusta. Tämän kasvun on arvioitu jatkuvan tulevaisuudessa, mikä johtuu mm. liikenteen sähköistymisen ja etenkin sen vaatiman infrastruktuurin rakentamisen vuoksi. Kuparin futuurihinnan kehitys on esitetty kuvaajassa 2.

Hannukaisen hankkeessa kuparin hinnan pitkän aikajänteen ennusteena on pidetty 2,68 USD/lb. Tätä voidaan pitää konservatiivisena arviona kuparin hintakehityksestä pitkällä aikajänteellä. Hannukaisen malmivarojen arvioinnissa on käytetty hiukan korkeampaa 2,86 USD/lb kuparin hintaa. Liikenteen sähköistymisen ja sähköntuotannon muutoksien nopeus tulee lähitulevaisuudessa vaikuttamaan voimakkaasti kuparin hintaan, jonka on ennustettu nostavan pitkän aikajänteen ennustetta.

Kuvaaja 2: Kuparin futuurihinnan vaihtelu 10 vuoden aikajaksolla 4/2012 - 4/2022. Lähde: https://fi.investing.com/commodities/copper



Hannukaisen malmion sisältämä kulta tullaan hyödyntämään. Hyödynnettävissä oleva kulta tulee rikastumaan kuparin mukana CuAu-rikasteeseen. Kullan pitoisuus tässä rikasteessa tulee vaihtelemaan noin 2,81-9,05 ppm:n välillä ja sen osuus hankkeen kokonaisliikevaihdosta tulee olemaan joitakin prosentteja.

CuAu-rikasteen arvon laskennassa on hyödynnetty alustavissa asiakaskeskusteluissa saatuja arvioita sulatus- ja jalostuspalkkioista.

Hannukaisen malmiosta voidaan hyödyntää myös pyriitti, joka voidaan koerikastusten perusteella rikastaa kauppakelpoiseksi tuotteeksi. Haastavista pyriittimarkkinoista johtuen tälle rikasteelle ei kuitenkaan ole laskettu taloudellista arvoa. Kokonaisuuteen nähden pyriittirikasteen arvo tulee olemaan vähäinen. Pyriittirikaste voidaan läjittää Rautuvaaran alueelle, josta se voidaan tarvittaessa hyödyntää.

1.5. Rahoitussuunnitelma

1.5.1. Luvitusvaiheen rahoitus

Hannukainen Mining Oy:n omistaa täysin kolarilainen perheyhtiö Tapojärvi Oy. Tapojärvi Oy on kansainvälinen kaivos- ja tehdaspalvelujen erikoisosaaja, sekä kiertotalouden kehittäjä, joka on kasvanut viime vuosina voimakkaasti. Yhtiön liikevaihto oli vuonna 2020 103,5 miljoonaa euroa ja omavaraisuusaste 47,5 %. Vastaavat tunnusluvut vuonna 2019 olivat 84,1 miljoonaa euroa ja 56,1 %. Yhtiössä työskenteli alkuvuonna 2022 noin 800 työntekijää.

Tapojärvi Oy on sitoutunut rahoittamaan tytäryhtiötään Hannukainen Mining Oy:tä luvitusvaiheen ajan.

1.5.2. Kannattavuusselvitys ja investointipäätös

Hannukaisen hankkeesta on tehty kannattavuusselvitys vuonna 2013. Tämän jälkeen on hankkeeseen tehty useita muutoksia Hannukainen Miningin aikana, sekä hankkeen lupaprosesseja on edistetty aktiivisesti. Näiden muutosten vaikutuksia hankkeen kannattavuuteen on tarkasteltu jatkuvasti. Hankkeen kannattavuusselvitys tullaan kuitenkin kokonaisuudessaan päivittämään vastaamaan näitä suunnitelmia ja saatuja lupaehtoja. Päivitys tehdään vuosien 2022–2023 aikana, jolloin mm. kaivos- ja ympäristöluvista saatavaa tietoa voidaan käyttää päivityksessä.

Kannattavuusselvityksen päivityksen jälkeen tullaan arvioimaan hankkeen taloudellista kannattavuutta. Rahoituksen hakua valmistellaan vuoden 2023 aikana ja rahoitus tullaan varmistamaan alkuvuonna 2024. Rahoitusehtojen varmistuttua tullaan investointipäätös tekemään alkuvuonna 2024, jotta rakentaminen voidaan aloittaa kesällä 2024.

1.5.3. Investoinnin rahoitus

Tapojärvellä on investointien ja hankkeiden rahoituksen hankkimiseen pitkät perinteet ja vakuuttava vuosikymmenien pituinen toimintahistoria. Yhtiöllä on käytössään useita erilaisia rahoitusmuotoja, joita tullaan Hannukaisenkin tapauksessa käyttämään parhaiten soveltuvin osin.

Hannukainen Mining Oy

Kaivoslupahakemus

LIITE 12

Selvitys
kaavoitustilanteesta

24. TOUKOKUUTA 2021

SELVITYS KAAVOITUSTILANTEESTA

HANNUKAINEN MINING OY

MATTI KAUTTO
MAANKÄYTTÖPALVELUT KAUTTO
Kankolankatu 6A15 15950 Lahti

24.5.2021

Sisällys

1. Hannukaisen kaivoshankkeen alueen kaavoitustilanne ... 2
2. Voimassa olevat kaavat ... 3
2.1 Maakuntakaava ... 3
2.2 Ylläksen osayleiskaava ... 4
2.3 Hannukaisen kaivoshankkeen osayleiskaava ... 5
2.4 Asemakaavat ... 7
2.5 Ranta-asemakaavat ... 7
3. Vireillä olevat kaavat ... 9
3.1 Hannukaisen kaivosteollisuusalueen asemakaava ... 9
3.2 Rautuvaaran teollisuusalueen asemakaava ... 11

HANNUKAINEN MINING OY

KAIVOSLUPAHAKEMUS

LIITE – SELVITYS KAAVOITUSTILANTEESTA

24.5.2021

1. Hannukaisen kaivoshankkeen alueen kaavoitustilanne

Hannukaisen kaivoshanke sijoittuu oikeusvaikutteisen Tunturi-Lapin maakuntakaavan kaivosalueelle. Kolarin kunnanvaltuusto on hyväksynyt Hannukaisen kaivoshankkeen osayleiskaavan, joka on kaivossuunnitelman mukainen. Kolarin kunta on käynnistänyt asemakaavojen laatimisen kaivoksen keskeisille rakentamisalueille Hannukaisissa ja Rautuvaarassa.

2. Voimassa olevat kaavat

2.1 Maakuntakaava

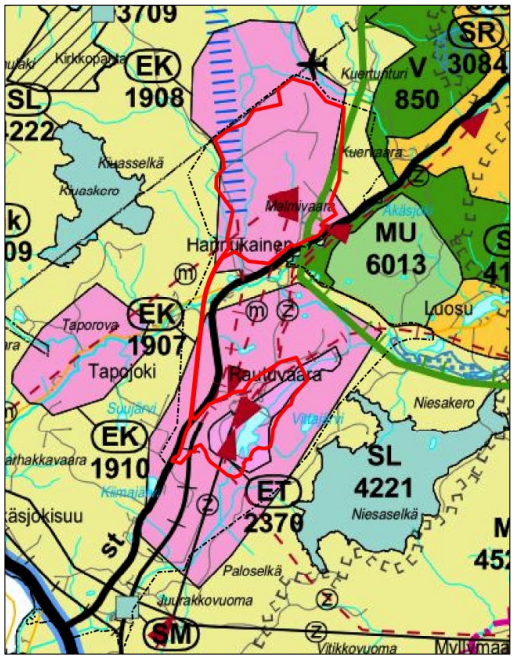
Alueella on voimassa Tunturi-Lapin maakuntakaava, joka on vahvistettu ympäristöministeriössä 23.6.2010. Kaavaa koskevat valitukset on hylätty korkeimmassa hallinto-oikeudessa 16.5.2012.

Maakuntakaavassa Hannukainen ja Rautuvaara on osoitettu Kaivosalueiksi (EK). ”Merkinnällä osoitetaan alueita, joilla jo on kaivostoimintaa tai joilla on todettu, arvioitu tai inventoitu sellaisia malmi- ja mineraali-esiintymiä, että kaivostoiminta on todennäköistä. Alueet halutaan suojata sellaisilta rakentamisen, suojelun ja muun maankäytön pysyviltä muutoksilta, jotka vaarantavat kaivostoiminnan harjoittamisen. Alueet sisältävät myös kaivostoiminnan kannalta tarpeelliset rikastuslaitokset, läjitys- ja rikastushiekka-alueet sekä liikenneväylät ja -alueet.”

Rautuvaarassa kaivosalue sijoittuu osin Yhdyskuntateknisen huollon alueelle (ET). Merkinnällä osoitetaan alueita yhdyskuntateknistä huoltoa palvelevia laitoksia kuten jätevedenpuhdistamoita ja vesilaitoksia varten.

Kaivosalueen suunnittelussa tulee maakuntakaavan aluekohtaisen määräyksen mukaan ottaa huomioon lähialueen matkailu-, virkistys- ja luontoarvot. Lisäksi kaivostoiminta tulee suunnitella niin, että se ei Tornionjoen – Muonionjoen vesistöalueen Natura 2000 -verkostoon kuuluvalla alueella aiheuta merkittäviä päästöjä tai hydrologisia vaikutuksia tai muutenkaan merkittävästi heikennä alueen niitä luontoarvoja, joiden vuoksi se sisältyy Natura 2000 -verkostoon.

Koko kaivoshankkeen alue sijaitsee erityisesti poronhoitoa varten tarkoitetulla alueella. Kaavamääräyksen mukaan alueella olevaa valtion maata ei saa käyttää sillä tavoin, että siitä aiheutuu huomattavaa haittaa poronhoidolle.



Kuva 1 Ote Tunturi-Lapin maakuntakaavasta ja esitetyn kaivosalueen rajaus

2.2 Ylläksen osayleiskaava

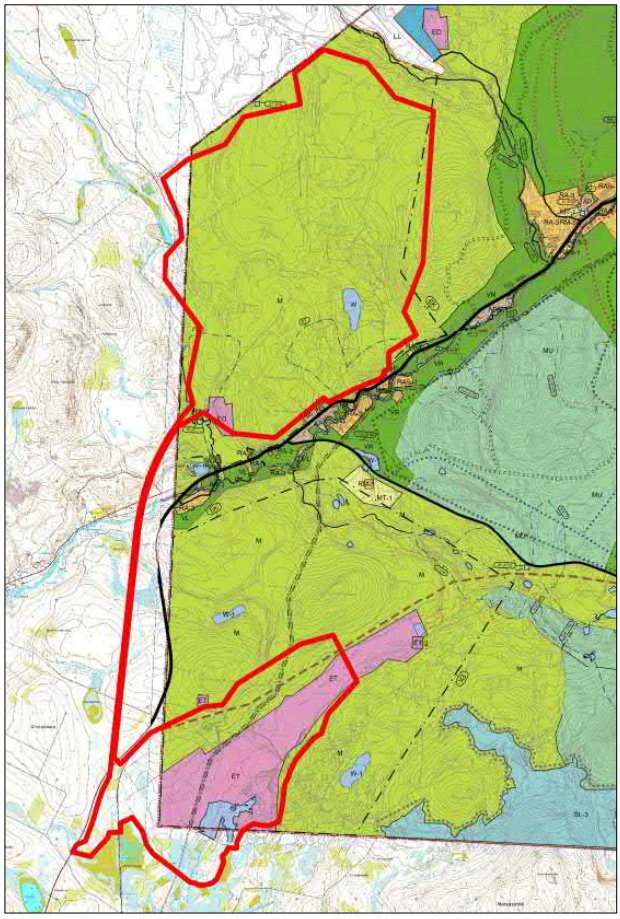
Suurella osalla kaivosaluetta on voimassa oikeusvaikutteinen Ylläksen osayleiskaavan muutos, joka on hyväksytty 27.2.2008. Korkein hallinto-oikeus hylkäsi kaavaan kohdistuvat valitukset 14.04.2011.

Ylläksen osayleiskaavassa Hannukaisen suunniteltu kaivosalue on osoitettu pääkäyttötarkoitukseltaan maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi (M). Rautuvaaraan suunniteltujen kaivostoimintojen alue on merkitty pääosin yhdyskuntateknisen huollon alueeksi (ET). Näille alueille on osoitettu osa-aluerajaus EK: ”Kaivostoiminnan tutkimusalue. Määräys: kaivostoiminta-alueelle tulee laatia asemakaava.”

Kaivosalueen sisälle Ylläksentien pohjoispuolelle on merkitty tärkeä tai pohjaveden hankintaan soveltuva pohjavesialue (pv), jolla rakentamista rajoittavat vesilain ja ympäristönsuojelulain mukaiset pohjaveden muuttamis- ja pilaamiskiellot. Alueella muodostuvat jätevedet on johdettava viemäriin ja öljysäiliöt tulee sijoittaa sisätiloihin. Lisäksi alueella on vesialue (W) sekä maa-ainesten ottoalue (EO)

Kaivosalueen ulkopuolella, sen koillispuolella on Aavehelukan lentopaikka (LL). Äkäsjoen ja maantien varressa on loma-asutuksen ja asuinpientalojen aluetta sekä virkistysalue.

Rautuvaaran rikastushiekka-altaan pohjoispuolelle on osoitettu ohjeellinen yhteysvaraus rautatien rakentamiseksi Rautuvaarasta Ylläsjärvelle ja edelleen Kittilään.



Kuva 2 Ote Ylläksen osayleiskaavan muutoksesta (2008) ja esitetty kaivosalueen rajaus

2.3 Hannukaisen kaivoshankkeen osayleiskaava

Kolarin kunnanvaltuusto on 10.5.2021 hyväksynyt Hannukaisen kaivoshankkeen osayleiskaavan. Tultuaan oikeusvaikutteiseksi osayleiskaavan kumoaa alueellaan osan Ylläksen osayleiskaavasta ja Tornion Muonionjoen osayleiskaavasta.

Osayleiskaavan laadintaa on ohjannut keskeisesti Tunturi-Lapin maakuntakaava. Maakuntakaavan keskeisiä aluevarauksia suunnittelualueelle ovat kaivostoiminta, alueellinen jäteveden puhdistamo, rautatielinjat Rautuvaaraan, Ylläsjärvelle ja Kilpisjärvelle sekä porotalous. Osayleiskaava-alueen lähistöllä ovat Ylläksen matkailualueet ja Pallas-Yllästunturin kansallispuisto sekä useita luonnonsuojelualueita. Alueen vesistöt on suojeltu Natura-ohjelmalla.

Alueelle sijoittuvasta Hannukaisen kaivoshankkeesta suunniteltiin neljä vaihtoehtoa YVA-prosessin yhteydessä, joiden suunnittelua ja ympäristövaikutusten arviointia (YVA) tehtiin yhtä aikaa kaavoituksen kanssa. Osayleiskaava on laadittu YVA:ssa ympäristövaikutuksiltaan parhaimmaksi todetun vaihtoehdon 4 perustalta.

Hannukaisen kaivoshankkeen maankäyttövaraukseen kuuluu Hannukaisen ja Kuervitikon louhosten lisäksi:

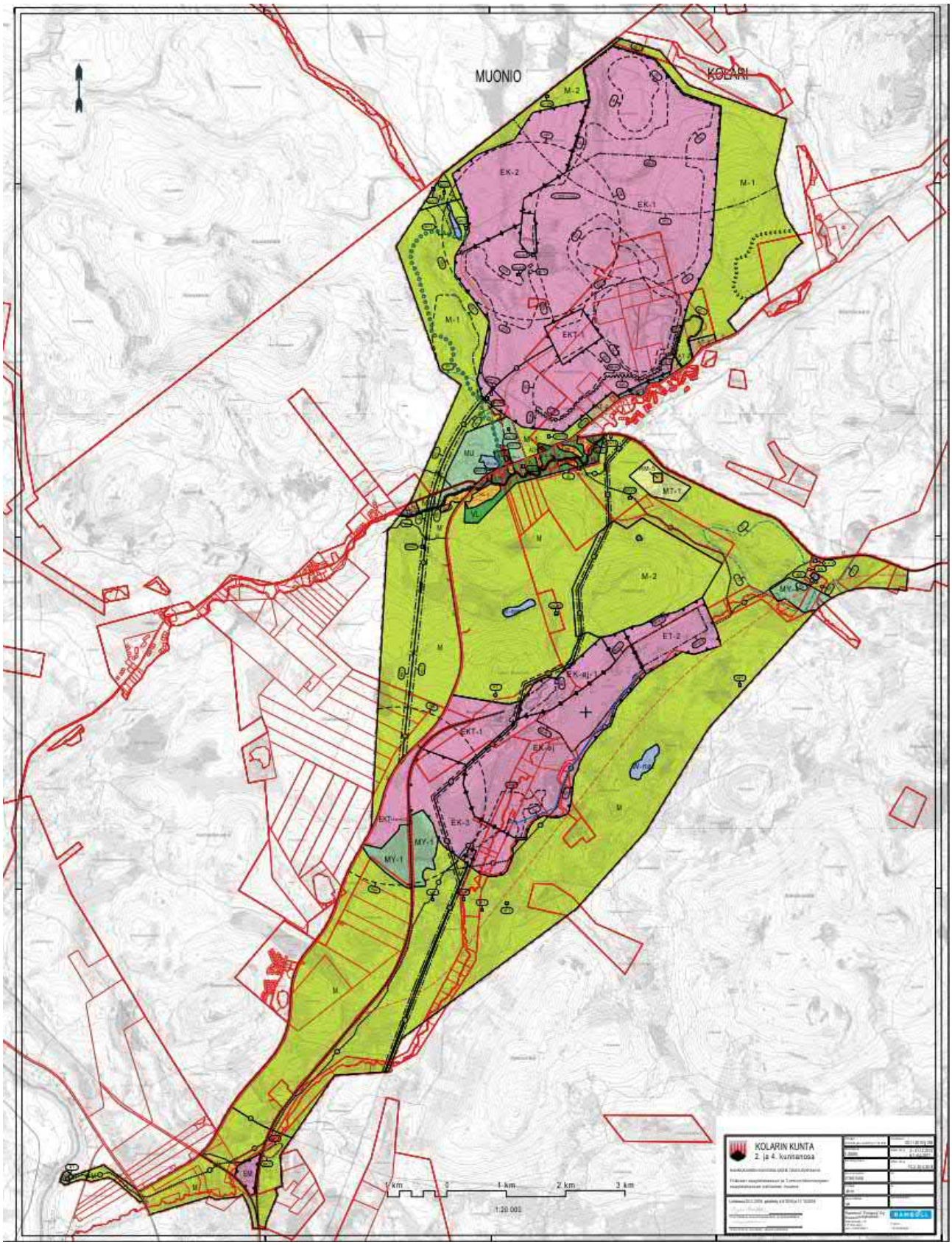
- kaivoksen työ- ja huoltotilat Hannukaisessa
- sivukivialueet
- suojavalli
- rikastamo Rautuvaarassa
- henkilökunnan työ- ja sosiaalitilat
- rikastushiekka-alueet
- malmin siirtokuljetin, voimajohdot, vesienjohtoputket, ja huoltotie Hannukaisesta Rautuvaaraan
- rikasteen lastaus rautatielle
- vesien varastointiallas Hannukaisessa ja johtamisputket Rautuvaaraan ja Muonionjokeen ja käsittelylaitteet sekä selkeytysallas Rautuvaarassa
- sähkönsiirto
- räjähdysainevalmistamo/-varasto
- tiet
- aidat

Osayleiskaavalla ohjataan myös kaivosalueen lähiympäristön maankäyttöä. Erityinen suunnittelun kohde on huomioida Hannukaisen kylään kohdistuvien vaikutuksien ja mahdollisten haittojen vähentäminen.

Osayleiskaavalla osoitetaan maankäytön pääkäyttötarkoitukset kaivostoiminnan aikana.

Hannukaisen kaivosalueen osayleiskaavalla laaditaan kokonaan uutta osayleiskaavaa sekä muutetaan osittain Ylläksen osayleiskaavan muutosta sekä Tornion - Muonion joen osayleiskaavaa.

Osayleiskaava on laadittu oikeusvaikutteiseksi.



Kuva 3 Hannukaisen kaivosalueen osayleiskaava, hyväksytty Kolarin kunnanvaltuustossa 10.5.2021

2.4 Asemakaavat

Kaivosalueella ei ole voimassa olevia asemakaavoja.

2.5 Ranta-asemakaavat

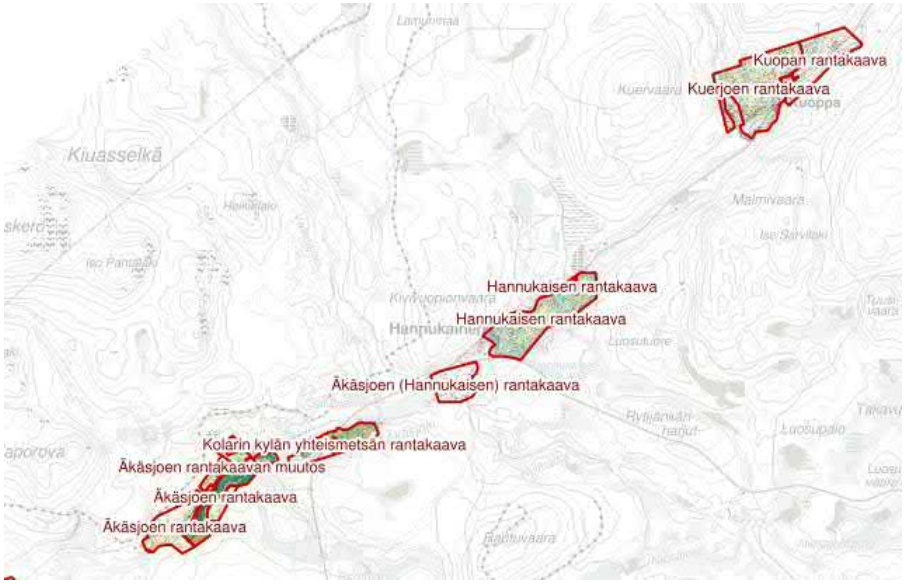
Kaivosalueen lähistöllä, Äkäsjoen rannalla on voimassa kolme ranta-asemakaavaa: Kolarin kylän yhteismetsän rantakaava, Äkäsjoen rantakaava ja Hannukaisen rantakaava, joilla on osoitettu useita lomarakennuspaikkoja.

Äkäsjoen ranta-asemakaava on hyväksytty 14.8.1981. Kaavassa on osoitettu 19 lomarakennuspaikkaa, joista suurin osa on rakennettu.

Hannukaisen ranta-asemakaava on hyväksytty 21.11.1997. Kaavassa on osoitettu noin 70 lomarakennuspaikkaa ja joitakin ympärivuotiseen asumiseen tarkoitettuja rakennuspaikkoja. Kaavalla osoitetut rakennuspaikat on lohkottu omiksi kiinteistöiksi. Noin kolmasosa rakennuspaikoista on toteutettu.

Äkäsjoen rannalla on Kolarin kylän yhteismetsän ranta-asemakaava. Ranta-asemakaava on vahvistettu 6.5.1977. Kaavassa on osoitettu yhteisöjen loma-asuntoalueelle noin 19 rakennuspaikkaa ja yksityisten loma-asuntojen alueelle noin 8 rakennuspaikkaa. Äkäsjoen rannalla on voimassa myös Kolarin kylän tilojen 1,4-19 Yhteismetsän Äkäsjoen rantakaavan muutos, korttelit 30 ja 31. Ranta-asemakaava on vahvistettu 19.1.1990. Loma-asuntojen korttelialueille 30 ja 31 on osoitettu 6 rakennuspaikkaa.

Kaivosalueeksi esitettävän alueen itäpuolella on voimassa Kuerjoen ranta-asemakaava, joka on hyväksytty 26.1.1993.



Kuva 4 Kaivoshankkeen läheisyydessä olevat ranta-asemakaavat. (Kolarin kunnan paikkatietopalvelu 2021)

Kuva 5 Tarkempi kuva Kolarin kylän yhteismetsän ja Äkäsjoen rantakaavojen välisestä alueesta. Kaivoksen kuljetin sivuaa yhteismetsän rantakaavan maa- ja metsätalousvaltaisen alueen länsirajaa.

3. Vireillä olevat kaavat

Kolarin kunnanhallitus on (22.11.2010 § 355) on päättänyt käynnistää asemakaavojen laatimisen Hannukaisen kaivoksen keskeisille rakentamisalueille.

Hannukaisen kaivosteollisuusalueen asemakaavan vireilletulosta sekä osallistumis- ja arviointisuunnitelmien nähtävilläolosta on kuulutettu 12.5.2011. Tammikuussa 2013 kuulutettiin Rautuvaaran teollisuusalueen asemakaavan vireilletulosta ja sen osallistumis- ja arviointisuunnitelman nähtävilletulosta.

Viimeksi tehtyjen päätösten mukaisesti kaivosalueella vireillä olevia kaavoja ovat:

1. Hannukainen kaivosteollisuusalueen asemakaava (asemakaava 1)
2. Rautuvaaran teollisuusalueen asemakaava (asemakaava 2)

Kaavat ovat olleet ensimmäistä kertaa nähtävillä samanaikaisesti luonnoksena valmisteluvaiheen kuulemista varten 2.12.2013 – 31.12.2013. Toisen kaavaluonnoksen nähtävillä olo toteutettiin 6.1. – 6.2.2017. Kaavaehdotuksen nähtävillä olo oli 15.3. – 30.4.2018.

3.1 Hannukaisen kaivosteollisuusalueen asemakaava

Asemakaavan tarkoituksena on suunnitella Hannukaisen kaivosalueeseen kuuluvat rakentamisalueet ja rakennusoikeudet tarvittaville konevarikoille, varastorakennuksille ja kaivosalueen toimisto- ja sosiaalitiloille sekä räjähdysainevalmistamolle/-varastolle sekä muille kaivostoimintaan liittyville rakennuksille ja rakenteille.

Asemakaavoitettava alue koostuu kahdesta osa-alueesta. Toiselle osa-alueelle on suunniteltu sijoitettavan itse kaivostoimintoja ja toiselle alueelle räjähdysainevalmistamo-/ varasto.

Hannukaisen kaivosteollisuusalueen asemakaava sijoittuu Hannukaisen kaivoshankkeen osayleiskaavan kaivosalueen EK-1 sisälle.

Asemakaavaehdotuksessa on osoitettu rakentamisalueet ja rakennusoikeudet tarvittaville konevarikoille, varastorakennuksille ja kaivosalueen toimisto- ja sosiaalitiloille sekä räjähdysainevalmistamolle/-varastolle sekä muille kaivostoimintaan liittyville rakennuksille ja rakenteille.

Kaavaehdotuksen alue 1 on kokonaisuudessaan osoitettu merkinnällä EKT/kem-2 *Kaivosteollisuusalue. Kaivostoimintaan liittyvä teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue, jolle saa sijoittaa merkittävän vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan laitoksen. Alue aidataan.*

Kaavaehdotuksen alue 2 on osoitettu kokonaisuudessaan merkinnällä EKT-1. *Kaivosteollisuusalue. Kaivostoimintaan liittyvä teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue. Alueelle saa sijoittaa kaivostoimintaan liittyviä toimisto-, konepaja- ja varastorakennuksia, rakennelmia ja laitteita.*

Lisäksi alueille on annettu suurin sallittu rakennusoikeus ja kerrosluku sekä osoitettu johtorasitteita ja ohjeellisia rakennusaloja.

Kuva 6 Hannukaisen kaivosteollisuusalueen asemakaavan alueiden 1 ja 2 sijainti ja rajaus peruskartalla sekä kaavaehdotus 4.9.2018.

3.2 Rautuvaaran teollisuusalueen asemakaava

Asemakaavoitettavalle alueelle on tarkoitus sijoittaa malmin rikastuslaitos ja siihen liittyvät tilat. Näitä ovat mm. toimisto, henkilökunnan sosiaalitilat sekä rikasteen lastaukseen rautatievaunuihin tarvittavat rakenteet, liittymät maantielle sekä muut tarvittavat yhteydet.

Rautuvaaran teollisuusalueen asemakaava sijoittuu Hannukaisen kaivoshankkeen osayleiskaavan EKT/kem-2 alueelle.

Asemakaavaluonnoksessa on osoitettu rakentamisalueet ja rakennusoikeudet malmin rikastuslaitokselle ja siihen liittyville tiloille, joita ovat mm. toimisto, henkilökunnan sosiaaliset tilat sekä rikasteen lastaukseen rautatievaunuihin tarvittavat rakenteet, liittymät maantielle ja muut tarvittavat yhteydet.

Asemakaavaluonnoksessa koko korttelialue on osoitettu merkinnällä EKT/kem-1: *Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue, jolle saa sijoittaa kaivostoimintaan liittyvän merkittävän vaarallisia kemikaaleja valmistavan ja varastoivan laitoksen ja siihen liittyviä toimisto-, rikastamo-, konepaja ja varastorakennuksia sekä muita kaivostoiminnan vuoksi tarpeellisia muita rakennuksia, rakennelmia ja laitteita*.

Lisäksi kaavassa on osoitettu nykyiset rautatiealue ja maantie, ohjeelliset rasitteet kuljettimelle ja johdoille sekä istutettavia alueita.

Kuva 7 Rautuvaaran teollisuusalueen asemakaavan sijainti ja rajaus peruskartalla sekä kaavaehdotus 4.9.2018.

Lahdessa 24.5.2021

Maankäyttöpalvelut Kautto

Matti Kautto

+358400493709

matti.kautto1@outlook.com

Kankolankatu 6A5

15950 Lahti

Lehvästie 4

99555 Luosto

Hannukainen Mining Oy

Kaivoslupahakemus

LIITE 15

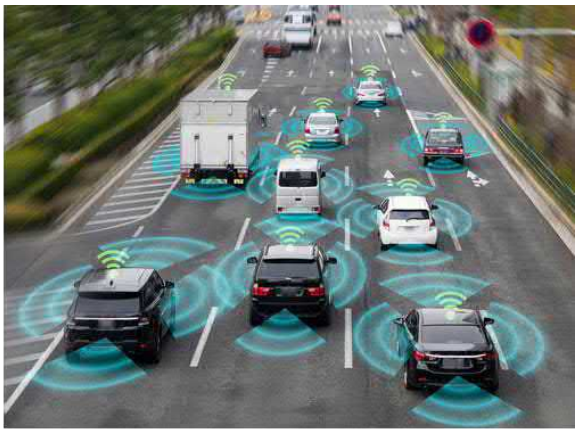
Hannukaisen kaivoksen aluetaloudelliset vaikutukset

Vastaanottaja
Hannukainen Mining Oy

Tyyppi
Raportti

Päivämäärä
15.1.2021

HANNUKAISEN KAIVOKSEN ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET



RAMBOLL

HANNUKAISEN KAIVOKSEN ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET

Projekti	**Hannukaisen kaivoksen aluetaloudelliset vaikutukset**
Vastaanottaja	**Hannukainen Mining Oy**
Asiakirjatyyppi	**Raportti**
Versio	**1.3**
Päivämäärä	**15.1.2021**
Laatijat	**Heikki Savikko, Joonas Hokkanen, Heini Koutonen**

SISÄLLYS

1.	**TAUSTA JA TAVOITE**	**1**
2.	**AINEISTO JA MENETELMÄT**	**2**
2.1	Aluetaloudellisten vaikutusten laskentamenetelmä	2
2.2	Määritelmät	3
2.3	Käytetyt aineistot ja tehdyt oletukset	4
3.	**SUUNNITTELUVAIHE**	**7**
3.1	Vaikutukset Suomeen	7
3.2	Vaikutukset Länsi-Lappiin	9
3.3	Vaikutukset Kolarissa	10
4.	**RAKENTAMISEN AIKAISET TALOUSVAIKUTUKSET**	**12**
4.1	Vaikutukset Suomeen	12
4.2	Vaikutukset Länsi-Lappiin	14
4.3	Vaikutukset Kolarissa	17
5.	**TUOTANNON AIKAISET TALOUSVAIKUTUKSET**	**19**
5.1	Vaikutukset Suomeen	19
5.2	Vaikutukset Länsi-Lappiin	22
5.3	Vaikutukset Kolarissa	25
6.	**KERRANNAISVAIKUTUKSET TOIMIALOITTAIN**	**28**
7.	**YHTEENVETO KESKEISISTÄ TULOKSISTA**	**35**
LIITTEET		**39**

1. TAUSTA JA TAVOITE

Hannukaisen Kolarin kaivostoiminta alkoi, kun Rautaruukki Oyj teki kaivoksen perustamispäätöksen vuonna 1969. Kaivos avattiin vuonna 1975 ja myöhemmin 1970-luvun lopulla laajennettiin toimintaa myös Hannukaisen kylän pohjoispuolelle avaamalla Laurinojan ja Kuervaaran avolouhokset. Laurinojan avolouhoksesta louhittiin eri vuosien aikana rautamalmia yhteensä 3,26 miljoonaa tonnia ja Kuervaarasta 1,1 miljoonaa tonnia. Vuonna 1985 Rautaruukki teki strategisen linjauksen luopua kaivostoiminnasta ja tämä päätös koski myös Rautuvaaraa ja Hannukaista. Tämän jälkeen Outokumpu Oyj louhi vielä Laurinojan esiintymää vuosina 1989 - 1990 noin 450 000 tonnia.

Hannukaisen esiintymän tutkimukset aloitettiin uudelleen vuonna 2005. Northland Mines Oy valmisteli kaivoshanketta toiminnallisilla suunnitelmilla sekä ympäristövaikutusten selvityksillä ja teki hankkeesta myös kattavan kannattavuusselvityksen. Emoyhtiö ajautui kuitenkin vaikeuksiin ja Northland Mines Oy lopetti toimintansa konkurssiin vuoden 2014 lopussa. Hannukainen Mining Oy osti vuonna 2015 Northland Mines Oy:n konkurssipesältä kaikki hankkeeseen liittyvät oikeudet ja tutkimusmateriaalit. Hannukainen Mining Oy:n emoyhtiö on Kolarissa kotipaikkaansa pitävä Tapojärvi Oy. Hannukaisen alueen rauta-, kupari- ja kultaesiintymää tullaan nyt hyödyntämään kotimaisin voimin, sillä aikanaan maahan jäi paljon hyödyntämättömiä mineraalivarantoja.

Kaivostoiminnan jatkamisella on vaikutuksia talouteen paikallisella, alueellisella ja kansallisella tasolla. Hankkeen suorat vaikutukset ovat tehtyjen suunnitelmien kautta kuvattavissa varsin vaivattomasti. Hankkeesta muodostuukin suoria vaikutuksia enemmän välillisiä vaikutuksia tuotannon ja kulutuksen arvoketjuissa.

Työn tavoitteena on selvittää Hannukaisen kaivoksen elinkaaren aikaiset talousvaikutukset paikallisesti, alueellisesti sekä kansallisesti. Työssä tarkastellaan erikseen seuraavat elinkaaren vaiheet:

1) Suunnittelu
2) Rakentaminen
3) Tuotanto

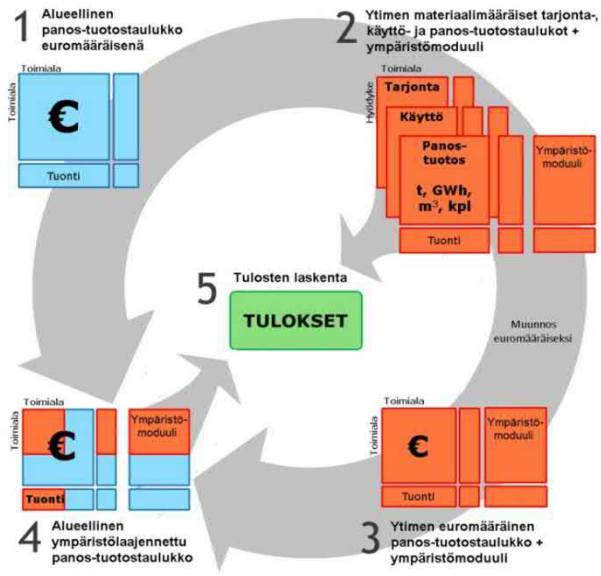
Työn lopputuloksena tuotetaan raportti sekä esittelyaineisto, jotka vastaavat seuraaviin kysymyksiin:

- Kuinka monta työpaikkaa hanke luo Kolariin, Länsi-Lappiin ja Suomeen eri elinkaaren vaiheissa?
- Kuinka paljon hanke synnyttää liikevaihtoa Kolariin, Länsi-Lappiin ja Suomeen eri elinkaaren vaiheissa?
- Mikä on arvonlisäysvaikutus Kolariin, Länsi-Lappiin ja Suomeen elinkaaren eri vaiheissa?
- Minkä verran syntyy uusia investointeja kerrannaisvaikutuksina elinkaaren eri vaiheissa?
- Hankkeen tuottamat verovaikutukset elinkaaren eri vaiheissa (tulokset eri veromuodoittain)?

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Aluetaloudellisten vaikutusten laskentamenetelmä

Rambollin lähestymistapa taloudellisten vaikutusten arviointiin perustuu resurssivirtamalliin, joka kehitettiin SITRA:n toimeksiannosta Ramboll Finlandin ja Luke:n yhteistyönä 2013 - 2015. Malli on kehitetty perustuen panos-tuotosmenetelmään ja se ilmaisee, miten raha- ja materiaalimääräiset resurssivirrat ohjautuvat alueen tuotantoon, toimialojen välillä välituotekäyttöön ja kulutukseen (yksityinen ja julkinen) sekä vientinä alueelta pois. Mallia on käytetty lukuisissa eri hankkeissa Suomessa.



Kuva 2-1. Alueellisen Resurssivirtamallin muodostumisen havainnekuva

Mallinnuksessa tarkastelu kohdistui koko Suomen, Länsi-Lapin ja Kolarin nykyisen sosioekonomisen ja aluetaloudellisen tilan kuvaamiseen sekä sen pohjalta toimialojen välisten vuorovaikutussuhteiden tunnistamiseen ja kaivoshankkeen vaikutusten arviointiin. Länsi-Lapin alueeseen on tässä selvityksessä katsottu kuuluvan Tunturi-Lapin seutukunta (Enontekiö, Kittilä, Kolari ja Muonio) sekä Torniolaakson seutukunta (Pello ja Ylitornio).

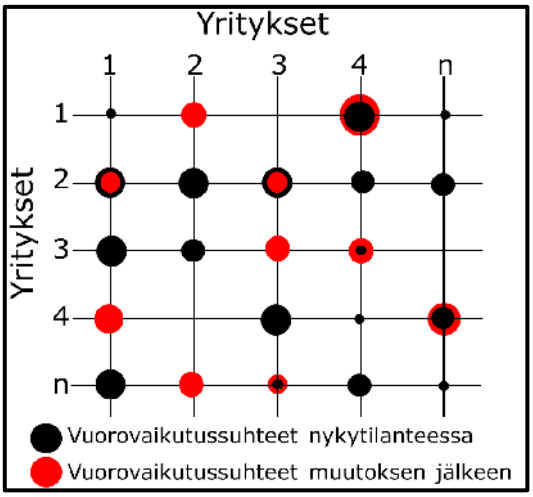
Tarkastelualueelle luotiin uusi ajantasainen alueellinen panos-tuotostaulukko, mikä päivitettiin alueen resurssivirtoihin perustuen. Malliin tehtiin välttämättömät muutokset mm. päivittämällä työvoimatarve, alueellinen tuonti ja vienti, julkisten hankintojen sekä tuotteiden käyttöön liittyvät lähtötiedot. (Kuva 2-1)

Resurssivirtamallilla saadaan näkyväksi kaikki rakentamisen ja tuotannonaikaiset resurssivirrat ml. tuotannon, palvelun ja kulutuksen materiaali- ja rahamääräiset virrat. Mallilla voidaan kuvata myös eri toimijoiden merkitys osana alueen toimintaa.

Resurssivirtamalli on moniulotteinen, jolloin sen avulla on nähtävissä suorien kytkentöjen lisäksi kerrannaisvaikutusten aiheuttamat kytkennät toimialojen ja yritysten välillä. Tällöin kuvataan kaikki kerrannaisvaikutukset (tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutukset), mitä kahden yrityksen/toimijan välinen vuorovaikutus aiheuttaa muille yrityksille ja toimialoille koko toimintaketjussa.

Mallinnus tapahtuu kaksiosaisesti: 1) Nykytilanneanalyysi ja 2) skenaariotilanne. (Kuva 2-2)

Mallin nykytilanneanalyysi kuvaa, mitkä ovat alueen yritysten välittömät ja välilliset vaikutukset taloudessa: liikevaihto, arvonlisäys, työllisyys ja verot (yhteisöverot, arvonlisävero, kunnallisvero, kiinteistövero, tuote- ja tuotantoverot). Nykytilanneanalyysin jälkeen resurssivirtamallin avulla voidaan laskea skenaariotilanteiden vaikutukset talouteen (mm. hankkeen suunnittelu, rakentaminen ja käyttö erikseen). Skenaariotilanteen vaikutuksia verrataan baselinenä toimivaan nykytilanteeseen ja tarkastettavina muuttujina ovat samat muuttujat kuin nykytilanteessa.



Kuva 2-2. Resurssivirtamallin peruselementti, jossa tyhjä solmukohta kuvaa: ei vuorovaikutusta toimialojen välillä. Pallon koko kuvaa vuorovaikutuksen suuruutta.

Kaikki arvioinnit toteutettiin paikallisella (Kolari), alueellisella (Länsi-Lappi) ja kansallisella (Suomi) tasolla. Resurssivirtamallia on testattu ja käytetty lukuisissa kohteissa ja sitä kehitetään jatkuvasti. Malli on myös esitelty kansainväliselle tiedeyhteisölle (World Resource Forum 2015) ja sen on julkaistu tieteellisessä julkaisusarjassa (Hokkanen ym. 2017).

2.2 Määritelmät

Resurssivirtamallin käytön ja tulosten tulkinnassa keskeiset termit ovat seuraavat:

Suorat vaikutukset = Suorat vaikutukset ovat vaikutuksia, jotka kohdistuvat Hannukaisen kaivokseen ja sen välittömään toimintaan.

Tuotannon kerrannaisvaikutukset = Tuotannon kerrannaisvaikutukset ovat vaikutuksia, jotka ovat seurausta Hannukaisen kaivoksen toiminasta. Käytännössä tämä tarkoittaa, että Hannukaisen kaivoksella tehtävän toiminnan aikaansaamiseksi tarvitaan tavaroita, palveluita ja raaka-aineita arvoketjun ylävirrassa, jolloin muille toimialoille syntyy uutta kysyntää Hannukaisen kaivoksen toimesta.

Kulutuksen kerrannaisvaikutukset = Kulutuksen kerrannaisvaikutukset kuvaavat kasvaneista palkansaajakorvauksista syntyvää uutta kulutusta ja sen tyydyttämiseksi tarvittavaa uutta taloudellista toimintaa. Kulutuksen kerrannaisvaikutuksissa huomioidaan ihmisten kulutus paikallisella, alueellisella ja kansallisella tasolla.

Henkilötyövuosi = Selvityksessä työllisyydellä tarkoitetaan henkilötyövuosia, jolloin esimerkiksi kaksi puolipäiväistä tai kaksi puolivuotta työskennellyttä työntekijää lasketaan yhdeksi kokonaiseksi henkilötyövuodeksi. Henkilötyövuodet saadaan laskettua keskimääräisiksi työpaikoiksi jakamalla ne tarkasteltavan elinkaaren vaiheen kestolla. Työpaikat kuitenkin muodostuvat täysistä työpaikoista eri alueilla, jolloin ne tulee pyöristää alueittain ja toimialoittain.

Arvonlisäys = Tarkoittaa tuotantoon osallistuvan yksikön synnyttämää arvoa. Se lasketaan markkinatuotannossa vähentämällä yksikön tuotoksesta tuotannossa käytetyt välituotteet (tavarat ja palvelut) ja markkinattomassa tuotannossa laskemalla yhteen palkansaajakorvaukset, kiinteän pääoman kuluminen ja mahdolliset tuotannon ja tuonnin verot. Arvonlisäys on se osuus yritysten tuotannosta, mistä maksetaan arvonlisävero.

Kokonaistuotos = Termiä käytetään aluetaloudessa ja kansantaloudessa, mutta voidaan puhua myös liikevaihdosta. Kokonaistuotoksen määritelmä on: ”Kansantalouden tilinpidossa tuotannon kokonaisarvoa kutsutaan kokonaistuotokseksi, yritysten kirjanpidossa vastaava termi on liikevaihto. Kokonaistuotos kuvaa rahamäärä, jonka tarkasteltavan alueen yritykset ovat saaneet tuotteitaan tai palveluitaan myymällä.” Tässä raportissa käytetään selkeyden vuoksi kokonaistuotoksesta termiä liikevaihto.

Bruttokansantuote (BKT) = Bruttokansantuote kuvaa maan tai alueen kokonaistuotannon arvoa. Kokonaistuotannon arvolla tarkoitetaan tuotannosta tulleen arvonlisäyksen summaa koko kansantalouden tasolla. Tarkasteltavan alueen bruttokansantuotetta luo kaikki sellainen toiminta, joka tapahtuu talousalueella, luo tuloa, tuottaa tavaroita tai palveluita. Kaikkien tuottajien yhdessä aikaansaama bruttoarvonlisäys muodostaa koko alueen perushintaisen bruttoarvonlisäyksen. Kun tähän perushintaiseen bruttoarvonlisäykseen lisätään koko tarkastelualueen tasolla lasketut tuoteverot ja siitä vähennetään tuotetukipalkkiot, saadaan tulokseksi BKT markkinahintaan, eli kansainvälisesti käytössä oleva BKT-tieto.

Verot

Tarkastelussa huomioitavat verot ovat:

1) tuoteverot- ja muut tuotantoverot, mitkä tilitetään valtiolle,
2) kunnallisverot, jotka tilitetään kunnille, missä palkansaajat asuvat,
3) arvonlisäverot, jotka tilitetään valtiolle,
4) yhteisöverot, joista noin 1/3 osa tilitetään kunnille ja noin 2/3 osaa valtiolle,
5) kiinteistöverot, jotka tilitetään kunnille, missä kiinteistöt sijaitsevat sekä
6) tuloverot, jotka tilitetään valtiolle.

Verojen osalta mallinnuksessa on huomioitu kaikki verot, jotka maksetaan hankkeen aikaansaaman toiminnan muutoksen seurauksena.

Tuote- ja tuotantoverot = Tuote- ja tuotantoverot koostuvat pakollisista, vastikkeettomista, joko rahamääräisistä tai luontoismuotoisista maksuista, joita maksetaan tuotannosta ja tavaroiden ja palveluiden tuonnista, työvoiman käytöstä, maan, rakennusten tai muiden tuotannossa käytettyjen varojen omistuksesta tai käytöstä. Nämä verot on maksettava, tuottipa toiminta voittoa tai ei.

Kunnallisvero = Kunnallisvero peritään verovelvollisen ansiotuloista. Verovelvollinen maksaa kunnallisveroa sille kunnalle, joka on ollut hänen kotikuntansa verovuotta edeltävän vuoden viimeisenä päivänä. Kunnallisvero vaihtelee kunnittain ja kunnallisveron suuruuden päättää kunta.

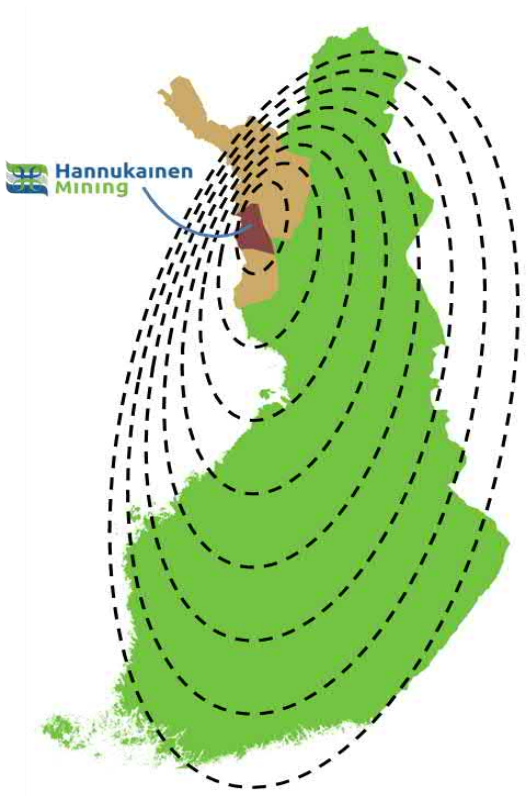
Arvonlisävero = Arvonlisävero on kulutusvero, joka peritään ostajalta joka kerta, kun tavara tai palvelu myydään. Myyjä lisää arvonlisäveron tavaran tai palvelun hintaan ja tilittää myyntiensä arvonlisäverot valtiolle.

Yhteisövero = Yhteisöverolla tarkoitetaan yrityksen tuloksesta perittävää veroa. Yhteisöverotuotos jaetaan edelleen valtion ja kuntien kesken niin, että valtion osuus on noin kaksi kolmasosaa, kuntien noin yksi kolmannes.

Kiinteistövero = Kiinteistövero on maan ja rakennusten arvoon perustuva vero, jonka Verohallinto tilittää kiinteistön sijaintikunnalle. Kiinteistöveroprosentin päättää kunta.

Tulovero = Tuloverolla tarkoitetaan valtion perimiä veroja palkansaajien ansiotulosta ja pääomatuloista.

2.3 Käytetyt aineistot ja tehdyt oletukset

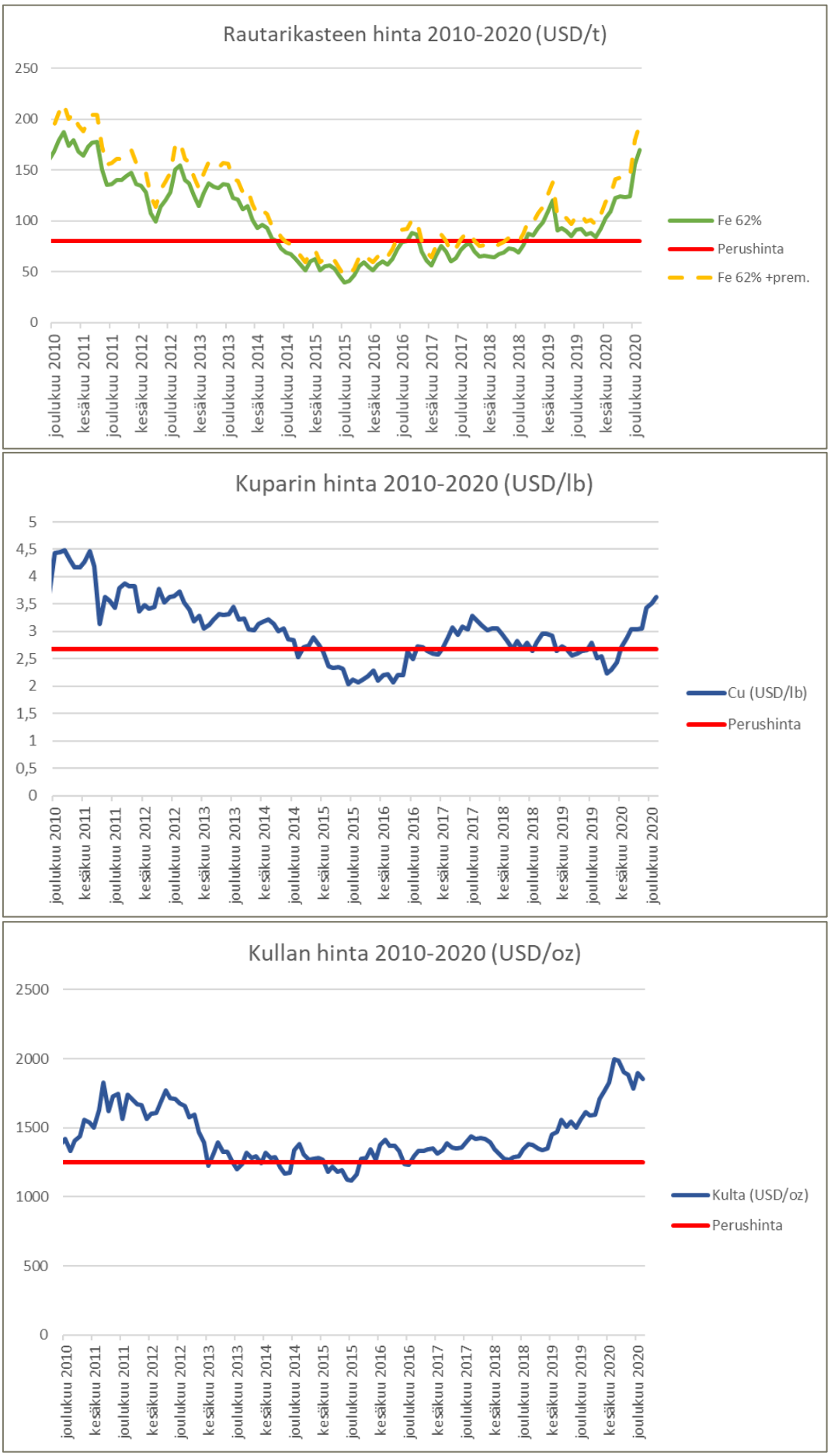


Kuva 2-3. Hannukaisen kaivoksen vaikutusten leviäminen Suomessa

Suunnitteluvaiheen osalta lähtötietoina hyödynnettiin todellisia tilinpidon mukaisia toteutuneita kustannuksia ajanjaksolla 2014-2019 ja arvioita suunnittelun tulevista kustannuksista vuosille 2020 - 2022. Suunnitteluvaihe sijoittuu ajallisesti vuosiin 2014 – 2022. Suunnitteluvaiheeseen ei ole sisällytetty Hannukainen Mining Oy:n toimintaa edeltäviä Northland Mines:n aikaisia aluetaloudellisia vaikutuksia.

Rakentamisajan ja tuotannon ajan laskennan lähtötietona käytettiin Hannukainen Mining Oy:n CAPEX ja OPEX raporttien (Capital and Operational Expenditure) mukaisia laskelmia tarvittavista investoinneista ja käyttökustannuksista. Rakentamisvaihe sijoittuu ajallisesti vuosille 2023 – 2024 ja tuotannon aikaiset vaikutukset arvioitiin kokonaisuutena vuosille 2025 – 2044.

Hannukaisen tuotannosta saatava liikevaihto tulee vaihtelemaan rauta-, kupari- ja kultarikasteiden maailmanmarkkinahintojen mukaan. Hinnoissa on ollut suurta vaihtelua viimeisen 10 vuoden aikana (kuva 2-4). Suuren hintavaihtelun vuoksi, taloudellisten vaikutusten arvioinnissa, tuotoksesta saatavat tuotot arvioitiin konservatiivisesti pitkän ajan hintaennusteiden avulla ollen koko tuotantoajan rautarikasteen osalta keskimäärin 80 USD/rikastetonni, johon on lisätty rikasteen korkeasta laadusta saatava 15% premium-lisä. Kuparikultarikasteen osalta tuotannosta saatavan liikevaihdon laskennassa on käytetty kuparin osalta 2,68 USD/pauna ja kullan osalta 1250 USD/unssi. Kuparikultarikasteesta saatavassa liikevaihdossa on lisäksi huomioitu sulatus- ja jalostuspalkkiot.



Kuva 2-4. Hannukaisen tuotoksen (rauta, kupari ja kulta) markkinahinnat 2010 – 2020.

Kaikki mallinnuksen aluetalousvaikutukset ovat seurausta Hannukainen Mining Oy:n toiminnasta arviointiskenaarion mukaisessa toiminnassa. Vaikutukset syntyvät Kolarissa tapahtuvan toiminnan seurauksena ja vaikuttavat eripuolille Suomea ja ulkomaille.

Rauta- ja kuparikultarikasteesta saatavat tuotot vaikuttavat tuloksissa Hannukaisen kaivoksen suoriin vaikutuksiin, mitä on kuvattu erityisesti kuvassa 7-2. Riippumatta tuotoksesta saatavasta liikevaihdosta, investoinnit ja käyttökustannukset pysyvät samoina, mitkä myös saavat aikaan taloudellisia vaikutuksia muilla toimialoilla Hannukaisen kaivoksen arvoketjussa. Mallinnuksessa onkin arvioitu toiminnasta muodostuva uusi kysyntä eri toimialoilla sekä sen kattamiseksi tarvittava työvoimatarve. Mallinnuksessa ei oteta kantaa, mistä työvoima sekä tarjottavat palvelut mahdollisesti siirtyvät sekä onko kysynnän mukaista tarjontaa saatavilla eri tarkastelualueilla. Arviointiskenaariot on kuitenkin pyritty laatimaan niin, että niissä on parhaan saatavilla olevan tiedon valossa huomioitu alueelliset elinkeinorakenteet ja mahdollisuudet vastata Hannukaisen kaivoksen aikaan saamaan uuteen kysyntään eri toimialoilla.

Aluetaloudelliset vaikutukset esitetään Kolariin, Länsi-Lappiin ja koko Suomeen kohdistuvina vaikutuksina. Länsi-Lappiin kohdistuvissa vaikutuksissa on mukana myös Kolarin vaikutukset. Vastaavasti Suomeen kohdistuvat vaikutukset sisältävät myös Länsi-Lapin vaikutukset. Luvut sisältävät suorat vaikutukset sekä tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutukset.

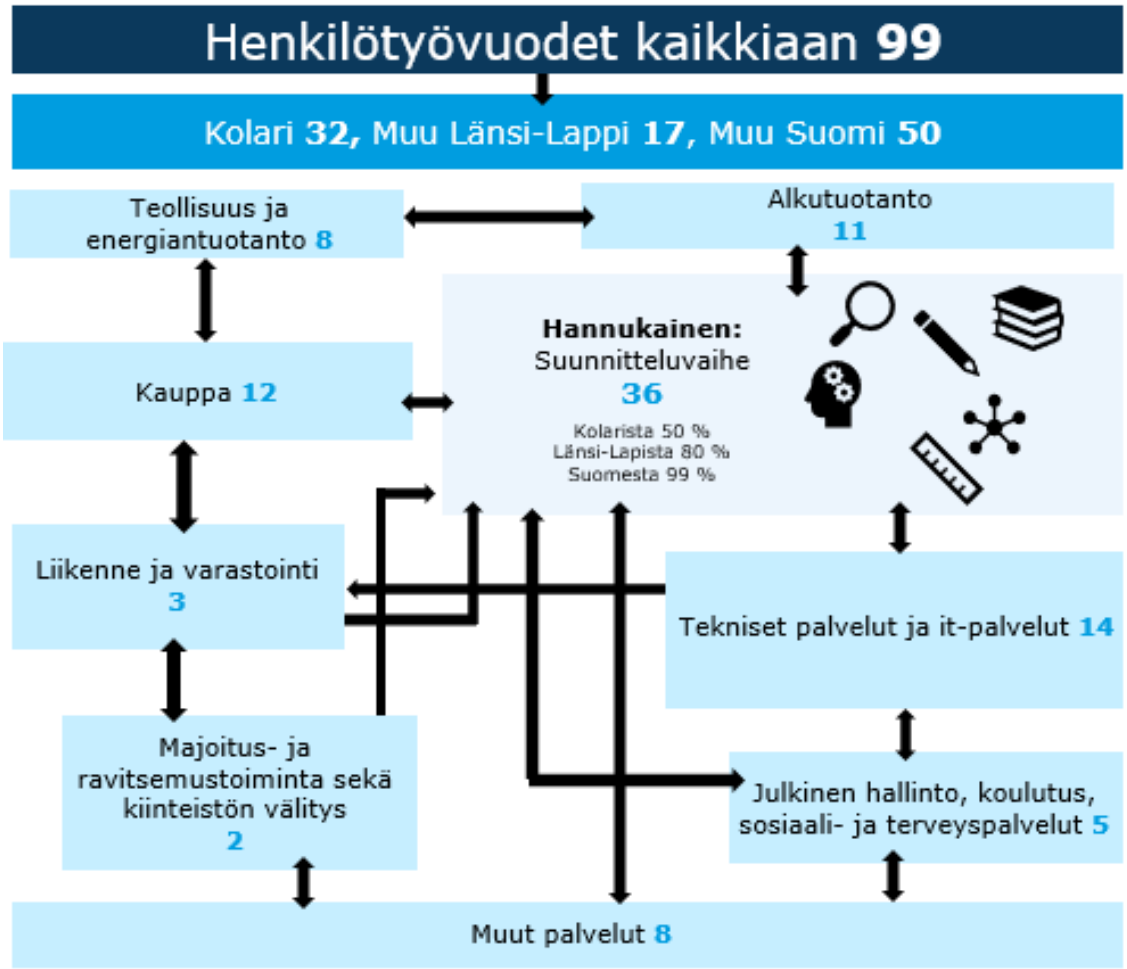
3. SUUNNITTELUVAIHE

3.1 Vaikutukset Suomeen

Suunnitteluvaiheen aikana (vuosina 2014 – 2022) syntyy työllisyysvaikutuksia kokonaisuudessaan noin 99 henkilötyövuotta, joista Kolarissa 32, muualla Länsi-Lapissa 17 ja muualla Suomessa 50 henkilötyövuotta. Hannukaisen suorat työllisyysvaikutukset ovat noin 36 henkilötyövuotta. Tämän lisäksi kerrannaisvaikutuksina syntyy noin 63 henkilötyövuoden työvoimatarve Suomessa. Vaikutukset eivät sisällä Northlandin tutkimus- ja suunnittelukustannuksia. Liikevaihtoa suunnitteluajanjaksolla syntyy 11,1 miljoona euroa ja veroja maksetaan koko arvoketjussa 2,4 miljoonaa euroa. Suunnitteluvaiheen aikaansaama kokonaisarvonlisäys Suomessa on noin 3,2 miljoonaa euroa. Muuttuneen kysynnän kattamiseksi se vaatii investointeja Suomessa 1,4 miljoonan euron edestä (kuva 3-1).

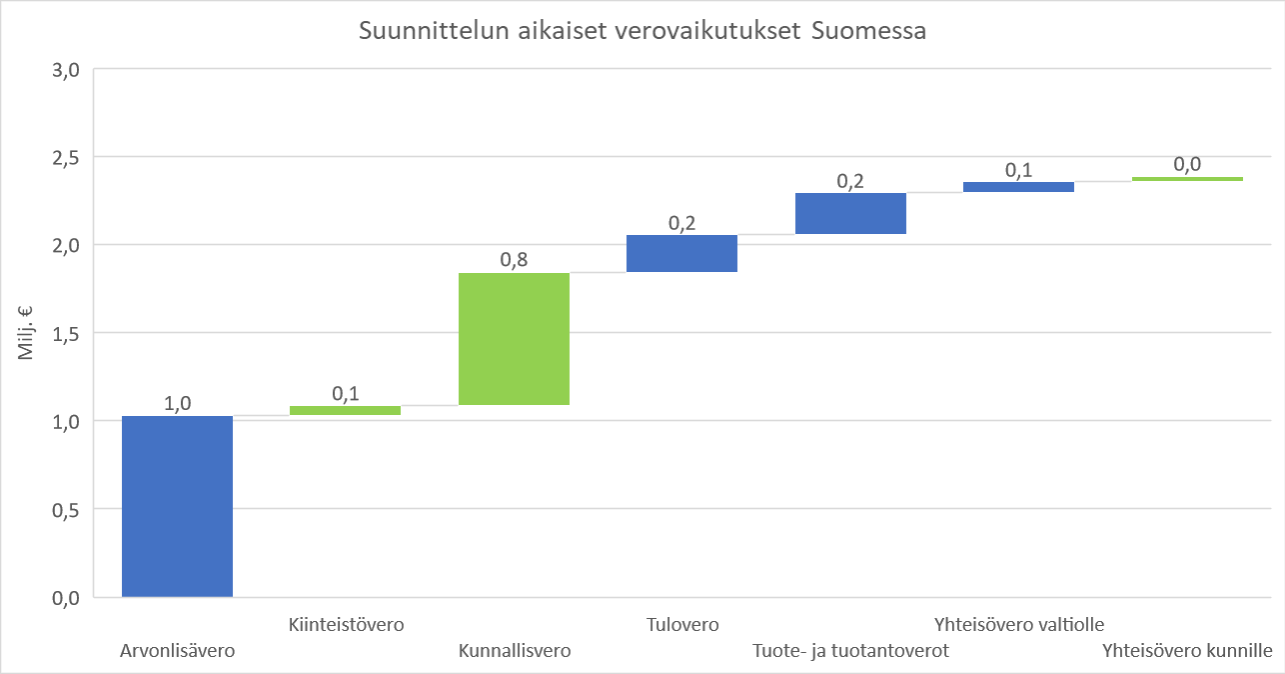
Kuva 3-1. Kokonaisvaikutukset suunnitteluvaiheessa.

Työllisyysvaikutukset jakaantuvat suoriin vaikutuksiin ja välillisiin vaikutuksiin eri toimialoille. Kuvassa 3-2 on esitetty työllisyyden kohdentuminen alueellisesti keskeisille toimialoille. Suunnitteluvaiheessa 1 suora työpaikka Hannukaisella saa aikaan 2,8 htv työvoimatarpeen koko arvoketjussa. Keskimääräisiksi työpaikoiksi muutettuna 1 suora työpaikka Hannukaisella saa aikaan 2 työpaikkaa koko arvoketjussa.



Kuva 3-2. Työllisyysvaikutukset Suomessa suunnitteluvaiheessa.

Suunnitteluvaihe synnyttää koko arvoketjussa verotuloja noin 2,4 miljoonaa euroa. Verot jakaantuvat veromuodoittain kuvassa 3-3 esitetyllä tavalla. Suurin yksittäinen veromuoto on arvonlisävero, mikä kattaa 43 % kaikista verotuloista suunnittelun aikana.



Kuva 3-3. Verovaikutukset Suomessa suunnitteluvaiheessa. Sinisellä valtiolle tilitettävät verot ja vihreällä kunnille tilitettävät verot.

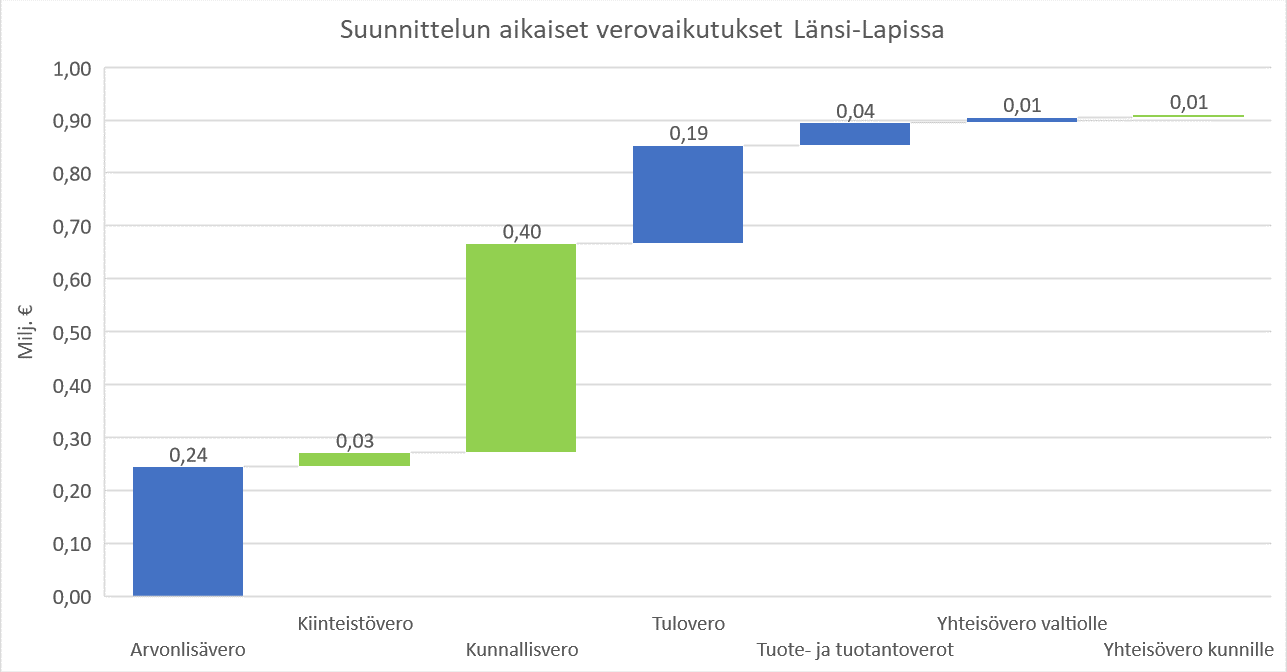
3.2 Vaikutukset Länsi-Lappiin

Suunnitteluvaiheessa syntyy Länsi-Lappiin yhteensä 49 henkilötyövuoden työvoimatarve. Tästä suora työvoimatarve on 29 henkilötyövuotta ja kerrannaisvaikutusten kautta syntyy 20 henkilötyövuoden tarve Länsi-Lapissa.

Länsi-Lapissa muodostuu suunnitteluvaiheessa uutta liikevaihtoa 2,4 miljoonaa euroa ja uutta arvonlisäystä 3 miljoonaa euroa. Suunnitteluvaiheen taloudelliset vaikutukset Länsi-Lappiin on koottu kuvaan 3-4. Luvut sisältävät suorat vaikutukset sekä tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutukset.

Kuva 3-4. Taloudelliset vaikutukset Länsi-Lapissa suunnitteluvaiheessa.

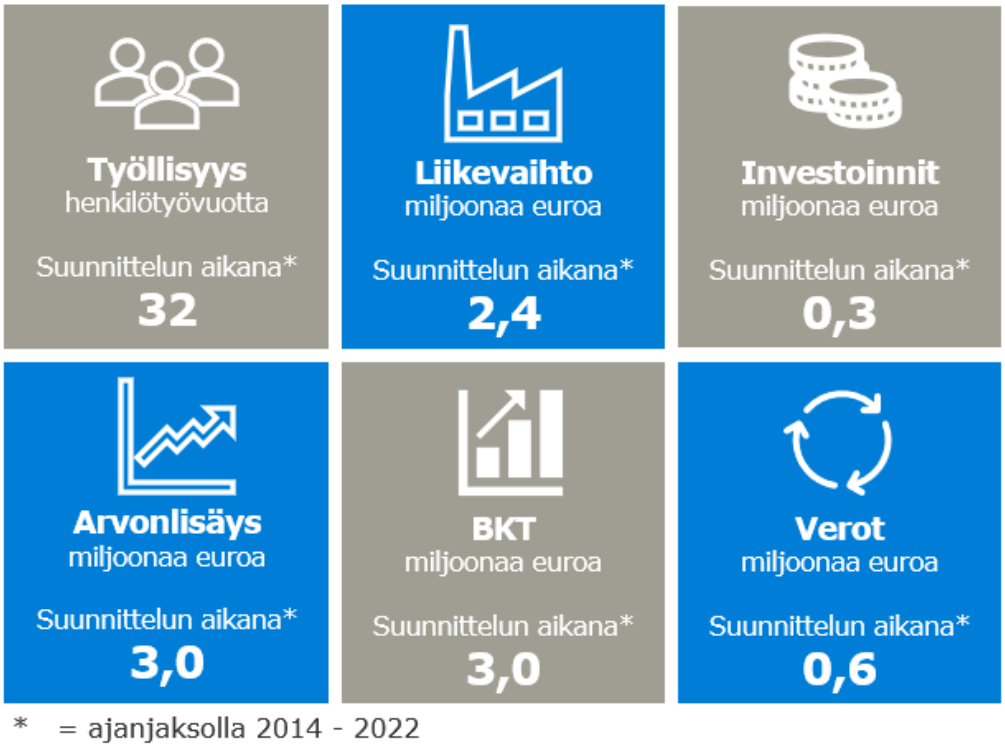
Suunnitteluvaiheessa Länsi-Lapissa kertyy verotuloja yhteensä noin 0,9 miljoonaa euroa, jotka jakaantuvat eri verotyyppeihin kuvan 3-5 mukaisesti. Merkittävin osuus verojen kokonaismäärästä, 43 %, kertyy kunnallisveroina.



Kuva 3-5. Verovaikutukset Länsi-Lapissa suunnitteluvaiheessa. Sinisellä valtiolle tilitettävät verot ja vihreällä kunnille tilitettävät verot.

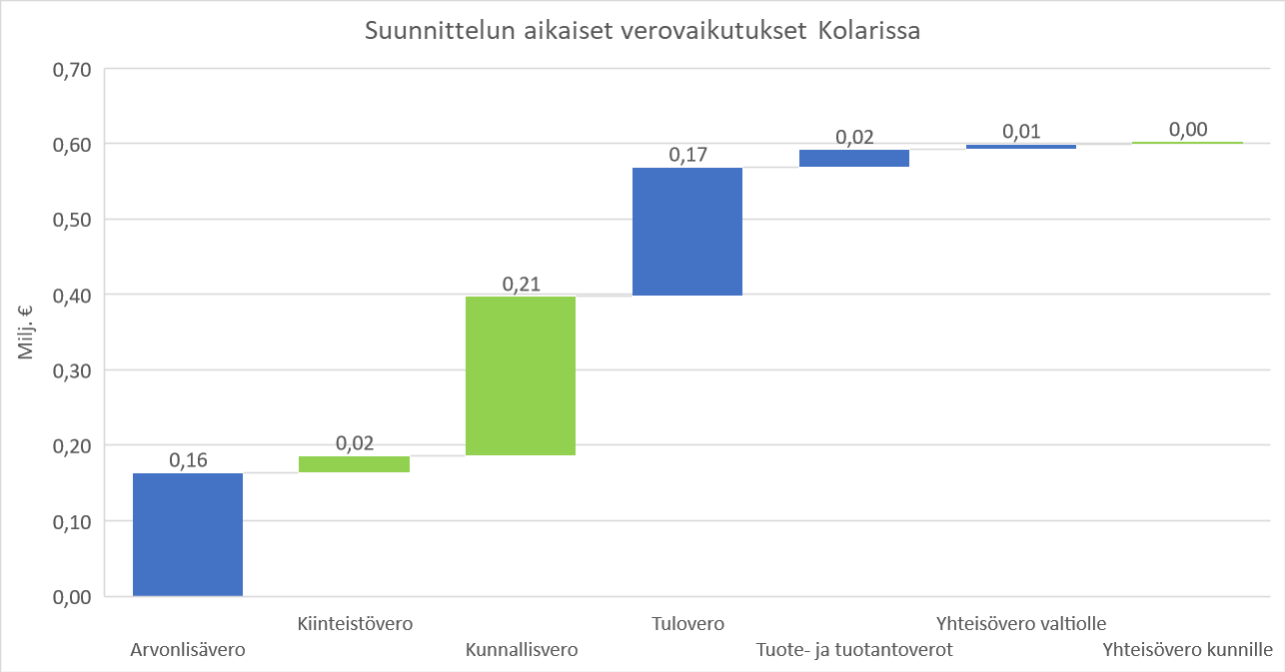
3.3 Vaikutukset Kolarissa

Suunnitteluvaiheessa Kolariin syntyy 32 henkilötyövuoden työvoimatarve. Suunnittelun synnyttämä suora työvoimatarve on 18 henkilötyövuotta ja kerrannaisvaikutusten kautta 14 henkilötyövuotta. Liikevaihto kohdistuu Länsi-Lapin osalta pääosin Kolariin ollen edellä esitetty 2,4 miljoonaa euroa. Hankkeen aikaansaama uusi arvonlisäys Kolarissa on 3 miljoonaa euroa. Suunnitteluvaiheen aluetaloudelliset vaikutukset Kolarissa on koottu kuvaan 3-6. Luvut sisältävät suorat vaikutukset sekä tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutukset.



Kuva 3-6. Taloudelliset vaikutukset Kolarissa suunnitteluvaiheessa.

Suunnitteluvaiheessa Kolarissa kertyy verotuloja yhteensä noin 0,6 miljoonaa euroa, jotka jakaantuvat kuvan 3-7 mukaan eri verotyyppeihin. Suurin osuus kertyvistä verotuloista muodostuu kunnallisveron kautta.



Kuva 3-7. Verovaikutukset Kolarissa suunnitteluvaiheessa. Sinisellä valtiolle tilitettävät verot ja vihreällä kunnille tilitettävät verot.

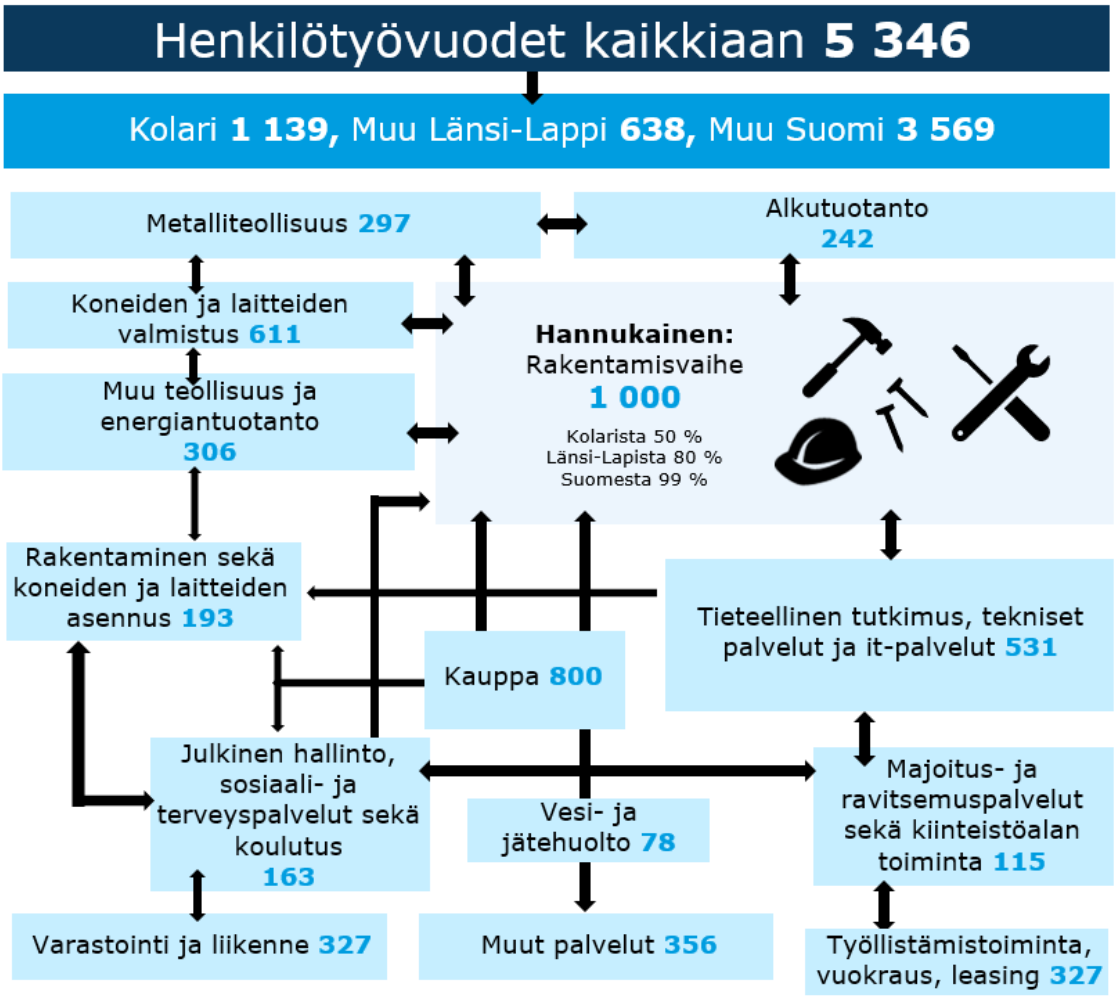
4. RAKENTAMISEN AIKAISET TALOUSVAIKUTUKSET

4.1 Vaikutukset Suomeen

Investointi ja kaivoksen rakentaminen vuosina 2023 – 2024 synnyttää taloudellista toimintaa, mikä saa aikaan taloudellista toimintaa paikallisesti, alueellisesti ja kansallisesti. Alkuperäisestä investoinnista muodostuu Suomeen uutta kysyntää (liikevaihtoa) rakentamisvaiheessa noin 905 miljoonaa euroa ja arvonlisäystä 444 miljoonaa euroa. Rakentamisvaiheen taloudelliset vaikutukset Suomeen on koottu kuvaan 4-1. Luvut sisältävät suorat vaikutukset sekä tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutukset. Kerrannaisvaikutukset kohdistuvat useille eri toimialoille, mitä on kuvattu tarkemmin raportin kappaleessa 6.

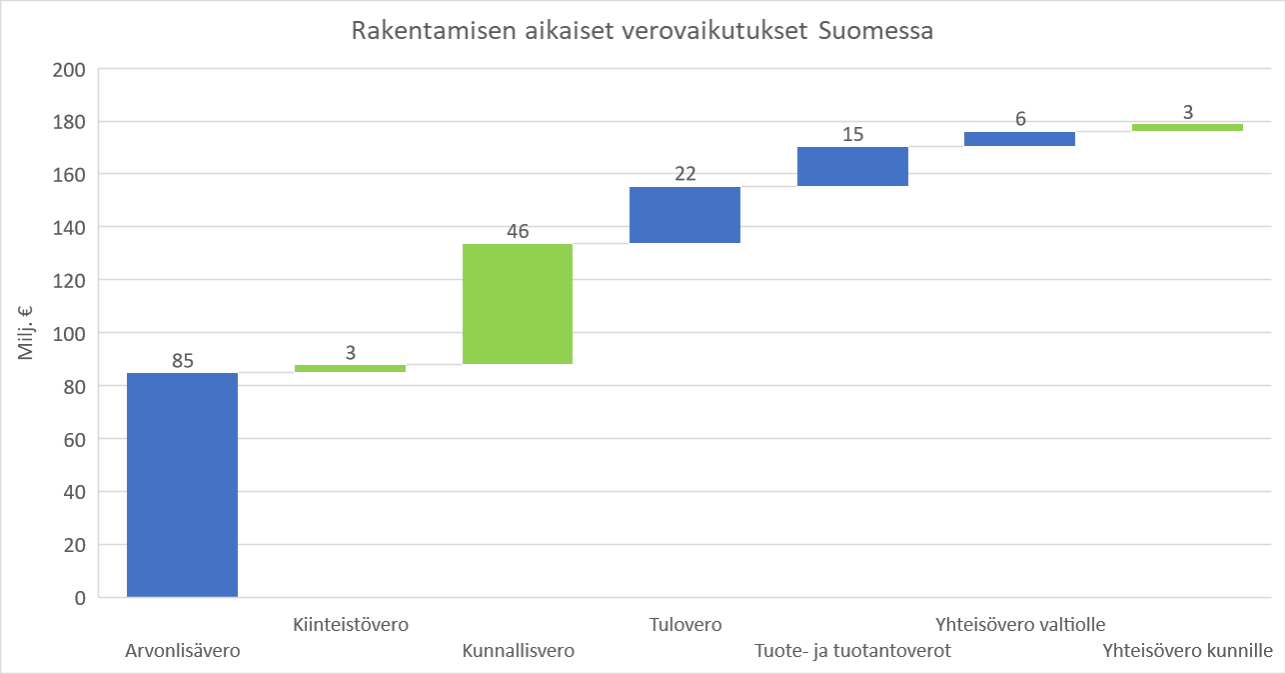
Kuva 4-1. Taloudelliset vaikutukset Suomessa rakentamisvaiheessa.

Rakentamisvaiheessa syntyy työllisyysvaikutuksia yhteensä noin 5 346 henkilötyövuotta, joista Kolarissa 1 139, muualla Länsi-Lapissa 638 ja muualla Suomessa 3 569 henkilötyövuotta. Hannukaisen suorat työllisyysvaikutukset ovat noin 1 000 henkilötyövuotta, joista 50 % oletetaan kohdistuvan Kolariin, 80 % Länsi-Lappiin ja 99 % Suomeen. Suorien työpaikkojen lisäksi kerrannaisvaikutuksina syntyy noin 4 346 henkilötyövuoden työvoimatarve Suomessa. Työllisyysvaikutukset jakaantuvat suoriin vaikutuksiin ja välillisiin vaikutuksiin eri toimialoille kuvan 4-2 mukaisesti, jolloin rakentamisvaiheessa 1 suora työpaikka Hannukaisella saa aikaan 5,3 htv työvoimatarpeen koko arvoketjussa.



Kuva 4-2. Työllisyysvaikutukset Suomessa rakentamisvaiheessa.

Rakentamisen aikana verotuloja kertyy hankkeen seurauksena yhteensä noin 179 miljoonaa euroa. Verot jakaantuvat veromuodoittain kuvassa 4-3 esitetyllä tavalla. Suurin yksittäinen veromuoto on arvonlisävero, mikä kattaa 47 % kaikista verotuloista rakentamisen aikana Suomessa. Arvonlisäverot tilittävät valtiolle lopullisten tuotteiden ja palveluiden myyjät.



Kuva 4-3. Verovaikutukset Suomessa rakentamisvaiheessa. Sinisellä valtiolle tilitettävät verot ja vihreällä kunnille tilitettävät verot.

4.2 Vaikutukset Länsi-Lappiin

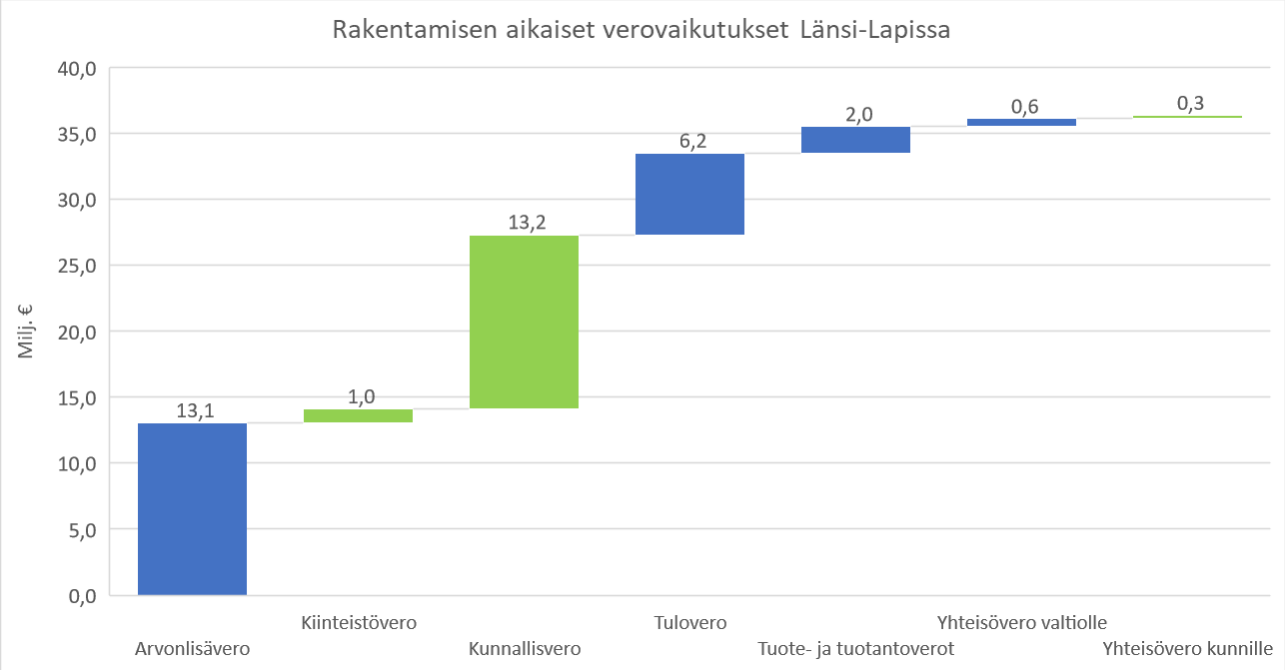
Länsi-Lappiin rakentamisen aikana syntyy työllisyysvaikutuksia kokonaisuudessaan noin 1777 henkilötyövuotta. Suorat työllisyysvaikutukset ovat noin 800 henkilötyövuotta ja kerrannaisvaikutuksina syntyy noin 977 henkilötyövuoden työvoimatarve. Kuvassa 4-4 esitetään työllisyysvaikutukset keskeisille toimialoille Länsi-Lapissa. Rakentamisvaiheessa 1 suora työpaikka Hannukaisella saa aikaan 2,2 työpaikkaa koko arvoketjussa Länsi-Lapissa.

Kuva 4-4. Työllisyysvaikutukset Länsi-Lapissa rakentamisvaiheessa.

Länsi-Lappiin muodostuu uutta kysyntää (liikevaihtoa) rakentamisvaiheessa noin 121 miljoonaa euroa ja arvonlisäystä noin 110 miljoonaa euroa, kerrannaisvaikutuksineen. Rakentamisvaiheen kaikki tarkastellut taloudelliset vaikutukset Länsi-Lappiin on koottu kuvaan 4-5.

Kuva 4-5. Taloudelliset vaikutukset Länsi-Lapissa rakentamisvaiheessa.

Rakentamisen aikana verotuloja kertyy Länsi-Lapissa tapahtuvasta toiminnasta yhteensä noin 36 miljoonaa euroa. Verot jakaantuvat veromuodoittain kuvan 4-7 mukaisesti.

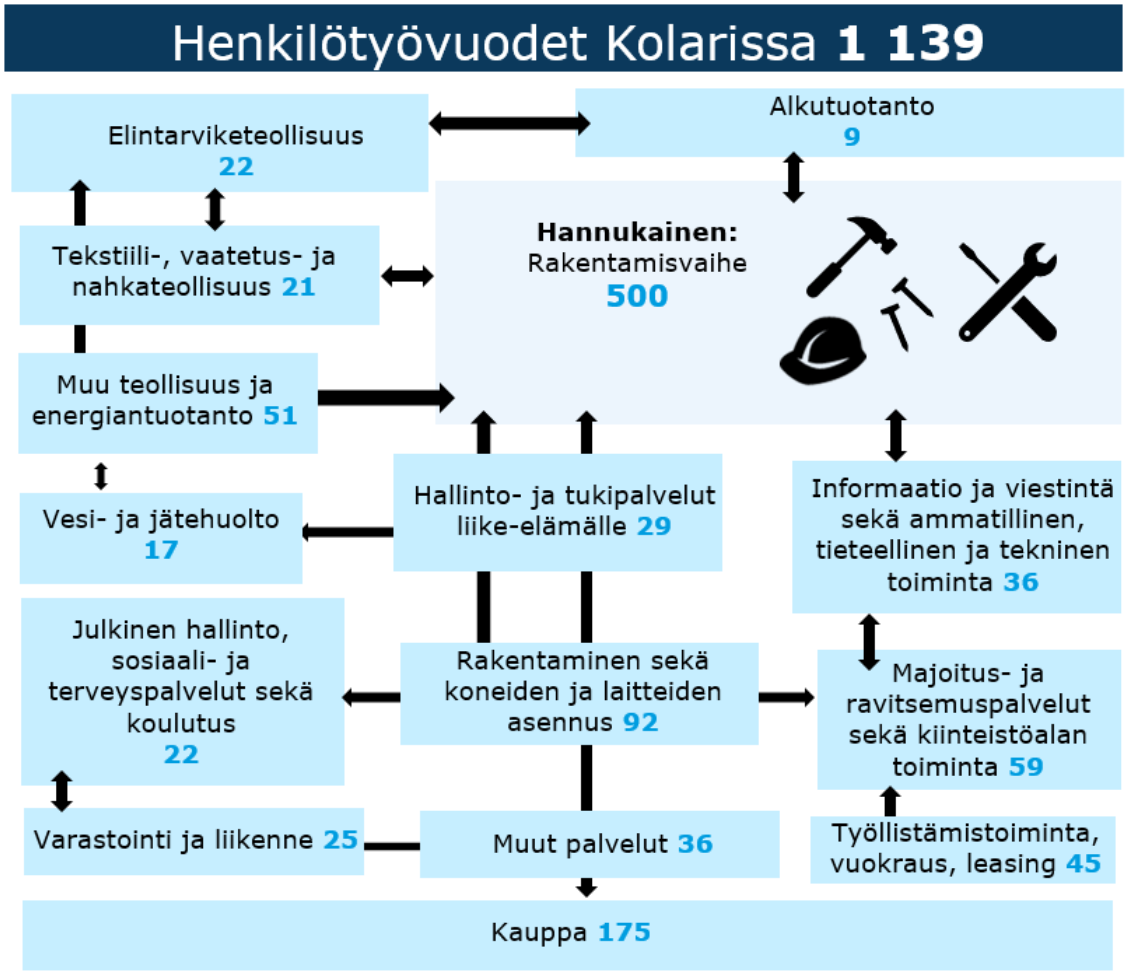


Kuva 4-6. Verovaikutukset Länsi-Lapissa rakentamisvaiheessa. Sinisellä valtiolle tilitettävät verot ja vihreällä kunnille tilitettävät verot.

4.3 Vaikutukset Kolarissa

Rakentamisen aikana kaikista työllisyysvaikutuksista 1 139 henkilötyövuotta kohdistuu Kolariin. Näistä 500 htv on suoria vaikutuksia ja 639 kerrannaisvaikutusten kautta syntyviä työllisyysvaikutuksia. Rakentamisvaiheessa 1 suora työpaikka Hannukaisella Kolarissa saa aikaan 2,3 htv koko arvoketjussa Kolarissa (kuva 4-7).

Kolariin kohdistuva työvoimantarve sisältää myös Hannukaisen kaivoksella työskentelevän henkilöstön, missä 50 % työntekijöistä arvioitiin olevan kolarilaisia tai asuvan Kolarissa.

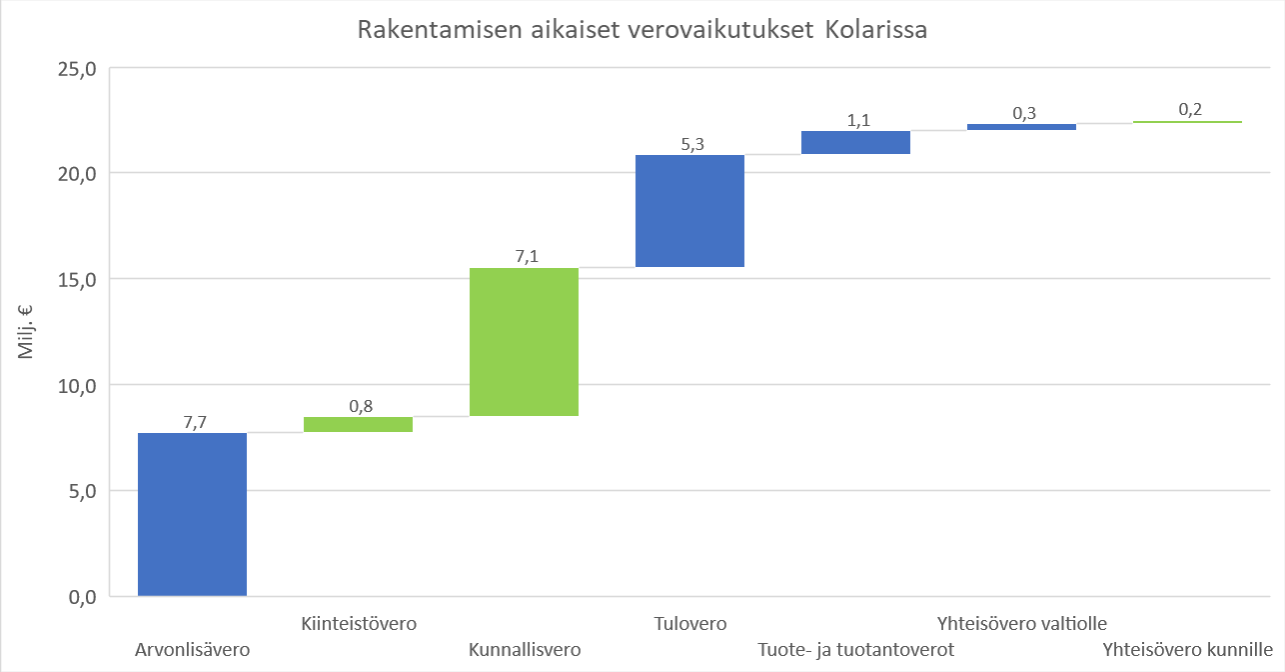


Kuva 4-7. Työllisyysvaikutukset Kolarissa rakentamisvaiheessa.

Rakentamisvaiheessa Kolarissa muodostuu uutta liikevaihtoa noin 63 miljoonaa euroa ja uutta arvonlisäystä noin 86 miljoonaa euroa. Rakentamisvaiheen kaikki tarkastellut taloudelliset vaikutukset Länsi-Lappiin on koottu kuvaan 4-8. Luvut sisältävät suorat vaikutukset sekä tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutukset.

Kuva 4-8. Taloudelliset vaikutukset Kolarissa rakentamisvaiheessa.

Rakentamisen aikana verotuloja kertyy Kolarissa tapahtuvasta toiminnasta noin 23 miljoonaa euroa. Näistä veroista 8 M€ maksetaan Kolarin kunnalle kunnallisveroina, kiinteistöveroina ja yhteisöveroina. Kaikki rakennusvaiheessa Kolarista kertyvät verotulot jakaantuvat eri verotyyppeihin kuvan 4-9 mukaisesti.



Kuva 4-9. Verovaikutukset Kolarissa rakentamisvaiheessa. Sinisellä valtiolle tilitettävät verot ja vihreällä kunnille tilitettävät verot.

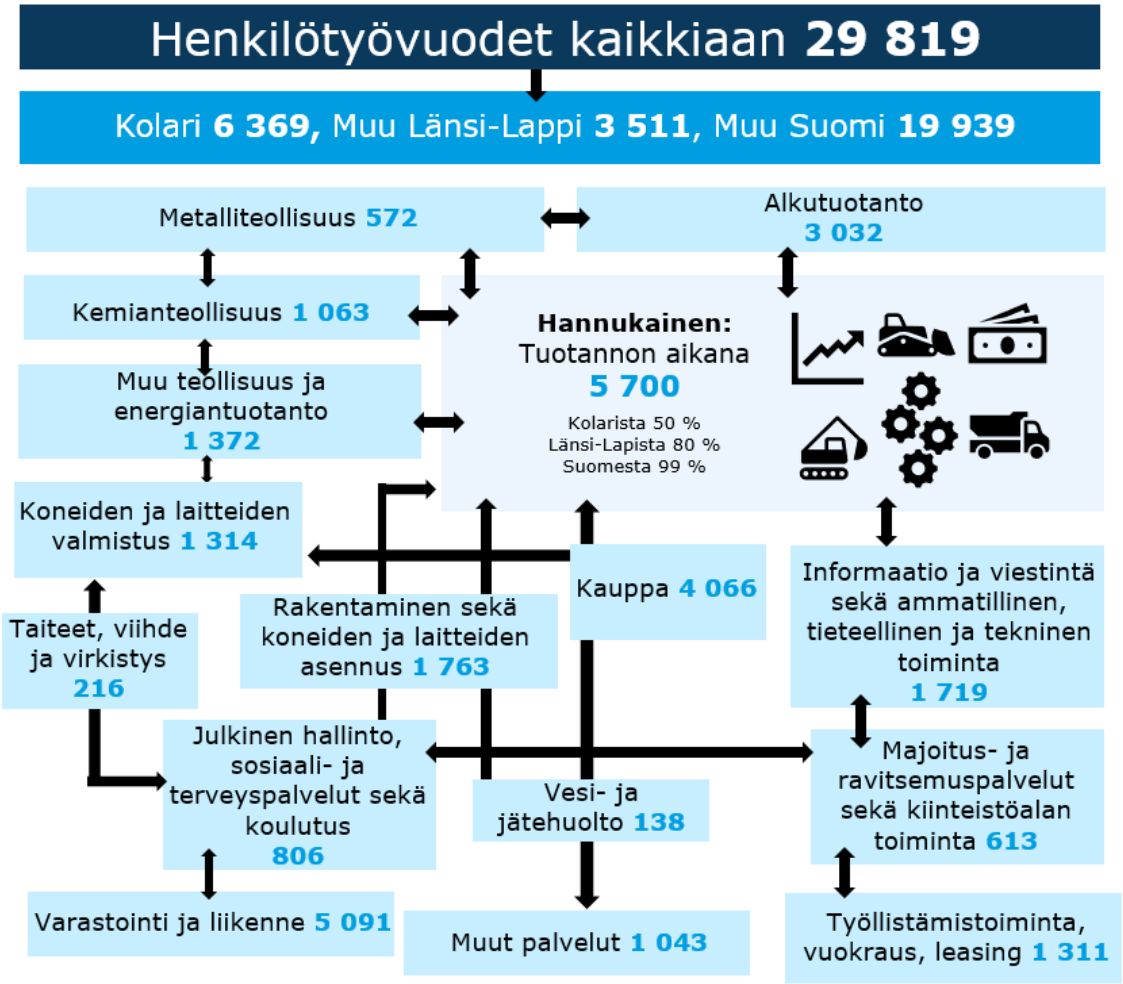
5. TUOTANNON AIKAISET TALOUSVAIKUTUKSET

5.1 Vaikutukset Suomeen

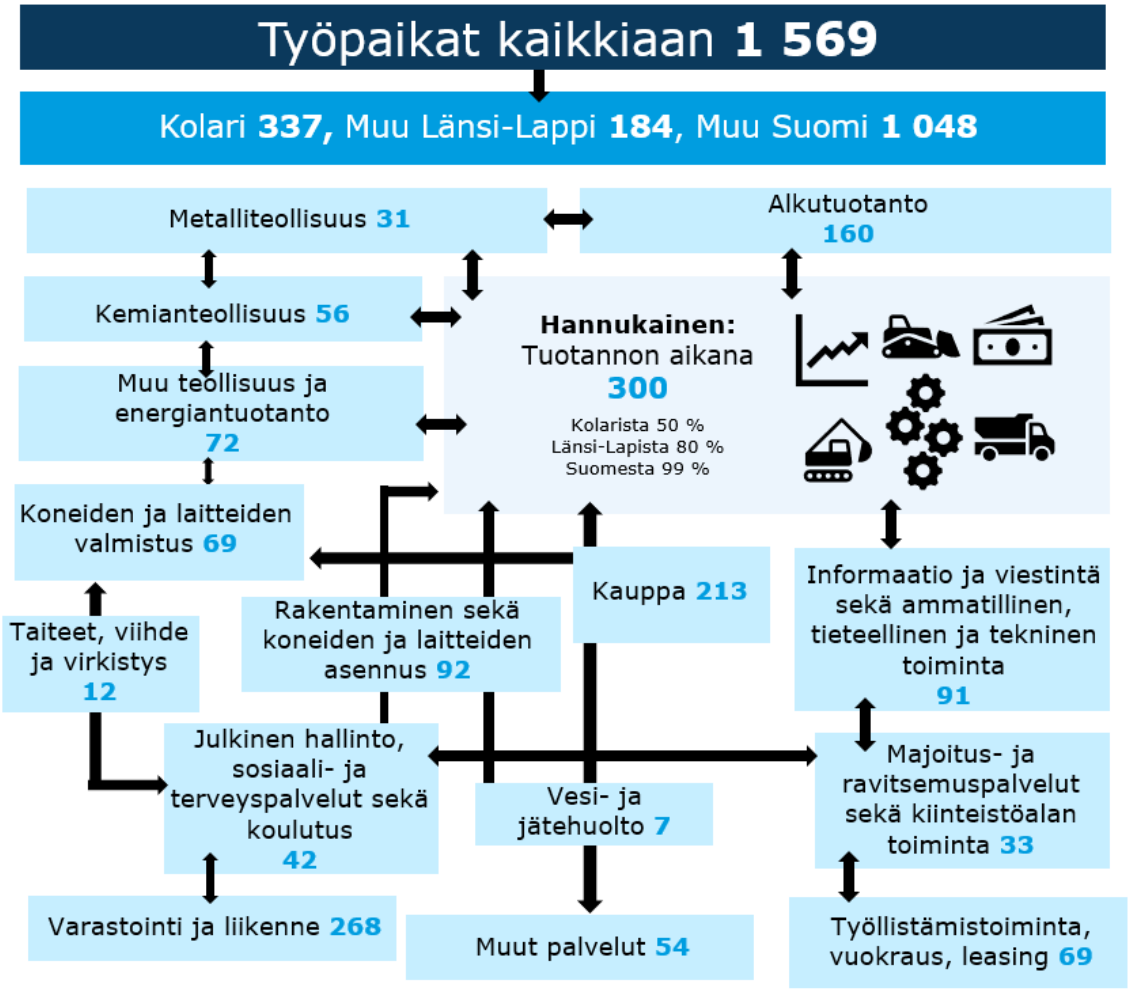
Vuosittaista liikevaihtoa muodostuu hankkeen seurauksena tuotannon aikana noin 8,7 miljardia euroa. Tuotannon aikana liikevaihdosta 39 % on arvonlisäystä, eli noin 3,4 miljardia euroa. Tuotantovaiheen taloudelliset vaikutukset Suomeen on koottu kuvaan 5-1. Luvut sisältävät suorat vaikutukset sekä tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutukset.

Kuva 5-1. Taloudelliset vaikutukset Suomessa tuotantovaiheessa.

Tuotantovaiheen työllisyysvaikutukset Suomessa ovat 29 819 henkilötyövuotta, mistä 5 700 htv on suoria ja 24 119 htv syntyvät tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutusten kautta. Tuotannon aikana 1 suora työpaikka Hannukaisella saa aikaan 5,2 htv työvoimatarpeen koko arvoketjussa (kuva 5-2). Kuvassa 5-3 esittää samat työllisyysvaikutukset keskimääräisiksi työpaikoiksi muutettuna.

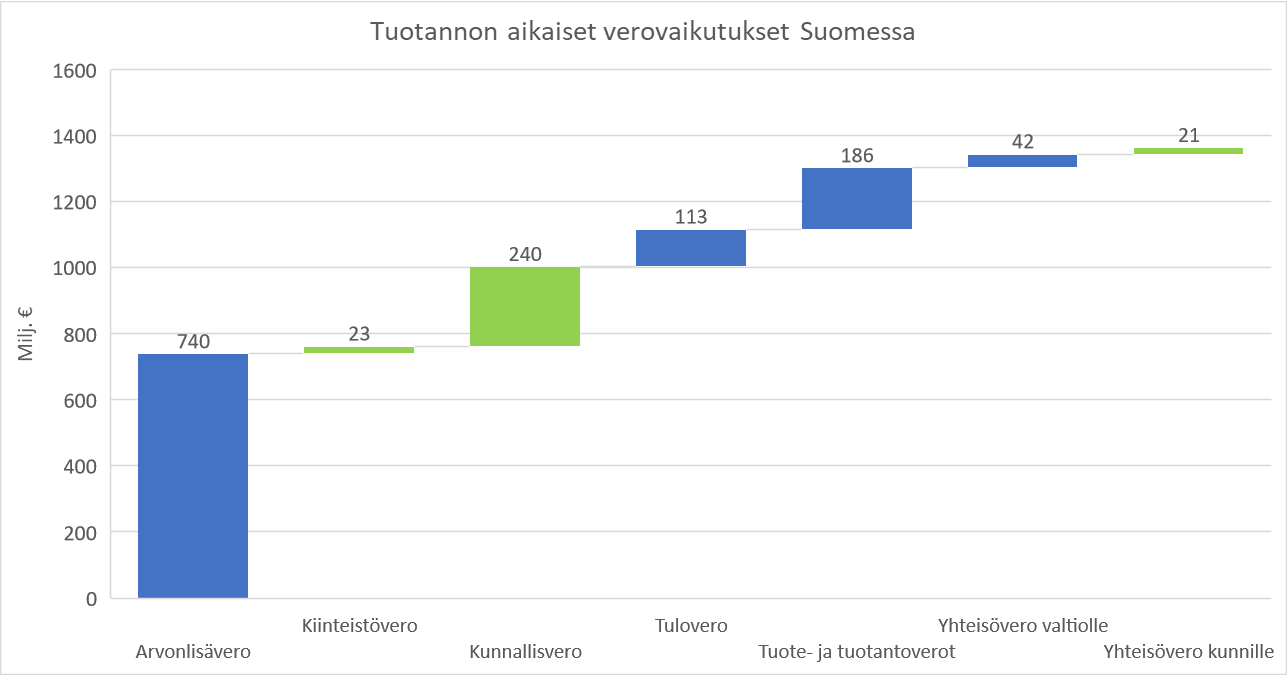


Kuva 5-2. Työllisyysvaikutukset Suomessa tuotantovaiheessa, (henkilötyövuosia).



Kuva 5-3. Työllisyysvaikutukset Suomessa tuotantovaiheessa (työpaikkoja keskimäärin).

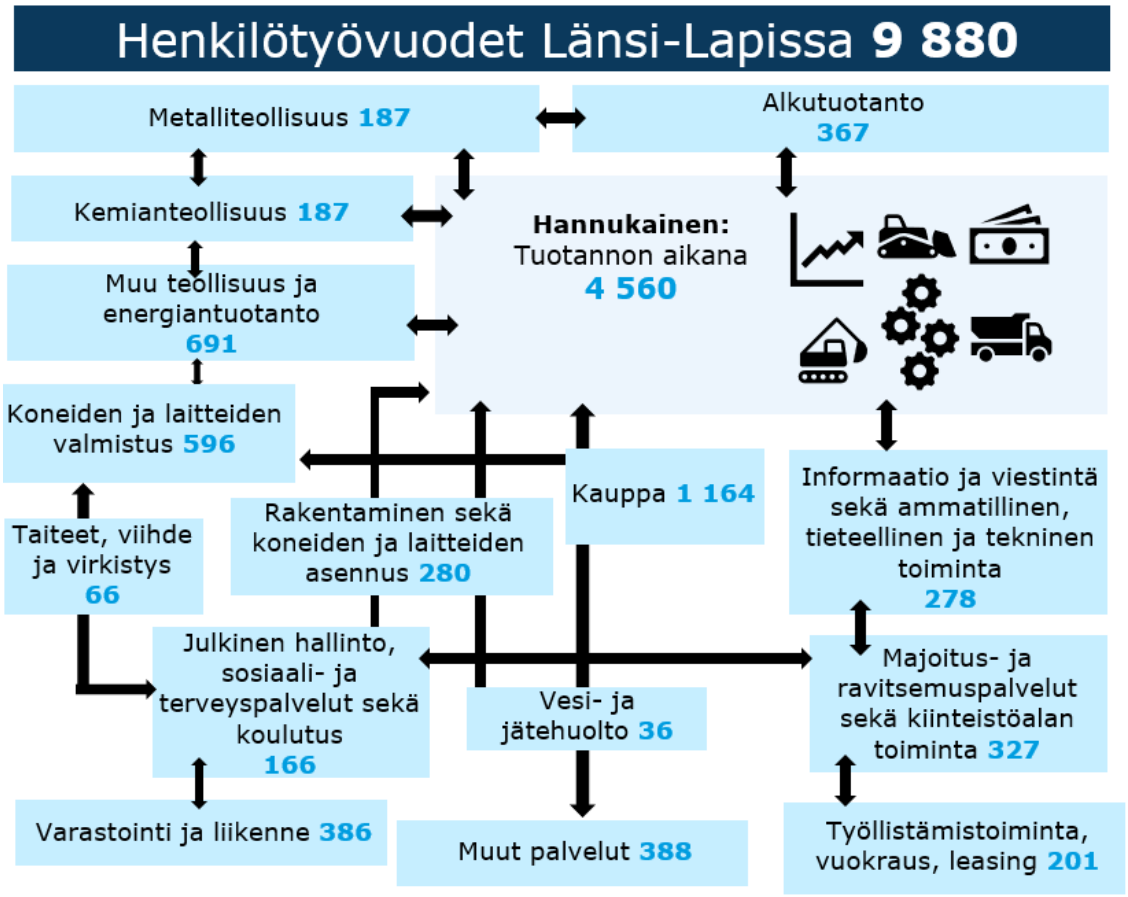
Tuotannon aikana verotuloja kertyy Suomessa hankkeen seurauksena noin 1 364 miljoonaa euroa vuodessa (kuva 5-4).



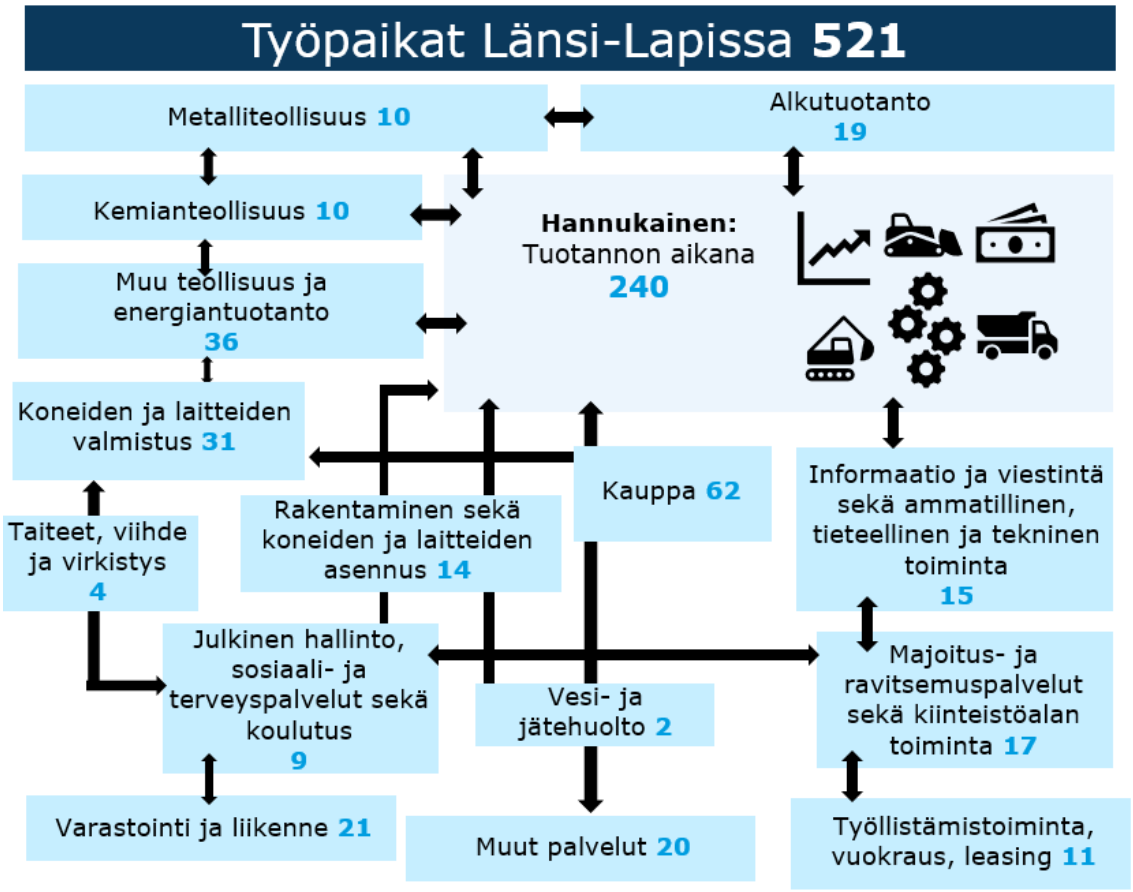
Kuva 5-4. Verovaikutukset Suomessa tuotantovaiheessa. Sinisellä valtiolle tilitettävät verot ja vihreällä kunnille tilitettävät verot.

5.2 Vaikutukset Länsi-Lappiin

Tuotantovaiheessa työllisyysvaikutukset Länsi-Lapissa ovat 9 880 henkilötyövuotta, mistä 4 560 htv on suoria ja 5 320 htv syntyy tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutusten kautta. Tuotantovaiheessa 1 suora työpaikka Hannukaisella Länsi-Lapissa saa aikaan 2,2 htv työvoimatarpeen koko arvoketjussa Länsi-Lapissa (kuva 5-5). Kuva 5-6 esittää samat työllisyysvaikutukset keskimääräisiksi työpaikoiksi muutettuna.



Kuva 5-5. Työllisyysvaikutukset Länsi-Lapissa tuotantovaiheessa (henkilötyövuosia).

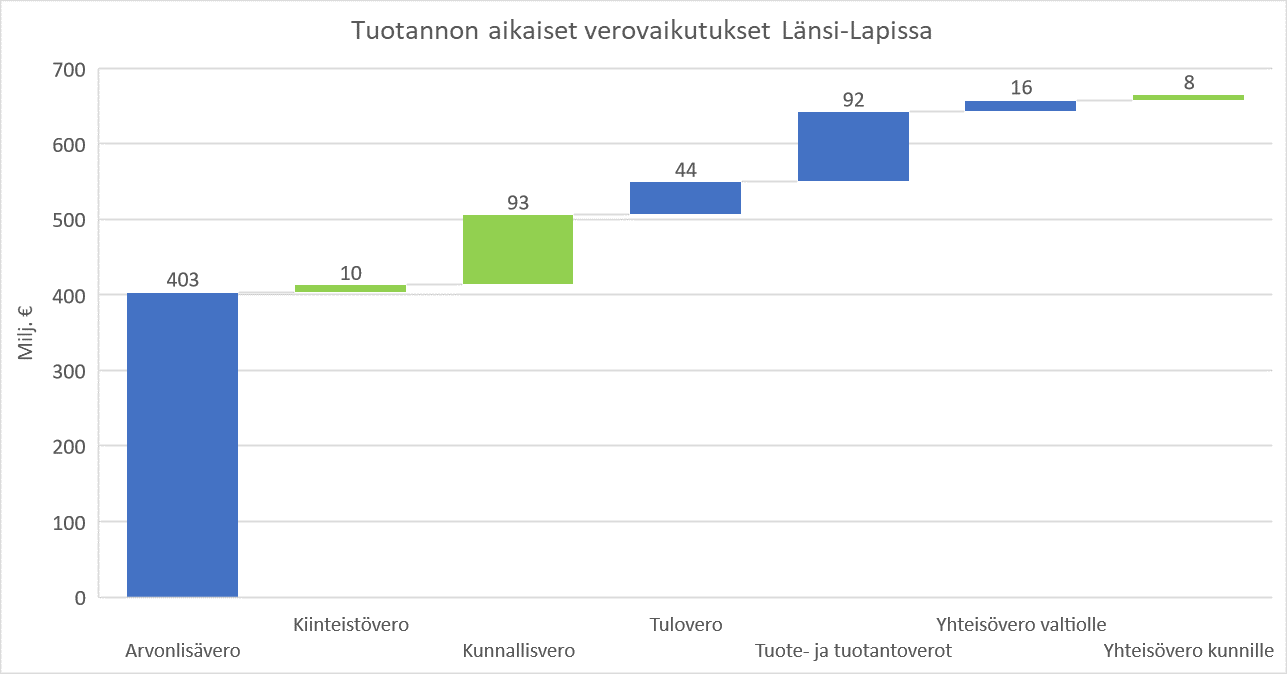


Kuva 5-6. Työllisyysvaikutukset Länsi-Lapissa tuotantovaiheessa (työpaikkoja keskimäärin).

Tuotannon aikana muodostuu Länsi-Lapissa hankkeen seurauksena kokonaisuudessaan noin 4,7 miljardia euroa. Tuotannon aikana arvonlisäystä muodostuu Länsi-Lapissa 1,7 miljardia euroa, mikä on 37 % liikevaihdosta. Tuotantovaiheen taloudelliset vaikutukset Länsi-Lappiin on koottu kuvaan 5-7. Luvut sisältävät suorat vaikutukset sekä tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutukset.

Kuva 5-7. Taloudelliset vaikutukset Länsi-Lapissa tuotantovaiheessa.

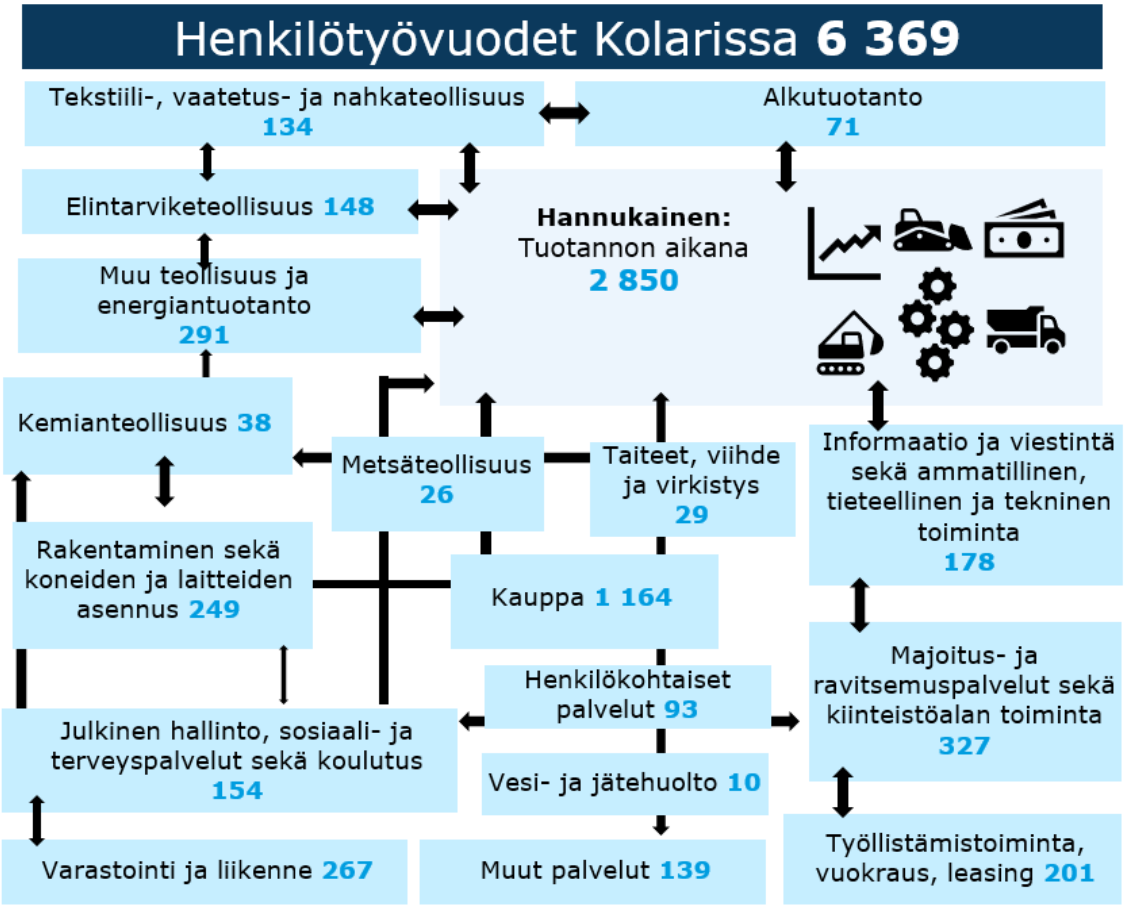
Tuotannon aikana vuosittain verotuloja kertyy Länsi-Lapissa tapahtuvasta toiminnasta hankkeen seurauksena yhteensä noin 666 miljoonaa euroa, mikä jakaantuu eri verotyyppeihin kuvan 5-8 mukaisesti. Arvonlisävero kattaa suurimman osuuden (61 %) tuotannon aikana Länsi-Lapissa syntyvistä verovaikutuksista, vaikka ne tilitetäänkin kokonaisuudessaan valtiolle.



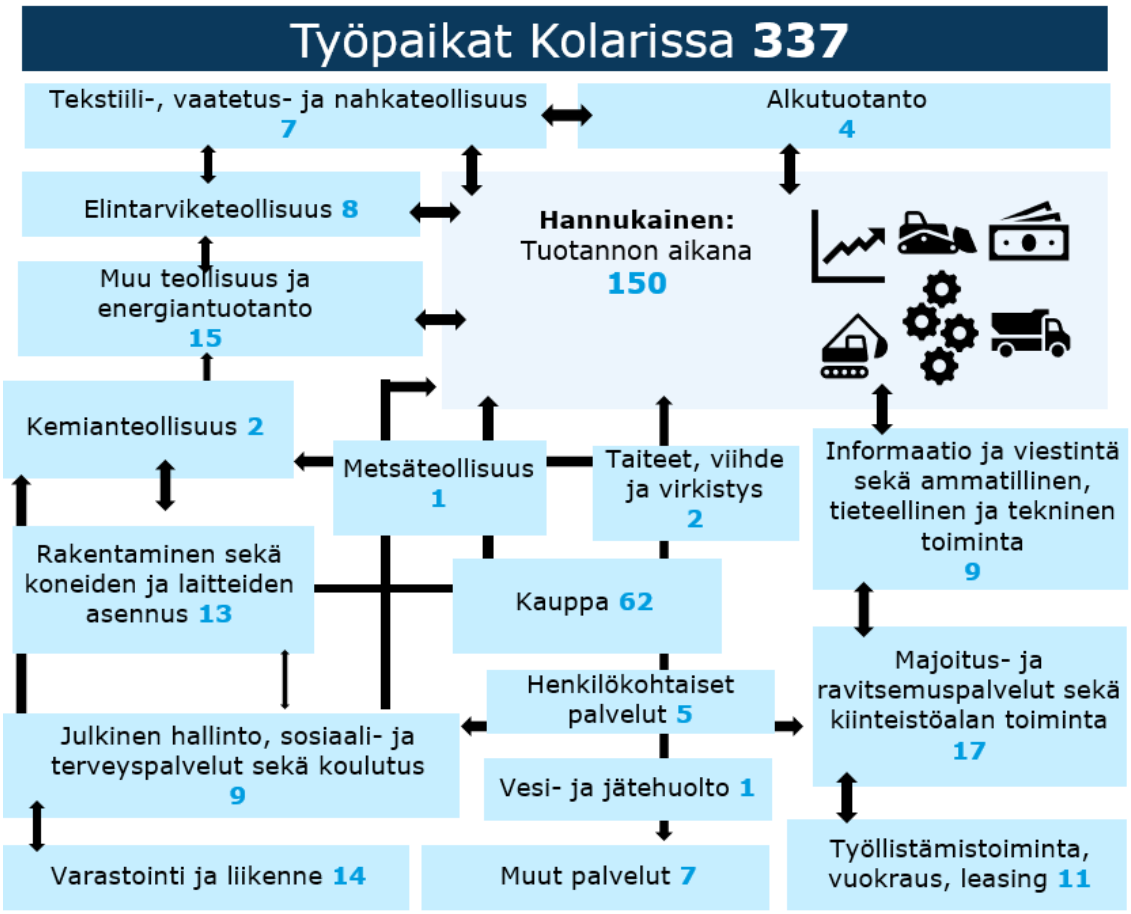
Kuva 5-8. Verovaikutukset Länsi-Lapissa tuotantovaiheessa. Sinisellä valtiolle tilitettävät verot ja vihreällä kunnille tilitettävät verot.

5.3 Vaikutukset Kolarissa

Tuotantovaiheessa työllisyysvaikutukset Kolariin ovat kokonaisuudessaan 6 369 henkilötyövuotta, mistä 2 850 htv on suoria vaikutuksia ja 3 519 htv syntyy tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutusten kautta. Työllisyysvaikutukset jakaantuvat eri toimialoille Kolarissa kuvan 5-9 mukaisesti ja kuvassa 5-10 esitetään työllisyysvaikutukset keskimääräisinä työpaikkoina. Kolariin kohdistuva työvoimantarve sisältää myös Hannukaisen kaivoksella työskentelevän henkilöstön, joista 50 % arvioitiin olevan kolarilaisia tai asuvan Kolarissa.

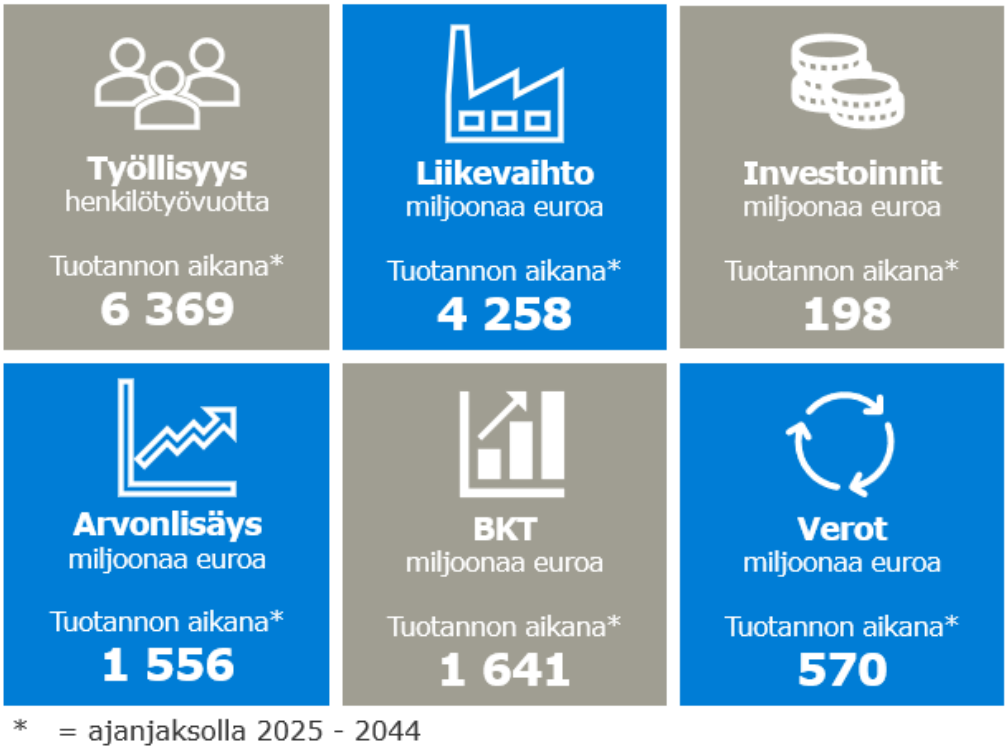


Kuva 5-9. Työllisyysvaikutukset Kolarissa tuotantovaiheessa (henkilötyövuosia).



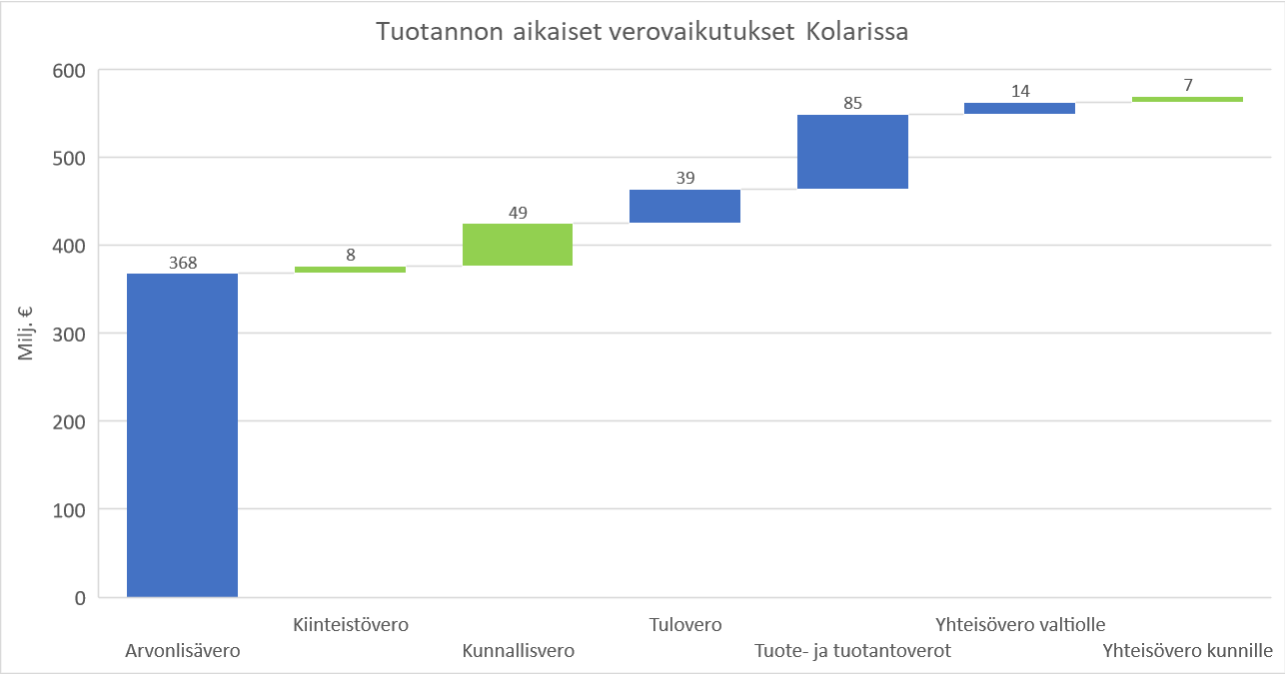
Kuva 5-10. Työllisyysvaikutukset Kolarissa tuotantovaiheessa (työpaikkoja keskimäärin).

Tuotannon aikana Kolarissa muodostuu uutta liikevaihtoa hankkeen seurauksena noin 4,3 miljardia euroa. Tuotannon aikana arvonlisäystä muodostuu Kolarissa 1,6 miljardia euroa, mikä on 37 % liikevaihdosta. Tuotantovaiheen taloudelliset vaikutukset Kolarissa on koottu kuvaan 5-11. Luvut sisältävät suorat vaikutukset sekä tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutukset.



Kuva 5-11. Taloudelliset vaikutukset Kolarissa tuotantovaiheessa.

Tuotannon aikana vuosittain verotuloja kertyy Kolarissa tapahtuvasta toiminnasta hankkeen seurauksena noin 570 miljoonaa euroa. Jaettaessa tuotantoajan verotulot tasaisesti koko tuotannon ajalle, vastaa se 30 M€ vuosittaista verokertymää. Kaikista veroista 64 miljoonaa euroa maksetaan Kolarin kunnalle kunnallisveroina, kiinteistöveroina ja yhteisöveroina. Yhteisöveroista noin 1/3 osa tilitetään kunnille ja 2/3 osaa valtiolle. Keskimäärin tämä tarkoittaa noin 3,3 miljoonaa suurempia verotuloja vuosittain Kolarin kuntaan, verrattuna nykyiseen tilanteeseen. Kaikki tuotantovaiheessa Kolarista kertyvät verotulot jakaantuvat eri verotyyppeihin kuvan 5-12 mukaisesti.



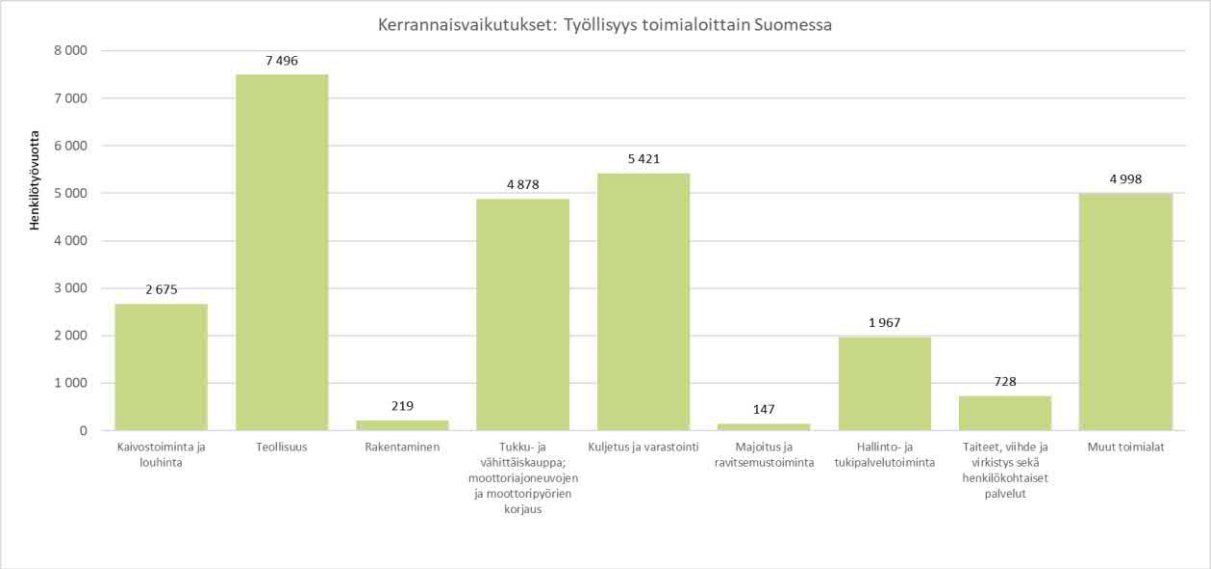
Kuva 5-12. Verovaikutukset Kolarissa tuotantovaiheessa. Sinisellä valtiolle tilitettävät verot ja vihreällä kunnille tilitettävät verot.

6. KERRANNAISVAIKUTUKSET TOIMIALOITTAIN

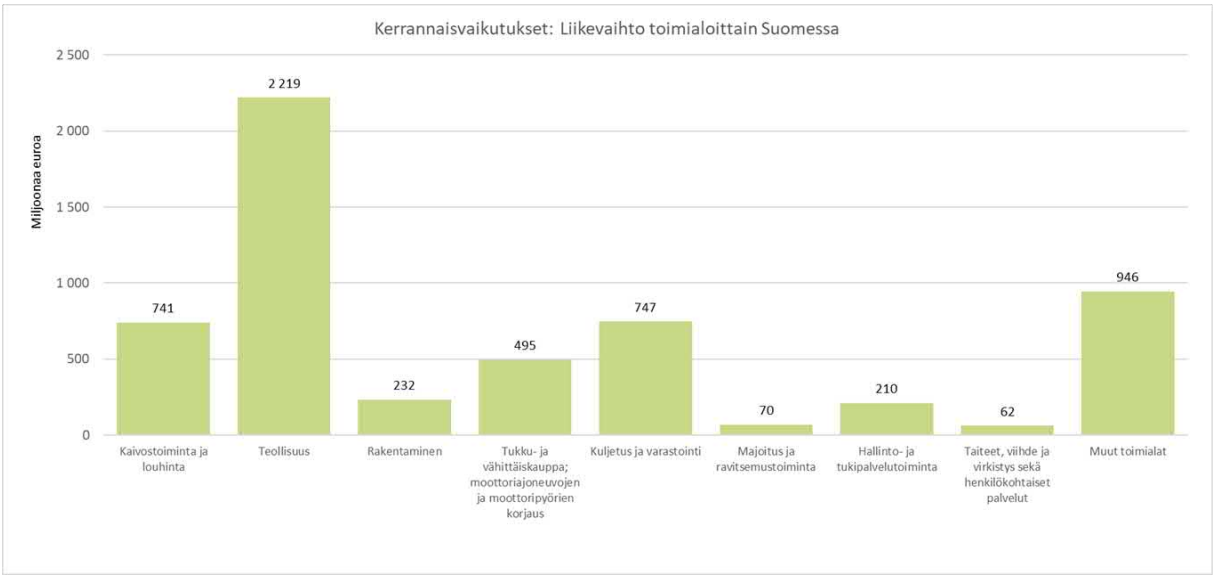
Kaikki aluetalousvaikutukset mallinnettiin 64 toimialan tarkkuudella alueittain (Kolari, Länsi-Lappi, Suomi), elinkaaren vaiheittain (suunnittelu, rakentaminen, tuotanto) ja vaikutusten muodostumistavoittain (suorat vaikutukset, tuotannon kerrannaisvaikutukset, kulutuksen kerrannaisvaikutukset). Näin ollen edellä esitetyt kokonaistulokset muodostuvat 1 728 eri toimijan yhteistuloksista. Nämä toimialakohtaiset tulokset aggregoitiin tilaajan kanssa sovittuihin yhdeksään perusryhmään:

1) Kaivostoiminta ja louhinta
2) Teollisuus
3) Rakentaminen
4) Tukku- ja vähittäiskauppa; moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien korjaus
5) Kuljetus ja varastointi
6) Majoitus ja ravitsemustoiminta
7) Hallinto- ja tukipalvelutoiminta
8) Taiteet, viihde ja virkistys sekä henkilökohtaiset palvelut
9) Muut toimialat

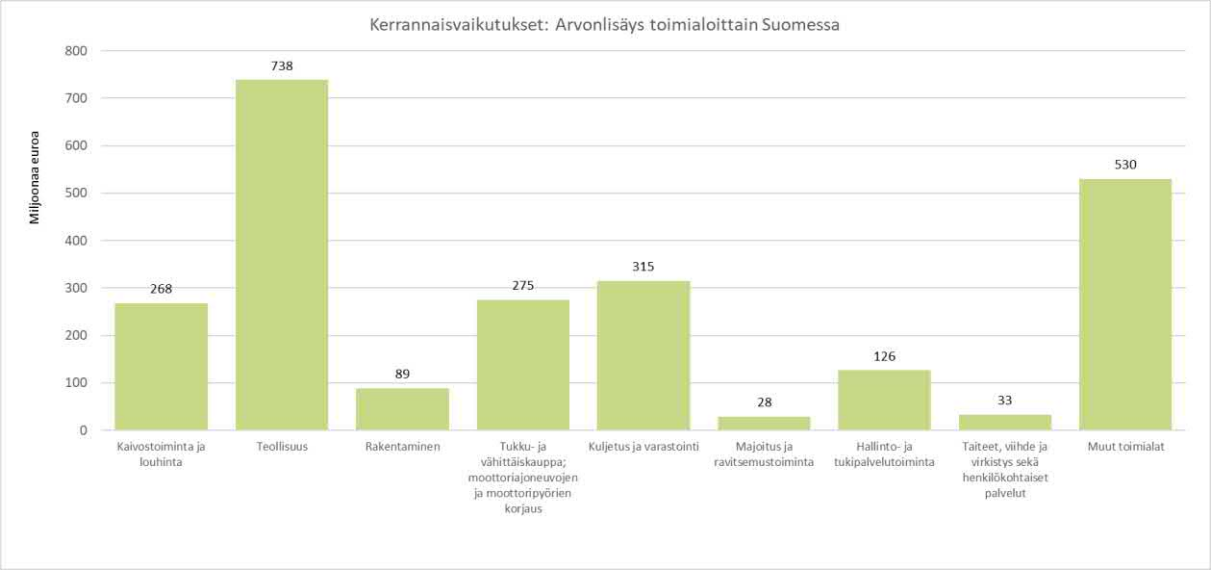
Kuvissa 6-1, 6-2, 6-3 ja 6-4 on esitetty kerrannaisvaikutusten jakaantuminen Suomessa toimialoittain 9 päätoimialan jaottelulla hankkeen koko elinkaaren aikana, eivätkä tulokset sisällä Hannukaisen kaivoksen suoria aluetaloudellisia vaikutuksia.



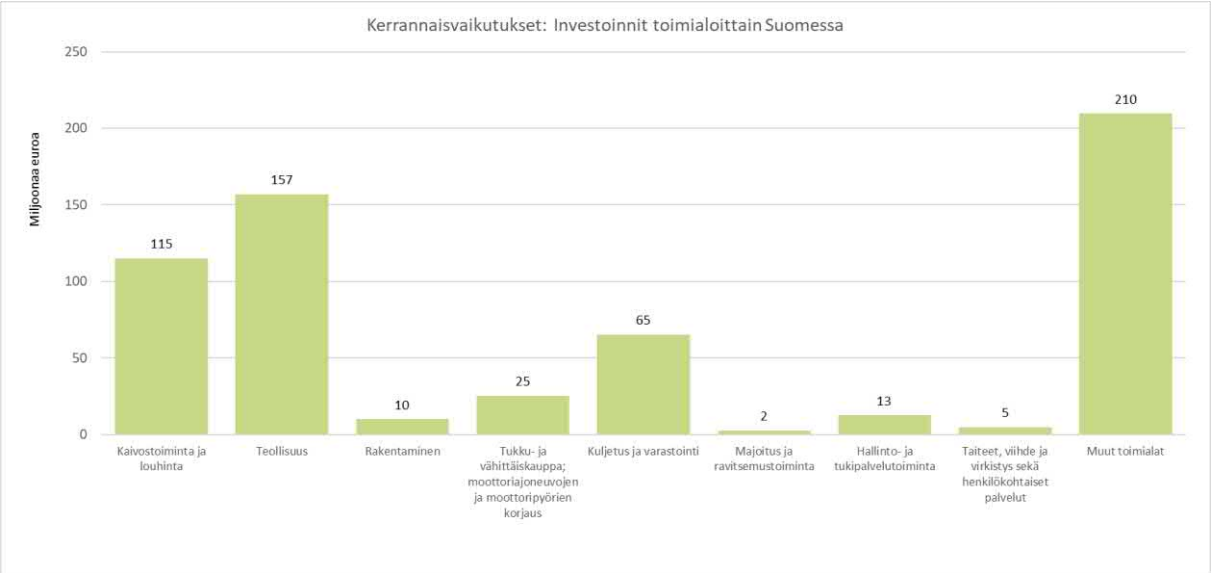
Kuva 6-1. Kerrannaisvaikutuksina muodostuvien työllisyysvaikutusten jakautuminen toimialoittain Suomessa.



Kuva 6-2. Kerrannaisvaikutuksina muodostuvan liikevaihdon jakautuminen toimialoittain Suomessa.

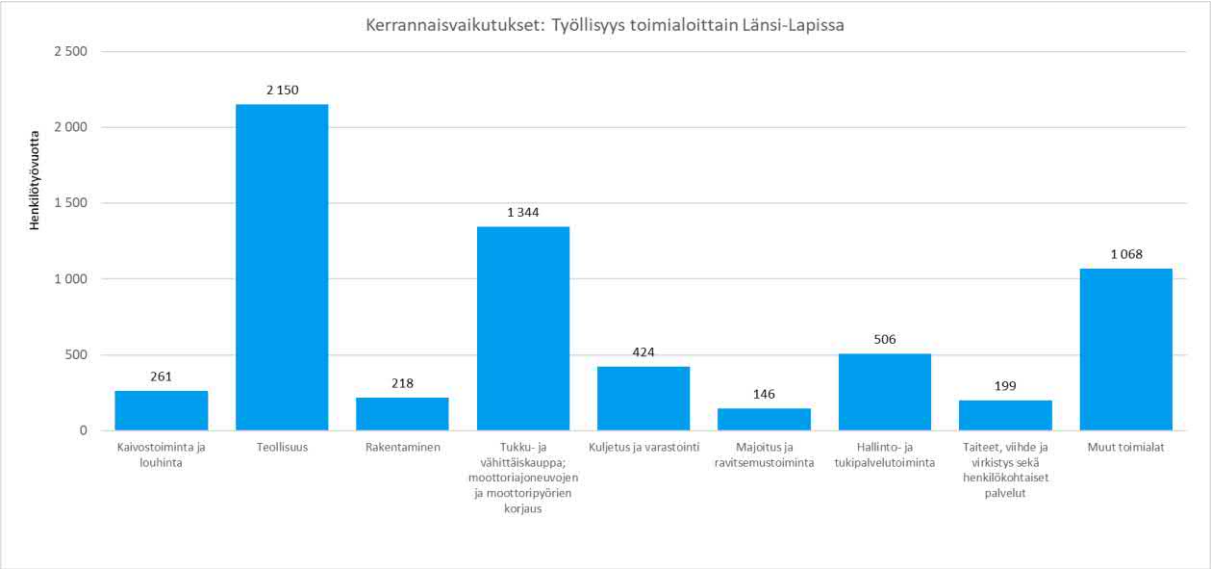


Kuva 6-3. Kerrannaisvaikutuksina muodostuvan arvonlisäyksen jakautuminen toimialoittain Suomessa.

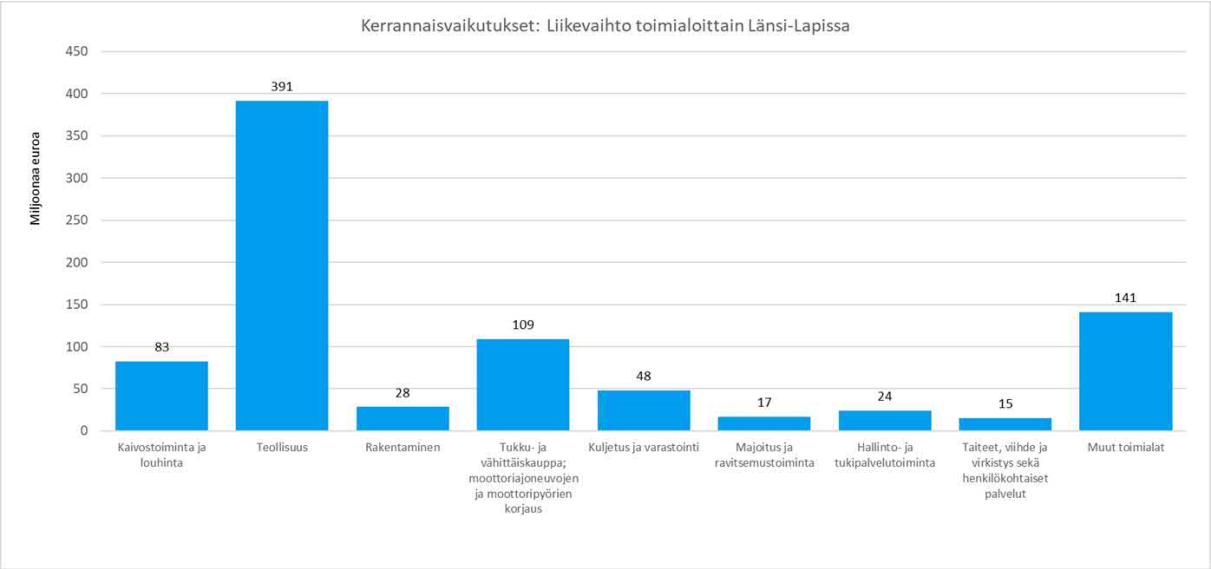


Kuva 6-4. Kerrannaisvaikutuksina muodostuvien uusien investointien jakautuminen toimialoittain Suomessa.

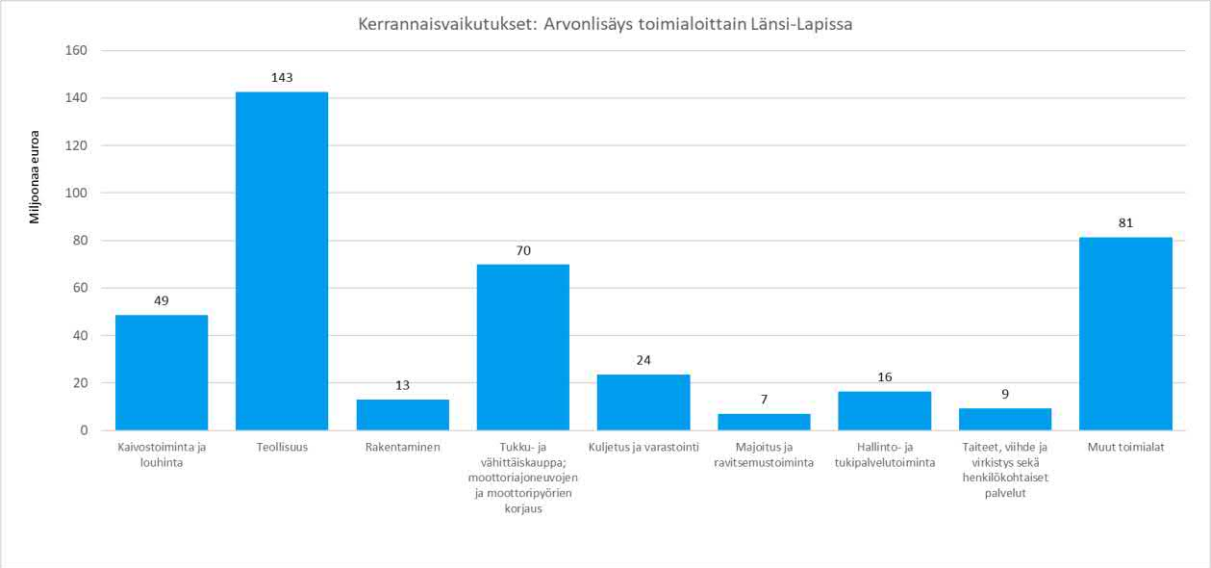
Kuvissa 6-5, 6-6, 6-7 ja 6-8 on esitetty vastaavat vaikutukset Länsi-Lapissa. Myöskään Länsi-Lapin tulokset eivät sisällä Hannukaisen kaivoksen suoria vaikutuksia.



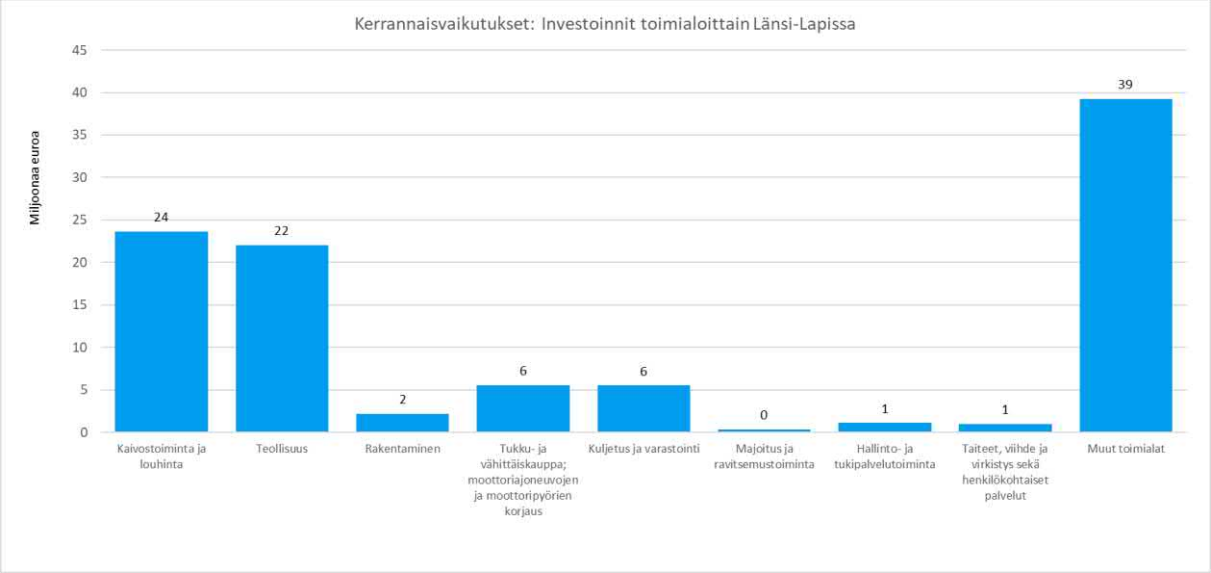
Kuva 6-5. Kerrannaisvaikutuksina muodostuvien työllisyysvaikutusten jakautuminen toimialoittain Länsi-Lapissa.



Kuva 6-6. Kerrannaisvaikutuksina muodostuvan liikevaihdon jakautuminen toimialoittain Länsi-Lapissa.

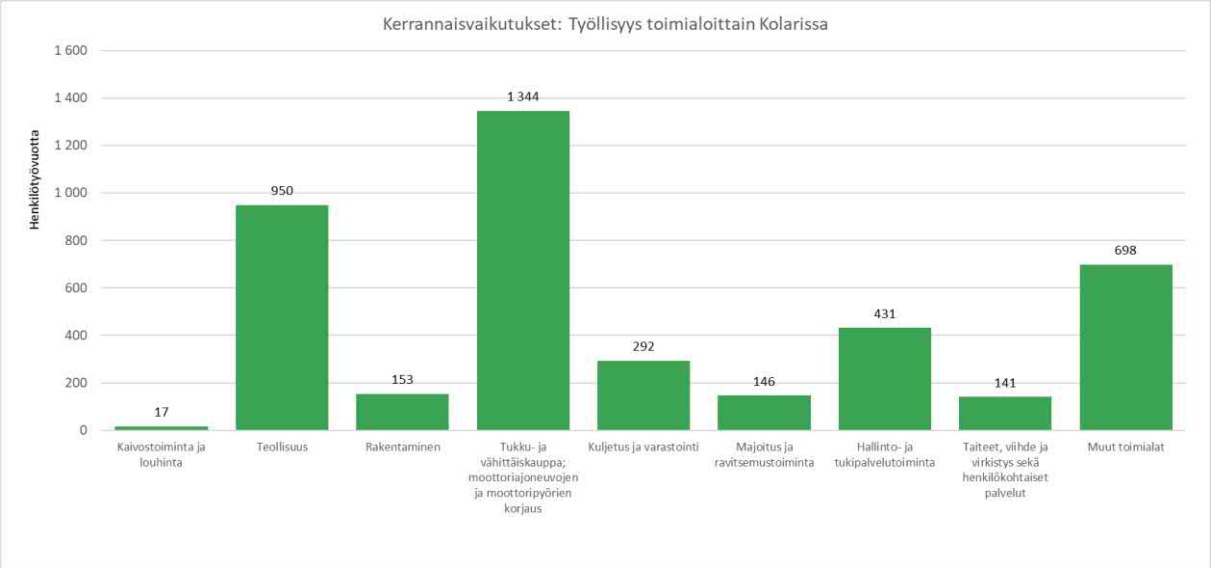


Kuva 6-7. Kerrannaisvaikutuksina muodostuvan arvonlisäyksen jakautuminen toimialoittain Länsi-Lapissa.

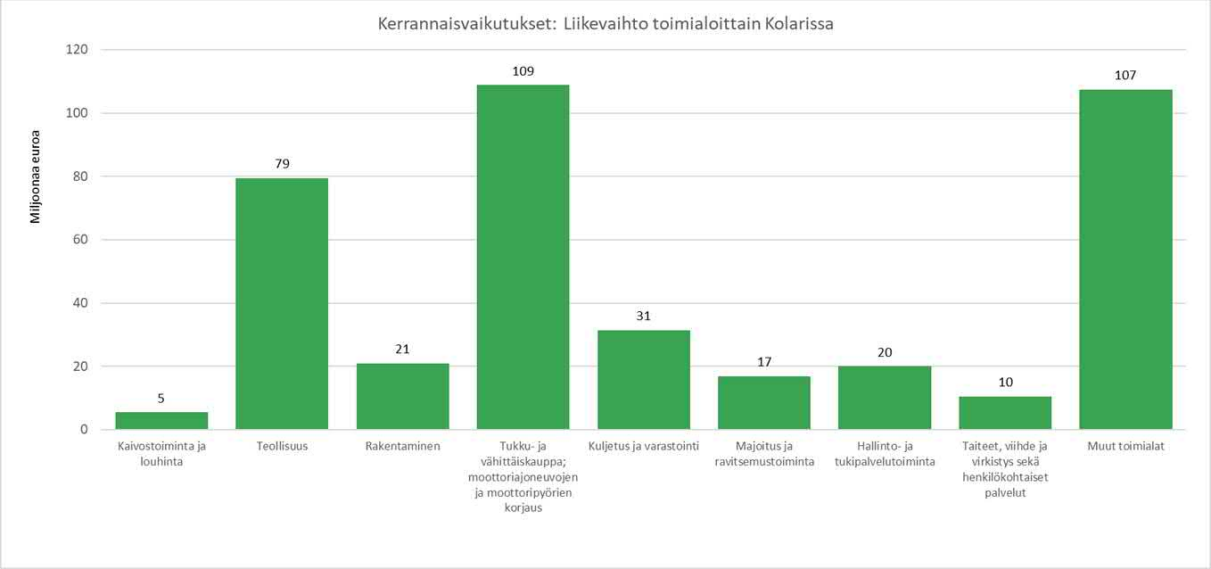


Kuva 6-8. Kerrannaisvaikutuksina muodostuvien uusien investointien jakautuminen toimialoittain Länsi-Lapissa.

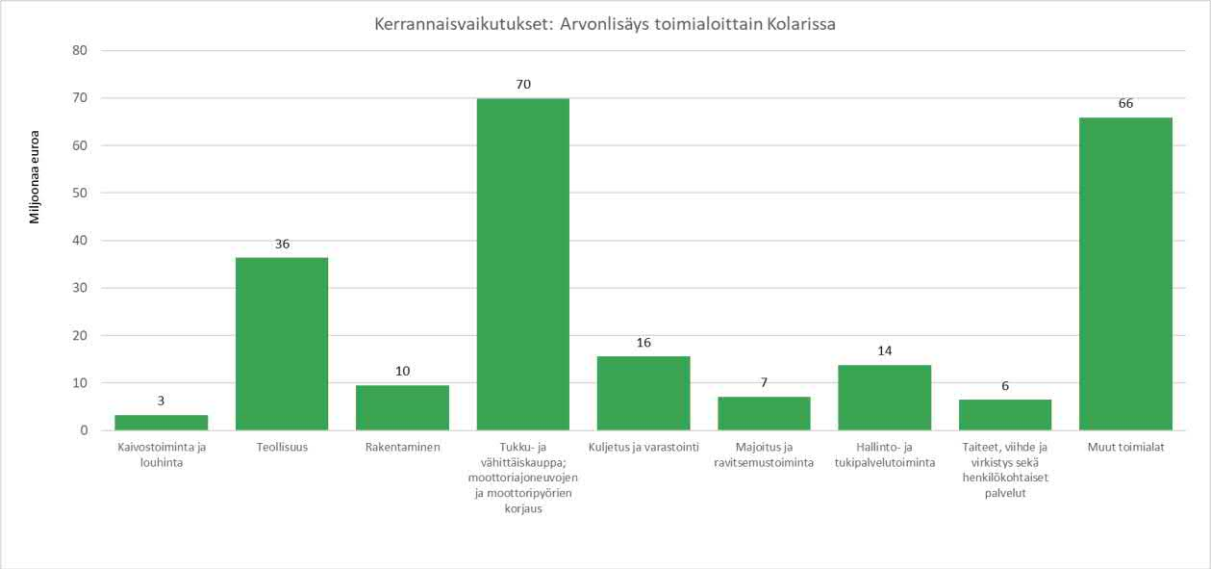
Kuvissa 6-9, 6-10, 6-11 ja 6-12 on esitetty vastaavat vaikutukset Kolarissa. Muiden alueiden tapaan, Kolarin tulokset eivät sisällä Hannukaisen kaivoksen suoria vaikutuksia.



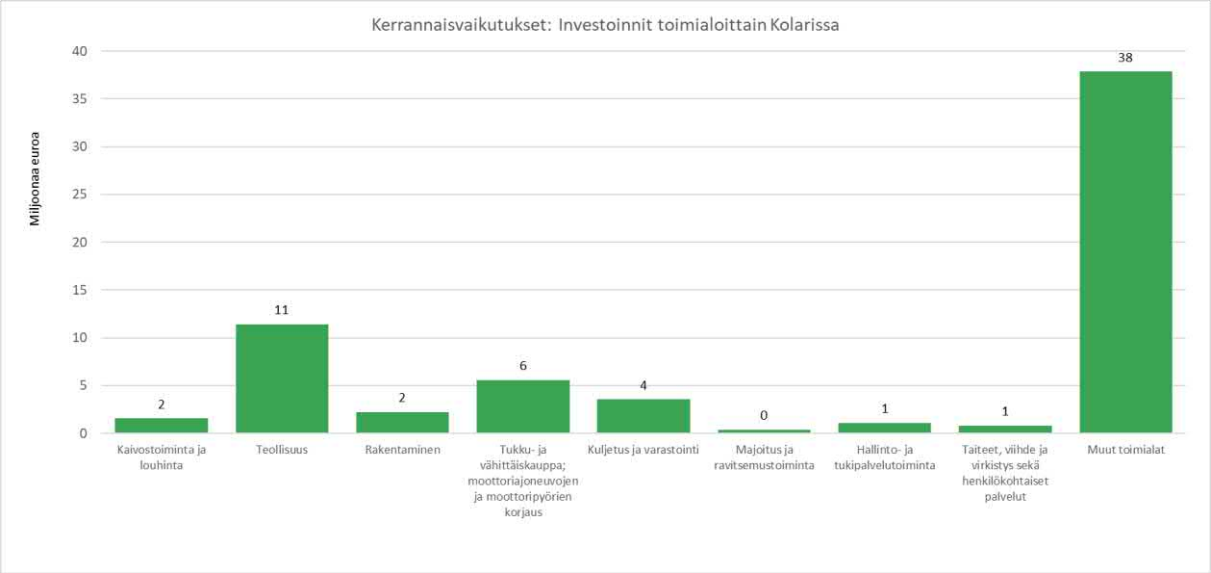
Kuva 6-9. Kerrannaisvaikutuksina muodostuvien työllisyysvaikutusten jakautuminen toimialoittain Kolarissa.



Kuva 6-10. Kerrannaisvaikutuksina muodostuvan liikevaihdon jakautuminen toimialoittain Kolarissa.



Kuva 6-11. Kerrannaisvaikutuksina muodostuvan arvonlisäyksen jakautuminen toimialoittain Kolarissa.

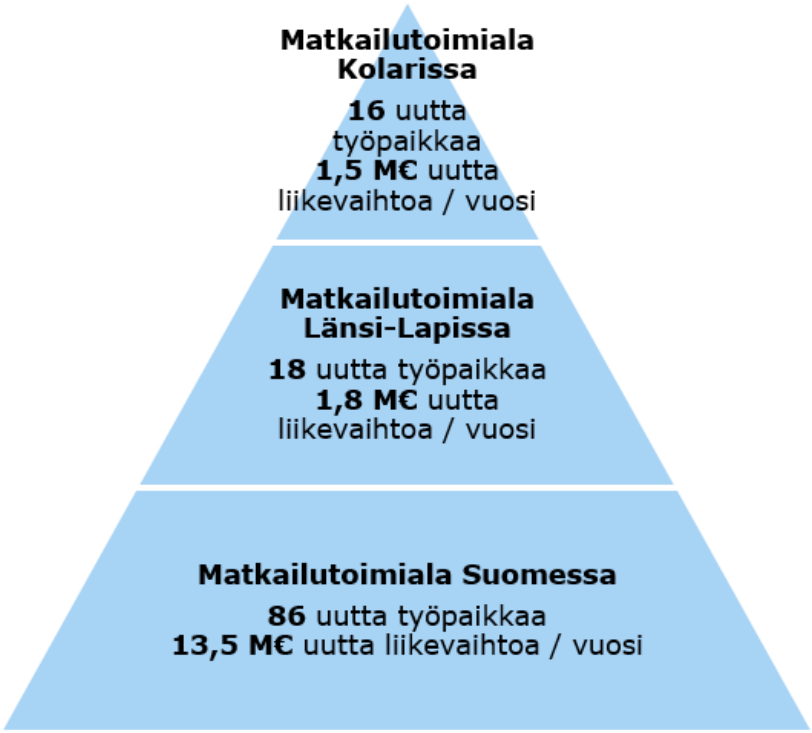


Kuva 6-12. Kerrannaisvaikutuksina muodostuvien uusien investointien jakautuminen toimialoittain Kolarissa.

Aluetalousvaikutusten arvioinnissa tarkasteltiin Hannukaisen kaivoksen vaikutuksia erikseen myös Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) määrittelemään matkailutoimialaan Kolarissa, Länsi-Lapissa ja Suomessa. TEM määritelmän mukaan seuraavat TOL2008 -toimialaluokituksen mukaiset toimialat lasketaan mukaan matkailutoimialaan:

- 55-56 Majoitus- ja ravitsemistoiminta,
- 491 Rautateiden henkilöliikenne, kaukoliikenne,
- 4932 Taksiliikenne
- 4939 Muualla luokittelematon maaliikenteen henkilöliikenne
- 501 Meri- ja rannikkovesiliiken-teen henkilökuljetus,
- 503 Sisävesiliikenteen henkilökuljetus,
- 511 Matkustaja-lentoliikenne,
- 52211 Linja-autoasemat,
- 52221 Satamat,
- 5223 Ilmaliikennettä palveleva toiminta
- 7711 Autojen ja kevyiden moottoriajoneuvojen vuokraus ja leasing,
- 7721 Vapaa-ajan ja urheiluvälineiden vuokraus ja leasing,
- 7734 Vesiliikennevälineiden vuokraus ja leasing,
- 7735 llmailuvälineiden vuokraus ja leasing,
- 791 Matkatoimistojen ja matkanjärjestäjien toiminta,
- 799 Varaus-palvelut.
- 9001 Esittävät taiteet,
- 9002 Esittäviä taiteita palveleva toiminta,
- 9102 Museoiden toiminta,
- 9103 Historiallisten nähtävyyksien, rakennusten ja vas-taavien kohteiden toiminta
- 9104 Kasvitieteellisten puutarhojen, eläintarhojen ja luonnonpuistojen toiminta,
- 9311 Urheilulaitosten toiminta,
- 9321 Huvi- ja tee-mapuistojen toiminta,
- 9329 Muu huvi- ja virkistystoiminta,
- 9604 Kylpylaitokset saunat, solariumit yms. palvelut

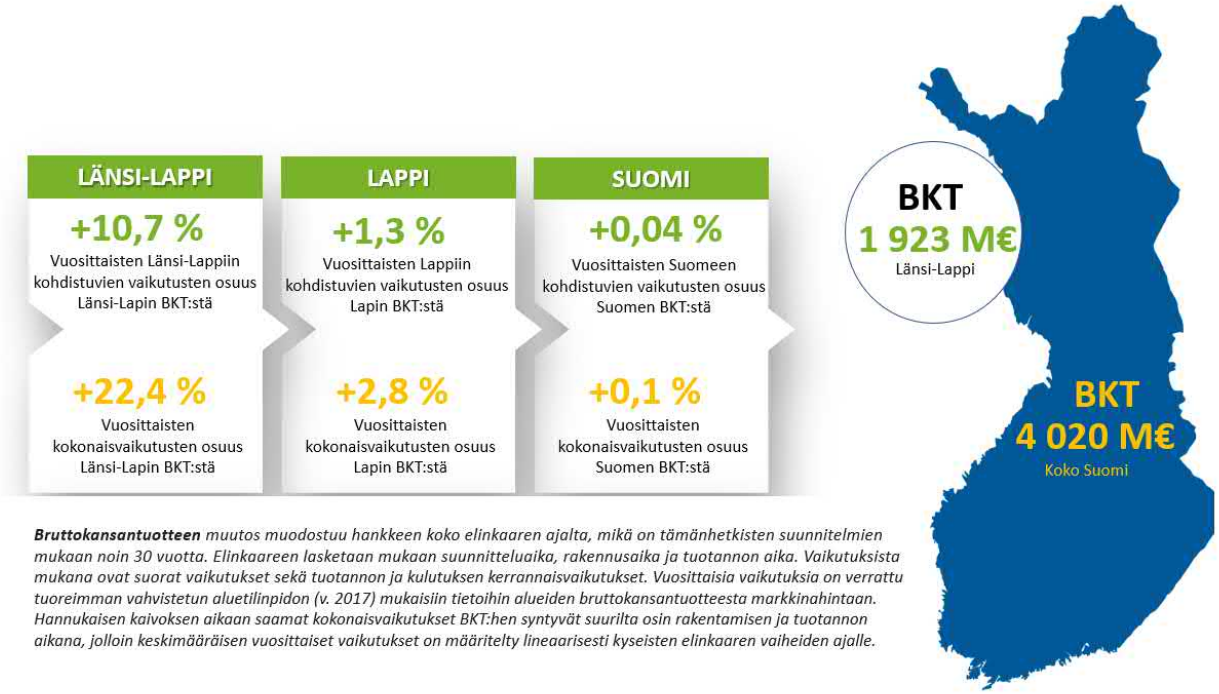
Tuoreimman tilastokeskuksen yritystilaston mukaan edellä mainitut toimialat työllistivät vuonna 2018 Länsi-Lapissa yhteensä 1 287 htv ja toimialoilla syntyi liikevaihtoa 221,2 miljoonaa euroa. Hannukaisen kaivoksen aluetalousvaikutuksista TEM:n määrittelemään matkailutoimialaan kohdistuu kerrannaisvaikutuksina keskimäärin 16 uutta kokoaikaista työpaikkaa ja vuosittaista liikevaihtoa 1,5 miljoonaa euroa Kolarissa. Koko Suomen tasolla uusia matkailualan työpaikkoja muodostuu 86 kpl ja uutta liikevaihtoa kertyy vuositasolla noin 13,5 miljoonaa euroa. (kuva 6-13)



Kuva 6-13. Keskimääräiset vuosittaiset vaikutukset matkailutoimialalle Hannukaisen kaivoksen seurauksena.

7. YHTEENVETO KESKEISISTÄ TULOKSISTA

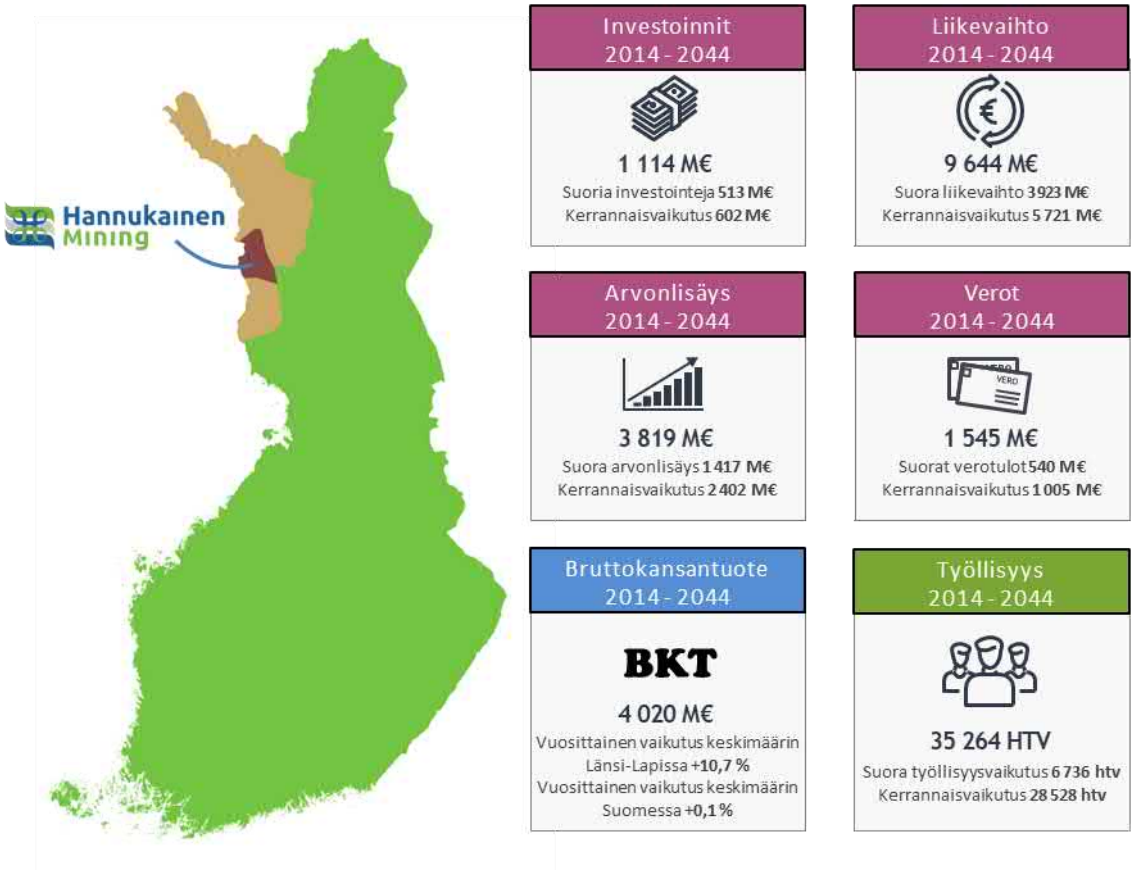
Hannukaisen kaivoshanke saa aikaan mittavia taloudellisia vaikutuksia niin kansallisesti, alueellisesti kuin paikallisestikin. Bruttokansantuote kasvaa kumulatiivisesti koko elinkaaren aikana kaikki arvoketjut huomioituna Suomessa yli 4 miljardia euroa. Vertaamalla keskimääräisiä vuosittaisia vaikutuksia tuoreimman vahvistetun aluetilinpidon (v. 2017) mukaisiin tietoihin alueiden bruttokansantuotteesta markkinahintaan, nähdään, että kaivoshanke on kansantaloudellisesti erittäin merkittävä alueellisella ja paikallisella tasolla (Länsi-Lappiin kohdistuvat vaikutukset 10,7 % Länsi-Lapin BKT:sta ja 1,3 % koko Lapin BKT:sta) sekä vaikutukset tulevat näkymään myös koko Suomen tasolla (kaikki vaikutukset 0,1 % koko Suomen BKT:sta). Hannukaisen kaivoksen aikaan saamat kokonaisvaikutukset BKT:hen syntyvät suurilta osin rakentamisen ja tuotannon aikana, jolloin keskimääräiset vuosittaiset vaikutukset on määritelty lineaarisesti kyseisten elinkaaren vaiheiden ajalle (kuva 7-4).



Kuva 7-1. Vaikutukset bruttokansantuotteeseen paikallisesti, alueellisesti ja kansallisesti. Hannukaisen kaivoksen aikaansaamaa BKT:n muutosta koko Suomessa ja BKT:n alueellista muutosta Länsi-Lapissa on verrattu Länsi-Lapin, Lapin ja koko Suomen nykyiseen bruttokansantuotteeseen.

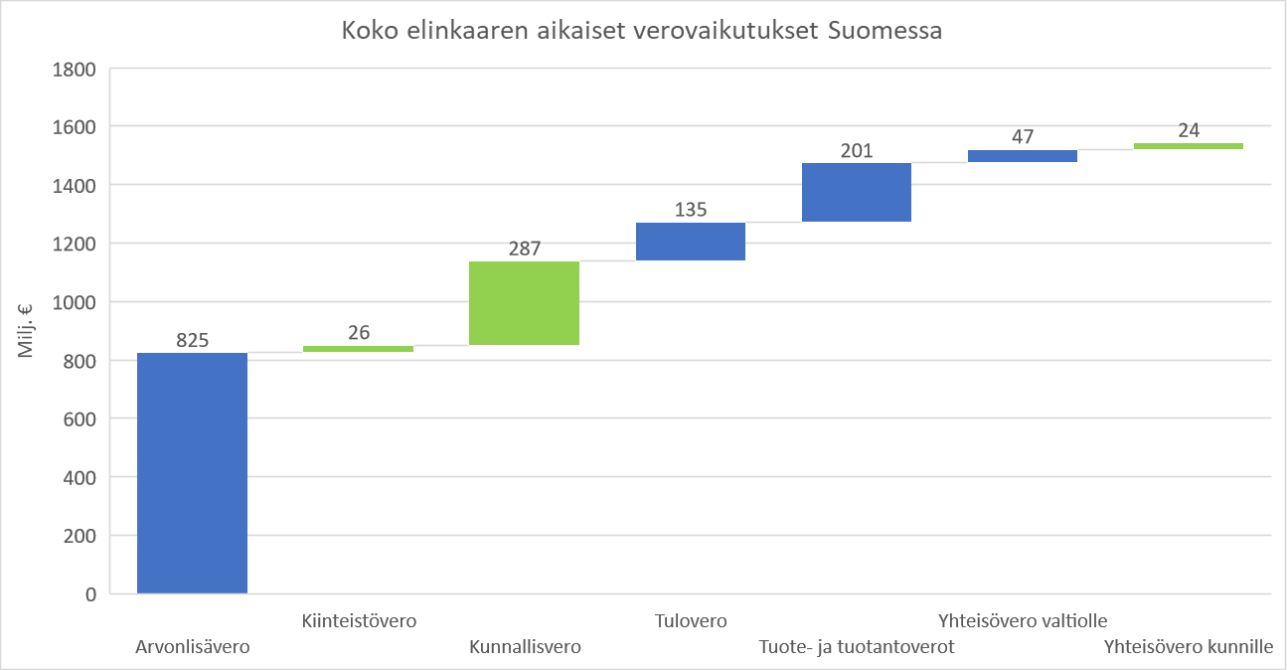
Hanke luo elinkaarensa aikana kumulatiivisesti vuoteen 2044 mennessä Suomeen 35 264 henkilötyövuoden työvoimatarpeen. Jaettaessa vaikutukset tasaisesti koko tarkasteluajanjaksolle, tarkoittaisi se noin 1 175 työpaikkaa koko arvoketjussa. Hanke synnyttää uutta liikevaihtoa kokonaisuudessaan noin 9 644 M€ ja uutta arvonlisäystä noin 3 819 M€. (kuva 7-2) Aluetalousvaikutusten laskenta kattaa hankkeen kaikki vaiheet noin 30 vuoden elinkaaren ajalta. Suorat vaikutukset ovat vaikutuksia, jotka kohdistuvat Hannukaisen kaivokseen ja sen välittömään toimintaan. Esimerkiksi suorat investoinnit pitävät sisällään Hannukaisen kaivoksen aloitusinvestoinnit ja ylläpitoinvestoinnit, mitkä kohdistuvat mm. rikastamoon, infrastruktuuriin, kaivokseen sekä koneisiin ja laitteisiin.

Kerrannaisvaikutukset jaetaan tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutuksiin. Tuotannon kerrannaisvaikutukset muodostuvat tuotannon arvoketjussa muilla toimialoilla kaivostoiminnan seurauksena, eli tuotteiden ja palveluiden kysynnän muutoksena. Kulutuksen kerrannaisvaikutukset kuvaavat muuttuneista palkansaajakorvauksista syntyvää kulutusta ja sen tyydyttämiseksi tarvittavaa uutta taloudellista toimintaa.



Kuva 7-2. Kokonaisvaikutukset koko elinkaaren ajalta.

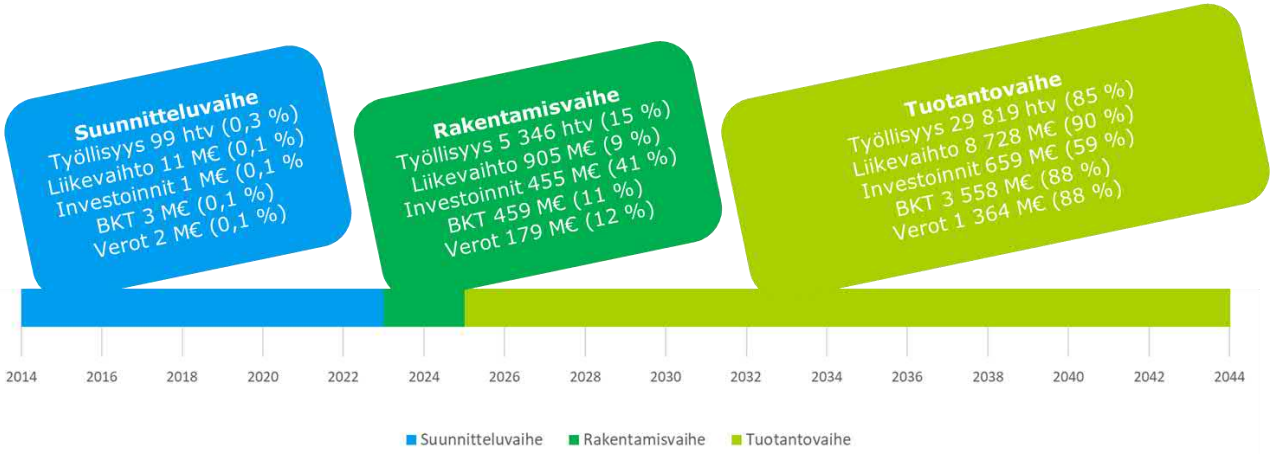
Hankkeen koko tarkasteluajanjakson aikana kertyy verotuloja erilaisten verotyyppien kautta yhteensä 1 545 miljoonaa euroa, mitkä jakautuvat eri verotyypeittäin nykyisillä verokannoilla ja lainsäädännöllä kuvan 7-3 mukaisesti. Verotulojen kokonaisuudesta yhteensä noin 72 miljoonaa euroa tilitetään Kolariin, 125 miljoonaa euroa kuntiin Länsi-Lappiin, 212 miljoonaa euroa kuntiin muualle Suomeen ja 1 208 miljoonaa euroa valtiolle.



Kuva 7-3. Verojen jakautuminen verotyypeittäin koko elinkaaren aikana Suomessa. Sinisellä valtiolle tilitettävät verot ja vihreällä kunnille tilitettävät verot.

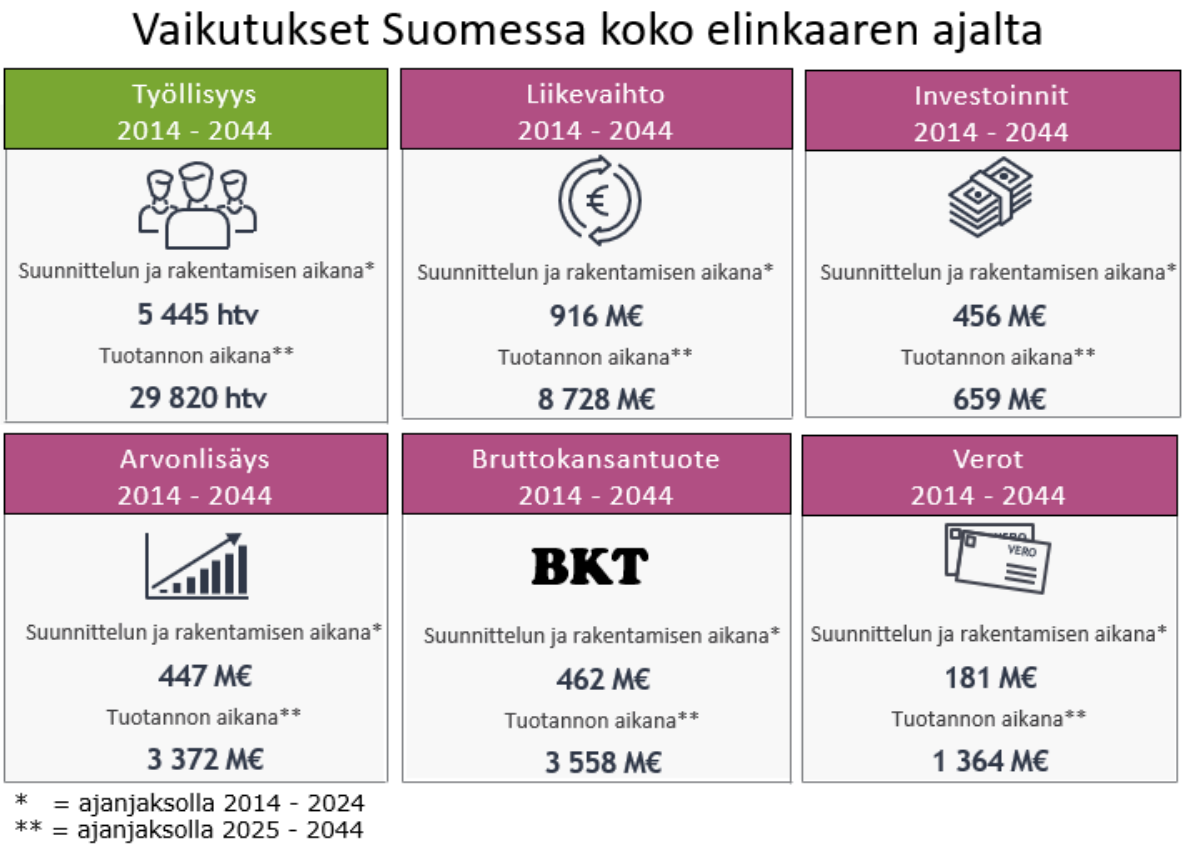
Tarkasteltavien vaikutusten ajoittumista sekä vaikutusten suuruutta ja osuuksia kokonaisvaikutuksista Suomessa on havainnollistettu aikajanalla kuvassa 7-4. Kokonaisvaikutuksista ainoastaan 0,1 % on

muodostunut tähän mennessä ja aikaisemmissa kappaleissa esitetyt aluetaloudelliset tulokset tulevat realisoitumaan tulevina vuosikymmeninä.

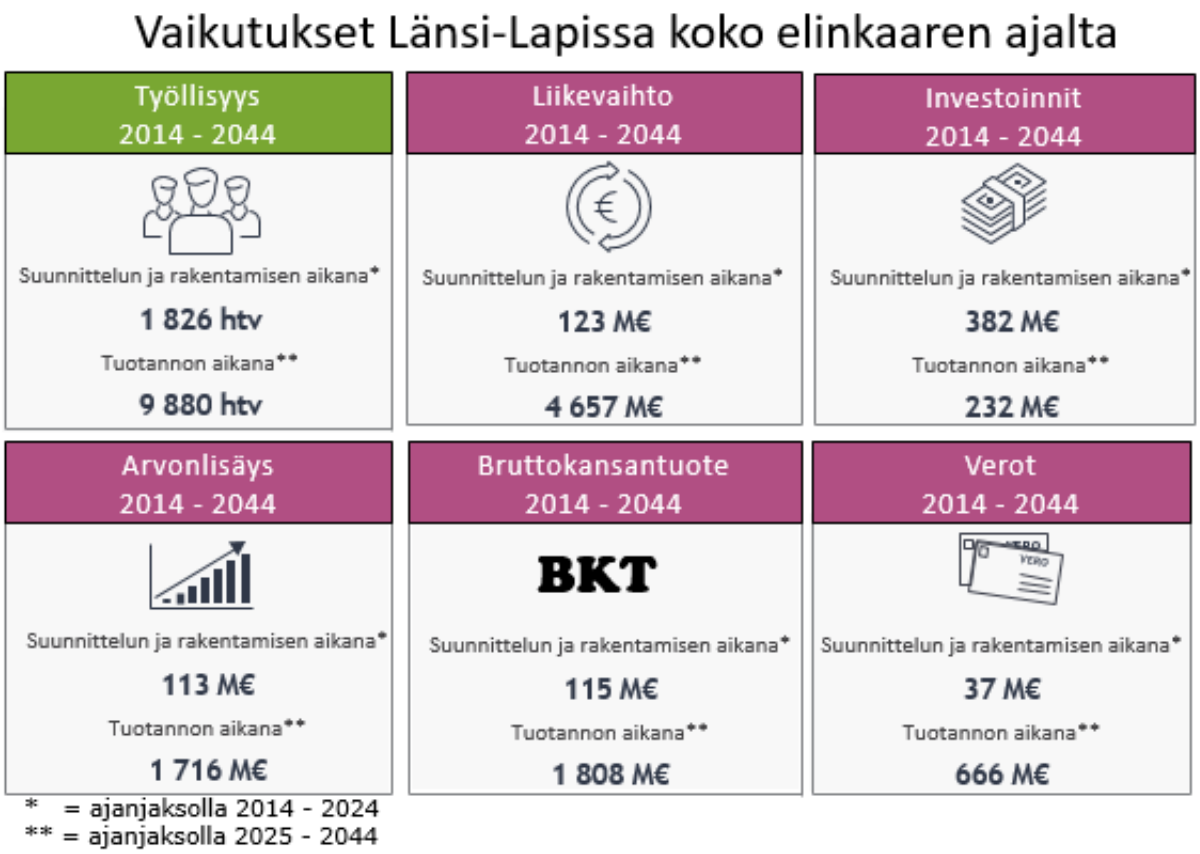


Kuva 7-4. Yhteenveto talousvaikutuksista aikajanalla.

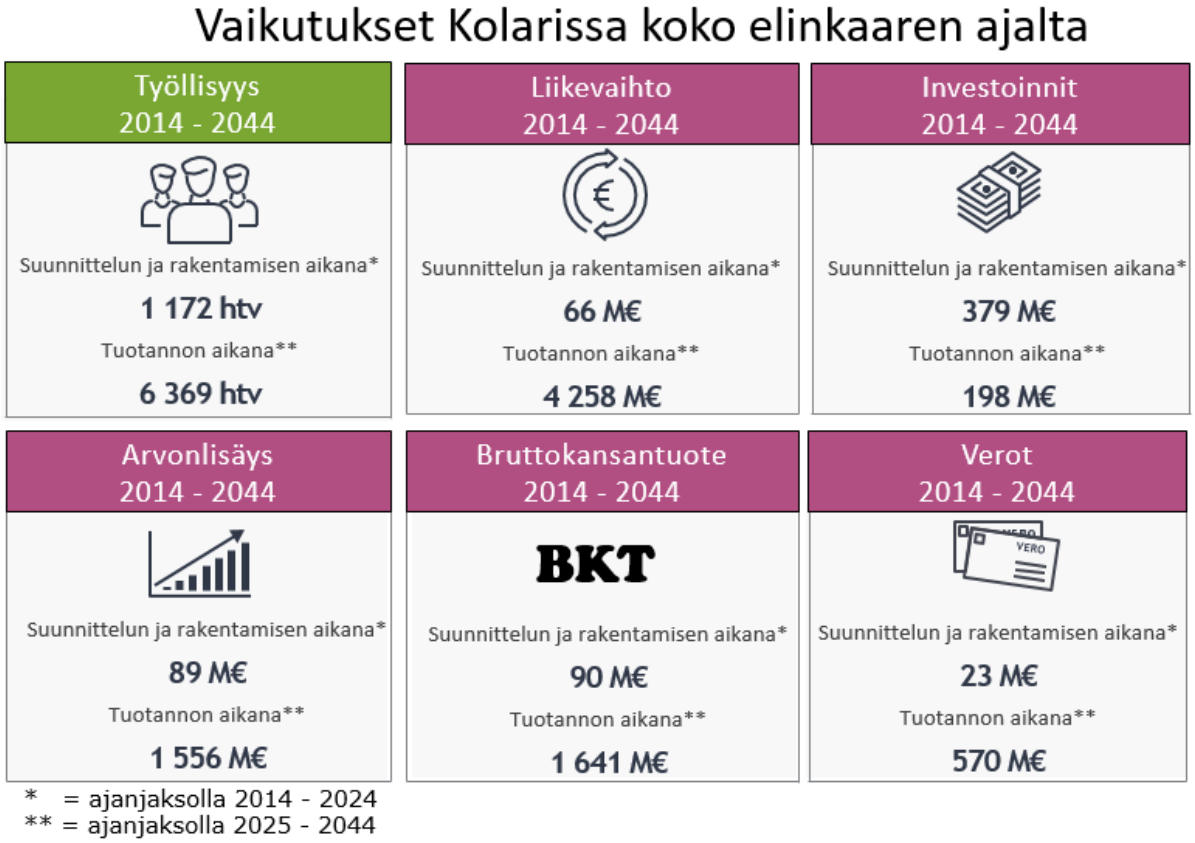
Yhteenveto keskeisistä aluetalousvaikutuksista koko Suomeen, Länsi-Lappiin ja Kolariin niin suunnittelun, rakentamisen kuin tuotannonkin ajalta on esitetty kuvissa 7-5, 7-6 ja 7-7.



Kuva 7-5. Yhteenveto keskeisistä tuloksista Suomessa.



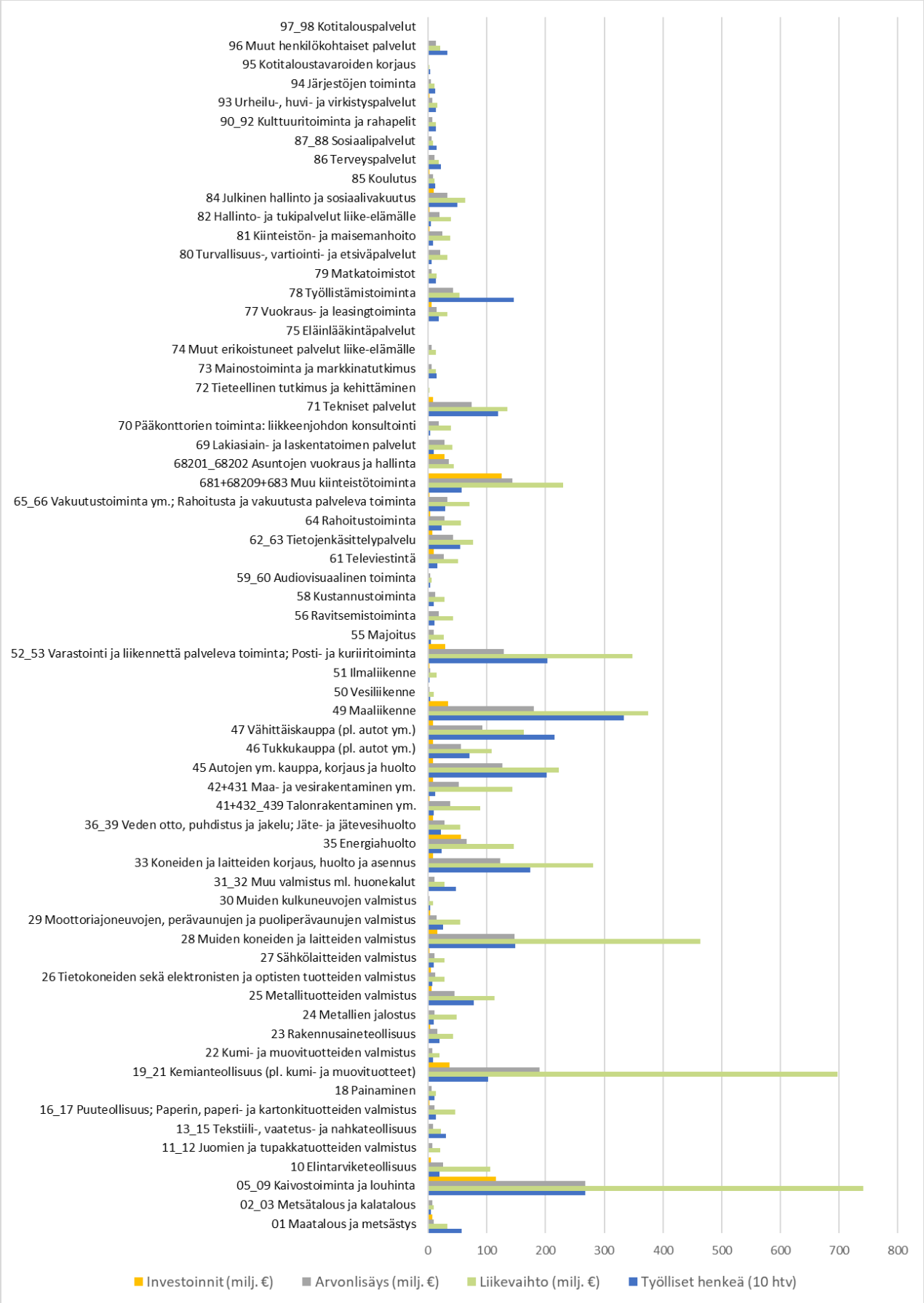
Kuva 7-6. Yhteenveto keskeisistä tuloksista Länsi-Lapissa.



Kuva 7-7. Yhteenveto keskeisistä tuloksista Kolarissa.

LIITTEET

Liite 1. Kuva: Kaikkien kerrannaisvaikutusten jakautuminen toimialoittain



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Lausunto LAPELY/1846/2018

31.1.2019

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto
Linnankatu 1–3
90101 Oulu

Viite: PSAVI/3224/2015, lausuntopyyntönne 7.5.2018

Luonnonsuojelulain 65 §:n mukainen lausunto Hannukaisen ja Rautuvaaran kaivoksen ympäristö- ja vesitalouslupahakemukseen sisältyvästä Natura-arvioinnista

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on pyytänyt 7.5.2018 Lapin ELY-keskusta antamaan luonnonsuojelulain 65 §:n 2 momentissa tarkoitetun lausunnon Hannukaisen ja Rautuvaaran kaivoksen ympäristö- ja vesitalouslupahakemukseen sisältyvästä Natura-arvioinnista. Natura-arviointi koskee kaivoshankkeen vaikutuksia Niesaselän (FI1300706) ja Tornionjoen - Muonionjoen vesistön (FI1301912) Natura-alueisiin Suomen puolella sekä Torne och Kalix älvsystem -nimiseen Natura-alueeseen (SE0820430) Ruotsin puolella. Arviointi on Ramboll Finland Oy:n laatima ja se on valmistunut 7.5.2014.

Natura-arvioinnista annetut lausunnot ja hankkeen tilanne

ELY-keskus antoi 15.9.2015 Natura-arvioinnista konsulttiyhtiölle lausunnon, jossa se katsoi arvioinnin osoittavan, että hankkeella ei ole merkittävästi heikentäviä vaikutuksia Niesaselän Natura 2000 -alueen suojeluperusteisiin eikä alueen eheyteen. ELY-keskus katsoo, että hankkeessa myöhemmin tehdyillä muutoksilla ei ole sellaisia vaikutuksia, että ne muuttaisivat Niesaselän Natura-arvioinnin johtopäätöksiä. Tältä osin ELY-keskus viittaa 15.9.2015 antamaansa lausuntoon.

Tornionjoen - Muonionjoen osalta ELY-keskus edellytti arvioinnin täydentämistä. Täydennyksissä on tarkasteltu mm. hankkeen vaikutuksia lohikalojen elinolosuhteisiin, vesienkäsittelyä, vesistövaikutuksia, riskienhallintaa ja kaivoksen sulkemisen vaikutuksia. Lisätiedot perustuvat pääasiassa kaivoshankkeen ympäristö- ja vesitalouslupahakemukseen ja sen täydennyksiin. Lapin ELY-keskus on antanut em. aineistoon perustuen 19.6.2017 Hannukainen Mining Oy:lle lausunnon, jossa se on katsonut, että Hannukaisen kaivoshankkeella ei ole merkittävästi heikentäviä vaikutuksia Tornionjoen - Muonionjoen vesistön Natura-alueen suojeluperusteisiin tiettyjen ehtojen toteutuessa.

Aluehallintoviraston Natura-arviointia koskevaan lausuntopyyntöön liittyen Lapin ELY-keskus on pyytänyt yhtiötä laatimaan Natura-arvion ajantasaisuudesta selvityksen, jossa verrataan Natura-arvioinnissa (7.5.2014) kuvatun kaivoshankkeen ja nykyisen kaivoshankkeen vaikutuksia Tornionjoen - Muonionjoen Natura-alueen suojeluperusteisiin. Selvitys on toimitettu Lapin ELY-keskukselle 10.9.2018.

Tämä lausunto koskee kaivoshankkeen vaikutuksia Tornionjoen–Muonionjoen vesistön Natura-alueeseen perustuen Natura-arviointiin (7.5.2014) ja sen

täydennyksiin sekä Natura-arvioinnin ajantasaisuutta koskevaan selvitykseen (10.9.2018).

Lapin ELY-keskus on hakenut aluehallintovirastolta jatkoaikaa Natura-lausunnon antamiseen 5.11.2018 ja 7.12.2018. Jatkoaikaa on myönnetty 31.1.2019 saakka.

Tornionjoen - Muonionjoen vesistön Natura-alue (FI 130 1912)

Tornionjoen–Muonionjoen vesistö kuuluu Natura 2000 -verkostoon luontodirektiivin mukaisena erityisten suojelutoimien alueena (SAC-alue). Alueen suojeluperusteena on *Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit* -luontotyyppi, johon kuuluu koko Natura-alueen vesilain mukaiset vesistöt. Lisäksi suojeluperusteisiin kuuluu luontodirektiivin liitteen II lajeista saukko.

Valtioneuvosto on tehnyt 5.12.2018 päätöksen Natura 2000 -verkoston täydentämisestä ja Natura-alueiden luonnontieteellisten tietojen päivittämisestä. Päivityksessä on tarkennettu Natura-alueen luontotyyppitietoja siten, että *Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit* -luontotyypin pinta-ala on 30 515 ha. *Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit* -luontotyyppi kuuluu ns. yhdistelmätyyppeihin, jonka kanssa voi olla päällekkäisiä luontotyyppejä. *Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit* -luontotyypin kanssa päällekkäisiä luontotyyppejä Natura-alueella ovat *tunturijoet ja purot* (1533 ha) sekä *pikkujoet ja purot* (255 ha). Em. luontotyyppeihin luetaan kaikki luontaiset puroihin kuuluvat vesistöt Tornionjoen–Muonionjoen Natura-alueella. Lohi ja meritaimen kuuluvat *Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit* -luontotyypille ominaiseen lajistoon. Itämeren lohikannat (*Salmo salar*) on luokiteltu vaarantuneiksi (VU). Meritaimen kuuluu puolestaan äärimmäisen uhanalaisiin (CR) lajeihin (Suomen lajien uhanalaisuus 2010).

Tornionjoen–Muonionjoen vesistö kuuluu myös vesipuitedirektiivin (2000/60/EY) mukaiseen suojelualueiden rekisteriin.

Tornionjoen–Muonionjoen Natura-alueen suojelun toteutuskeinona ovat Suomen ja Ruotsin välinen rajajokisopimus, vesiensuojelulaki ja koskiensuojelulaki (VN:n päätös 8.5.2002). Uusi rajajokisopimus (91/20110) on solmittu Natura-alueen perustamisen jälkeen eikä rajajokikomissio ole enää luvanmyöntäjä vesiasioissa. Tältä osin sovelletaan kansallista lainsäädäntöä (vesilaki, ympäristönsuojelulaki).

Kaivoshankkeessa tehtyjen muutosten vaikutukset yhtiön selvityksen (10.9.2018) mukaan

Kaivoksen louhintamäärää on laskettu Natura-arvioinnissa esitetystä 7 Mt/a tasolle 6,5 Mt/a malmilouhintaa vuodessa. Tällä ei katsota olevan vaikutuksia Tornionjoen–Muonionjoen Natura-alueeseen.

Sivukivien läjitysalueiden pinta-ala kasvaa jonkin verran verrattuna aikaisempaan Aavahelukan lentoestealueen vuoksi. Läjitysalueiden madaltumisen vuoksi aiheutuva läjitystarve on noin 25 Mm^3, joka tullaan sijoittamaan läntisen ja itäisen läjitysalueen väliin. Lisäksi sivukivien läjityssuunnitelmaa on muutettu siten, että kaikki amfiboliitti läjitetään PAF-alueelle. Näillä muutoksilla ei ole vaikutuksia Natura-aluetta koskeviin johtopäätöksiin.

PAF-sivukivialueelle asennetaan Natura-arviointivaiheen suunnitelmista poiketen tiivis pohjarakenne. Pohjarakenne mahdollistaa PAF-vesien erillisen hallinnoinnin ja käsittelyn. Tällä arvioidaan olevan positiivisia vaikutuksia Natura-alueeseen. PAF-läjitysalueen osalta varaudutaan erilliseen käsittelyvaiheeseen ennen vesien yhteen sekoittumista. Lisäksi pohjarakenne vaikuttaa positiivisesti pohjavesivaikutuksiin, sillä suotovedet kerätään pohjarakenteen avulla tehokkaasti talteen, eivätkä ne suotaudu maaperään ja pohjaveteen.

Hannukaisen eteläisen maanläjitysalueen ja avolouhoksen eteläpuolelle rakennetaan suojavalli. Suojavalli alentaa alueen melutasoa. Lisäksi sillä pienennetään riskiä lentokivien sinkoutumisesta louhoksesta etelän suuntaan. Suojavalli voidaan rakentaa kaivosalueen pintamaista. Ennen vallin rakentamista kaivetaan vallin ympärysojat ja tehdään selkeytysaltaat. Vallin rakentamisen aikana syntyvät pintavedet johdetaan ympärysojiin ja selkeytysaltaiden kautta vesivarastoaltaaseen.

Vanhojen louhosten, Laurinojan ja Kuervitikon, tyhjennysvedet johdetaan vesienkäsittelyn kautta Hannukaisen vesivarastoaltaaseen ja siitä edelleen putkilinjoja pitkin Muonionjokeen. Rautuvaaran avolouhoksia ei tyhjennetä lainkaan, koska niihin ei tulla sijoittamaan korkearikkistä rikastushiekkaa. Nämä muutokset vähentävät kaivoksen vaikutuksia rakentamisen aikana Äkäsjokeen, Valkeajokeen, Kuerjokeen ja Niesajokeen.

Hannukaisen alueella kaivoksen tuotantovaiheessa aluevedet ja ympäröivien alueiden puhtaat valumavedet johdetaan selkeytyksen kautta Hannukaisen vesivarastoaltaaseen eikä ympäröiviin vesistöihin kuten aikaisemmin oli suunniteltu. Myös irtomaan valumavedet johdetaan vesivarastoaltaaseen. Rautuvaaran osalta aluevesien johtamisessa ei ole tehty muutoksia, eli ne johdetaan Niesajokeen. Tuotannon aikainen aluevesien johtaminen vesivarastoaltaaseen vaikuttaa hyvin vähän Äkäsjoen, Valkeajoen ja Kuerjoen valuma-alueisiin. Valkeajoen valuma-alueen osalta toimintojen osuus kasvaa noin 0,5 %:lla, Kuerjoen osalta 0,1 %:lla ja Äkäsjoen osalta Hannukaisen kohdalla 0,5 %:lla. Valuma-alueiden pieneneminen mahtuu jokaisella vesistöllä normaalin hydrologisen vaihtelun sisälle. Pinta-alamuutos on niin pieni, ettei vesitaselaskelmia ole tämän vuoksi nähty tarpeelliseksi päivittää.

Tunturi-Lapin Vesi Oy:n yhdyskuntajätevesiä ei sekoiteta missään vaiheessa kaivoksen vesien kanssa. Aiemmassa suunnitelmassa vedet olisivat sekoittuneet keskenään ennen Muonionjokeen päätymistä. Jätevedenpuhdistamon vedet puretaan omassa putkessa, mutta samassa kaivannossa kaivoksen purkuputken kanssa Muonionjokeen. Tämä muutos ei vaikuta Tornionjoen–Muonionjoen Natura-alueen suojeluperusteisiin.

Rikastuskokeiden (2017) perusteella syötteen raekokoa on voitu kasvattaa ja rikin talteenottoa lisätä, minkä seurauksena rikastushiekan reaktiivinen pinta-ala pienenee ja korkearikkisen rikastushiekan määrä vähenee. Päivitetyssä rikastusprosessissa on lisäksi päivitetty kemikaalimääriä. Näillä toimenpiteillä on välillisiä vaikutuksia Muonionjokeen purettavan veden laatuun. Kaivoksen toiminnan aikainen kuormitus ja vaikutus Muonionjoen vedenlaatuun on arvioitu uudestaan sen vuoksi, että vesien johtamisjärjestelmät ovat muuttuneet ja lisäksi rikastushiekka-altaan veden laatu on arvioitu uudelleen. Myös sulfaatin vaikutukset Muonionjokeen on arvioitu uudelleen.

Purkuvesien vaikutuksia Muonionjokeen on tarkasteltu purkuputken alapuolella, kun vesi on täysin sekoittunut vesimassaan. Purkuvesien vaikutukset ovat suurimmillaan alivirtaamien aikana maalis - huhtikuussa. Muonionjoen kadmium-, nikkeli- ja lyijypitoisuudet alittavat vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista vuosikeskiarvona annetut ympäristölaatunormit (valtioneuvoston asetus 1308/2015) myös poikkeuksellisessa alivirtaamatilanteessa. Kromille, koboltille ja kuparille ei ole annettu Suomessa ympäristölaatunormeja. Verrattuna vesieliöstön suojelemiseksi annettuihin metallien raja-arvoihin (yhtiön selvitys 10.9.2018, taulukko 2-3.) kromin ja koboltin pitoisuudet ovat selvästi pienempiä. Kevättalven kuparipitoisuus (2 µg/l) on samaa tasoa kuin Australiassa ja Uudessa-Seelannissa annetut (ANZECC) veden kovuudesta riippuvat hälytysarvot 1–1,4 µg/l, joiden alittaminen suojaa 95–99 % vesistön eliöstöstä. Kuparilla voi olla pitkäaikaisvaikutuksia tasolla 2 µg/l Brittiläisessä Kolumbiassa ja Kanadassa määriteltyjen raja-arvojen perusteella. Muonionjoen metallipitoisuuksien valossa toksiset yhteisvaikutukset ovat epätodennäköisiä.

Sulfaatin vaikutukset Muonionjokeen on arvioitu käyttämällä Kaivosvesien riskinarviointimallin (ns. KAVERI-malli) periaatteita. Arvioinnissa käytettiin Brittäisen Kolumbian ohjearvoa sulfaatin maksimipitoisuudelle (100 mg/l), sillä Suomessa ei ole asetettu sulfaatille ohjearvoa. Taustapitoisuudella korjattu sulfaatin ohjearvo Muonionjoessa on 3 + 100 = 103 mg/l. Ohjearvon alittavat pitoisuudet ovat turvallisia pehmeässä vedessä ($CaCO_3$ 0–17 mg/l). Tarkastelun perusteella Muonionjoesta mitattavat sulfaattipitoisuudet jäävät sulfaatin ohjearvon (103 mg/l) alle, silloin kun kaivoksen purkuvedet ovat kokonaan sekoittuneet Muonionjoen vesimassaan. Sulfaatin aiheuttama pitoisuus laskettuna 10 000 tonnin kuormituksella on keskimääräisenä vesivuotena 4,8 mg/l (pitoisuuslisä + luonnontaso). Purkuputken välittömässä läheisyydessä voidaan kuitenkin havaita ajoittain korkeampia sulfaattipitoisuuksia. Kaivoksen sulfaattikuormituksen ei kuitenkaan arvioida aiheuttavan haitallisia ympäristövaikutuksia purkualueen alapuolisessa Muonionjoessa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että Hannukaisen kaivoksen tuotantovaiheen päästöjen ei arvioida heikentävän Muonionjoen fysikaalis–kemiallista laatua niin, että vesistön ekologien tila heikkenisi nykyisestä erinomaisesta tasosta. Kaunisvaaran kaivoksen ja Hannukaisen kaivoksen yhteisvaikutukset on laskettu mahdollisimman konservatiivisesti, eikä yhteisvaikutusten uudelleenarviointia nähdä tarpeelliseksi.

ELY-keskuksen lausunto

Kaivoshankkeen vaikutukset Tornionjoen – Muonionjoen Natura-alueen suojeluperusteisiin

Luontodirektiivin liitteen II laji, saukko

Saukon esiintymistä kaivoshankkeen vaikutusalueella on selvitetty YVA-menettelyn yhteydessä vuosina 2008 ja 2011. Äkäsjoen vesistöalueella on tehty havaintoja kahdesta saukosta ja Niesajoelta yhdestä. Lisäksi on kartoitettu saukon mahdollisia lisääntymis- ja levähdyspaikkoja Hannukaisen kaivosalueella Laurinojan ja Kivivuopionojan varsilla. Selvityksen mukaan on epätodennäköistä, että saukko

pesisi alueella. ELY-keskuksen arvion mukaan kaivostoiminta aiheuttaa meluhäiriötä ja saattaa aiheuttaa muutoksia saukon käyttämiin alueisiin, mutta häiriövaikutuksia ei voida pitää merkittävinä.

Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit -luontotyyppi

ELY-keskuksen näkemyksen mukaan louhintamäärän muutoksella (7 Mt/a -> 6,5 Mt/a), sivukivialueen pinta-alan laajentamisella Aavahelukan lentoestealueen vuoksi ja kaiken amfiboliitin läjittämisellä PAF-sivukivialueelle ei ole sellaisia vaikutuksia, jotka muuttaisivat Natura-arvioinnissa (7.5.2014) esitettyjä johtopäätöksiä. ELY-keskus huomauttaa kuitenkin, että läjitysalueiden muutoksista huolimatta NAF- ja PAF-sivukivialueiden vedet tulee voida kerätä ja käsitellä erikseen.

Hannukaisen alue

Hannukaisen louhokset sijoittuvat Äkäsjoen vesistöalueelle. ELY-keskus pitää hyvänä, että päivitetyssä hankesuunnitelmassa on luovuttu vaihtoehdosta, että Laurinojan vanhan louhoksen pintavesiä johdettaisiin Äkäsjokeen. Sekä Laurinojan että Kuervitikon louhoksen tyhjennysvedet johdetaan Muonionjokeen. Lisäksi PAF-sivukivialueelle asennetaan poiketen tiivis pohjarakenne ennen kuin alueelle läjitetään happoa tuottaviksi kiviksi luokiteltuja sivukiviä.

Kaivoksen tuotantovaiheessa Hannukaisen alueella aluevedet ja irtomaan läjitysalueilta tulevat vedet johdetaan selkeytysaltaiden kautta vesivarastoaltaaseen eikä mitään vesiä johdeta Äkäsjokeen, Valkeajokeen ja Kuerjokeen kuten aikaisemmin oli suunniteltu. Yhtiön selvityksen (10.9.2018) mukaan aluevesien johtaminen tuotantovaiheessa vesivarastoaltaaseen vaikuttaa kiintoainekuormitukseen hyvällä tavalla, sillä kiintoainetta ei juuri pääse ympäröiviin vesistöihin aluevesien keräämisen johdosta. Rakentamisaikaisen kiintoainekuormitus kestää alle kolme vuotta eikä sedimentaatiota jokien pohjiin tapahdu siinä määrin, että lohikalojen lisääntymisolosuhteet heikkenisivät. ELY-keskus pitää arviota oikeansuuntaisena. Tuotantovaiheessa kiintoainekuormitus vähenee edellyttäen, että aluevedet saadaan koko alueelta kattavasti kerättyä ja johdettua laskeutusaltaiden kautta vesivarastoaltaaseen. Uuden vesienhallintaraportin mukaan rakentamisaikainen kiintoainekuormitus Äkäsjoen vesistöön tulee kuitenkin olemaan kaksinkertainen verrattuna aikaisempaan laskelmaan. Aikaisemman vesienhallintaraportin (27.11.2015) mukaan vesienkäsittelytoimenpiteiden arvioidaan vähentävän kiintoainekuormitusta siten, että keskimääräinen kiintoainepitoisuus saadaan laskettua tasolle 10 mg/l. Uuden raportin (13.3.2018) mukaan kiintoainepitoisuus saadaan laskettua tasolle 20 mg/l, millä perusteella Äkäsjoen vesistöön tuleva kuormitus on laskettu. Natura-arvioinnissa (7.5.2018) kiintoaineen haittavaikutuksia arvioitiin perustuen pitoisuuteen 10 mg/l.

Kaivosalueen laajuuden vuoksi maansiirtotöiden ja ojitusten määrä Hannukaisen alueella on huomattavan suuri. Natura-arvioinnin (7.5.2014) jälkeen hankesuunnitelmaan lisätty noin 3,3 km:n pituisen suojavallin rakentaminen louhosalueen eteläosaan Äkäsjoen suuntaisesti. ELY-keskus viittaa Pohjois-Suomen kalatalouspalvelujen antamaan lausuntoon (14.9.2017), jossa on todettu, että suunniteltu valli ja sen rakentaminen muodostaisivat merkittävän riskin kalojen

poikasia ja poikastuotantoalueita tuhoavan kiintoainekuormituksen joutumisesta Äkäsjokeen etenkin rankkasadetilanteissa.

Kaivostoiminnan vuoksi myös virtaamaolosuhteissa tapahtuu pieniä muutoksia, joita tuotannonaikainen aluevesien johtaminen vesivarastoaltaaseen hieman vahvistaa. Äkäsjoen keskimääräinen virtaama hydrologisilta olosuhteiltaan normaalivuonna alenee 1–2 %. Poikkeuksellisen kuivina vuosina virtaaman aleneminen on arviolta alle 5 % perustilasta. Kuerjoella virtaaman väheneminen normaalivuonna on korkeintaan 4 % ja poikkeuksellisen kuivina vuosina 7 %. Valkeajoella virtaama vähenee kesä–syyskaudella 3,5 %. Vaikka virtaamamuutokset Äkäsjoessa, Valkeajoessa ja Kuerjoessa jäävät pieniksi ja niiden vaikutus vedenpintaan on vähäinen, saattaa alivirtaaman aikainen vesitilanne vaikuttaa kalojen poikasten suosimiin mataliin uomanosiin, millä voi olla jossain tapauksissa vaikutusta kudun ja poikastuotannon onnistumiseen.

Lisäksi on huomattava, että Laurinojan noin neljän kilometrin pituinen uoma jää kokonaan Hannukaisen louhoksen alle. Kivivuopionojan uomaa siirretään vesivarastoaltaan rakentamisen vuoksi, jolloin vanhaa uomaa tuhoutuu noin 1,2–1,5 kilometriä. Näiltä osin menetetään em. uomien taimenen poikastuotanto. Lisäksi kalan nousu Kivivuopionojaan estyy, koska Kivivuopionojan ja Valkeajoen yhtymäkohtaan rakennetaan pato.

Rakentamisen aikaisen kiintoainekuormituksen rajoittaminen ja hallitseminen ääriolosuhteet (rankkasateet, ylivirtaamatilanteet) huomioon ottaen on erityisen tärkeää meritaimen suojelun kannalta. Meritaimen on luokiteltu äärimmäisen uhanalaiseksi eli lajiin kohdistuu luonnossa erittäin suuri häviämisriski.

Kiintoainekuormitus tulee pitää niin pienenä kuin mahdollista. Vesienhallintaraportin mukaan Hannukaisen vesivarastoallas rakennetaan ensimmäisenä (Y-2). Rakentaminen tulee toteuttaa niin, että vesivarastoaltaan valmistuttua kaikki mahdolliset vedet johdetaan laskeutuksen kautta altaaseen. Esimerkiksi suojavallin rakentamisen aikana syntyvät pintavedet tulee johtaa ympärysojiin ja selkeytysaltaiden kautta vesivarastoaltaaseen. Jos kaikki vesiensuojelurakenteet eivät ole käytössä rakentamisen aikana, voi alapuoliseen vesistöön päätyä arvioitua enemmän kiintoainetta. Selkeytysaltaat tulee mitoittaa riittäviksi myös rankkasateiden aikana ja herkillä alueilla ojat sekä altaat tulee suojata eroosiolta. Ojitukset, padon rakentamiset ja Kivivuopionojan uoman muutostyöt tulee tehdä ylivaluntakauden ulkopuolella haittojen vähentämiseksi.

Habitaattikartoitusten perusteella Laurinojan ja Kivivuopionojan koskialueet eivät sovellu kovin hyvin taimenen lisääntymisalueiksi. Ottaen huomioon kaivostoiminnasta aiheutuvat muut muutokset ja riskit äärimmäisen uhanalaiselle meritaimenelle, ELY-keskus katsoo, että taimeneen kohdistuvia vaikutuksia tulee lieventää esimerkiksi kunnostustoimin. Lieventävillä toimenpiteillä voidaan varmistua siitä, ettei hanke uhkaa luontotyypille ominaisten lajien säilymistä osana luontotyyppiä.

Rautuvaaran alue

Rautuvaaran alueella aluevesien johtamisessa ei ole tehty muutoksia, vaan vedet johdetaan alkuperäisen suunnitelman mukaan Niesajokeen. Kuten edellä on todettu,

Rautuvaaran vanhoja avolouhoksia ei tyhjennetä lainkaan, koska niihin ei tulla sijoittamaan korkearikkistä rikastushiekkaa.

Niesajoki on noin 14 kilometriä pitkä, virtaamaltaan pieni joki. Niesajoen valuma-alue on pienentynyt Rautuvaaran aikaisemman kaivostoiminnan yhteydessä, kun joen yläjuoksun vedet johdettiin Kylmäojan kautta Äkäsjokeen. Tunturi-Lapin Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamon käsitellyt vedet johdetaan Niesajokeen. Niesajoen ekologinen ja kemiallinen tila on luokiteltu hyväksi.

Kaivoshankkeen suurimmat vaikutukset Tornionjoen–Muonionjoen Natura-alueella kohdistuvat Niesajokeen. Kaivostoiminnan seurauksena Niesajoen virtaama vähenee Rautuvaaran alapuolella 38 % ja jokisuussa 8 %. Natura-arvioinnissa (7.5.2014) on todettu, että Niesajoki ei sovellu paikallisen taimenen elinympäristöksi Rautuvaaran alapuolella virtaamassa tapahtuvan muutoksen vuoksi. ELY-keskus on lausunnossaan (19.6.2017) arvioinut, että vesimäärän vähentyminen Niesajoessa pienentää vesieliöstän habitaattia ja äärevöittää lämpötilavaihteluita. Kesän alivirtaamakausina veden lämpeneminen voi lisätä joen rehevöitymistä ja vaikuttaa edelleen kasvillisuuteen ja pohjaeläimistöön.

ELY-keskuksen näkemyksen mukaan Niesajoen luonnontila osana *Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit* -luontotyyppiä vähenee selvästi noin puolella joen pituudesta. Niesajoen vesipinta-ala on noin 10,4 ha, joka on noin 0,034 % *Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit* -luontotyypistä. Ottaen huomioon, että Niesajoki ei ole erityisen edustava osa *Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit* -luontotyyppiä, ELY-keskus katsoo, ettei Niesajoen luonnontilan heikkenemisellä ole merkittävästi heikentäviä vaikutuksia Tornionjoen–Muonionjoen Natura-alueeseen.

Yhtiö on esittänyt, että Niesajoen virtaaman vähenemistä voidaan tarvittaessa kompensoida alivirtaamakausina, mutta tarkempaa suunnitelmaa siitä, miten lisäveden johtaminen voitaisiin toteuttaa, ei ole esitetty. ELY-keskus pitää lievennyskeinojen selvittämistä ja toteuttamista tärkeänä Niesajokeen kohdistuvien haitallisten vaikutusten vähentämiseksi. Ympäristölupavaiheessa on kiinnitettävä huomiota Niesajokeen kohdistuvien haittojen vähentämiseksi.

Muonionjoki

Natura-arvioinnissa (7.5.2014) hankkeesta Muonionjokeen kohdistuvien vaikutusten arvioitiin olevan vähäisiä tai niitä ei aiheudu ollenkaan. Vaikutusten vähäisyyden vuoksi vedenlaatumallinnusta ei oltu tehty Muonionjoelle.
Ympäristölupahakemukseen liittyen Hannukaisen vesienhallintasuunnitelma on päivitetty 13.3.2018 ottaen huomioon toiminnassa tehdyt muutokset. Yhtiön selvityksessä (10.9.2018) tarkastellaan kaivoksen purkuvesien vaikutusta Muonionjokeen tilanteessa, jossa vesi on täysin sekoittunut vesimassaan. Tarkastelu koskee metalli- ja sulfaattipitoisuuksia. Tarkastelusta ei käy kuitenkaan ilmi, millä etäisyydellä purkuvesi on sekoittunut Muonionjoen veteen.

Vedenlaatuarvion mukaan Muonionjoen kadmium-, nikkeli- ja lyijypitoisuudet alittavat vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista vuosikeskiarvona annetut ympäristölaatunormit (valtioneuvoston asetus 1308/2015) myös poikkeuksellisessa alivirtaamatilanteessa. Kromi- ja kobolttipitoisuudet ovat selvästi alempia kuin

vesieliöstön suojelemiseksi annettu metallien raja-arvot. Kuparin pitoisuus kevättalvella on samaa tasoa kuin Australiassa ja Uudessa-Seelannissa annetut (ANZECC) hälytysarvot 1–1,4 ug/l, joiden alittaminen suojaa 95–99 % vesistön eliöstöstä. Arvion mukaan metallipitoisuuksien valossa toksiset yhteisvaikutukset ovat epätodennäköisiä, mutta jätevesien purkujärjestelystä riippuen toksisia yhteisvaikutuksia ei kuitenkaan voida sulkea kokonaan pois puhdistettujen jätevesien purkualueelta.

Sulfaatin vaikutusarvioinnin perusteella Muonionjoesta mitattavat sulfaattipitoisuudet jäävät sulfaatin ohjearvon (103 mg/l) alle, silloin kun kaivoksen purkuvedet ovat kokonaan sekoittuneet Muonionjoen vesimassaan. Sulfaatin aiheuttama pitoisuus laskettuna 10 000 tonnin kuormituksella on keskimääräisenä vesivuotena 4,8 mg/l (pitoisuuslisä + luonnontaso). Purkuputken välittömässä läheisyydessä voidaan kuitenkin havaita ajoittain korkeampia sulfaattipitoisuuksia.

Muonionjokeen johdettava käsitelty jätevesi sisältää myös mm. typpeä. ELY-keskus viittaa tässä yhteydessä kaivoksen ympäristö- ja vesitalouslupahakemuksesta annettuun ELY-keskuksen lausuntoon (6.7.2017), jossa on todettu, että haettu typen päästöraja-arvio (50 µg/l) Muonionjokeen on korkea. Myös fosforikuormitus kasvaa jonkun verran. Yhteisvaikutusten kannalta on huomioitavaa, että suunnitelmissa on johtaa Tunturi-Lapin Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamon käsitellyt jätevedet samalle purkualueelle. Lisäksi Kaunisvaara Iron -kaivoksen jätevesipäästöt puretaan Muonionjokeen noin 13 kilometriä ylävirtaan päin. Kokonaisuutena arvioiden ei ole poissuljettua, etteikö purkuvesien ravinne-, sulfaatti- ja metallikuormitus voisi aiheuttaa lajimuutoksia pohjaeläimistössä ja päällyslevissä.

Kaivoksen sulkeminen

ELY-keskus viittaa kaivoksen sulkemiseen liittyen lausuntoonsa 19.6.2017, jossa asiaa on käsitelty. ELY-keskus toteaa, että sulkemisen osalta vaikutusten arviointi on vielä varsin yleisellä tasolla. Tarkoitus on, että sulkemisen suunnittelu tarkentuu vaiheittain hankkeen edetessä. ELY-keskuksen näkemyksen mukaan sulkemisesta aiheutuvia haittavaikutuksia Tornionjoen–Muonionjoen Natura-alueeseen voidaan hallita jatkamalla aktiivista vesienkäsittelyä.

Sulkemistoimintojen osalta tulee säilyttää valmius louhosvesien käsittelyyn niin pitkään, kunnes niiden haitattomuus on varmistettu. Myös Rautuvaarassa on varauduttava vesienkäsittelyyn ja vesien pumppaamiseen Muonionjokeen, koska Niesajoen osalta on arvioitu, että joen vedenlaatu heikkenee merkittävästi, jos vesien pumppaus Muonionjokeen lopetetaan.

Lopullinen sulkemissuunnitelma toimitetaan viranomaisille hyväksyttäväksi ennen kaivoksen toimintojen lopettamista. Koska sulkemisvaihe on pitkä prosessi, on tarpeen korostaa varovaisuusperiaatteen huomioimista sulkemisvaihtoehtojen suunnittelussa.

Hankkeen vaikutuksia lieventävät toimenpiteet

Hannukaisen kaivoshankkeen Natura-arvioinnin (7.5.2018) yhteenvedossa on todettu, että ”kaivoshankkeen vaikutukset Tornionjoen–Muonionjoen Natura-alueen

eheyteen ovat haitallisten vaikutusten lieventämistoimenpiteiden jälkeen vähäisen kielteisiä, sillä hankkeen kielteiset vaikutukset kohdistuvat hyvin pienelle osalle luontotyypin pinta-alaa, eikä kielteisiä vaikutuksia direktiivilajeille aiheudu. Myös vaikutukset luontotyypille ominaiseen lajistoon jäävät kokonaisuudessaan kohtuullisen kielteiseksi". Haitallisten vaikutusten lieventämistoimenpiteillä tarkoitetaan tässä tapauksessa vesiensuojeluun ja ympäristönsuojeluun liittyviä toimenpiteitä sekä kaivostoimintojen sijoittamisen suunnittelua, jolla ympäristöhaittoja pyritään vähentämään, kuten laskeutusaltaat, runsasrikkisen rikastushiekan läjitysalueen tiivis pohjarakenne tai PAF-sivukivikasojen sijoittaminen alueille, missä pohjaveden virtaus suuntautuu louhoksiin.

Ympäristönsuojelulain mukaan kaivostoiminnassa muodostuvia päästöjä ilmaan, veteen ja maaperään on vähennettävä käyttäen parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa. Kaivoshankkeen lupaprosessin keskeisiä kysymyksiä Hannukaisen alueella on varmistua siitä, että avolouhosten vaikutukset ympäröivien jokien virtaamamuutoksiin pysyvät arvioidulla tasolla ja ettei Äkäsjoen vesistöön aiheudu kaivostoiminnasta haittaavaa kuormitusta. Kaivosvesien osalta keskeistä on varmistua Muonionjokeen johdettavien vesien riittävän hyvästä puhdistustuloksesta. Ympäristöä suojelevat riittävät pohjarakenteet ovat välttämättömiä sivukivien läjitysalueilla (PAF- ja NAF-alueet), rikastushiekan läjitysalueilla sekä vesivarasto- ja selkeytysaltailla, jotta suoto- ja valumavedet voidaan kerättyä ja käsitellä haitattomiksi. Tiiviit pohjarakenteet estävät vesien suotautumista maaperään ja pohjavesiin.

Lisäksi ELY-keskus katsoo, että hankkeesta taimenelle aiheutuvia haitallisia vaikutuksia tulee lieventää toteuttamalla esim. kunnostustoimenpiteitä sopivassa vesistössä. ELY-keskus on lausunnossaan (19.6.2017) todennut, että taimenen poikastuotantoalueiden menetyksiä ja heikentymistä tulee lieventää esimerkiksi kunnostustoimin Kivivuopionojassa tai muualla. Lieventämiskeinoja suunniteltaessa tulee ottaa huomioon myös Niesajoella tapahtuvat muutokset taimenen lisääntymisalueilla. Vaikka hankesuunnitelmaan on muutettu niin, että tuotantoaikana aluevesiä Hannukaisessa ei johdeta ympäröiviin jokiin vaan vesivarastoaltaaseen, on lieventämistoimenpiteiden toteuttaminen välttämätöntä, jotta voidaan varmistua siitä, ettei hankkeesta aiheudu merkittävästi heikentäviä vaikutuksia *Fennoskandian luonnontilainen jokireitit* -luontotyypille ja sille ominaiselle lajille, meritaimenelle. On otettava huomioon, että Äkäsjoen vesistö on yksi tuottoisimmista Tornionjoen suomenpuoleisista meritaimenen lisääntymisalueista. Äkäsjoen pääuoman, Kuerjoen ja Valkeajoen arvioitu poikastuotantopotentiaali on noin 13000 yksilöä vuodessa. Nykyisellään joen tuottamien meritaimenen vaelluspoikasten määrä on kuitenkin hyvin pieni, minkä vuoksi pienilläkin elinympäristömuutoksilla voi olla vaikutusta lajin selviytymiseen. Mahdollisten vahinkojen korjaaminen on vaikeaa.

Lisäksi ELY-keskus katsoo, että myös Niesajokeen kohdistuvia vaikutuksia tulisi lieventää esimerkiksi johtamalla jokeen lisävettä alivirtaamakausina. Koko kaivoshankkeen elinkaaren osalta tarkasteltuna Niesajokeen kohdistuvia merkittäviä haittoja voidaan rajoittaa vain pumppaamalla rikastushiekka-alueen suotovedet sulkemisen jälkeen Muonionjokeen. Jos pumppaus lopetetaan, Niesajoen vedenlaatu ja myös taimenen elinmahdollisuudet heikkenevät merkittävästi (Natura-arvioinnin

täydennys 21.1.2016). Tällöin myös kaivoshankkeen vaikutukset *Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit* -luototyyppiin kasvavat.

Johtopäätökset

ELY-keskus katsoo, että Natura-arvioinnin (7.5.2014) jälkeen Hannukaisen kaivoshankkeessa tehdyt vesienjohtamista ja -käsittelyä koskevat muutokset suurimmaksi osaksi vaikuttavat myönteisesti Tornionjoen–Muonionjoen Natura-alueen suojelutavoitteisiin. Natura-arvioinnin jälkeen suunniteltu suojavallin rakentaminen lisää kuitenkin riskiä kiintoainekuormituksen lisääntymiseen Äkäsjoessa etenkin rankkasateiden aikana.

Tornionjoen–Muonionjoen vesistön Natura-alueen tärkeimpänä suojeluperusteena on *Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit* -luontotyyppi. Sen arvoa lisää erityisesti vesistön luonnontilaisuus. Tornionjoki–Muonionjoki on yksi harvoista Euroopan säännöstelemättömistä, suurista jokivesistöistä. Natura-tietolomakkeella *Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit* -luontotyypin luonnontila on arvioitu hyväksi. Äkäsjoki sivujokineen on merkittävä osa *Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit* -luontotyyppiä ja siten Äkäsjoen vesistön luonnontilan säilyminen on tärkeää koko Natura-alueen suojelutavoitteiden kannalta. Äkäsjoen vesistö on hyvin merkittävä uhanalaisen meritaimen lisääntymisalue.

Hankkeen toteuttamissuunnitelmassa tehdyistä muutoksista huolimatta hankkeella on kaivoksen lähivesiin ja Muonionjokeen haitallisia vaikutuksia, jotka aiheutuvat kiintoainekuormituksesta ja muusta vedenlaatuun kohdistuvasta kuormituksesta, virtaamien vähenemisestä sekä taimenen lisääntymis- ja poikastuotantoalueiden menetyksistä ja heikentymisestä. Suurimmat vaikutukset ilmenevät Niesajoella, jossa joen luonnontila osana *Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit* -luontotyyppiä vähenee selvästi noin puolella joen pituudesta. Luonnontilan heikkeneminen johtuu virtaaman huomattavasta pienenemistä joen yläjuoksulla ja sen vaikutuksista joen ekologiaan ja tältä osin hankkeella on vaikutuksia luontotyypin rakenteeseen ja toimintaan. Heikennys koskee kuitenkin verraten pientä osaa luontotyypin kokonaisalasta, eikä se kohdistu suojelutavoitteen kannalta luontoarvoiltaan erityisen tärkeälle alueelle. ELY-keskuksen näkemyksen mukaan *Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit* -luontotyypin rakenne ja toiminta kokonaisuutena pysyy em. heikennyksestä huolimatta hyvänä. Tämä kuitenkin edellyttää, että lieventävillä toimenpiteillä voidaan varmistua siitä, ettei hanke uhkaa luontotyypille ominaisten lajien, lohen ja meritaimenen, säilymistä osana luontotyyppiä. ELY-keskus pitää myös tärkeänä, että Niesajokeen kohdistuvia vaikutuksia lievennetään.

Natura-arvioinnin ja muun käytettävissä olevan aineiston perusteella ELY-keskus katsoo, ettei kaivoshankkeen rakentaminen ja toteuttaminen merkittävästi heikennä Tornionjoen–Muonionjoen Natura-alueen suojeluperusteita edellyttäen, että hankkeen lupakäsittelyssä otetaan huomioon tässä lausunnossa esitetyt hankkeen toteuttamista ja haittojen lieventämistä koskevat asiat. Lieventävien toimenpiteiden toteuttamisella voidaan varmistua siitä, ettei hanke merkittävästi heikennä suojeluperusteita. ELY-keskuksen arvion lähtökohtana on, että kaivoshankkeen

vaikutukset ovat Natura-arvioinnissa (7.5.2014 ja sen täydennyksissä arvioidun ja esitetyn mukaiset.

Vaikutukset alueen eheyteen

Luontodirektiivin 6 artiklan 3 kohdan mukaan toimivaltaiset viranomaiset voivat antaa hyväksyntänsä suunnitelmalle tai hankkeelle vasta varmistuttuaan siitä, että suunnitelma tai hanke ei vaikuta kyseisen Natura-alueen koskemattomuuteen, "eheyteen". Alueen koskemattomuuden käsitettä ei ole erikseen määritetty, mutta komission tulkintaohjeen mukaan sillä tarkoitetaan koko Natura-alueen ekologisen rakenteen ja toiminnan säilymistä elinkelpoisena. ELY-keskus katsoo, ettei Hannukaisen kaivoshankkeella ole merkittävästi heikentäviä vaikutuksia Tornionjoen–Muonionjoen Natura-alueeseen eikä alueen eheyteen edellyttäen, että hanke toteutetaan ottaen huomioon lieventävät toimenpiteet.

Luontoympäristöyksikön päällikkö Jari Pasanen

Liisa Viitala

Ylitarkastaja Liisa Viitala

TIEDOKSI Hannukainen Mining Oy / Jaana Koivumaa

Ympäristöministeriö / Aulikki Alanen

Metsähallitus Lapin luontopalvelut / Liinu Törvi

Hannukainen Mining Oy

Kaivoslupahakemus

LIITE 16

Sulkemissuunnitelma
liitteinen

Hannukainen Mining Oy

HANNUKAISEN KAIVOSHANKE

KAIVOKSEN SULKEMISSUUNNITELMA

101013464-001

3.12.2021

AFRY
ÅF PÖYRY

Raporttihistoria

Rev		Laatija(t)	Tarkistettu	Hyväksytty
1	Alustava sulkemissuunnitelma II Hannukaisen kaivokselle	Ramboll Finland: Nathan Gaasenbeek, Kare Päätalo, Miia Virolainen, Janne Kekkonen ja Maiju Koivuniemi		Marraskuu 2013
2	Tarkastus A, kalkin lisääminen louhosjärven poistoon	Ramboll Finland: Nathan Gaasenbeek, Kare Päätalo, Miia Virolainen, Janne Kekkonen ja Maiju Koivuniemi	Toukokuu 2014	Kesäkuu 2014
3	Käännös	Käännöstoimisto ABC Oy		Lokakuu 2016
3	Käännöksen tarkistus	Pöyry Finland Oy		Lokakuu 2016
4	Päivitetty huomioimaan ICMM:n mukaiset suositukset soveltuvilta osin sekä ajantasaiseksi kaivossuunnitelman osalta	AFRY Finland Oy	Syyskuu 2021	Syyskuu 2021
5	Päivitetty sulkemiskustannukset sekä pinta- ja pohjavesivaikutusarviot	AFRY Finland Oy	Marraskuu 2021	Joulukuu 2021

copyright© AFRY Finland Oy

Sisältö

1 Johdanto 5

2 Sulkemissuunnittelun etenemis- ja tarkistuskäytännöt 5

3 Hannukaisen kaivos 8
3.1 Kaivoksen sijainti ja lähiympäristö 8
3.1.1 Sijainti 8
3.1.2 Geologia 8
3.1.3 Pohjavesiolosuhteet 8
3.1.4 Vesistöt 9
3.1.5 Ilmasto-olosuhteet 10
3.1.6 Luonto ja suojelukohteet 10
3.1.7 Asutus ja elinkeinot 11
3.1.8 Maisema 11
3.2 Alueen kaavoitus 11
3.3 Aikaisempi kaivostoiminta ja alueen nykytila 12
3.4 Suunniteltu kaivostoiminta 13
3.5 Louhokset 14
3.6 Malmin käsittely ja teollisuusalue 15
3.7 Kaivannaisjätteet ja kaivannaisjätealueet 15
3.7.1 Pintamaa 16
3.7.2 Sivukivi 16
3.7.3 Rikastushiekat 17
3.8 Vesienhallinta 19
3.9 Muu infrastruktuuri 20

4 Sulkemista koskevat vaatimukset 20
4.1 Kaivoksen sulkemista koskeva lainsäädäntö 20
4.2 Hyviä käytäntöjä kaivoksen sulkemisessa 21
4.3 Sijaintikohtaiset vaatimukset 21

5 Sulkemisen jälkeisen tilan käsitteellistäminen 22
5.1 Käsitteellistämisen tarkoitus 22
5.2 Sulkemisen jälkeisen tilan käsitteellinen ja laadullinen kuvaus 23

6 Riskien ja mahdollisuuksien tunnistaminen ja niiden edellyttämät toimenpiteet 29
6.1 Kaksi menetelmää riskien tunnistamiseksi 29
6.2 Riskien ja mahdollisuuksien tunnistaminen sekä toimenpiteet 29

7 Sulkemisen tavoitteet 32

copyright© AFRY Finland Oy

8 Sulkemistoimenpiteiden suunnittelu 33
8.1 Vaihtoehtotarkastelut 33
8.1.1 Avolouhokset 33
8.1.2 Rikastushiekka-alue 34
8.1.3 Sivukivialue 35
8.1.4 Teollisuusalue ja infrastruktuuri 36
8.1.5 Vesien johtamiseen ja käsittelyyn liittyvät rakenteet 37
8.2 Toimenpideratkaisu 1.1 37
8.2.1 Avolouhokset 37
8.2.1 Pintamaiden läjitysalueet 39
8.2.2 Sivukiven läjitysalue 40
8.2.3 Rikastushiekka-alueet 42
8.2.4 Käytöstä poistettavat malmin käsittely- ja varikkoalueet sekä infrastruktuuri 44
8.2.5 Vesienhallinta ja -käsittely 45

9 Sulkemisen aikaiset ja sen jälkeiset vaikutukset ympäristöön ja ihmisiin 47
9.1 Yleistä ympäristövaikutuksista ja sosiaalisista vaikutuksista 47
9.2 Vaikutukset ilmanlaatuun 47
9.3 Vaikutukset vesistöihin 47
9.3.1 Louhosjärvistä lähtevän veden laatu 48
9.3.2 Kuerjoki 48
9.3.3 Valkeajoki 49
9.3.4 Äkäsjoki 49
9.3.5 Niesajoki 51
9.4 Vaikutukset pohjaveteen 51
9.4.1 Pohjaveden laatu 52
9.5 Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimistöön ja suojelualueisiin 55
9.6 Vaikutukset maisemaan 56
9.7 Vaikutukset maankäyttöön 57
9.8 Melu ja tärinä vaikutukset 57
9.9 Liikennevaikutukset 57
9.10 Vaikutukset ihmisiin ja yhteiskuntaan 58
9.10.1 Elinkeinot ja matkailu 58
9.10.2 Virkistyskäyttö 59
9.10.3 Terveysvaikutukset 59
9.10.4 Porotalous 59

10 Riskinarviointi 60
10.1 Arviointimenetelmä 60
10.2 Riskinarvioinnin keskeiset havainnot 61

copyright© AFRY Finland Oy

11 Arvio BAT-päätelmien huomioimisesta 62

12 Tarkkailu 64
12.1 Sulkemistyön aikainen tarkkailu 64
12.1.1 Päästötarkkailu 64
12.1.2 Ympäristötarkkailu 65
12.1.3 Geotekninen tarkkailu 65
12.1.4 Tarkkailu-aikataulu 65
12.2 Sulkemisen jälkeinen tarkkailu 66
12.2.1 Päästötarkkailu 66
12.2.2 Ympäristötarkkailu 66
12.2.3 Geotekninen tarkkailu 67
12.2.4 Sulkemisen jälkeisen tarkkailun aikataulu 67

13 Sulkemisaikataulu 67

14 Sulkemiskustannukset ja vakuus 69
14.1 Sulkemiskustannukset 69
14.2 Tarkkailun kustannukset 69
14.3 Vesienkäsittelyn kustannukset sulkemisen aikana ja sen jälkeen 70
14.4 Kustannusarvioon liittyvät epävarmuudet 72
14.5 Kokonaiskulut 72
14.6 Vakuuden muodostuminen 74

15 Varautuminen väliaikaiseen tai ennenaikaiseen sulkemiseen 75
15.1 Väliaikainen sulkeminen 75
15.2 Ennenaikainen sulkeminen 75

16 Lähdeluettelo 76

Liitteet

Kaivostoimintojen ja jätealueiden sijainnit ..... Liite 1
Riskinarviointi .....Liite 2
Sulkemisen jälkeiset vesistö- ja pohjavesivaikutusarviot .....Liite 3

copyright© AFRY Finland Oy

1 Johdanto

Hannukainen Mining Oy suunnittelee kaivostoiminnan aloittamista Hannukaisen vanhalla kaivosalueella Kolarissa. Alueella on aikaisemmin harjoitettu kaivostoimintaa Rautaruukki Oy:n ja Outokumpu Oy:n toimesta, jolloin on louhittu rautamalmia sekä kulta- ja kuparipitoista malmia. Tarkoituksena on aloittaa uusi kaivostoiminta alueella jäljellä olevien rautaoksidi-, kupari- ja kultamalmivarantojen hyödyntämiseksi Kuervitikon ja Hannukaisen avolouhoksista. Malmin rikastamo sijoitetaan Rautuvaaraan, noin 10 km Hannukaisesta etelään.

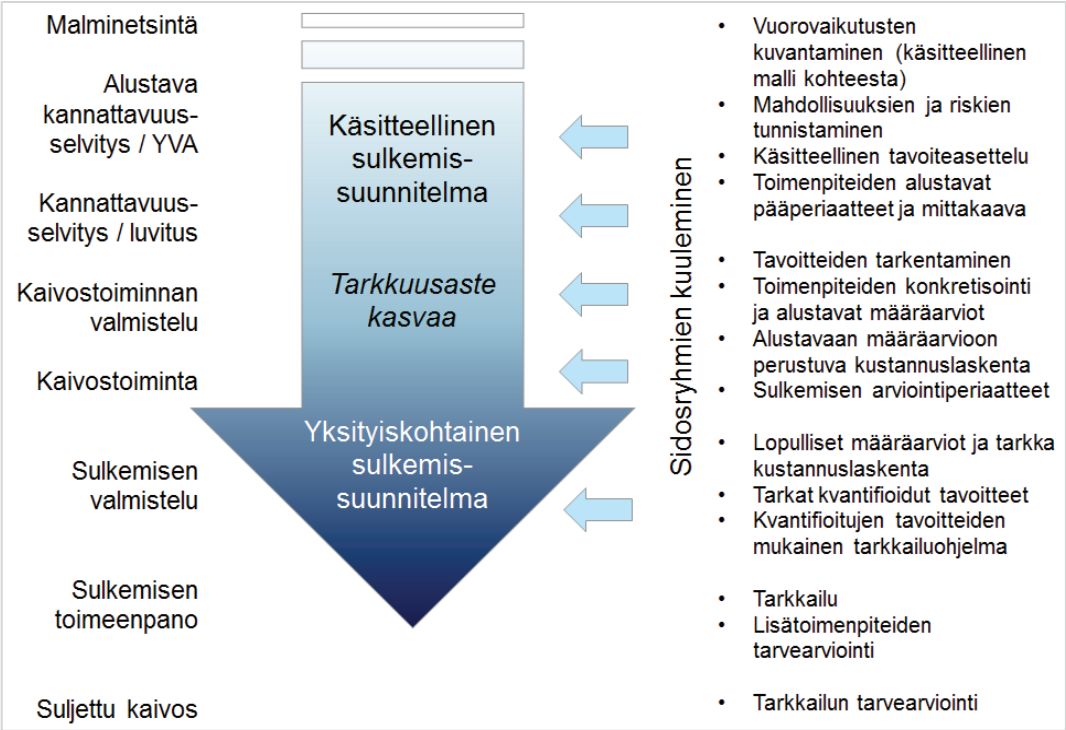
Tämä asiakirja on jätehuoltosuunnitelman liitteenä, joka on ympäristö- ja vesitalouslupahakemuksen liitteenä. Tässä asiakirjassa esitetään sulkemissuunnitelma Hannukaisen kaivokselle, johon sisältyy Hannukaisen ja Kuervitikon avolouhokset, sivukivialueet, Hannukaisen vesialtaat, Rautuvaaran rikastamo, rikastushiekka-alueet, vesienkäsittely sekä muut kaivostoimintaa tukevien toimintojen alueet. Kyseessä on päivitetty käsitteellinen suunnitelma, joka on laadittu ympäristölupavaiheessa saatavilla olevan lähtöaineiston perusteella. Suunnitelmassa esitetyt sulkemisen tekniset ratkaisuvaihtoehdot ja niiden vertailu perustuvat pääosin marraskuussa 2013 laadittuun sekä vuosina 2014 ja 2016 päivitettyyn alustavaan sulkemissuunnitelmaan Hannukaisen kaivosalueelle (Ramboll Finland Oy 2014), mutta suunnitelma on päivitetty vastaamaan nykyistä hyvää lähestymistapaa kaivoksen sulkemisen suunnittelussa. Suunnitelmaa tullaan päivittämään kaivoksen toiminnan aikana ja se viimeistellään lopulliseksi sulkemissuunnitelmaksi ennen kaivoksen sulkemista.

Sulkemissuunnitelman laadinnassa on huomioitu ympäristönsuojelulain (527/2014), jätelain (646/2011) ja kaivoslain (621/2011) vaatimukset sekä EC BREF dokumentti "Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries" (EC 2018) ja opas sen soveltamiseksi (Ympäristöministeriö 2020). Lisäksi on hyödynnetty löyhästi työkalupakkia "Integrated Mine Closure – Good Practice Guide, 2nd Edition" (ICMM 2019) ja suomalaisen kaivosvastuujärjestelmän toimintaperiaatteita (Vastuullisen kaivostoiminnan verkosto 2017).

2 Sulkemissuunnittelun etenemis- ja tarkistuskäytännöt

Yleisten kansainvälisten suositusten mukaan sulkemissuunnittelu tarkentuu vaiheittain ja päivitysten kautta (ICMM, 2019, Australian Government, Dept. of industry, Tourism and Resources, 2006, Vastuullisen kaivostoiminnan verkosto, 2017). Yleensä sulkemissuunnitelmaa kutsutaan käsitteelliseksi suunnitelmaksi ("conceptual plan") lähes kaivostoiminnan loppuun asti (Kuva 2-1). Vasta lopullisessa, yksityiskohtaisessa sulkemissuunnitelmassa numeeriset arviot ovat niin tarkkoja, että niiden perusteella voidaan suorittaa sulkemistyön urakkahankinnat ja määritellä toimeenpanon kone- ja työvoimatarpeet.

copyright© AFRY Finland Oy



Kuva 2-1. Kaivoksen sulkemissuunnittelun eteneminen suhteessa hankkeen etenemiseen.

Vaiheittain tarkentuvassa sulkemissuunnittelussa tarkistetaan sulkemistoimenpiteet aina vaikutusten- ja riskinarviointien tarkentuessa. Ensimmäinen sulkemistoimenpidesuunnitelma perustuu kokemusperäiseen arviointiin ja esimerkiksi peittorakenteita koskeviin BAT-päätelmiin. Tämä toimenpideratkaisu (toimenpideratkaisu 1.0) toimii vaikutusten ja riskien arvioinnin alustana, jolloin tarkastellaan millaiset ympäristövaikutukset ja jäännösriskit liittyvät kohteeseen, jos se suljetaan toimenpideratkaisun 1.0 mukaisesti. Jos vaikutukset tai jäännösriskit eivät ole hyväksyttävissä, palataan toimenpidesuunnitteluun ja laaditaan paranneltu toimenpideratkaisu ja edetään uudelleen vaikutusten ja riskien arviointiin. Suunnittelukehän voi käynnistää uudelleen myös muutos kaivoksen toiminnassa tai tarkentuva tieto kaivannaisjätteistä tai haitta-aineiden kulkeutumisreiteistä. Vaikutusarvioinnin merkitystä sulkemissuunnittelussa on käsitelty BAT-päätelmässä 5 (EC 2018) sekä ICMM:n (2019) hyvien sulkemiskäytäntöjen oppaassa.

copyright© AFRY Finland Oy

Kuva 2-2. Kaivoksen sulkemissuunnittelun eteneminen tehtäväprosessina.

Hannukaisen kaivoksen sulkemissuunnittelu on käynnistetty. Kaivokselle on laadittu alustava sulkemissuunnitelma ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä vuonna 2013 (Ramboll Finland Oy 2013). Sitä on päivitetty vuonna 2014 (Ramboll Finland Oy 2014) toimintasuunnitelman muutoksen johdosta ja edelleen lokakuussa 2016.

Ensimmäisessä sulkemissuunnittelun vaiheessa tunnistettiin mahdolliset sulkemisvaihtoehdot ja verrattiin niitä toisiinsa pisteyttämällä ne mm. teknisen ja taloudellisen soveltuvuuden, suorituskyvyn ja julkisen hyväksynnän suhteen. Suunnitelman tausta-aineistona sulkemisvaihtoehtojen asettelussa käytettiin mm. ARD-testituloksia sekä staattisten liukoisuustestien ja kosteuskammiotestien tuloksia. Sulkemisen jälkeiseen aikaan liittyvät mahdollisuudet ja riskit tunnistettiin yleisellä tasolla. Kohteelle asetettiin alustavat sulkemisen tavoitteet, jotka perustuivat tunnistettujen mahdollisuuksien ja riskien lisäksi lainsäädäntöön, suosituksiin hyvistä käytännöistä kaivosteollisuudessa ja Suomessa yleisesti käytettyihin sulkemisrakenteisiin. Sulkemisvaihtoehdot suunniteltiin paikkakohtaisten olosuhteiden, suunniteltujen toimintojen, sivukiven ja rikastushiekan ominaisuuksien ja paikalla luonnollisesti esiintyvien käytettävien materiaalien mukaan. Suunnitelmassa esitettiin suositellut sulkemisvaihtoehdot (toimenpideratkaisu 1.0) eri toimintoalueille, joihin liittyvät jäännösriskit tunnistettiin. (Ramboll Finland 2014)

Tässä sulkemissuunnitelman päivityksessä toimenpideratkaisua 1.0 on tarkasteltu nykyisten, kaivosten sulkemissuunnittelua ohjaavien hyvien käytäntöjen näkökulmasta. Toimenpideratkaisuun 1.0 liittyvä riskinarviointi on päivitetty ja sulkemisen tavoitteita tarkasteltu yksityiskohtaisemmin paikalliset olosuhteet, riskit ja mahdollisuudet huomioiden. Toimenpideratkaisuun on tehty vähäisiä muutoksia havaintojen perusteella sekä johtuen muutoksista kaivossuunnitelmissa, hyvissä

copyright© AFRY Finland Oy

sulkemiskäytännöissä sekä lisääntyneestä tiedosta koskien toiminnassa muodostuvia jätejakeita ja suotovesiä. Kyseessä on toimenpideratkaisu 1.1., joka vastaa pääpiirteissään alkuperäistä toimenpideratkaisua 1.0.

Hankesuunnittelun ja kaivostoiminnan edetessä sulkemisratkaisuja ja niistä aiheutuvia riskejä ja mahdollisuuksia tullaan tarkastelemaan useita kertoja ja suunnitelmaa päivitetään näiden perusteella.

3 Hannukaisen kaivos

3.1 Kaivoksen sijainti ja lähiympäristö

3.1.1 Sijainti

Hannukaisen kaivosalue sijaitsee Kolarin kunnan alueella, linnuntietä noin 25 km Kolarin kuntakeskuksesta pohjois-koilliseen. Tietä pitkin Kolarin kuntakeskuksesta Hannukaisen kaivosalueelle on matkaa noin 30 km ja Rautuvaaraan noin 20 km.

3.1.2 Geologia

Hannukaisen-Rautuvaaran alue kuuluu mantereelliseen jäänjakovyöhykkeeseen. Alueelle on tyypillistä vähäinen jääkauden aiheuttama eroosio, monien aiempien jääkausien aikaisten esiintymien säilyminen ja jääkauden aiheuttamien sulamisvesijärvien hienorakeisten sedimenttien tai merellisten sedimenttien puuttuminen. (Ramboll Finland Oy 2013a)

Maaperä on enimmäkseen viime jääkauden aikana kerrostuneen laaksoja ja vaara-alueita verhoavan moreenin peitossa. Hyvin lajittuneita hiekka- ja sorakerrostumia esiintyy pääasiassa jokilaaksoissa. Suurimpien jokien laaksoihin (Muonionjoki, Ylläsjoki) on kerrostunut myös jääkausien jälkeisiä jokisedimenttejä. Maapeitteen paksuus vaihtelee 0,6–36,5 metrin välillä, keskipaksuuden ollessa 13,6 metriä. (Ramboll Finland Oy 2013a)

Vihreäkivialueella, johon myös hankealue kuuluu, on moreeniin rikastunut alkuaineita, kuten alumiinia, kultaa, kalsiumia, kobolttia, kromia, kuparia, rautaa, magnesiumia, mangaania, nikkeliä, skandiumia, titaania ja vanadiinia, jotka kaikki ovat tyypillisiä mafisille kivilajeille. Vihreäkivivyöhyke sisältää luonnostaan korkeita metallipitoisuuksia. (Ramboll Finland Oy 2013a)

Kaivoshanke sijoittuu kallioperän osalta Keski-Lapin vihreäkivivyöhykkeelle, joka on kerrostunut 2,5–1,9 miljardia vuotta sitten ja käynyt läpi monivaiheisen muutoksen ja muotoutumisen Svekofennisen kalliomuodostuman aikana 1,92–1,77 miljardia vuotta sitten. Hannukaisen esiintymässä on monia rautaoksidi-kupari-kulta (IOCG) -esiintymille tyypillisiä piirteitä. (Ramboll Finland Oy 2013a)

3.1.3 Pohjavesiolosuhteet

Hannukaisen kaivospiirin alueelle ja välittömästi kaivospiirin lounaispuolelle sijoittuu useita pienialaisia pohjavesialueita, lähimpänä Kivivuopionvaaran (12273124 ja 122731125), Kuervaaran (12273123) ja Saivojärven (12273117A ja B) pohjavesialueet. Pohjoispuolella lähin pohjavesialue on Aavahelukka (12498500). Rautuvaaran alueen eteläosaan saostusaltaan välittömään läheisyyteen sijoittuu Kurtakon

copyright© AFRY Finland Oy

(12273128) pohjavesialue ja sen eteläpuolelle Kivikkopalo (12273129). Pohjavesialueiden luokittelu on vanhan luokituksen mukaisesti pääosin III-luokkaa (muu pohjavesialue), jonka soveltuvuus vedenhankintaan edellyttää lisäselvityksiä. Antoisuudet on arvioitu vähäisiksi. Kuerjoen itäpuolelle sijoittuva Aavahelukka on luokan II, vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue, kuten myös Saivojärvi A Hannukaisen lounaispuolella. Hankealueella ja sen välittömässä läheisyydessä on useita lähteitä. (Ramboll Finland Oy 2013a)

Pohjavesialueiden luokitusta ollaan muuttamassa, missä yhteydessä Kuervaaran ja Kivivuopionvaaran I (12273124) pohjavesialueet poistetaan veden laadun ja heikoksi arvioidun antoisuuden vuoksi luokittelusta. Kivivuopionvaara 2 (12273125) korotetaan luokkaan 2, Saivojärven pohjavesialue siirretään luokkaan 2E (pohjavedestä riippuvainen pintavesiekosysteemi, Saivojärvi) ja A ja B alueet yhdistetään.

Hannukaisessa pohjavesi on kahtena–kolmena huonosti vettä läpäisevän maakerroksen erottamana kerroksena. Pohjavesipinnan syvyys vaihtelee välillä -0,02–27 m. Pohjaveden päävirtaussuunnat on suurimmalla osalla alueesta kohden Äkäsjokea, Kuervitikon louhosalueella ja sen läheisyydessä koilliseen kohti Kuerjokea ja kaivospiirin länsiosassa kohti Valkeajokea.

Rautuvaarassa pohjavesipinta on yleensä lähellä maan pintaa. Virtaussuunta on Niesajoen laaksoon päin. Nykyisen rikastushiekka-alueen ja pohjoisen selkeytysaltaan kohdalle sijoittuva vedenjakaja jakaa osan pohjavedestä virtaamaan pohjoiseen ja osan etelään. Alueen maa- ja kallioperä heikentävät luontaisesti pohjaveden laatua (sulfidimalmialue).

3.1.4 Vesistöt

Hankealue sijoittuu Tornionjoen-Muonionjoen vesistöalueen Kolarin-Äkäsjoen (67.3) Äkäsjoen alaosan (67.34) ja Niesajoen (67.36) valuma-alueille. Hankkeen vaikutus ulottuu alueella kaikkiaan viiden joen eli Muonionjoen, Kuerjoen, Äkäsjoen, Valkeajoen ja Niesajoen valuma-alueille. Lisäksi alueella on monia pienempiä puroja ja ojia. Äkäsjoki saa alkunsa Äkäslompolossa olevasta Äkäsjärvestä. Kuerjoki laskee Äkäsjokeen kaivosalueen pohjoispuolella ja Laurinoja sen eteläpuolella. Kauempana alavirrassa Äkäsjokeen laskevat Kylmämaanoja (Kylmäoja) ja Valkeajoki. Tornionjoki-Muonionjoki vesistöalue on Natura-2000 –verkoston alue (FI301912, SCI), jonka luontotyyppiin kuuluvat käytännössä kaikki hankealueen virtavedet. (Ramboll Finland Oy 2013a)

Äkäsjoen, Kuerjoen ja Valkeajoen virtausmäärät vaihtelevat suuresti vuodenaikojen mukaan. Keväisin lumen sulaminen aiheuttaa tulvia, jotka ajoittuvat tavallisesti toukokuulle. (Ramboll Finland Oy 2013a)

Niesajoki on Rautuvaaran alueen pääjoki, jota on muokattu voimakkaasti Rautuvaaran kaivostoiminnan aikana. Niesajoen yläosa on käännetty laskemaan Kylmäojan kautta Äkäsjokeen. Äkäsjoki ja Niesajoki laskevat Muonionjokeen.

Äkäsjoen vesistö on pääasiassa niukkaravinteista, hyvänlaatuista vettä, alhaisilla humuspitoisuuksilla. Vesistön minimiravinne on typpi. Niesajoen ja Laurinojan veden laatuun ovat vaikuttaneet aiemmat teollisuus- ja kaivostoiminnot.

copyright© AFRY Finland Oy

Hankealueen vesistöjen ekologinen tila on vesienhoidon 3. luokittelukierroksella määritelty alustavasti erinomaiseksi Äkäsjoessa ja Muonionjoessa. Kuerjoen, Valkeajoen ja Niesajoen ekologinen tila on alustavan arvion mukaan hyvä. Vesienhoidon 3. luokittelukierroksella kaikkien Suomen vesimuodostumien kemiallinen tila oli hyvää huonompi, sillä bromattujen difenyylieettereiden ympäristönlaatunormi ylittyy koko maassa. (SYKE ja ELY-keskukset 2020, SYKE 2020)

Tutkimustiedon perusteella sekä fosfori että typpi voivat rajoittaa virtavesien perustuotantoa, mutta ravinnepitoisuuksien ja perustuotannon määrän välinen korrelaatio on heikompi kuin järvissä. Virtavesissä perustuotannon määrään vaikuttavat ravinnepitoisuuksien lisäksi merkittävästi myös muut tekijät kuten lämpötila, virtausolosuhteet ja niissä tapahtuvat muutokset, valaistus, pohjan laatu ja levä- ja pohjaeläinyhteisöjen koostumus. Muonionjoessa tuotantoa rajoittavat nykyisellään todennäköisesti typpi ja fosfori yhdessä.

Äkäsjoki on yksi tärkeimmistä Tornionjoen meritaimenkannan lisääntymisalueista. Äkäsjoella ja sen sivu-uomilla on lisäksi paikallisia purotaimenkantoja. Lohen merkittävimmät poikastuotantoalueet keskittyvät Äkäsjoella sen alaosalle. Kuerjoki ja Valkeajoki ovat Äkäsjoen sivu-uomia. Niiden koskikalasto koostuu käytännössä eri-ikäisistä taimenista sekä kirjoeväsimpuista. Niesajoen koskikalasto koostuu enimmäkseen eri-ikäisistä lohikaloista, kuten taimenesta, lohesta ja harjuksesta, sekä kirjoeväsimpuista.

Tornionjoki-Muonionjoki on Itämeren alueen suurin joki, jossa on luontaiset lohi- ja meritaimenkannat. Samalla Tornionjoki on myös yksi suurimmista Atlantin lohen nykyisistä kutujoista. Itämeren lohikannat on luokiteltu vaarantuneiksi ja taimenen merivaelteiset kannat uhanalaisiksi. Lohen ohella taloudellisesti merkittäviä kalalajeja ovat Tornionjoella harjus, siika, hauki, ahven ja made. Tornionjoessa on myös pyyntivahva nahkiaiskanta.

3.1.5 Ilmasto-olosuhteet

Suunniteltu kaivos sijoittuu pohjoiseen, missä talvet ovat pitkiä ja kylmiä ja lumipeite on maassa yleensä lokakuusta toukokuuhun. Keväällä lumi sulaa nopeasti aiheuttaen paikallista tulvimista maan ollessa vielä jäässä. Vuoden keskilämpötila on lähellä 0 °C ja vuosittainen sademäärä on tavallisesti noin 400–500 mm. Hannukaisen sääaseman mittausaineiston mukaan, alueen vallitsevat tuulensuunnat ovat lounaasta ja etelälounaasta, joista tuulee noin 30 % ajasta. (Ramboll 2016)

Alueen ilmanlaatu on hyvä. Ainoa huomattava ilmanpäästöjen lähde Kolarin kunnassa on maantieliikenne.

3.1.6 Luonto ja suojelukohteet

Hannukaisen-Rautuvaaran alue kuuluu pohjoisboreaaliseen kasvillisuusvyöhykkeeseen, jossa kasvillisuus on karua. Puusto on havu- ja lehtimetsää ja alueella on myös harvapuustoisia alueita. Hankealuetta ympäröi laajat maa- ja metsätalousalueet. Alue kuuluu Etelä-Lapin aapasuoalueeseen, jossa useimmat suot ovat rimpityyppisiä. Rämeitä ja lähteitä voi esiintyä korkeammissa kohdissa.

copyright© AFRY Finland Oy

Tornionjoki-Muonionjoki vesistöalue on Natura-2000 –verkoston alue (FI301912, SCI). Koko suunniteltu hankealue sijaitsee Tornionjoki-Muonionjoki valuma-alueella.

Hannukaisen länsipuolella ja Rautuvaaran kaivosalueen kaakkoispuolella on luonnonsuojelualueita lähimmillään noin 1,5…2 km etäisyydellä. Niesaselkä Natura 2000 -alue (FI1300706, SCI) on suojeltu elinympäristödirektiivillä ja se sijaitsee alle 2 km Rautuvaarasta kaakkoon. Niesaselkä on myös suojeltu vanhana metsänä (AMO120248). Kiuasselkä (vanhan metsän suojelualue, AMO120255) sijaitsee lähimmillään noin 2,3 km Hannukaisen kaivosalueesta länteen ja Pakasaivo (harjujen suojeluohjelma, HSO120148) noin 4,4 km luoteeseen. Myös koko Ylläs-Pallas -kokonaisuus alle 10 km Hannukaisesta itään sisältää alueita, joita suojellaan kansallispuistona (KPU120022), Natura 2000 alueena (FI300618), vanhan metsän suojelualueena (AMO120285) ja soiden suojelualueena (SSO120555).

3.1.7 Asutus ja elinkeinot

Hannukaisen kylä sijaitsee välittömästi suunnitellun Hannukaisen avolouhoksen eteläpuolella sijoittuen nauhamaisesti seututien 940 ja Äkäsjoen varrelle. Kylässä on sekä vakituista asutusta että loma-asutusta.

Kaivoksen lähialueen päätoiminnat liittyvät turismiin. Hannukaisen itäpuolella, noin 8 km etäisyydellä, on Ylläksen matkailualue ja Pallas-Yllästunturin kansallispuiston alue, jotka ovat matkailun vetovoima-alueita. Hankealue on poron- ja metsänhoitoaluetta. Muonion paliskunnan poroerotusalue sijaitsee Hannukaisen kaivosalueen pohjoispuolella. Myös Rautuvaarassa on poroerotusaita.

3.1.8 Maisema

Alue on maisemaltaan kumpuilevaa ja metsäistä. Etäiset näköyhteydet kaivosalueelle peittyvät kukkuloiden ja lähialueella metsän taakse. Suora näköyhteys alueelle on Yllästunturilta ja osin se näkyy myös muilta tuntureilta ja kukkuloilta. Hankealueen ympäristössä on useita valtakunnallisesti merkittäviä rakennettuja kulttuuriympäristöjä, arvokkaita maisema-alueita ja muinaisjäännöksiä.

3.2 Alueen kaavoitus

Voimassa olevassa **Tunturi-Lapin maakuntakaavassa** (saanut lainvoiman 16.5.2012) Hannukaisen kaivos alue, ml. Rautuvaara on osoitettu kaavamerkinnällä EK, kaivosalue. Rautuvaaran vanha rikastushiekka-allas, joka nykyisin toimii Ylläksen jätevedenpuhdistamon jälkiselkeytysaltaana, on esitetty merkinnällä ET (yhdyskuntateknisenhuollon alue). Hannukaisen ja Rautuvaaran välille on osoitettu sähkölinjan ja massaputken yhdystarpeet. (Lapin liitto 2009)

Hannukaisen kaivosalue ja suurin osa Rautuvaaran alueesta sijoittuu voimassa olevan **Ylläksen osayleiskaavan** alueelle. Kaava ei ulotu Hannukaisen kaivosalueen läntisimpään osaan eikä Rautuvaaran alueen lounaisosaan. Kaavassa Hannukainen on maa- ja metsätalousvaltainen alue (M), jolla on aluevarausmääräys EK (kaivostoiminnan tutkimusalue, kaivostoiminta-alueelle tulee laatia asemakaava). Rautuvaarassa vanha rikastushiekka-alue ja rikastamon alue on esitetty kaavamerkinnällä ET (yhdyskuntateknisen huollon alue) ja ympäröivä alue on maa- ja

copyright© AFRY Finland Oy

metsätalousvaltaista aluetta (M). Myös Rautuvaarassa on aluevarausmääräys EK (kaivostoiminnan tutkimusalue, kaivostoiminta-alueelle tulee laatia asemakaava). (Kolarin kunta 2008)

Kolarin kunnanvaltuusto hyväksyi Hannukaisen kaivosalueen osayleiskaavan 10.5.2021- . Päätöksestä on tehty valituksia Pohjois-Suomen hallinto-oikeuteen ja kaavakonsultti on laatimassa niihin vastineita, tilanne marraskuu 2021. Kaava kattaa Hannukaisen louhosalueen ja Rautuvaaran. Kaavassa kaivostoimintojen alueella kaavamerkintä on EK (kaivosalue), jolle on annettu lisämääreitä liittyen aitaamiseen, apualueisiin tai kaivostoiminnan tutkimusalueeseen sekä kaivoksen jätteenkäsittely- ja sijoitusalueeseen. Ympäröivät alueet on merkinnällä M (maa- ja metsätalousvaltainen alue). Kaavaehdotus on kuulutettu keväällä 2018. (Kolarin kunta 2018)

Alueella ei ole voimassa olevaa asemakaavaa.

Hannukaisen kaivosteollisuusalueen asemakaava ja **Rautuvaaran teollisuusalueen asemakaava** on vireillä ja kuulutettu keväällä 2018. Hannukaisessa kaivoksen teolliset alueet on kaavoitettu kahtena osa-alueena, joilla kaavamerkinnät on EKT/kem-2 (Kaivosteollisuusalue, Kaivostoimintaan liittyvä teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue, jolle saa sijoittaa merkittävän vaarallisia kemikaaleja valmistavan ja varastoivan laitoksen) ja EKT-1 (Kaivosteollisuusalue, Kaivostoimintaan liittyvä teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue). Alueelle saa sijoittaa kaivostoimintaan liittyviä toimisto-, konepaja ja varastorakennuksia, rakennelmia ja laitteita) (Kolarin kunta 2018a). Rautuvaaran rikastamon alueella kaavamerkintä on EK/kem-1 (Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue, jolle saa sijoittaa kaivostoimintaan liittyviä toimisto-, rikastamo-, konepaja- ja varastorakennuksia sekä muita kaivostoiminnan vuoksi tarpeellisia muita rakennuksia, rakennelmia ja laitteita). (Kolarin kunta 2018b)

3.3 Aikaisempi kaivostoiminta ja alueen nykytila

Hannukaisessa on aiemmin harjoitettu kaivostoimintaa Rautaruukki Oy:n toimesta. Alueella sijaitsevat aiemman kaivostoiminnan jäljiltä Kuervaaran ja Laurinojan vedellä täyttyneet avolouhokset sekä sivukiven ja pintamaiden läjitysalue. Avolouhosten eteläpuolella sijaitsee aktiivikäytössä oleva maa-ainesten ottoalue, josta kaivetaan soraa ja hiekkaa ja murskataan sivukivikasaan läjitettyä sivukiveä maarakennusyrityksen toimesta.

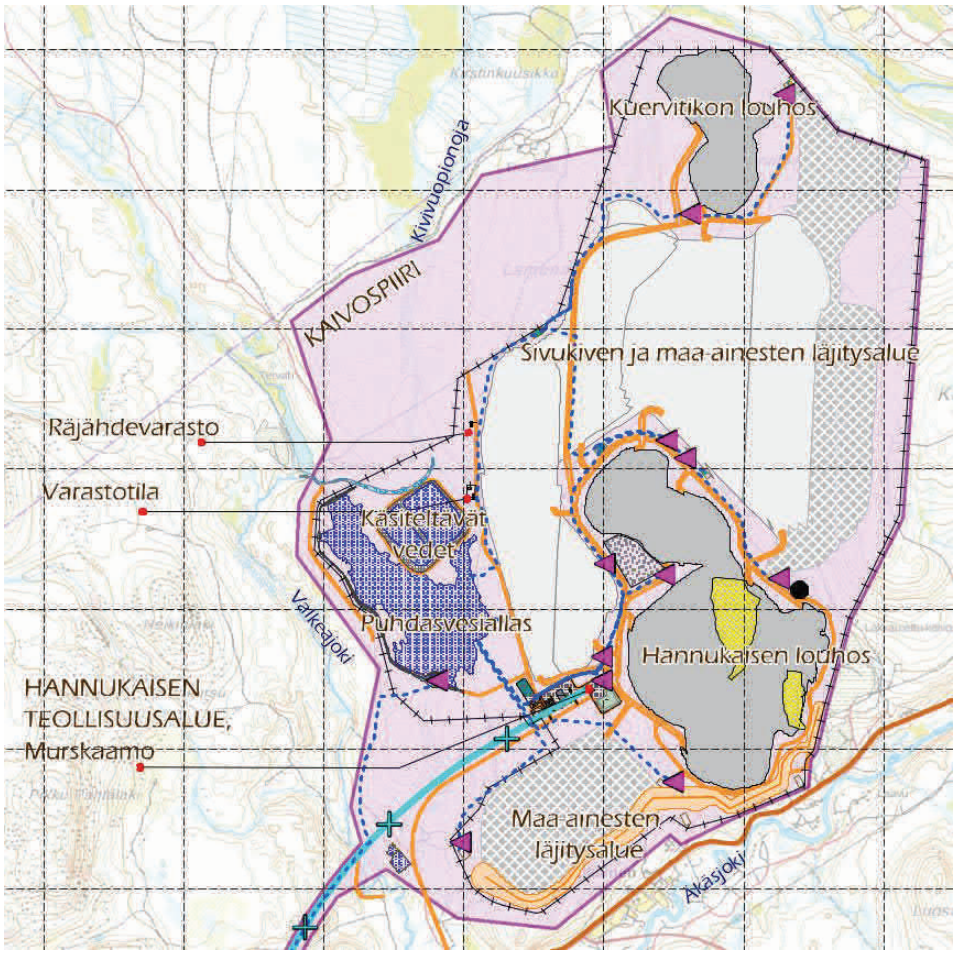
Rautuvaarassa on Rautaruukki Oy:n ja Outokumpu Oy:n aiemman toiminnan jäljiltä rikastushiekka-alue, sivukivialue, vanhan kaivoksen avolouhosjärvet, ratapiha sekä kaivostoimintaan liittyneitä teollisuusrakenteita. Kaivostoiminnan alussa osa Niesajoesta on käännetty virtaamaan Kylmäojan kautta Äkäsjokeen. Jäljelle jäänyt osa Niesajoen uomaa on padottu prosessin vesivarastoksi (nykyinen Ylläksen jätevedenpuhdistamon jälkiselkeytysallas) ja rikastushiekka-alue on erotettu Niesajoesta ja raakavesialtaasta padoilla. Rikastushiekka-alueelle on läjitetty happoa muodostavaa sulfidipitoista rikastushiekkaa sekä pieniä määriä muita rikastushiekkoja. Rikastushiekka-alueen eteläpäähän on muodostunut selkeytysallas.

copyright© AFRY Finland Oy

Rikastushiekka-alueelle on laadittu sulkemissuunnitelma (Pöyry Finland Oy 2012a), jonka mukaiset sulkemistoimenpiteet on saatu päätökseen Rautaruukki Oy:n toimesta loppuvuodesta 2018.

3.4 Suunniteltu kaivostoiminta

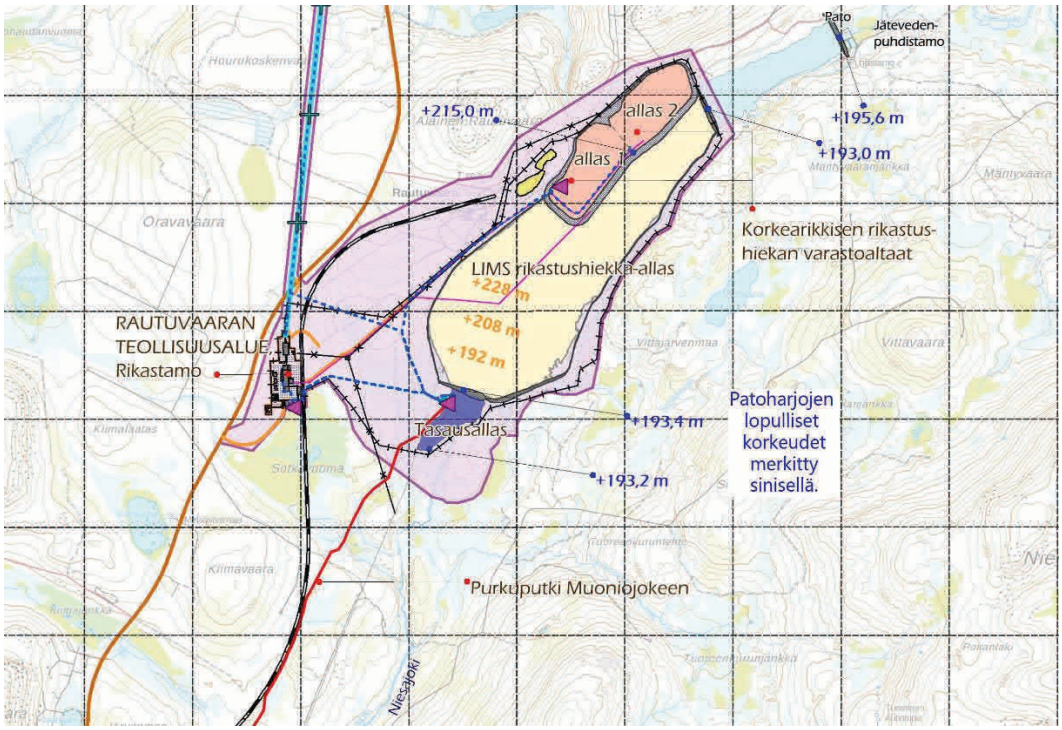
Hannukainen Mining Oy:n tarkoituksena on aloittaa kaivostoiminta jäljellä olevien rautaoksidi-, kupari- ja kultamalmivarantojen hyödyntämiseksi. Hannukaisen louhos on suunniteltu osittain vanhojen avolouhosten kohdalle, vanhan sivukivialueen länsipuolelle. Myöhemmin louhittava Kuervitikon louhos sijoittuu kaivospiirin pohjoisosaan. Louhosten lisäksi Hannukaiseen tulee sivukiven ja pintamaan läjitysalueet, puhdasvesiallas, käsiteltävien vesien altaat, teollisuustoiminnoista murskaamo, malmin välivarasto, ja voimalaitos sekä toimisto-, sosiaali- ja varastotilat. Sivukivi läjitetään sivukivialueelle, joka sijoittuu Hannukaisen avolouhoksen länsi-, pohjois- ja itäpuolelle. Happoa mahdollisesti muodostava sivukivi (PAF) läjitetään erillään ei-happoa muodostavasta sivukivestä (NAF). Rakentamiseen soveltuva, louhosalueilta ja rakennettavilta alueilta poistettu pintamaa-aines hyödynnetään rakennusmateriaalina mm. alueen eteläpuolelle tehtävään valliin ja maa-aines, jota ei hyödynnetä, varastoidaan ja osa hyödynnetään myöhemmin kaivoksen sulkemistöissä.



Kuva 3-1. Hannukaisen kaivosalueelle suunnitellut toiminnot. Kuvan ruutujako on 1 km. (karttarasteri 1:50 000 © MML, 05/2020)

copyright© AFRY Finland Oy

Malmin rikastamo sijoitetaan Rautuvaaraan, noin 10 km louhosalueelta etelään, jonne murskattu malmi kuljetetaan hihnakuljettimella. Kaivoksen päätuote tulee olemaan magnetiitti (Fe_3O_4). Sivutuotteena saadaan kupari-kulta -rikastetta sekä pyriittirikastetta. Tuotantoprosessissa syntyvä matalarikkinen rikastushiekka (LIMS) läjitetään alueelle vanhan rikastushiekka-alueen kohdalle ja sen koillispuolelle. Rikastushiekka-allas eristetään ympäristöstään padoilla ja reunavalleilla. Korkearikkinen (High-S) rikastushiekka sijoitetaan matalarikkisen rikastushiekka-alueen pohjoispuolelle rakennettaviin tiivispohjaisiin patojen rajaamiin altaisiin.



Kuva 3-2. Rautuvaaran rikastamo ja rikastushiekan läjitysalueet. Kuvan ruutujako on 1 km. (karttarasteri 1:50 000 © MML, 05/2020)

Kaivoksen suunniteltu toiminta-aika on 20 vuotta. Malmia arvioidaan louhittavan vuosina 2026–2046. Kaivoksen sulkemisvaiheen arvioidaan kestävän viisi vuotta (2046–2051).

3.5 Louhokset

Hannukaisen kaivoshankkeessa hyödynnetään kahta rautaoksidi-kupari-kulta-malmiesiintymää kahdesta avolouhoksesta –Hannukaisen louhoksesta ja Kuervitikon louhoksesta (Taulukko 3-1). Louhinta tehdään avolouhintana portaittain alaspäin edeten. Kaivoksen koko voi muuttua suunnittelu- ja toimintavaiheessa, jos uusia kerrostumia havaitaan tai jos louhinta ei enää ole kannattavaa huonontuneen sivukivi-malmi suhteen vuoksi. (SRK Consulting 2013d)

copyright© AFRY Finland Oy

Taulukko 3-1. Suunniteltujen avolouhosten mitat

	Hannukainen	Kuervitikko
Pinta-ala (ha)	220	64
Pituus (m)	2 500	1 200
Leveys (m)	1 800	700
Syvyys (m)	200	110

3.6 Malmin käsittely ja teollisuusalue

Malmi kuljetetaan avolouhoksesta maanalaiseen murskaimeen Hannukaisen teollisuusalueelle. Murskaamisen jälkeen malmi kuljetetaan hihnakuljettimella Rautuvaaraan rikastamossa käsiteltäviksi.

Hannukaisen teollisuusalue sijaitsee kaivosalueen keskellä ja sinne sijoittuu murskain, sähkölaitos, pysäköintialue ja muu infrastruktuuri, polttoaineasema, kuormaautokorjaamo ja kaivoksen toimistot. Kuljetushihna kulkee noin 9 km matkan Hannukaisesta Rautuvaaran alueelle. Rautuvaaran teollisuusalue sijaitsee Sotkavuoman suon pohjoispuolella. Sinne tulee sijoittumaan rikastamo, huolto- ja terveydenhoitorakennukset, malmivarasto, rikastevarasto, jätevesienkäsittely, ratapiha ja muu infrastruktuuri.

3.7 Kaivannaisjätteet ja kaivannaisjätealueet

Kuvaus kaivannaisjätteiden ominaisuuksista (karakterisointi) perustuu Hannukaisen kaivoshankkeen YVA-menettelyn, kannattavuusselvityksen (DFS) sekä ympäristölupahakemuksen yhteydessä laadittuihin asiakirjoihin:

- Ramboll Finland Oy 2013a. Hannukaisen kaivoshanke. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. 82143474. 16.5.2013. Northland Mines Oy.
- SRK Consulting (UK) Limited 2013a. Hannukainen DFS waste rock geochemical characterization, Wrd seepage and pit lake water quality prediction report, January 2013. Report prepared for Northland Mines Oy, UK4985.
- Nils Eriksson Environmental Consultant 2012. Final DFS Report. Tailings and tailings water characterization, Hannukainen iron ore project, Finland February 2012. Report prepared for Northland Mines Oy.
- Pöyry Finland Oy, 2020. Hannukainen, koerikastusjätteen karakterisointiraportti 2017. Päivitetty raportti. 101007636-001, 06/2020.
- SRK Consulting (UK) Limited 2020. Hydrological Impact Assessment Update on the Rautuvaara Tailings Facility, Hannukainen Project, Finland. Prepared for Hannukainen Mining. UK30785. July 2020.
- SRK Consulting (UK) Limited 2021. Hydrological Impact Assessment Update for the Post - Closure Phase of the Hannukainen Mine, Finland. Prepared for Hannukainen Mining Oy. UK31187. October 2021.

Hannukaisen kaivannaisjätteiden ominaisuudet sekä niiden määrityksessä käytetyt menetelmät, lähestymistapa ja tausta-aineisto on kuvattu tarkemmin jätehuoltosuunnitelmassa (AFRY Finland Oy 2021). Tässä yhteydessä on kuvattu tiivistetysti kaivannaisjätejakeiden karakterisointi niiltä osin, millä on merkitystä alueen sulkemista suunniteltaessa.

copyright© AFRY Finland Oy

3.7.1 Pintamaa

Pintamaa (OVB) muodostuu hiekasta, sorasta ja moreenista. Maata poistetaan yhteensä noin 75 Mt (44 m^3-itr). Osa pintamaasta käytetään välittömästi alueen rakenteisiin, kuten patojen ja suojavallin rakentamiseen. Loput varastoidaan loppusijoitukseen tai odottamaan hyötykäyttöä kaivosalueen maisemoinnissa. Hannukaiseen tulee kaksi erillistä pintamaan läjitysaluetta, toinen sivukiven läjitysalueen itäreunaan ja toinen Hannukaisen louhoksen lounaispuolelle. Pintamaan läjitysalueiden pinta-ala on kaikkiaan noin 259 ha.

Pintamaa on luokiteltu ei-happoa tuottavaksi maa-ainekseksi, jonka rikkipitoisuus on alhainen (<0,1%). Sen kemiallinen laatu heijastaa alueen moreenien taustapitoisuutta. Metallien kokonaispitoisuudet alittavat Valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 määritellyt kynnysarvot. Maa-aineksen pH vaihtelee välillä 5-7. Hannukaisen moreenit ovat melko heikosti lajittuneita, rakeisuudeltaan lähellä hienoja hiekkoja tai silttisiä hiekkoja. Moreenien vedenläpäisevyydet ovat luokkaa 10^{-6}…10^{-7} m/s tai hieman korkeampia. Rautuvaaran alueen moreenit ovat kohtuullisen heikosti vettä johtavia, (K= $2{,}1 \times 10^{-7}$…$9{,}6 \times 10^{-7}$ m/s). (Pöyry Finland Oy 2012b)

Pintamaa on kaivannaisjäteasetuksen liitteen 1 perusteella pysyvää kaivannaisjätettä. Jäteluettelon (179/2012) mukainen koodi on 01 01 01 (metallimineraalien louhinnassa syntyvät jätteet).

3.7.2 Sivukivi

Kaivoksen toiminnan aikana muodostuu noin 370 Mt sivukiveä. Sivukivet koostuvat montsoniitista, dioriitista, liuskeesta, karresta sekä amfiboliitista. Ne on jaettu kahteen luokkaan: ei-happoa muodostaviksi NAF- ja mahdollisesti happoa muodostaviksi PAF-sivukiviksi.

Ei happoa muodostavia (NAF, *Non-Acid Forming*) sivukiviä ovat alueella montsoniitti ja matalarikkinen dioriitti. Niissä on alhainen rikkipitoisuus (<0,1 %) tai riittävä puskurointikyky happamien vesien muodostumisen ehkäisemiseksi, alhaiset metallipitoisuudet ja vähäinen metallien liukoisuus. NAF-sivukivi saattaa sisältää kohonneita pitoisuuksia uraania ja sulfaattia sekä louhinnasta aiheutuvia kohonneita nitraatin pitoisuuksia. Sivukiven pH:n arvioidaan vaihtelevan välillä 6,5–8,5. (SRK Consulting 2013a) Ei-happoa muodostava sivukivi (NAF) luokitellaan kaivannaisjäteasetuksen liitteen 1 perusteella pysyväksi kaivannaisjätteeksi. Sitä muodostuu toiminnan aikana noin 180 Mt eli 83 Mm^3-itr.

Mahdollisesti happoa muodostaviksi (PAF, *Potentially Acid Forming*) sivukiviksi on määritelty liuskeet, karsikivet, amfiboliitti sekä keski- ja korkearikkiset dioriitit. Niissä on korkea rikkipitoisuus (keskimäärin 5,5 %) ja/tai riittämätön puskurointikyky happamien vesien muodostumisen estämiseksi, kohonneet metallipitoisuudet ja kohonnut metallien liukoisuus. PAF-sivukivi saattaa sisältää kohonneita Al-, Co-, Cu-, Fe-, Mg-, Ni, U-, Zn- ja SO_4-pitoisuuksia sekä louhinnasta aiheutuvia kohonneita nitraatin pitoisuuksia. Sivukiven pH:n arvioidaan vaihtelevan välillä 2–4. (SRK Consulting 2013a) Mahdollisesti happoa muodostava PAF-sivukivi on tavanomaista kaivannaisjätettä (ei-pysyvä, ei-vaarallinen). Sitä muodostuu toiminnan aikana noin 190 Mt ali 85 Mm^3-itr.

copyright© AFRY Finland Oy

Sekä NAF- että PAF-sivukiven jäteluettelon (179/2012) mukainen koodi on 01 01 01 (metallimineraalien louhinnassa syntyvät jätteet).

Ei-happoa muodostavan (NAF) sivukivialueen suotovesien alkuainepitoisuudet ovat pieniä ja alittavat pääosin esim. Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) päätöksessä 683/2017 talousvedelle määritellyt enimmäispitoisuudet ja suositusarvot. PAF-sivukiven on arvioitu muodostavan happamia vesiä, joissa on korkeita sulfaattipitoisuuksia ja kohonneita alumiinin, koboltin, kuparin, raudan, mangaanin, nikkelin ja sinkin pitoisuuksia. Arvioidut pitoisuudet ylittävät esim. STM:n talousveden enimmäispitoisuudet. (SRK Consulting 2013a)

Sivukivialue sijoittuu lähes yhtenäisenä alueena Hannuksen louhoksen koillis-, pohjois- ja länsipuolelle. Sen pinta-ala on noin 440 ha ja maksimikorkeus +320 mpy. Sivukiven ja pintamaan läjitysalueiden täyttökapasiteetti on yhteensä 212 Mm^3-rtr. Sivukivi varastoidaan siten, että mahdollisesti happoa muodostava sivukivi (PAF) läjitetään erillään ei-happoa muodostavasta sivukivestä (NAF). Mahdollisesti happoa muodostava sivukivi (PAF) on suunniteltu sijoitettavaksi alueille, missä pohjaveden virtaus suuntautuu avolouhokseen, josta vedet voidaan kerätä ja pumpata käsittelylaitokselle. Ei-happoa muodostava sivukivi läjitetään suoraan tasatulle maapohjalle, josta on ensin poistettu kasvillisuus ja pintamaat noin 0,3 m syvyydeltä. Mahdollisesti happoa muodostavalle sivukivialueelle (PAF) on suunniteltu tiivis pohjarakenne, joka koostuu HDPE kalvosta ja bentoniittikerroksesta tai vastaavasta tiivisrakenteesta, ja sivukivialue sijoitetaan niin, että pohjaveden virtaus suuntautuu avolouhokseen, josta vedet voidaan kerätä ja pumpata käsittelylaitokselle. Kasojen reunaluiskat muotoillaan sulkemisvaiheessa kaltevuuteen 1:3. Aktiivisen sulkemisen aikana sivukivialueen vedet johdetaan käsiteltävien vesien altaaseen ja sieltä Rautuvaaraan käsittelyyn ja edelleen Muonionjokeen. Sulkemisvaiheen jälkeen, kun sivukivialueet on suljettu, myös kaikki sivukivialueella muodostuvat vedet johdetaan avolouhokseen.

3.7.3 Rikastushiekat

Tuotannossa muodostuva rikastushiekka jaetaan matalarikkiseen (LIMS) rikastushiekkaan ja korkearikkiseen (High-S) rikastushiekkaan. Matalarikkistä rikastushiekkaa muodostuu kaikkiaan 53,3 Mt ja korkearikkistä 17,6 Mt.

Matalarikkinen rikastushiekka koostuu kahdesta eri virrasta. Pääosa on pyriitin esivaahdotuksessa syntyvää jätettä ja alle prosentti magneettierottimen ei-magneettista (LIMS_EM4) jaetta. Rikastushiekan koostumuksesta valtaosa on silikaattimineraaleja. Matalarikkisen rikastushiekan vedenläpäisevyys on $1{,}1 \times 10^{-6}$ m/s. Läjityksessä rikastushiekan arvioidaan saavuttavan 83 massa-% kiintoainepitoisuuden ja hiekan pinnan asettuvan noin 3,7 % kaltevuuteen. Tiivistyneen hiekan irtotiheys on 2,4 t/m^3. (Nils Eriksson Environmental Consultant 2012)

Matalarikkinen rikastushiekka sisältää vain vähän sulfidirikkiä, mutta sen neutralointikapasiteetti on alhainen ja siten se luokitellaan mahdollisesti happoa tuottavaksi (PAF). Raskasmetallien kokonaispitoisuudet ja liukoiset pitoisuudet olivat kaikilta osin matalia. Ainoastaan liukoisen nikkelin osalta ylittyi pysyvän jätteen kaatopaikalle asetettu viitearvo. (Afry Finland Oy, 2020) Rikastuskemikaaleista

copyright© AFRY Finland Oy

flokkulantin (AN 913SH, määrä 200 t/a) arvioidaan päätyvän rikastushiekkaan, muiden kemikaalien jäädessä rikasteeseen tai hajotessa prosessissa.

Matalarikkinen rikastushiekka on vaarallista kaivannaisjätettä. Koska matalarikkinen rikastushiekka on mahdollisesti happoa muodostavaa, on sen jäteluettelon mukainen luokitus 01 03 04* (sulfidimalmin käsittelyssä syntyvät happoa muodostavat rikastushiekat), eli hiekka luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi.

Matalarikkinen rikastushiekka varastoidaan Rautuvaaraan vanhalle rikastushiekan läjitysalueelle laajentaen sitä koilliseen ja luoteeseen. Matalarikkisen rikastushiekka-alueen lopullinen pinta-ala tulee olemaan noin 280 ha. Täyttötilavuutta alueella on noin 37,8 Mm^3. Matalarikkisen rikastushiekan alueelle ei tule erillistä pohjarakennetta, vaan läjitys tapahtuu vanhan, tiivistyneen rikastushiekan päälle.

Korkearikkinen (High-S) rikastushiekka koostuu pyrrotiitin esivaahdotuksen rikasteesta (PoER), joka on ko. vaahdotuksen jäte eli rikastushiekka, pyriitin kertausvaahdotuksen jätteestä (PyKJ) ja pyriittivaahdotuksen syötteen vedenerotussyklonin ylitteestä (Sy). Näitä jakeita syntyy keskimäärin PoER-PyKJ-Sy suhteessa (%) 40–37–23.High-S rikastushiekan vedenläpäisevyys on $1{,}3 \times 10^{-4}$ m/s. Altaassa hiekka tiivistyy 80 massa-% kiintoainepitoisuuteen ja sen irtotiheys altaassa on 2,7 t/m^3. Hiekka asettuu läjitettäessä vaakatasoon. (Nils Eriksson Environmental Consultant 2012)

Korkearikkinen rikastushiekka käsitetään happoa tuottavana (PAF) materiaalina. Se sisältää kohonneita, Vna 2014/2007 ylemmät ohjearvot ylittäviä pitoisuuksia kobolttia, kuparia ja nikkeliä. Rikastushiekasta liukenee nikkeliä korkeina pitoisuuksina sekä seleeniä, kuparia ja sulfaattia (SO_4) kohtalaisina pitoisuuksina. (Afry Finland 2020) Rikastuskemikaaleista flokkulantin (Magnaflog, määrä 5 t/a) arvioidaan päätyvän rikastushiekkaan, muiden kemikaalien jäädessä rikasteeseen tai hajotessa prosessissa.

Korkearikkinen rikastushiekka on vaarallista kaivannaisjätettä. Pyriitin kertausjätteessä koboltin ja kuparin pitoisuudet ylittävät vaarallisen jätteen raja-arvot. Lisäksi jae luokitellaan jäteasetuksen mukaan jätenimikkeellä 01 03 04* (sulfidimalmin käsittelyssä syntyvät happoa muodostavat rikastushiekat), eli vaaralliseksi jätteeksi.

Korkearikkinen rikastushiekka varastoidaan Rautuvaaraan rakennettavaan kahteen erilliseen varastoaltaaseen. Korkearikkisen rikastushiekka-alueen suunniteltu kokonaistilavuus on noin 9,6 Mm^3. Padon lopullinen patokorkeus +215 ja pinta-ala patopenkereet mukaan lukien 76,7 ha. High-S -rikastushiekan läjitysalueelle rakennetaan tiivis pohjarakenne, joka muodostuu HDPE-kalvosta, bentoniittimatosta ja kuivatuskerroksesta tai muusta vastaavasta tiivisrakenteesta.

Rikastushiekan lisäksi High-S altaaseen johdetaan kaivoksen ja rikastamon **vesien käsittelyssä muodostuvat sakat**. Toiminnassa muodostuu karbonaattisaostuksen sakkaa noin 800 t/a, kipsisakkaa noin 2 000 t/a ja metallihydroksidisakkoja noin 17 000 t/a. Kaivoksen toiminnan aikana vesienkäsittelyn sakkoja muodostuu kaikkiaan arviolta 0,34 Mt. Tarkemmat arviot vuositasolla muodostuvista sakkamääristä on esitetty vedenkäsittelysuunnitelmassa joka on lupahakemuksen

copyright© AFRY Finland Oy

liitteenä 9. Metallihydroksidisakassa arvioidaan olevan mm. nikkeliä, kuparia, kobolttia, rautaa, alumiinia, mangaania, sinkkiä ja uraania. Karbonaattisaostuksen sakka on kalsiumkarbonaattia, jonka mukana mahdollisesti saostuu metallihydroksideja ja –karbonaatteja. Varovaisuusperiaatteen mukaisesti kaikki vesienkäsittelyn sakat luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi. (Teollisuuden vesi 2021, Lupahakemuksen Liite 9)

Rikastushiekan vedenlaatu on mitattu vuoden 2017 koerikastusten rikastusjäännöksestä erottuvasta vedestä rikastuskokeiden yhteydessä ja vuoden 2020 kosteuskammiokokeista, joihin kumpaankin liittyy epävarmuuksia. Arvio rikastushiekka-alueiden veden laadusta vaihtelee jossain määrin arviointimenetelmästä riippuen. Todellisuudessakin rikastushiekka-alueiden eri osissa muodostuu erilaisia vesilaatuja. Korkearikkisen rikastushiekka-alueen suotovesien arvioidaan olevan happamia ja sisältävän kohonneina pitoisuuksina mm. sulfaattia, alumiinia, kuparia, kobolttia, uraania, rautaa ja nikkeliä. Matalarikkisen rikastushiekka-alueen vesien on arvioitu olevan neutraaleja tai lievästi emäksisiä lukuun ottamatta mallinnuksella (SRK Consulting 2020) arvioitua, happamaksi todettua huokosveden laatua. pH:n ollessa matala (2,8) on metallien liukoisuus suurempaa, mikä näkyy mm. alumiinin, kromin ja kuparin pitoisuuksissa.

3.8 Vesienhallinta

Hannukaiseen tulee allas puhtaille vesille ja kaksi käsiteltävien vesien allasta. Sivukivialueilta muodostuva pintavalunta ja pohjaveteen suotautuvat vedet kerätään avolouhokseen ja aluetta ympäröiviin keräilyojiin, joista vedet johdetaan altaisiin. Pintamaan läjitysalueilta ja pääsääntöisesti ei-happoa muodostavalta sivukivialueelta vedet johdetaan puhdasvesialtaaseen, avolouhoksista ja mahdollisesti happoa muodostavalta sivukivialueelta käsiteltävien vesien altaisiin. Käsiteltävien vesien altaista vedet johdetaan Rautuvaaraan puhdistamolle, josta edelleen prosessiin tai Rautuvaaran tasausaltaaseen. Puhdasvesialtaasta vesiä voidaan johtaa suoraan rikastusprosessiin tai Rautuvaaran tasausaltaaseen. Vesienkäsittelysuunnitelmassa on varauduttu poikkeustilanteissa käsittelemään myös puhdasvesialtaan vesiä ennen tasausaltaaseen johtamista.

Käsiteltävien vesien altaat sijoittuvat puhdasvesialtaan pohjoispuolelle Kivivuopionojan ja Valkeajoen väliin. Molempien käsiteltävien vesien altaiden tilavuus on 0,5 Mm^3 ja laajuudeltaan ne ovat 9,4 ha ja 13,8 ha. Kivivuopionoja käännetään kulkemaan uutta uomaa pitkin käsiteltävien vesien altaiden pohjoispuolitse Valkeajokeen.

Rautuvaaraan rakennetaan seuraavat rakenteet:

- Matalarikkisen rikastushiekka-alueen pohjoinen pato
- Matalarikkisen rikastushiekka-alueen eteläinen pato
- Korkearikkisen rikastushiekka-alueen altaat ja padot
- Uusi tasausallas ja tasausaltaan pato
- Rikastushiekka-alueen pohjoispuolella olevan Tunturi-Lapin Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamon padon korotus

copyright© AFRY Finland Oy

Matala- ja korkearikkisen rikastushiekan alueilta muodostuu vesiä pintavaluntana ja rikastushiekasta erottumalla. Toimintavaiheessa vedet pumpataan Rautuvaaran puhdistamolle käsiteltäviksi. Vesienkäsittelystä vedet kierrätetään prosessivedeksi ja ylimääräinen vesi johdetaan Rautuvaaran tasausaltaaseen, josta vesiä pumpataan Muonionjokeen.

3.9 Muu infrastruktuuri

Hannukaisen alueelle tehdään seitsemän metrin levyinen kulkutie, joka yhdistyy tiehen 940. Kulku Rautuvaaran alueelle tapahtuu samankaltaisen tien kautta.

Kuljetuskäytävä yhdistää Hannukaisen ja Rautuvaaran alueet. Yhdeksän kilometrin pituiseen ja noin 20 m levyiseen käytävään sisältyy huoltotie, murskatun malmin kuljetushihna, voimalinja ja Hannukaisen poistovesiputkisto.

Muut huolto- ja kuljetustiet sijaitsevat louhinta-alueella, sivukivialueen, rikastushiekka-alueen ja avolouhosten ympärillä.

4 Sulkemista koskevat vaatimukset

4.1 Kaivoksen sulkemista koskeva lainsäädäntö

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

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

Ympäristönsuojelulain (527/2014) 94 §:n mukaan, luvanvaraisen toiminnan päätyttyä toiminnanharjoittaja vastaa edelleen tarvittavista toimista ympäristön pilaantumisen estämiseksi. Lisäksi toiminnanharjoittaja vastaa edelleen toiminnan vaikutusten selvittämisestä ja tarkkailusta lupamääräysten mukaisesti. Mikäli lupa ei sisällä riittäviä määräyksiä toiminnan lopettamiseksi, on lupaviranomaisen annettava tätä tarkoittavat määräykset.

Ympäristönsuojeluasetuksen (713/2014) 16 §:n mukaan voidaan kaatopaikkojen osalta esittää määräyksiä liittyen käytöstä poistamiseen ja sulkemiseen. Lisäksi voidaan esittää määräyksiä siitä, kuinka kauan toiminnanharjoittajan on vastattava kaatopaikan jälkihoidosta, kuitenkin vähintään 30 vuotta. Mikäli toiminnasta kuitenkin aiheutuu maaperän tai pohjaveden pilaantumista, on toiminnanharjoittaja

copyright© AFRY Finland Oy

velvollinen puhdistamaan maaperän ja pohjaveden ympäristönsuojelulain 14 luvun säännösten mukaisesti.

Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä (190/2013) edellyttää, että toiminnanharjoittaja vastaa jätealueen käytöstä poistamisen jälkeen tehtävistä jälkihoitotoimista sekä niihin liittyvästä seurannasta ja tarkkailusta. Toiminnanharjoittajan vastuu jatkuu niin kauan kuin on tarpeen, jotta saadaan varmistettua, ettei alueesta aiheudu ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa. Lisäksi on pystyttävä varmistamaan, että alue on vakaa ja pysyvästi maisemoitu eikä alueesta aiheudu onnettomuuden vaaraa ja siitä aiheutuvaa ympäristökuormitusta. On myös pystyttävä varmistamaan, että vaikutusalueen pinta- tai pohjavesien tilaa ei ole enää tarpeen tarkkailla. Tarvittavista toimista määrätään ympäristönsuojelulain nojalla annettavissa määräyksissä.

4.2 Hyviä käytäntöjä kaivoksen sulkemisessa

Lainsäädännön ja lupaehtojen ohessa sulkemissuunnittelussa huomioidaan hyvät käytännöt. Toisaalta tämä voidaan nähdä myös lainsäädännön asettamana vaatimuksena, sillä ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaan luvanvaraisessa ja rekisteröitävässä toiminnassa tulee soveltaa parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Parhaan käyttökelpoisen tekniikan arvioinnissa sovelletaan kaivannaisjätteen BREF dokumenttia "Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries" (EC 2018) ja sen soveltamisesta laadittua ympäristöministeriön opasta "Opas kaivannaisjätteiden hallinnan MWEI BREF-vertailuasiakirjan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskevien päätelmien soveltamiseen". BREF-dokumentin mukaiset menettelyt eivät ole sitovia ja toiminnassa voidaan käyttää muita soveltuvia rakenteita tai toimintatapoja, joilla saavutetaan vähintään vastaava ympäristönsuojelullinen tila. Hyvää sulkemissuunnitteluprosessia kuvaa erityisesti "Integrated Mine Closure – Good Practice Guide, 2nd Edition" (ICMM 2019).

4.3 Sijaintikohtaiset vaatimukset

Hannukaisen kaivoksen lähialueen yhteisön ja ympäristöolosuhteiden asettamat vaatimukset on koottu taulukkoon 4-1.

Taulukko 4-1. Ympäristöolosuhteiden ja yhteisön asettamat vaatimukset sulkemiselle.

Vaikutuskohde	Keskeistä vaikutuskohteesta	Erityisesti huomioitava
Vastaanottava vesistö	Alueen pintavedet ovat ekologiselta luokaltaan pääosin hyviä. Muonionjoki on ekologiselta luokaltaan erinomainen. Äkäs- ja Kuerjoki ovat meritaimenen lisääntymisalueita, ja alueella on lisäksi paikallisia purotaimen kantoja. Muonionjoki on rajajoki, johon päätyy myös Kaunis Iron –kaivoksen kuormitus aiheuttaen kumuloituvaa vaikutusta. Vesistöön johdettavat vedet eivät saa merkittävästi heikentää veden luontaista laatua tai alapuolisen vesistön ekologista tilaa.	X
Pohjavedet	Sulkemisen jälkeisessä tilanteessa pohjavesialueita on välittömästi Hannukaisen kaivostoimintojen länsipuolella, sen läheisyydessä pohjoispuolella ja Rautuvaaran lounaispuolella.	X

copyright© AFRY Finland Oy

Vaikutus-kohde	Keskeistä vaikutuskohteesta	Erityisesti huomioitava
	Pohjavesialueiden luokittelua ollaan päivittämässä, jolloin osa poistuu luokittelusta ja osan merkittävyys voi lisääntyä. Pohjavesialueiden läheisyydestä johtuen yhteys kaivosalueen ja pohjavesialueiden välillä on mahdollinen. Yleisenä vaatimuksena on pohjaveden pilaamiskielto sekä pyrkimys mahdollisimman vähäiseen pohjaveden määrälliseen ja laadulliseen muutokseen.	
Suojelu-alueet ja uhanalaiset lajit	Lähimmille suojelualueille on noin 1,5 – 3,5 km, mille etäisyydelle jälkihoitovaiheen mahdollisten pölyvaikutusten ei arvioida ulottuvan. Alueen maaperä on tiivistä moreenia ja pohjaveden virtaussuunta maanpinnan muotoja mukaillen kohti jokilaaksoja. Merkittävää pohjavesiyhteyttä kaivos- ja rikastamoalueelta suojelualueiden suuntaan ei arvioida olevan. Niesaselän Natura-alue ulottuu osittain Niesajoen valuma-alueelle, missä Rautuvaaran rikastamo ja rikastushiekka-alueet ovat. Pakasaivon harjujensuojeluohjelman alue ja Kiuasselän vanhojen metsien suojeluohjelman alue sijoittuvat osin Valkeajoen valuma-alueelle, mihin osa Hannukaisen kaivostoiminnoista ulottuu. Hydrologista yhteyttä kaivostoimintojen ja suojelualueiden välille ei arvioida muodostuvan. Pintavesien virtauksen suhteen alapuolinen Tornionjoki-Muonionjoki vesistö on Natura-aluetta, mihin kaivosvesien vaikutus voi kohdistua myös sulkemisen jälkeen. Vaikutuksia suojelualueisiin ei aiheudu pinta- tai pohjavesien välityksellä lukuun ottamatta Tornio-Muonionjoen Natura-aluetta. Suojelualueiden läheisyys ja vaikutukset Muonionjoen Natura-alueeseen huomioidaan sulkemissuunnittelussa.	(X)
Maisema	Kaivosalueelle on suora näköyhteys Yllästunturilta ja paikoin se on nähtävillä myös muiden kukkuloiden ja tunturien laeilta. Alueen sopeutuminen lähi- ja kaukomaisemaan tulee huomioitavaksi sulkemissuunnittelussa.	(X)
Yhteisö ja elinkeinot	Hannukaisen kylä sijoittuu lähimmillään noin 1,5 km kaivoksesta nauhamaisesti Äkäsjoen varteen. Ylläksen ja Ylläs-Pallastunturin kansallispuisto ja matkailualueet sijoittuvat noin 8 km etäisyydelle. Alueella harjoitetaan poronhoitoa. Kaivostoiminnan päätyttyä alueen tulisi joko soveltua virkistyskäyttöön tai vähintään rajautua luontevasti virkistyskäyttöalueisiin. Matkailun ja kaivostoiminnan yhdistäminen on hyvä pitää mielessä myös sulkemissuunnittelussa. Poronhoidon harjoittaminen alueella ja sen läheisyydessä sulkemisen jälkeen tulee varmistaa. Ennen kaikkea alueen tulee olla turvallinen.	X

5 Sulkemisen jälkeisen tilan käsitteellistäminen

5.1 Käsitteellistämisen tarkoitus

Toiminta-alueen käsitteellistämisellä pyritään havainnollistamaan jälkihoidettavan kohteen suhdetta ympäristöönsä. Tämä sisältää mahdollisten haitta-aineiden ja haittatekijöiden kulkeutumis- ja vaikutusreittien alustavan tunnistamisen. Käsitteellinen malli toimii yhtenä sulkemisen tavoiteasettelun työkaluna. Sen avulla tunnistetaan sijaintikohtaisesti kohteen sulkemisen jälkeiseen tilaan liittyvät potentiaaliset haittavaikutukset, jotka sulkemissuunnittelun keinoin on pyrittävä

copyright© AFRY Finland Oy

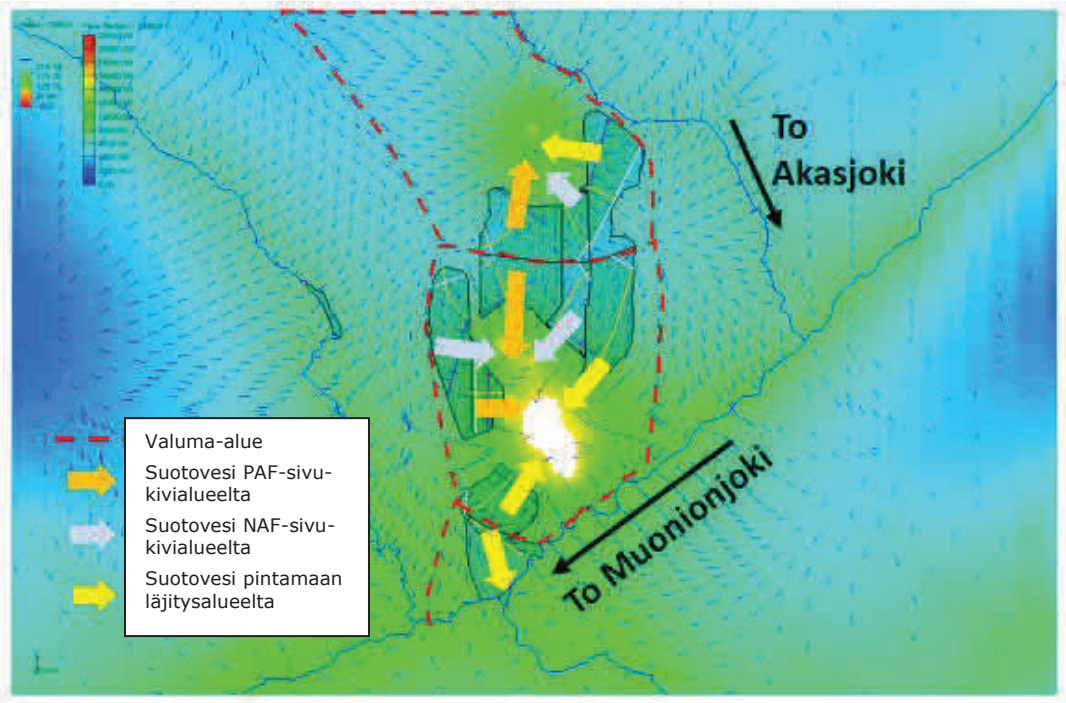
ehkäisemään. Käsitteellistämisen avulla kuvataan mallinnettavat osakohteet ja tavoite on, että se auttaa varmistamaan, että sulkemisen jälkeistä tilaa kuvaavissa malleissa ja sulkemissuunnittelussa huomioidaan tarvittavat syötteet ja tekijät.

5.2 Sulkemisen jälkeisen tilan käsitteellinen ja laadullinen kuvaus

Hannukaisen kaivosalueen ja Rautuvaaran rikastamoalueen sulkemiseen liittyvät seuraavat osakohteet sulkemisratkaisuineen (toimenpideratkaisu 1.0, Ramboll 2014):

- Hannukaisen ja Kuervitikon avolouhokset, joista muodostuu louhosjärvet. Tarvittaessa kalkkia lisätään louhosjärven tyhjennyspisteeseen tai suoraan louhosjärveen.
- Sivukivialue Hannukaisessa. Mahdollisesti happoa muodostavan sivukiven (PAF) peittäminen tiiviillä peiterakenteella (bentoniittimatolla, moreenilla ja kasvustolla tai vastaavalla rakenneratkaisulla) hapon muodostumisen rajoittamiseksi. Happoa muodostamattoman sivukiven (NAF) maisemointi moreenilla ja kasvustolla.
- Rikastushiekka-alueet (LIMS ja High-S) Rautuvaarassa, jotka peitetään, entisöidään ja maisemoidaan.
- Vesien johtamiseen ja käsittelyyn liittyvät rakenteet, jotka pidetään sulkemisen alkuvaiheessa toiminnassa ja puretaan lopuksi.
- Malminkäsittelyyn ja rikastukseen liittyvät rakennukset, rakenteet ja muu alueen infrastruktuuri, jotka poistetaan.

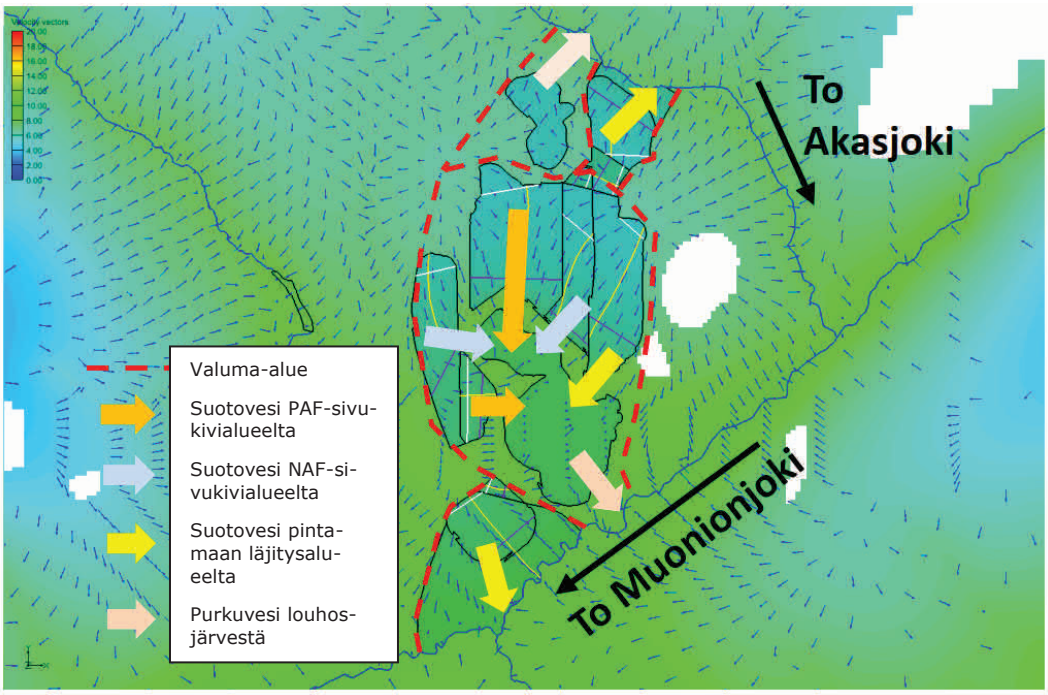
Hannukaisen alueen louhosten, vesivarastoaltaiden ja niiden ympäristön välinen hydrologinen vuorovaikutus heti kaivostoiminnan päätyttyä on esitetty kuvassa 5-1 ja pidemmän aikajakson kuluttua louhosten täytyttyä vedellä kuvassa 5-2.



copyright© AFRY Finland Oy

Kuva 5-1. Käsitteellinen malli Hannukaisen kaivosalueen hydrologisesta vuorovaikutuksesta heti sulkemisen jälkeen, kun louhoksen pohjaveden tasoon kohdistuva vaikutus on suurimmillaan. (SRK Consulting 2013b)

Louhosten täytyttyä vettä kertyy louhosjärviin pienemmältä alueelta ja virtaussuunnat myös osittain muuttuvat. Hannukaisen louhosjärven eteläisimmässä osassa pohjaveden suotautuminen tullee kääntymään louhosjärvestä etelään-kaakkoon Äkäsjoen suuntaan ja myös louhosjärven ylivuoto purkaa vesiä Äkäsjokeen. Ylivuotovesien johtamiseksi rakennetaan rummut suojavallin lävitse tai vedet ohjataan muulla tavoin suojavallin ohitse Äkäsjokeen. Ylivuotouoman rakentaminen suunnitellaan myöhemmin tarkemmin. Toteutustapana voi olla esimerkiksi suojavallin läpi tuleva ojalinja jokseenkin nykyisen Laurinojan paikkeilla. Muilla laidoilla pohja- ja pintavesivirtaus suuntautuu Hannukaisen louhosjärveä kohti. Eteläiseltä pintamaan läjitysalueelta virtaus suuntautuu etelään kohti Äkäsjokea. Kuervitikon louhoksen täytyttyä vesiä suotautuu pohjavetenä louhosjärven pohjois- ja koillispuolille, mihin sijoittuu myös louhosjärven ylivuoto Kuerjokeen. Muilla laidoilla pohja- ja pintavesivirtaus suuntautuu Kuervitikon louhosjärveä päin. Pohjoiselta pintamaan läjitysalueelta virtaussuunta on koilliseen, kohti Kuerjokea. (SRK Consulting 2013a)



Kuva 5-2. Käsitteellinen malli Hannukaisen kaivosalueen hydrologisesta vuorovaikutuksesta avolouhosten täytyttyä vedellä. Kuvassa ei ole esitettynä suojavallia. (SRK Consulting 2013b)

Sulkemisvaiheessa louhoksiin on arvioitu muodostuvan louhosjärvet, jotka purkavat ns. steady state- tilanteen saavuttamisen jälkeen vesiä ympäröiviin vesistöihin ylivuotona ja suotautumalla pohjavetenä. Steady state -vaiheella tarkoitetaan tilaa, jossa louhosjärveen tulevien ja sieltä poistuvien vesijakeiden suhteet ovat vakiintuneet. Aikaisemman vaikutusarvion (SRK Consulting 2013a) mukaan steady state-tilanteessa Hannukaisen louhosjärven vedenlaatu arvioitiin heikoksi, koska siihen

copyright© AFRY Finland Oy

vaikuttivat mahdollisesti happoa muodostavalta PAF-sivukivialueelta peräisin olevat vedet. Vedessä arvioitiin olevan matala pH (4,6-6,1) ja kohonneita sulfaatin, Al, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Sb, U ja Zn pitoisuuksia. Päivitetyssä vaikutusarviossa mallinnettu vedenlaatu Hannukaisen louhosjärvessä oli parempi kuin vuoden 2013 arviossa. Hannukaisen louhosjärven mallinnetut pitoisuudet olivat useimpien parametrien osalta samaa tasoa tai matalampia kuin aiemmassa vaikutusarviossa. Ainoastaan kupari, mangaani ja kromipitoisuuksien ennustettiin olevan korkeampia kuin aiemmin oli arvioitu. Päivitetyn vaikutusarvion mukaan Hannukaisen louhosveden pH on korkeampi, keskimäärin tasoa 7,3 kun aiemmin pH oli arvioitu olevan välillä 4,6-6,1.

Kuervitikon louhokseen arvioitiin vuoden 2013 vaikutusarviossa olevan alkuvaiheessa heikkolaatuisempia vesiä, mutta steady state-tilanteessa järven veden ennakoitiin olevan laadultaan hyvää. Päivitetyn pohjavesi- ja vesistövaikutusmallinnuksen (SRK Consulting 2021) mukaan arvioidut pitoisuudet Kuervitikon louhosjärvessä tulevat pysymään vakaina tai ne voivat laskea pitkin mallinnettua ajanjaksoa (720 kk, 60v). Ainoat parametrit, joiden pitoisuuksien arvioidaan olevan huomattavasti korkeampia kuin aiemmin ovat kloridi ja mangaani. Vuoden 2021 mallinnuksen mukaan Kuervitikon louhosjärven pH on korkeampi (keskimäärin 7,4) verrattuna vuoden 2013 mallinnettuun (välillä 3,9-7 riippuen lievennystoimenpiteistä).

Louhosjärviin oletetaan muodostuvan jossain vaiheessa luontainen kerrostuneisuus. Mallinnuksen (SRK Consulting 2021) perusteella louhosjärvien vedet pysyvät neutraaleina (7,3-7,4) , eikä kalkitsemista tai muita lievennystoimenpiteitä tarvita.

Sivukivialueelta pinta- ja pohjavesivirtaus kulkeutuu louhoksiin täyttymisvaiheessa ja suurimmalta osalta sivukivialuetta myös louhosten täytyttyä. Aktiivisen sulkemisen aikana sivukivialueen vedet johdetaan käsiteltävien vesien altaaseen ja sieltä Rautuvaaraan käsittelyyn ja edelleen Muonionjokeen. Sulkemisvaiheen jälkeen, kun sivukivialueet on suljettu, myös kaikki sivukivialueella muodostuvat vedet johdetaan avolouhokseen. Täten vedet eivät päädy suoraan ympäristöön. Hannukaisen louhosjärvi toimii osana sivukivialueen suotovesien passiivista käsittelyä toiminnan päätyttyä.

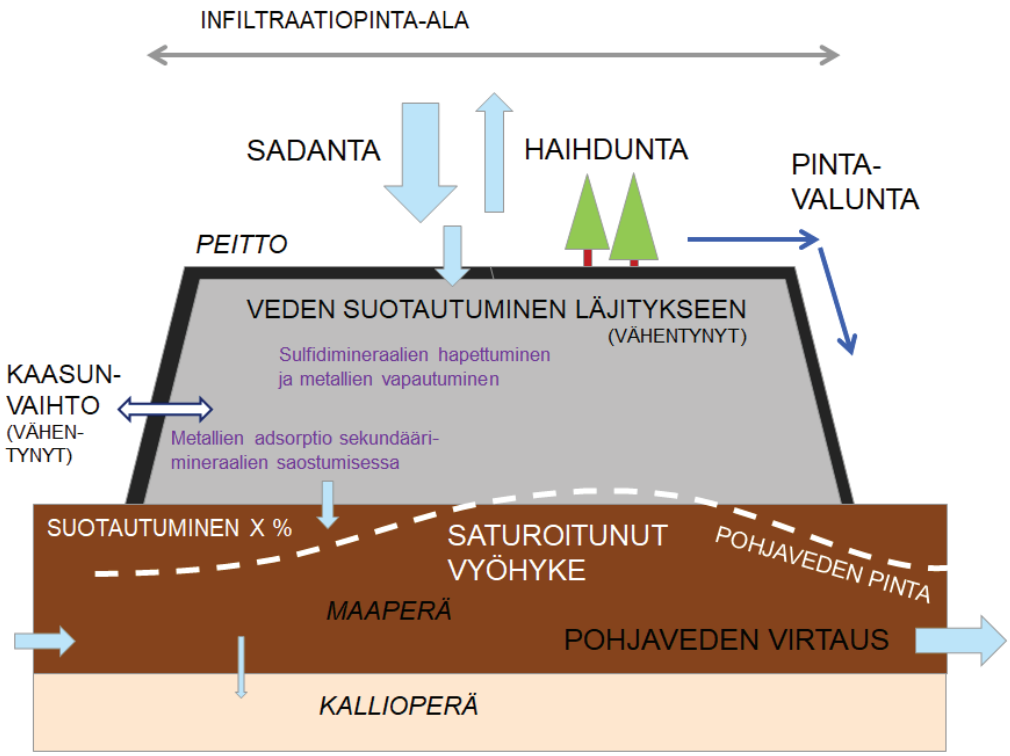
Pintamaan läjitysalueille jää todennäköisesti maa-aineksia, jotka eivät sovellu tai eivät ole tarpeen sulkemistöissä hyödynnettäväksi. Maisemoiduilta pintamaan läjitysalueilta vedet suotautuvat sulkemisen alkuvaiheessa louhoksiin ja louhosjärvien täytyttyä Äkäsjokeen tai Kuerjokeen. Pintamaa vastaa laadultaan alueen luontaista maa-aineista eikä suotovesien laatu pitkällä aikavälillä poikkea alueen luontaisista suotovesistä.

Hannukaisen kaivosalueella varaudutaan sulkemisen alkuvaiheessa muodostuvien vesien keräykseen ja käsittelyyn niin kauan kuin vedenlaatu sitä edellyttää. Kun vesien käsittelyyn ei ole enää tarvetta, puretaan vesien johtamiseen ja varastoimiseen liittyvät rakenteet, ja alue palautetaan niiden osalta nykyisen kaltaiseen tilaan. Kivivuopionojan siirtouoma jää pois käytöstä ja vedet johdetaan vanhaan uomaan. Alueelle ei jää vesiä kerääviä allasrakenteita.

Alla on esitetty matalarikkisen (Kuva 5-3) ja korkearikkisen (Kuva 5-4) sivukivialueen sisäiset prosessit ja vesitase kaivoksen sulkemisen jälkeen yleisellä tasolla.

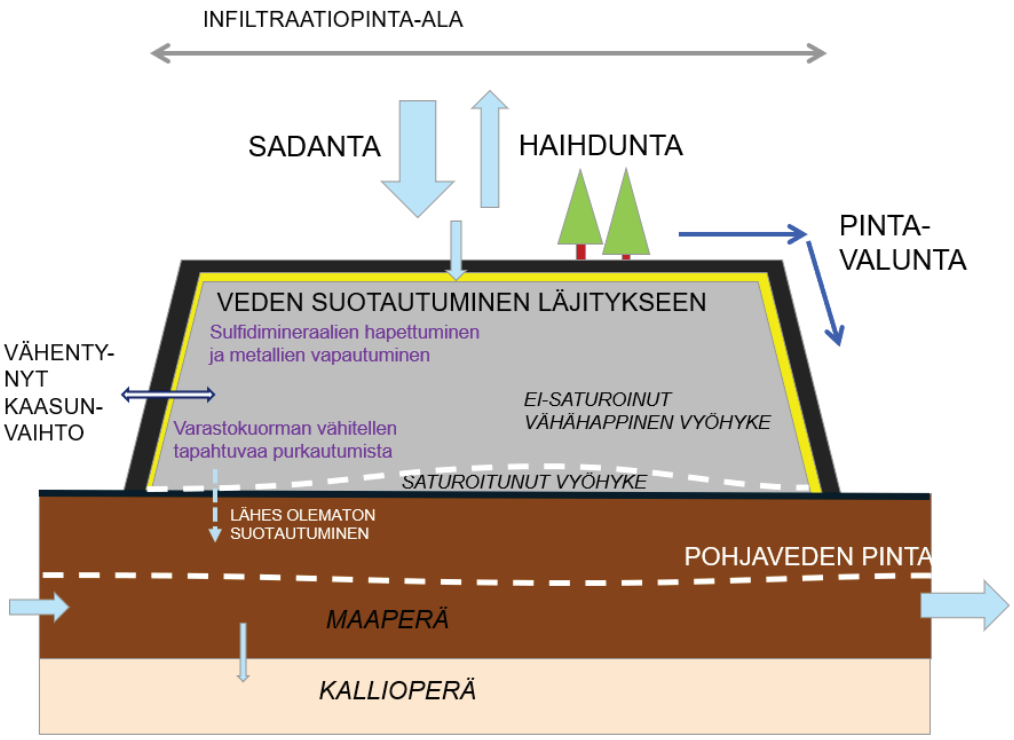
copyright© AFRY Finland Oy

Kuvassa (*Kuva 5-5*) on esitetty louhosjärven sisäiset prosessit sekä sen suhde sivukivialueeseen ja ympäristöön.

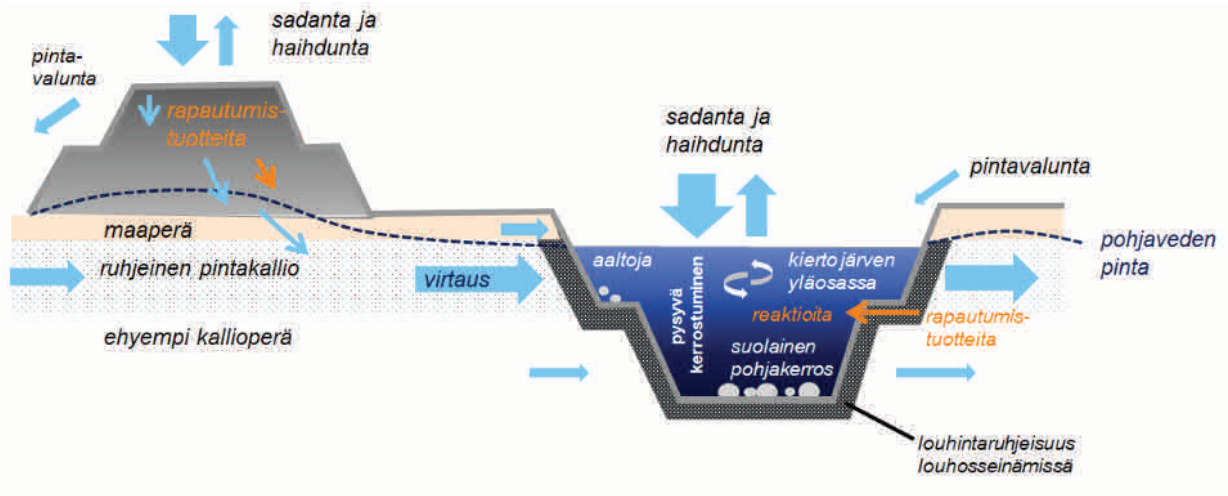


Kuva 5-3. Ei-happoa muodostavan sivukivialueen (NAF) käsitteellinen malli sulkemisen jälkeen.

copyright© AFRY Finland Oy



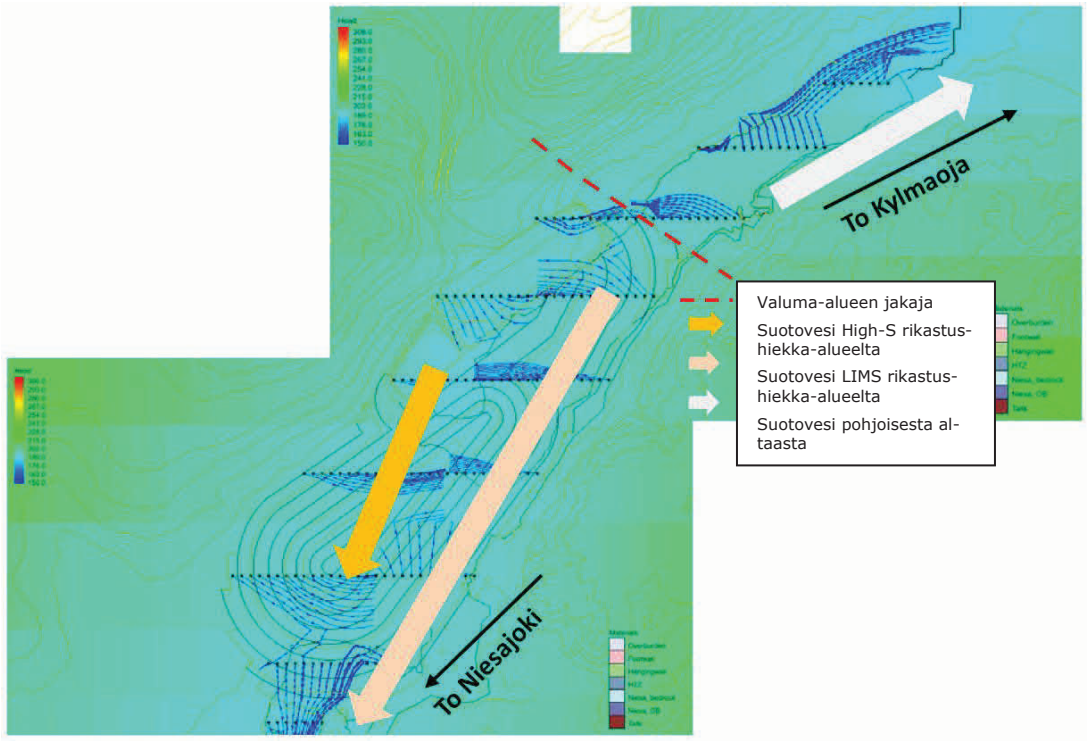
Kuva 5-4 Mahdollisesti happoa muodostavan sivukivialueen (PAF) käsitteellinen malli sulkemisen jälkeen.



Kuva 5-5. Louhosjärven käsitteellinen malli sulkemisen jälkeen.

Suotovesien virtaussuunnat Rautuvaaran rikastushiekka-alueelta on esitetty kuvassa 5-6. Sulkemisen alkuvaiheessa rikastushiekka-alueelta kertyvät vedet käsitellään, kunnes korkearikkisen rikastushiekan alueelle on tehty tiiviit peitot ja suotovesien muodostuminen ko. alueelta loppuu. Käsitellyt vedet pumpataan tasausaltaaseen ja siitä rikastushiekka-alueelta muodostuvien muiden vesien kanssa purkuputkea pitkin Muonionjokeen. Pumppausta Muonionjokeen jatketaan, kunnes veden laatu on riittävän hyvää Niesajokeen päästettäväksi. (SRK Consulting 2013a, 2020)

copyright© AFRY Finland Oy



Kuva 5-6. Käsitteellinen malli Rautuvaaran rikastushiekka-altaiden hydrologisesta vuorovaikutuksesta sulkemisen jälkeen (SRK Consulting 2013b). Huom. pohjoisen altaan vapaa vesi johdetaan Niesajoelle päin, mutta suotovedet kulkeutuvat Kylmäojaa kohti.

Rautuvaaran rikastushiekka-alue sijoittuu painaumaan, joka kerää pinta- ja pohjavesivalunnan ympäröiviltä alueilta. Rikastushiekka-alue eristetään ympäristöstä padoilla ja ympärysojilla, jotka jätetään paikoilleen aluetta suljettaessa. Ympärysojat keräävät ulkopuoliset puhtaat vedet ohjaten ne rikastushiekka-alueen ohitse. Alueen sisäpuolisille mahdollisesti likaantuneille vesille tulee reunaojat. Peitetyltä rikastushiekka-alueelta (LIMS ja High-S) pintavesivirtaus päätyy reunaojiin ja niitä myöten rikastushiekka-alueen lounaispuolella olevaan tasausaltaaseen. Myös pohjaveden päävirtaussuunta rikastushiekka-alueella on lounaaseen, kohti tasausallasta. Tasausaltaasta vedet pumpataan alkuvaiheessa purkuputkella Muonionjokeen, kunnes ne ovat laadultaan riittävän hyviä purettavaksi suoraan Niesajokeen. Pohjoisen altaan (rikastushiekka-alueen pohjoispuolella) vedet johdetaan aktiivisen vesienkäsittelyn loputtua painovoimaisesti LIMS-altaan (matalarikkinen) etelä/itäpadon reunaojaan, josta vesi kulkeutuu tasausaltaaseen ja edelleen Niesajokeen.

copyright© AFRY Finland Oy

6 Riskien ja mahdollisuuksien tunnistaminen ja niiden edellyttämät toimenpiteet

6.1 Kaksi menetelmää riskien tunnistamiseksi

Hannukaisen kaivoksen sulkemissuunnittelussa on hyödynnetty kahta erilaista riskien tunnistamisen ja hallinnan lähestymistapaa. Sulkemissuunnitelman päivitystyön alkuvaiheessa on tunnistettu mahdollisuuksia ja riskejä sulkemisen yleisen tavoiteasettelun tueksi. Tavoitteen asettamisen tueksi tunnistetut riskit on eritelty kappaleessa 6.2.

Sulkemissuunnitelman päivityksen loppuvaiheessa työssä laaditulle toimenpideratkaisulle 1.1 on laadittu alustava riskinarviointi huomioiden valittujen sulkemisratkaisuiden vaikutus riskiin. Tarkastelun tuloksena muodostuu käsitys toimenpideratkaisuun 1.1 liittyvistä keskeisistä epävarmuuksista. Näitä epävarmuuksia voidaan pienentää mm. toiminnan aikaisella tiedon kokoamisella esimerkiksi tarkkailujen yhteydessä. Sulkemissuunnitelman päivityksen loppuvaiheessa laadittu riskinarvio on kuvattu kappaleessa 10.

6.2 Riskien ja mahdollisuuksien tunnistaminen sekä toimenpiteet

Sulkemissuunnitelmapäivityksen alussa tunnistettiin seuraavat taulukossa 6-1 esitetyt yleiset ja sijaintikohtaiset riskit yleisen tavoitteenasettelun tueksi. Hannukaisen kaivoksen sulkemissuunnitelmaan (Ramboll Finland 2014) on huomioitu toimenpiteitä tunnistettujen riskien minimoimiseksi sekä mahdollisuuksien optimoimiseksi.

copyright© AFRY Finland Oy

Taulukko 6-1. Yleiset ja sijaintikohtaiset riskit, sekä toimenpiteet riskien minimoimiseksi.

	Tunnistetut yleiset ja sijaintikohtaiset riskit	Toimenpiteet mahdollisuuksien optimoimiseksi ja riskien minimoimiseksi
a)	Avolouhosten jyrkät seinämät aiheuttavat turvallisuusriskin alueella liikkuville louhosjärvien vedenpinnan ollessa vielä alhaalla (pian sulkemisen jälkeen).	Avolouhokset aidataan ja pääsy alueelle estetään varoituskyltein.
b)	Louhosjärvien veden pinnan yläpuolelle jäävät luiskat aiheuttavat riskin alueella liikkuville jyrkkyyden tai sortumavaaran takia tai veden pinnan alapuolella ei ole riittävästi luiskaa, jotta veteen joutunut ihminen tai eläin pääsisi sieltä poistumaan.	Aitojen ja varoituskylttien lisäksi avolouhosten jyrkät seinämät loivennetaan tarvittaessa.
c)	Louhosjärvien vedenlaatu muodostuu arvioitua huonompilaatuiseksi. Erityisesti huonolaatuista vettä esiintyy louhosjärven pintaosissa, missä haitta-aineiden kulkeutumisriski ympäristöön on tyypillisesti suurimmillaan. • Heikkolaatuinen suotovesi voi heikentää pohjaveden laatua kaivosalueen etelä- sekä pohjois- ja koillispuolella. • Heikkolaatuinen pohjavesi voi mahdollisesti purkautua pintavesiin, lähinnä alueen jokiin Äkäsjokeen ja Kuerjokeen	Sulkemissuunnittelussa on varauduttu tarvittaessa kalkin lisäykseen louhosjärveen tai siitä purkautuvaan veteen. Laaditun mallinnuksen (SRK Consulting 2013b) mukaan, tällä saadaan vähennettyä haitta-ainepitoisuuksia louhosjärvestä purkautuvassa vedessä hyväksyttävissä olevalle tasolle.
d)	Louhosjärvien vuorovaikutus ympäröivän alueen pohjavesien kanssa osoittautuu arvioitua suuremmaksi. • Seurausvaikutukset kuten kohdassa c)	Toimenpiteet kuten kohdassa c)
e)	Läjitysalueiden luiskat jäävät epästabiiliksi ja sortumavaara aiheuttaa turvallisuusriskin alueella liikkuville.	Läjitysalueiden rinteet loivennetaan.
f)	Läjitysalueiden suotovesiä muodostuu odotettua suurempia määriä. Suurempi suotovesimäärä voisi aiheutua ennustettua suuremmasta imeytymisestä, mikä taas liittyy peittorakenteen materiaaleihin ja fysikaaliseen tilaan. • Seurausvaikutukset kuten kohdassa c)	Mahdollisesti happoa muodostaville -sivukivialueelle rakennetaan vettä läpäisemätön pintakerros rajoittamaan muodostuvan suotoveden määrää. Valumat ja suotovedet kerätään ojiin ja sulkemisen yhteydessä kerätyt vedet käsitellään.
g)	Läjitysalueiden suotovedet muodostuvat arvioitua huonompilaatuiseksi, lähinnä metallipitoisuuden osalta. Huonompilaatuinen vesi voi johtua esimerkiksi arvioidusta poikkeavasta sivukivilaadusta tai laskettua suuremmasta hapen läpäisystä. Hapen läpäisylle syynä voisi olla esimerkiksi peittomateriaalin epätasainen laatu tai oletettua voimakkaampi kuivuminen. • Seurausvaikutukset kuten kohdassa c)	Mahdollisesti happoa muodostaville sivukivialueelle rakennetaan tiivis pintakerros, joka märkänä estää hapenpääsyn sivukiveen ja siten vähentää haitta-aineiden liukenemista.
h)	Läjitysalueiden suotovedet ovat heikkolaatuisia ja niitä suotautuu pohjaveteen arvioitua enemmän (sekä kohta f, että g toteutuu samanaikaisesti). • Seurausvaikutukset kuten kohdassa c)	kts. kohdat f) ja g)
i)	Rikastushiekan leviäminen padon sortuessa lähialueelle ja vesistöön Niesajokeen tai Kylmäojaan etenkin kaivostoiminnan loppuvaiheessa ja sulkemisen alkuvaiheessa ennen rikastushiekan kuivumista ja peittokerrosten rakentamista. Sortumavaara aiheuttaa turvallisuusriskin alueella liikkuville.	Patojen asianmukainen rakentaminen ja rakentamisen valvonta. Patorakenteiden jatkuva toiminnan aikainen ja sulkemisen jälkeinen tarkkailu.

copyright© AFRY Finland Oy

	Tunnistetut yleiset ja sijaintikohtaiset riskit	Toimenpiteet mahdollisuuksien optimoimiseksi ja riskien minimoimiseksi
j)	Suotautuminen rikastushiekka-altaiden patojen lävitse on määrältään arvioitua suurempaa. Heikkolaatuisen veden päätyminen eteläiseen tasausaltaaseen tai pohjoiseen altaaseen ja niistä edelleen Niesajokeen tai Kylmäojaan.	Matalarikkinen rikastushiekka-alue peitetään moreenilla ja muotoillaan siten, että veden suotautuminen rikastushiekkaan vähenee. Tämä vähentää myös padon lävitse suotautuvan veden määrää. Korkearikkisen rikastushiekan annetaan tiivistyä ja kuivua ennen bentoniitista ja HDPE-kalvosta tai vastaavasta rakenteesta tehtävän tiivistyskerroksen rakentamista. Peittokerros vähentää vesien päätymistä rikastushiekkaan, ja edelleen poistumasta padon lävitse alueelta. Lisäksi korkearikkisen rikastushiekka-alueen pohjan tiiviste ulottuu patorakenteeseen.
k)	Rikastushiekka-alueiden suotovesi on arvioitua huonompilaatuista, lähinnä metalli- ja sulfaattipitoisuuksien osalta. Huonompilaatuinen vesi voi johtua esimerkiksi arvioidusta poikkeavasta rikastushiekan laadusta tai laskettua suuremmasta happivuosta. Happivuon syynä voisi olla esimerkiksi peittomateriaalin epätasainen laatu tai oletettua voimakkaampi kuivuminen. • Heikkolaatuinen suotovesi voi heikentää pohjaveden laatua lähinnä rikastushiekka-alueen lounaispuolella • Heikkolaatuista suotovettä purkautuu Niesajokeen • Heikkolaatuista suotovettä päätyy koillispuolen vesialtaaseen ja siitä Kylmäojaan	Matalarikkiselle rikastushiekka-alueelle rakennetaan moreenista tiivistyskerros ja korkearikkisen rikastushiekan alueelle bentoniittimatosta ja HDPE-kalvosta (tai vastaava) koostuva tiivistysrakenne. Korkearikkisen rikastushiekan alueelle tulee lisäksi tiiviit pohjarakenteet. Tiiviit peittokerrokset minimoivat muodostuvan suotoveden määrää, estävät/vähentävät hapen pääsyn rikastushiekkaan ja vähentävät näin haitta-aineiden liukenemista.
l)	Rikastushiekka-alueen vesialtaiden (pohjoinen allas ja tasausallas) patojen stabiliteetti heikkenee pitkällä aikavälillä. Padon sortuessa altaan vesien päätyminen alapuoliseen vesistöön (Niesajokeen tai Kylmäojaan).	-
m)	Rautuvaaran vesialtaiden (pohjoinen allas ja tasausallas) veden laatu on arvioitua huonompi. Huonompi laatu voi johtua esimerkiksi kaivannaisjätealueilta suotautuvien vesien huonommasta laadusta, reaktioista vesialtaissa tai hydrologisista olosuhteista altaissa. • Altaista purkautuva huonolaatuinen vesi heikentää veden laatua alapuolisissa vesistöissä (Niesajoki ja Kylmäoja)	-
n)	Alueelta poistuvat pintavedet kokonaisuudessaan ovat arvioitua heikkolaatuisempia. • Veden laatuun ja vesiekologiaan kohdistuu vaikutuksia, Kuerjoessa, Valkeajoessa, Äkäsjoessa ja Niesajoessa	-
o)	Valittu sulkemisen jälkeinen vesienhallintastrategia osoittautuu riittämättömäksi. • Seurausvaikutukset kuten kohdassa n)	-

Alustavasti on tunnistettu seuraavat sijaintikohtaiset mahdollisuudet:

a) Maaston muotojen muokkauksella voidaan edistää biodiversiteettiä.
b) Maaston muotojen muokkauksella voidaan luoda soveltuvia elinolosuhteita uhanalaisille lajeille.
c) Alue palaa soveltuvilta osin ulkoilu- ja virkistys sekä metsä- ja porotalouskäyttöön.

copyright© AFRY Finland Oy

d) Alueen tiestöä ja varikoita pystytään hyödyntämään metsä- ja porotalouden tai muun toiminnan piirissä.

Hannukaisen kaivoksen sulkemissuunnitelmassa (Ramboll Finland 2014) toimenpideratkaisuun 1.0 liittyen ei ole tunnistettu ratkaisuja sijaintikohtaisiin mahdollisuuksiin.

7 Sulkemisen tavoitteet

Kaivoksen sulkemisen tavoitteet muodostuvat lainsäädännön määräyksistä, tunnetuista hyvistä käytännöistä, paikallisen ympäristön erityisvaatimuksista sekä tunnistetuista riskeistä ja mahdollisuuksista.

Jälkihoidon yleiset tavoitteet ovat:

- Alue saatetaan fyysisesti ja kemiallisesti mahdollisimman stabiiliin tilaan.
- Alueesta ja siellä olevista rakenteista ei aiheudu haittaa tai vaaraa ympäristölle, eläimille tai ihmisille lyhyellä eikä pitkällä aikavälillä.
- Tarve suljetun alueen aktiiviseen ylläpitoon ja hoitoon pitkällä aikavälillä minimoidaan.
- Jälkihoito toteutetaan siten, että varsinainen implementointityö on tehtävissä alue- ja ympäristöturvallisuutta vaarantamatta ja hyvää työturvallisuutta noudattaen.
- Liikkuminen alueella ja sen ympäristössä on pitkällä aikavälillä mahdollisimman vähän rajoitettua.
- Alue palautetaan biologisesti monimuotoiseksi elinympäristöksi. Vaihtoehtoisesti alue ohjataan paikalliset tarpeet huomioivaan ja ympäristön kannalta kestävään uuteen maankäyttöön.
- Alue sopeutuu maisemaan.
- Jälkihoito on kustannusten osalta realistista ja kohtuullista.

Sijaintikohtaisesti tunnistetuista riskeistä johdetut sulkemistavoitteet ovat (numerointi vastaava kuin taulukossa 6-1):

a) Avolouhosten alueille pääsyä on rajoitettu turvallisuuden kannalta riittävästi louhosjärvien vedenpinnan ollessa vielä alhaalla.
b) Louhosjärvien veden pinnan yläpuolelle jäävät luiskat on muotoiltu siten, että alueella liikkuminen on turvallista. Poistumisreitti louhosjärveen päätyneille ihmisille tai eläimille on varmistettu. Vaihtoehtoisesti alueella liikkumista on rajoitettu myös pitkällä aikavälillä.
c) ja d) Louhosjärven vesien käsittelyyn varaudutaan
e) ja i) Läjitysalueiden luiskaukset ja patorakenteet ovat vakaat myös pitkällä aikavälillä ja muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa.
f) ja j) Haitta-aineiden määrät läjitysalueiden (sivukivi- ja rikastushiekka-alueet) suotovesissä on minimoitu rakenteiden avulla ja/tai
g) ja k) Läjitysalueilla (sivukivi- ja rikastushiekka-alueet) muodostuvien suotovesien määrää on rajoitettu riittävästi ja/tai
h) ja k) Läjitysalueiden (sivukivi- ja rikastushiekka-alueet) suotovesien imeytymistä pohjaveteen on rajoitettu riittävästi, siten että pohjavesille asetetut ympäristön laatunormit eivät ylity kaivosalueen alapuolisella alueella

copyright© AFRY Finland Oy

pohjaveden virtaussuunnassa (Hannukaisen kaivosalueen pohjois-koillis- ja eteläpuoli sekä Rautuvaaran rikastushiekka-alueen lounaispuoli)

l) Rautuvaaran vesialtaiden (pohjoinen allas ja tasausallas) patojen stabiliteetti ja patoturvallisuus on riittävä pitkällä aikavälillä ja padoille on turvattu säännöllinen tarkkailu
m) Rautuvaaran vesialtaiden (pohjoinen allas ja tasausallas) veden laatu on riittävän hyvä ja mahdollistaa vesien johtamisen käsittelemättömänä alapuoliseen vesistöön. Vesien käsittelyyn on varauduttu tarvittaessa.
n) Louhosjärviin muodostuu keskipitkällä aikavälillä selkeä kerrostuneisuus. Pintaosista, missä kontakti ympäristön kanssa on todennäköisesti suurin, ympäristöön kulkeutuva vesi ei aiheuta kaivoksen virtaussuunnassa alapuolisen alueen pohjavesissä tai pintavesissä ympäristön laatunormien ylityksiä. Pitkällä aikavälillä kerrostuneisuuden merkitys vähenee ja veden laatu paranee.
n) Alueelta poistuvat pintavedet eivät aiheuta ympäristön laatunormin ylityksiä Kuerjoessa, Äkäsjoessa, Niesajoessa eikä Kylmäojassa. Näiden vesistöjen ekologinen tilaluokitus ei heikkene kaivoksen sulkemisen seurauksena.
o) Aktiivinen vesienhallinta jatkuu tarpeeksi pitkään.

Sijaintikohtaisiin mahdollisuuksiin liittyviä tavoitteita on:

a) ja b) Alueelle luodaan soveltuvilta osin luonnollisen kaltaisia maastonmuotoja, joiden avulla myös edistetään alueelle palaavan luonnon monimuotoisuutta.
c) ja d) Alue on ainakin osittain maastomuodoiltaan, turvallisuudeltaan (fysikaalinen ja kemiallinen turvallisuus) ja tiestöltään soveltuva metsä- ja porotalouden- sekä ulkoilu- ja virkistyskäyttöön.

8 Sulkemistoimenpiteiden suunnittelu

8.1 Vaihtoehtotarkastelut

Hannukaisen kaivoksen sulkemistoimenpiteiden vaihtoehtotarkastelu toimenpideratkaisulle 1.0 on laadittu vuonna 2014 ympäristölupahakemuksen laadinnan yhteydessä. Alustavat sulkemisvaihtoehdot suunniteltiin alueen olosuhteiden, suunniteltujen kaivostoimintojen, sivukiven ja rikastushiekan ominaisuuksien ja alueella luonnollisesti esiintyvien käytettävissä olevien materiaalien (esim. moreeni, hiekka) mukaan. Tässä sulkemissuunnitelman päivityksessä nojaudutaan suoraan vuoden 2014 sulkemisvaihtoehtoasetelmaan. Vaihtoehtojen tarkastelu on päivitetty uusien alueelle ja kaivannaisjätteille tehtyjen selvitysten sekä toimintaan tai yleisiin käytäntöihin tulleiden muutosten osalta. Seuraavassa on esitetty Ramboll Finland Oy:n laatima vaihtoehtotarkastelu suorana lainauksena korostaen *kursiivilla* muutokset.

8.1.1 Avolouhokset

Avolouhoksen sulkemiselle asetettavat tavoitteet ovat louhosten vedellä täyttämisen ja poistovedenlaadun aiheuttamien ympäristövaikutusten minimointi, ihmisiin ja eläimiin kohdistuvan fyysisen vaaran pienentäminen ja kaivoksen seinien tukevuuden varmistaminen. Osa kaivoksen seinistä voi sisältää happoa muodostavaa

copyright© AFRY Finland Oy

kiveä kaivostoiminnan päätyttyä. Tämä vaikuttaa louhoksiin kerääntyvän veden laatuun.

Mahdolliset sulkemisvaihtoehdot avolouhoksille (Hannukainen ja Kuervitikko) ovat:

- pumpata valumavedet sulkemisen jälkeiseen vedenkäsittelyjärjestelmään
- jättää louhokset toiminnan jälkeiseen tilaan (=ei pumpata valumavesiä ulos kaivoksista), mikä johtaa järvien muodostumiseen
- täyttää kaivokset aktiivisesti, mikä vähentää rapautumisen vaikutusta vedenlaatuun
- käsitellä ylivirtaava vesi passiivisesti tai aktiivisesti
- takaisintäyttää avolouhokset rikastushiekalla ja/tai sivukivellä ja antaa järvien muodostua takaisintäytön jälkeen

Seuraavia menetelmiä voidaan käyttää yllä kuvattujen vaihtoehtojen yhteydessä:

- louhoksen jyrkkien seinien vahvistaminen
- louhoksen mahdollisesti murtuvien seinien tukeminen
- avolouhosjärven veden neutralisointi
- käyttää sivukivialueelta kerättyä vettä avolouhoksien täyttämiseen
- rakentaa penkereet jyrkkien harjanteiden ympärille
- avolouhoksen aitaaminen ja varoituskylttien pystyttäminen

8.1.2 Rikastushiekka-alue

Rikastushiekka-alueelle on suunniteltu erilliset alueet korkearikkiselle rikastushiekalle ja yksi suuri alue matalarikkisen rikastushiekan varastointiin (LIMS, määrä *noin 75 %* rikastushiekan kokonaismäärästä).

Matalarikkisen rikastushiekka-alueen (LIMS) mahdolliset sulkemisvaihtoehdot ovat:

- siirtää matalarikkinen rikastushiekka takaisin avolouhokseen kuljettimella
- peittää rikastushiekka tiivistetyllä turvekerroksella
- peittää rikastushiekka maakerroksella, joka koostuu:
  - tasoitetusta rikastushiekasta
  - 0,3 m kerroksesta tasoitettua moreenia
  - 0,2 m kasvustokerroksesta + kasvillisuudesta
  - valumien/suotovesien keräämisestä ja käsittelystä
- rakentaa pintakerros rikastushiekalle, joka koostuu:
  - tasoitetusta rikastushiekasta
  - bentoniittimatosta tai vastaavasta materiaalista
  - 0,5 m sorakerroksesta (peitemaamateriaali suuremmalla läpäisyllä)
  - 0,5 m tiivistetystä moreenikerroksesta (peitemaamateriaali pienemmällä läpäisyllä)
  - 0,2 m kasvustokerroksesta+ kasvillisuudesta
  - valumien/suotovesien keräämisestä ja käsittelystä

Matalarikkiselle rikastushiekka-alueelle (LIMS) on vuonna 2020 tarkasteltu lisäksi sulkemisvaihtoehtona alueen peittämistä rakenteella, joka koostuu:

- *4,1…5,15 % kaltevuuteen tasoitetusta rikastushiekasta*

copyright© AFRY Finland Oy

- *0,4 m moreenipeitteestä*
- *0,2 m kasvukerroksesta (moreenia ja turvetta)*

Korkearikkisen rikastushiekka-alueen mahdolliset sulkemisvaihtoehdot ovat:

- pumpata korkearikkinen rikastushiekka takaisin avolouhokseen imuruoppauksella
- poistaa korkearikkisen rikastushiekan vesi ja siirtää se takaisin avolouhokseen kuljettimella
- peittää korkearikkinen rikastushiekka LIMS:lla ja tiivistetyllä turvekerroksella
- nostaa korkearikkisen rikastushiekan vedentasoa niin, että rikastushiekka on täysin veden alla
- Rakentaa pintakerros, jossa on
  - tasoitettu rikastushiekka
  - 0,3 m tiivistettyä moreenia
  - 0,2 m kasvustokerros + kasvillisuutta
  - valumien/suotovesien kerääminen ja käsittely
- Rakentaa erityinen pintakerros, jossa on
  - tasoitettu rikastushiekka
  - bentoniittimatto, jonka päällä suojaava geotekstiili (HDPE-kalvo 2 mm) tai vastaavien ominaisuuksien omaavalla materiaalilla
  - 0,5 m sorakerros (peitemaamateriaali suuremmalla läpäisyllä)
  - 0,5 m tiivistetty moreenikerros (peitemaamateriaali pienemmällä läpäisyllä)
  - 0,2 m kasvustokerros + kasvillisuutta
  - valumien/suotovesien kerääminen ja käsittely

8.1.3 Sivukivialue

Eri sivukivityypit sijoitetaan eri alueisiin tuotannon aikana. Näin ei-happoa muodostavien ja mahdollisesti happoa muodostavien sivukivien erityyppisten pintakerrosten rakentaminen on mahdollista sulkemisen yhteydessä.

Ennen sulkemisrakenteiden asentamista sivukivialueille, luiskataan sivukivialueiden täytön aikana muodostuneet tasanteet 1:3 luiskaan tai loivempaan. Alueelta toiminnan aikana poistettua peitemateriaalia, kuten moreenia ja turvetta, voidaan käyttää pintarakenteiden muotoilussa.

Mahdollisesti happoa muodostavien sivukivialueiden mahdolliset sulkemisvaihtoehdot ovat:

- käyttää sivukiveä avolouhoksen täyttöön
- peittää yhdellä 0,3 - 0,5 metrin maakerroksella / orgaanisen materiaalin kerroksella
- rakentaa läpäisemätön pintakerros, jossa on (alhaalta ylös):
  - tasoitettua sivukiveä
  - 0,3 - 0,5 metrin moreenista muodostuva tasoituskerros
  - bentoniittimatto tai vastaava materiaali
  - 1,0 metrin tiivistettyä moreeni- / sorakerros
  - 0,2 m kasvustokerros + kasvillisuutta

copyright© AFRY Finland Oy

- valumien/suotovesien kerääminen ja käsittely

Mahdolliset sulkemisrakenteen vaihtoehdot **pintamaalle (OB) ja Ei-happoa muodostaville sivukivialueille** ovat:

- jättää nykyiseen tilaan tuotannon päätyttyä
- käyttää sivukiveä avolouhoksen täyttöön
- peittää 0,2 metrin kasvustokerroksella
- Rakentaa pintakerros, jossa on:
  - tasoitettua sivukiveä
  - 0,3 - 0,5 metrin moreenista muodostuva tasoituskerros
  - 0,2 m kasvustokerros + kasvillisuutta
- Rakentaa erityinen pintakerros, jossa on
  - tasoitettua sivukiveä
  - 0,3 - 0,5 metrin moreenista muodostuva tasoituskerros (ei-happoa muodostavaa sivukiveä)
  - 0,2 m kasvustokerros + kasvillisuutta
  - valumien/suotovesien kerääminen ja käsittely

8.1.4 Teollisuusalue ja infrastruktuuri

Hannukaisen ja Rautuvaaran teollisuusalueiden maankäyttö kaivostoiminnan päätyttyä päätetään sidosryhmien kanssa kaivoksen tuotantovaiheen aikana. Sen, jätetäänkö rakennukset ja louhintalaitteisto paikalleen tai poistetaan, ratkaisee lopussa työ- ja elinkeinoministeriö. Kaivoslain mukaan rakennukset ja laitteisto on jätettävä paikalleen, mikäli on mahdollista, että toinen toimija voi jatkaa kaivostoimintaa alueella. Tässä tapauksessa rakennuksia ylläpidetään niin, että ne täyttävät teknisen tarkoituksensa eivätkä vaaranna yleistä turvallisuutta. Muut rakennukset, laitteisto ja infrastruktuuri on poistettava.

Osa rakennuksista, kuten hallinto- ja sosiaalitilat on jätettävä paikoilleen ja ylläpidettävä sulkemistoimintojen aikana. Sulkemistöiden päätyttyä myös nämä rakennukset poistetaan. Sulkemisen jälkeiseen veden käsittelyyn ja valvontaan tarvittavat putkistot, kaapelit ja tiet jätetään paikalleen ja niitä ylläpidetään sulkemisen jälkeisessä vaiheessa.

Rikastamo ja junien kuormausasema puretaan ja poistetaan, jos niille ei ole odotettavissa jatkokäyttöä.

Teollisuusalueen ja infrastruktuurin sulkemisvaihtoehdot ovat:

- jättää nykyiseen tilaan tuotannon päätyttyä
- suorittaa EDD-selvitys (*environmental due diligence eli ns. ympäristöriskien, vastuiden ja velvollisuuksien kartoitus*) ja luovuttaa yhteisölle tai muulle osapuolelle, joka on halukas ottamaan vastaan myöhemmät velvoitteet
- poistaa maanpäälliset rakenteet sekä poistaa tai täyttää/murtaa maanalaiset rakenteet (esim. putkistot, maanalaiset asennukset) sortumisen estämiseksi

copyright© AFRY Finland Oy

- suorittaa EDD-selvitys ja poistaa maanpäälliset rakenteet, kunnostaa pilaantuneet maa-alueet massanvaihdolla EDD:n mukaan sekä tasoittaa ja täyttää kaivaukset tarvittaessa
- suorittaa EDD-selvitys, poistaa maanpäälliset rakenteet, peittää alue 0,3 m moreenikerroksella ja kasvillisuudella

8.1.5 Vesien johtamiseen ja käsittelyyn liittyvät rakenteet

Vesien johtamiseen, varastointiin ja käsittelyyn liittyville rakenteille ja toiminnoille ei ole suunnittelun tässä vaiheessa huomioitu vaihtoehtoisia ratkaisuja. Vesien käsittelyä jatketaan niin pitkään, kun vedenlaatu sitä edellyttää, jonka jälkeen rakenteet, Hannukaisen vesialtaat ja Rautuvaaran vesienkäsittelylaitos puretaan ja veden pumppaus Muonionjokeen lopetetaan. Rautuvaaran vesialtaiden padot jätetään paikoilleen.

8.2 Toimenpideratkaisu 1.1

Tässä esitetty sulkemisen toimenpideratkaisu 1.1 vastaa pääosin Ramboll Finland Oy:n laatimaa toimenpideratkaisua 1.0. Sulkemissuunnitelma on päivitetty toimenpideratkaisuksi 1.1 huomioiden muutokset toiminnoissa (matalarikkisen rikastushiekka-altaan peittäminen sekä vesienjohtamiseen ja –käsittelyyn liittyvät rakenteet) sekä viimeisimmät sulkemista koskevat vaatimukset. Toimenpideratkaisun päivittämisen yhteydessä AFRY ei ole numeerisesti tarkistanut mallinnuksessa käytettyjen määritelmien (imeytyminen/hapen läpäisy) toteutumista kuvattujen rakenteiden mukaisissa läjitysalueprofiileissa. Kuvaukseen on lisätty kunkin kappaleen alkuun osa-alueen sulkemissuunnittelussa huomioidut vaatimukset sekä loppuun jatkossa sulkemissuunnittelussa tarkennettavat näkökohdat. Tekstiin on tehty sulkemisrakenteiden toimivuutta ja rakenneratkaisujen perusteluita kuvaavia päivityksiä, joita ei ole tekstissä erikseen korostettu.

8.2.1 Avolouhokset

Huomioidut vaatimukset:

- Kaivoslaki (621/2011), 15. luku, koskien alueen yleisen turvallisuuden vaatimaa kuntoa toiminnan lopettamisen yhteydessä.
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Suotovesien mahdollinen välillinen vaikutus alapuolisten vesistöjen (Äkäsjoki ja Kuerjoki) tilaan huomioidaan. Louhosvesiä tai ylitevesiä voidaan tarvittaessa käsitellä erityisesti ns. huuhtoutumisvaiheen aikana, jolloin vaatimukset kohdistuvat käsitellyn veden laatuun.

Avolouhosten suositeltu sulkemisvaihtoehto on:

- Kuervitikon ja Hannukaisen louhokset täytetään vedellä joko aktiivisesti tai passiivisesti.
- Järvien annetaan muodostua avolouhoksiin. Vedenlaatua valvotaan osana toiminnan jälkeistä valvontaa.
- Avolouhosjärvien poistovesi käsitellään tarvittaessa lisäämällä kalkkia avolouhosjärviin tai käsittelemällä louhosjärvistä poistuvaa vettä
- Jyrkät seinämät loivennetaan peitemaalla tai louhinnalla

copyright© AFRY Finland Oy

- Avolouhoksen aitaaminen ja varoituskylttien pystyttäminen ulkopuolisten pääsyn estämiseksi, vähintään louhoksen täyttymiseen asti. Kulkua louhosalueelle tulee rajoittaa, kunnes vesipinta on noussut riittävän paljon loivennettujen seinämien yläpuolelle siten, että veden varaan joutunut ihminen tai eläin pääsee louhosjärvestä sujuvasti pois. Myös kaivosluvassa voidaan antaa määräyksiä turvallisuusvaatimuksista.
- Kulkutie avolouhoksiin säilytetään valvontatoimia varten.

Yllä kuvattuja toimia pidetään riittävinä suljetun avolouhoksen turvallisuudelle ja ympäristölle aiheuttamien vaarojen estämiseksi.

Louhoksiin muodostuvien louhosjärvien veden laatua on arvioitu mallintamalla vuoden 2013 tarkasteluissa (SRK Consulting 2013a ja 2013c) ja mallinnusta sekä arviota on päivitetty vuonna 2021 (SRK Consulting 2021). Louhosjärvien vedenlaatuarviot ovat muuttuneet vuoden 2013 mallinnetuista arvoista, koska sulkemissuunnitelmaa ja pohjavesimallia on päivitetty ja kaivannaisjätteiden geokemiallisesta käyttäytymisestä (kosteuskammiotestit, NAG-testaus) sekä alueen pohjavesien taustapitoisuuksista on saatu lisää tietoa. Lisäksi mallinnuksen päivityksen yhteydessä on mallinnettu Hannukaisen louhosjärven kerrostumista. Molemmissa arvioinneissa on huomioitu louhokseen tulevat erilaiset vesimassat ja louhosseinämän vaikutus. Erilaisia vesimassoja edustavat sadanta, pohjavedet ja kaivannaisjätealueilta louhosjärviin kulkeutuvat suotovedet. Louhosseinämän vaikutus on käsitelty huomioiden eri kivilajien esiintyminen ja reaktiivisen massan osuus kivestä. Uloimmassa kivivyöhykkeessä kiven oletetaan olevan voimakkaasti rakoillutta ja lisäksi läsnä oletetaan olevan hienoainesta, jolloin reaktiivisen kivimassan osuus kokonaiskivimassasta on suurimmillaan. Seuraavassa vyöhykkeessä reaktiivisen massan osuus pienenee ja kaikkein kauimpana louhoksesta seinämävaikutusta ei arvioida olevan, vaan veden oletetaan vastaavan laadultaan kalliopohjavettä. Kiviaineksen on myös oltava vedellä kyllästymättömässä tilassa ollakseen reaktiivista massaa.

Louhosjärvillä on rooli alueen suotovesien kokoajana ja huomattava osa suljetun kaivosalueen vesistä poistuu ympäristöön louhosjärvien kautta. Lisäsuunnitelmia sulkemisen jälkeisen avolouhosjärven poistoveden mahdollisista käsittelytarpeista esitetään sulkemissuunnitelman tulevissa päivityksissä.

Mallinnustulosten (SRK Consulting 2013a, SRK Consulting 2021) perusteella on odotettavissa, että louhokset täytyttyään vuotavat yli Kuerjokeen ja Äkäsjokeen ja vesien laatu heijastelee jossain määrin kaivannaisjätealueiden suotovesien ominaisuuksia. Veden laadun arvioidaan olevan hieman heikompi Hannukaisen louhosjärvessä, mihin kertyy vesiä mahdollisesti happoa muodostavalta sivukivialueelta, verrattuna Kuervitikon louhosjärveen. Kerrostumismallinnustulosten perusteella Hannukaisen louhosjärven syvimpään osaan voi syntyä lievää kerrostuneisuutta louhoksen pohjalle noin 20-30 metriä pohjasta ylöspäin. Louhoksen matalampaan osaan voi myös syntyä havaittavaa kerrostumista. Mallinnuksen perusteella täyskierto toteutuu kuitenkin molemmissa louhoksen osissa syksyisin..

Louhosjärvien vettä voidaan tarvittaessa neutraloida ja siihen varaudutaan myös sulkemissuunnittelussa. Viimeisimmän mallinnuksen (SRK Consulting 2021) perusteella louhosjärvien vesien kalkitsemiselle ei ole kuitenkaan tarvetta, sillä vesien pH ennustetaan pysyvän neutraalilla tasolla.

copyright© AFRY Finland Oy

Taulukko 8-1. Sulkemissuunnittelun tarkentuessa huomioitavat asiat.

Suosituksia seuraaviin sulkemis-suunnitelma-päivityksiin	Toimenpiteet
Louhosjärven ylivuotoveden johtaminen ympäristöön.	Seuraavissa työvaiheissa on suositeltavaa laatia suunnitelma ylivuotoveden vesienjohtamisrakenteelle ja rakenteen tarkalle sijainnille. On toki myös mahdollista, että ylitevesi poistuu pääsääntöisesti maaperän ja mahdollisesti kallioperän yläosan kautta. Ylivuotovedelle on kuitenkin syytä varmistaa turvallinen poistumareitti myös pintavesiteitse. Tarvittaessa poistorakenteeseen voidaan lisätä vesienkäsittelyrakenne.
Louhosjärvien veden laatu ja sen käsittelytarpeen tarkistaminen	Louhosjärvien kerrostumisen ja kalkitusten vaikutusta louhosjärvien veden laatuun suositellaan tarkasteltavaksi tulevissa suunnitteluvaiheissa. Näihin liittyy todennäköisesti kuormitusta lieventäviä vaikutuksia. Louhosjärven kalkituksella ei saavuteta pysyviä vaikutuksia, mutta mahdollinen kalkituksen tarve lienee todennäköisin pian louhosten vedellä täyttymisen jälkeen, jolloin ns. louhosseinämävaikutus on suurimmillaan.

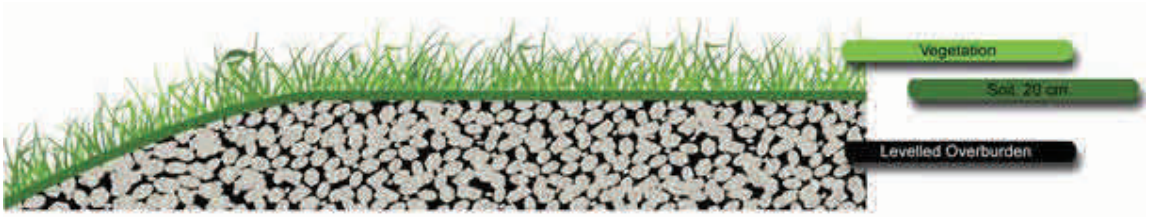
8.2.1 Pintamaiden läjitysalueet

Huomioidut vaatimukset:

- Kaivoslaki (621/2011), 15. luku, koskien alueen yleisen turvallisuuden vaatimaa kuntoa toiminnan lopettamisen yhteydessä.
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä (190/2013), koskien vastuuta jätealueista toiminnan jälkeen ja pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemistä.
- Kaivannaisjätteen hallinnan BREF-asiakirja koskien jäteaineksen fysikaalista ja kemiallista stabiliteettia.

Pintamaasta rakennettu suojavalli jätetään alueelle paikoilleen. Se on peitetty kasvillisuudella jo toiminnan aikana eikä edellytä erityisiä toimia sulkemisvaiheessa. Hannukaisen louhosjärven ylivuotoveden varalaskuoja huomioidaan tarvittaessa jo suojavallin rakentamisvaiheessa.

Pintamaan läjitysalueille sijoitettua maa-ainesta hyödynnetään kaivannaisjätealueiden peittorakenteissa. Mahdollinen hyötykäyttöön soveltumaton pintamaa muotoillaan läjitysalueille tasoittamalla alue ja luiskaamalla se maksimikaltevuuteen 1:3. Pintamaa ei ominaisuuksiensa perusteella edellytä erityistä peittorakennetta. Pintamaan läjitysalueen pintaosaan tehdään 0,2 metrin kasvukerros humuspitoisesta maasta ja alue kasvillistetaan.



Kuva 8-1. Suunniteltu pintakerroksen rakenne pintamaan läjitysalueelle

copyright© AFRY Finland Oy

Taulukko 8-2. Sulkemissuunnittelun tarkentuessa huomioitavat asiat.

Suosituksia seuraaviin sulkemissuunnitelmapäivityksiin	Toimenpiteet
Pintamaaläjitysten ohjaus laadun mukaisesti	Laaditaan tarkastelu pintamaan käyttötarkoitusten laatuvaatimuksista ja pintamaalaaduista. Tarvittaessa (tarve määritellään tarkastelun perusteella) laaditaan suunnitelma pintamaatyyppien lajittelusta. Mahdollinen suunnitelma laaditaan jo ennen rakentamisvaiheen aloittamista.
Maa-ainestaseen laadinta	Kaivosalueella muodostuvat poistomaat, rakennusmateriaalitarpeet ja peitemateriaalitarpeet käsitellään tulevissa työvaiheissa materiaalitaseena. Tämä tarkentaa myös mahdollisen ulkopuolisen materiaalitarpeen hallintaa.

8.2.2 Sivukiven läjitysalue

Huomioidut vaatimukset:

- Kaivoslaki (621/2011), 15. luku, koskien alueen yleisen turvallisuuden vaatimaa kuntoa toiminnan lopettamisen yhteydessä.
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä (190/2013), koskien vastuuta jätealueista toiminnan jälkeen ja pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemistä.
- Kaivannaisjätteen hallinnan BREF-asiakirja koskien jäteaineksen fysikaalista ja kemiallista stabiliteettia.
- Huomioidaan suotovesien vaikutus louhosjärven veden laatuun ja mahdollinen välillinen vaikutus alapuolisen vesistön tilaan (Äkäsjoki). Suotovesiä voidaan tarvittaessa käsitellä erityisesti ns. huuhtoutumisvaiheen aikana, jolloin vaatimukset kohdistuvat käsitellyn veden laatuun.

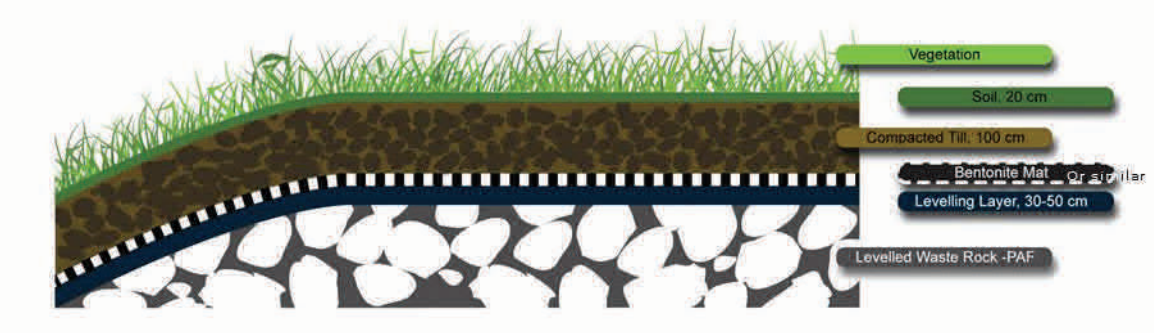
Geokemiallisia tutkimuksia, happamien ja/tai metallipitoisten suotovesien muodostumista selvittäviä testejä ja arvioitua sivukivimäärää käytettiin taustatietoina sivukivialueen sulkemisvaihtoehtojen arvioinnissa. Mahdollisesti happoa muodostava materiaali on todettu ongelmaksi sekä Hannukaisen että Kuervitikon esiintymissä. Näihin tietoihin perustuen on sivukivialueille laadittu sulkemissuunnitelma, joka sisältää sivukiven laatuun perustuvat peittokerrokset ja rinteiden loivennuksen. Sivukivialueiden sulkemiseen käytetään alueella rakentamisen aikana poistettua ja varastoitua pintamaata.

Mahdollisesti happoa muodostava sivukivi (PAF)

Peittorakenne on suunniteltu osana alkuperäisen sulkemissuunnitelman (Ramboll 2013) laadintaa eikä myöhempiä muokkauksia suunnitelmaan ole tehty. Mahdollisesti happoa muodostaville sivukivialueille rakennetaan tiivistyskerros vähentämään veden ja hapen pääsyä sivukiveen. Sivukiven pinta tasataan siten, että se muodostaa vakaan ja tasaisen asennusalustan tiivistyskerrokselle. Rakenteen koostumus on (alhaalta ylös):

- 0,3 - 0,5 metrin moreenista muodostuva tasoituskerros
- bentoniittimatto tai vastaava materiaali
- 1 metrin tiivistetty moreenikerros
- 0,2 m kasvukerros + kasvillisuus
- valumien/suotovesien kerääminen ojiin
- ojiin kerätyn veden johtaminen vedenkäsittelyyn sulkemisen yhteydessä.

copyright© AFRY Finland Oy



Kuva 8-2. Suunniteltu pintakerroksen rakenne mahdollisesti happoa muodostavalle (PAF) sivukivelle.

Sulkemisen jälkeisissä hydrogeologisissa mallinnuksissa (SRK Consulting 2020 ja 2021) tiivistyskerroksen ominaisuuksiksi on tehty oletuksia. Hapen läpäisy on 1 mol/m^2 ja veden imeytymiseksi on oletettu 7 mm/a. Tulos pohjautuu mallinnukseen, joka on tehty suunnitellulla peiterakenneratkaisulla (*Kuva 8-2*).

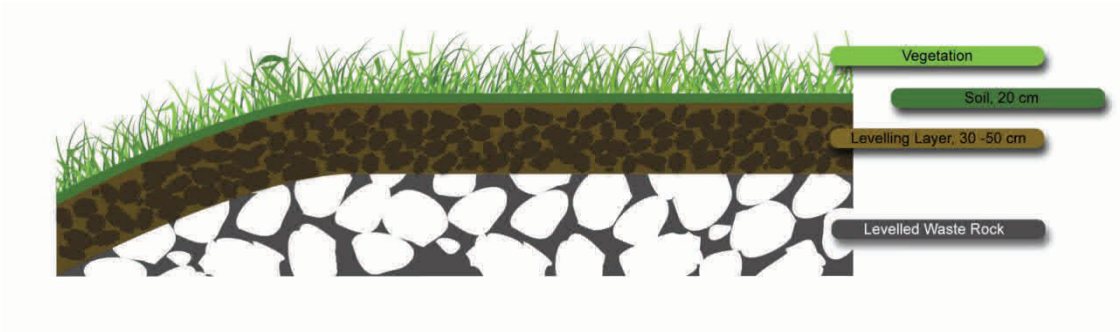
Ei happoa muodostava sivukivi (NAF)

Peittorakenne on suunniteltu osana alkuperäisen sulkemissuunnitelman (Ramboll 2013) laadintaa eikä myöhempiä muokkauksia suunnitelmaan ole tehty. Ei-happoa muodostamassa sivukivessä on mahdollisesti happoa muodostaviin sivukiviin verrattuna huomattavasti alhaisempi rikkipitoisuus tai riittävä puskurointikyky happamien suotovesien muodostumisen ehkäisemiseksi. Hannukaisen ja Kuervitikon louhosten ei-happoa tuottavissa sivukivissä neutralointikapasiteetti on suhteellisen alhainen ja jakoa ei-happoa muodostaviksi kiviksi ohjaa kiviaineksen alhaisempi rikkipitoisuus. Metallien liukeneminen kivestä on vähäistä. Alueelle ei ole tarpeen rakentaa veden ja hapen pääsyä estäviä tiiviitä peittokerroksia. Ei-happoa muodostuvalle sivukivelle rakennetaan peitto, joka koostuu moreenikerroksesta ja kasvualustakerroksesta. Moreenikerros on kuvattu piirustuksessa (*Kuva 8-3*) jokseenkin tiivistettynä. Mallinnuksessa (SRK Consulting 2020 ja 2021 on oletettu, että imeytyminen vastaa sulkemisen jälkeen ympäröivän alueen maaperän normaalia tasoa eli sadannasta riippuen 66-74 mm/a. Tähän tarvittavaa moreenin tiivistysvaatimusta ei ole vielä määritetty. Periaatteessa ei-happoa muodostavalle sivukivialueelle kaavailtua peitto toimii jossain määrin store & release –periaatteella, tasaten veden imeytymistä sivukiveen ja haihduttaen osan vedestä jo peitteestä.

Ei-happoa muodostavan sivukiven peittorakenne alhaalta ylös koostuu:

- 0,3 - 0,5 metrin tiivistetystä moreenitasoituskerroksesta
- 0,2 m kasvukerroksesta + kasvillisuudesta
- Lisäksi pintakerrokseen voidaan levittää kiviä, jolloin alue sopeutuu paremmin ympäröivään maisemaan

copyright© AFRY Finland Oy



Kuva 8-3. Suunniteltu pintakerroksen rakenne ei-happoa muodostavalle (NAF) sivukivelle.

Sivukivialueiden vedet päätyvät louhosjärviin, eikä suoraa yhteyttä sivukivialueilta alueen vesistöihin ole (SRK Consulting Ltd 2021). Sivukivialueen läntisimmästä osasta peitetyn sivukivialueen pintakerrosten vesiä voi päätyä myös Valkeajoen suuntaan. Sivukiven lävitse pohjaveteen suotautuvien vesien arvioidaan kulkeutuvan louhosjärveen päin.

Taulukko 8-3. Sulkemissuunnittelun tarkentuessa huomioitavat asiat.

Suosituksia seuraaviin sulkemissuunnitelmapäivityksiin	Toimenpiteet
Peitteiden tarkistusarviointi	Peitteiden tarkistusarviointi tulee suorittaa heti kun on käytettävissä tarkempaa tietoa materiaalien fysikaalisista ominaisuuksista. Erityisesti mahdollisesti happoa tuottavan -sivukivialueen peitteen toiminta riippuu siitä, millaisessa vedenkyllästystilassa tiiviskerros on. Tähän vaikuttavat koko läjitys-peiteprofiilin fysikaaliset ominaisuudet.
Peitteen tiiviskerroksen routasuojauksen riittävyys	Peitteen tiiviskerroksen routasuojauksen riittävyyden arviointi on tarkimmin toteutettavissa koerakenteilla, joissa sivukiven päälle rakennetussa koepeitteessä seurataan tiiviskerroksen lämpötilaa.

8.2.3 Rikastushiekka-alueet

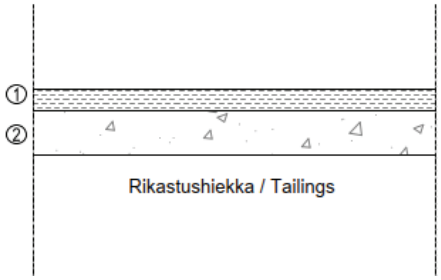
Huomioidut vaatimukset:

- Kaivoslaki (621/2011), 15. luku, koskien alueen yleisen turvallisuuden vaatimaa kuntoa toiminnan lopettamisen yhteydessä.
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä (190/2013), koskien vastuuta jätealueista toiminnan jälkeen ja pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemistä.
- Kaivannaisjätteen hallinnan BREF-asiakirja koskien jäteaineksen fysikaalista ja kemiallista stabiliteettia.

Matala- ja korkearikkinen rikastushiekka-alue suljetaan peittämällä alueet paikoilleen. Korkearikkisen rikastushiekan alueelle rakennetaan tiiviit pintarakenteet, jotka vähentävät hapen ja veden kulkeutumista ja suoraa kontaktia rikastushiekan kanssa. Matalarikkisen rikastushiekka-alueen peittämiseen soveltuu mineraalimaasta muodostettu tiivistyskerros, joka vähentää veden imeytymistä läjitykseen ja estää alueen eroosion. Peittämisen jälkeen alueet kasvitetaan ja maisemoidaan.

copyright© AFRY Finland Oy

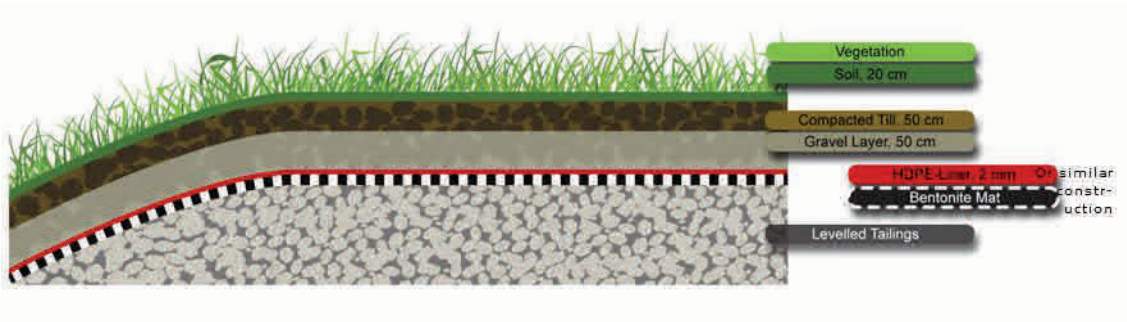
Matalarikkisen (LIMS-)rikastushiekan annetaan asettua, pinta luiskataan ja tasoitetaan noin 4,1…5,2 % kaltevuuteen. Tasatulle alueelle rakennetaan pintakerros, joka koostuu tiivistyskerroksena toimivasta 0,4 m vahvuisesta moreenikerroksesta ja 0,2 m vahvuisesta moreenista ja turpeesta tehtävästä kasvukerroksesta (Kuva 8-4).



Rakennekerrokset	k-arvo	Kerros-paksuus (mm)
1. Kasvukerros (Sekalainen moreeni + Turve)	k = 1 x 10-6 m/s	200
2. Moreenipeite	k ≤ 5 x 10-7 m/s	400
Yhteensä		600

Kuva 8-4. Matalarikkisen rikastushiekka-alueen peitto.

Korkearikkisen rikastushiekan annetaan asettua ja veden pinnan alentua rikastushiekka-alueella. Hiekka tiivistyy 80 % kiintoainepitoisuuteen, jolloin sen päällä voidaan liikkua. Korkearikkisen rikastushiekan tiivistymisen arvioidaan kestävän kolme vuotta. Kuivuneen hiekan päälle rakennetaan tiivis pintarakenne, joka koostuu bentoniittimatosta ja HDPE-muovikalvosta tai ominaisuuksiltaan vastaavista materiaaleista. Tiivistysrakenteen päälle rakennetaan 0,5 m mineraalinen kuivatuskerros, 0,5 m moreenikerros ja 0,2 m humuspitoinen kasvukerros (Kuva 8-5). Rikastushiekan tiivistymisen ja peiterakenteen rakentamisen aikana vedet pumpataan vesienkäsittelylaitokselle.



Kuva 8-5. Korkearikkisen rikastushiekka-alueen peitto.

Rikastushiekka-alueen sulkemisessa ratkaisevaa on tasausaltaaseen kertyvän veden laatu, mihin vaikuttaa ennen kaikkea korkearikkiseltä rikastushiekka-alueelta ja Hannukaisen louhosalueelta johdettavat heikompilaatuiset, käsittelyä vaativat vedet. Mallinnuksen perusteella rikastushiekka-alueen peittäminen rajoittaa huomattavasti suotoveden muodostumista ja parantaa Niesajokeen päätyvän veden laatua. Rikastushiekka-alueilta pohjoiseen altaaseensuotautuvien vesien ei arvioida käytännössä vaikuttavan Kylmäojaan päätyvän veden laatuun. (SRK Consulting 2020)

copyright© AFRY Finland Oy

Taulukko 8-4. Sulkemissuunnittelun tarkentuessa huomioitavat asiat.

Suosituksia seuraaviin sulkemissuunnitelmapäivityksiin	Toimenpiteet
Matalarikkisen rikastushiekka-alueen peitteen tarkistus-arviointi	Peitteiden tarkistusarviointi tulee suorittaa heti kun on käytettävissä tarkempaa tietoa materiaalien fysikaalisista ominaisuuksista. Peitteen toimintaan vaikuttavat koko läjitys-peite-profiilin fysikaaliset ominaisuudet.

8.2.4 Käytöstä poistettavat malmin käsittely- ja varikkoalueet sekä infrastruktuuri

Huomioidut vaatimukset:

- Kaivoslaki (621/2011), 15. luku, koskien alueen yleisen turvallisuuden vaatimaa kuntoa toiminnan lopettamisen yhteydessä.
- Kemikaaliturvallisuuslaki (390/2005), 133 §, koskien alueen puhdistamista vaarallisista kemikaaleista.
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.

Teollisuusalueiden ja infrastruktuurin osalta suositelluiksi sulkemistoimenpiteiksi on esitetty:

- Toiminnan jälkeinen maaperän laatu tarkistetaan, keskittyen niihin osiin kaivostoimintojen alueilla, joissa pilaantumisriski on suurin. Tarvittaessa suoritetaan maaperän kunnostustoimenpiteet ympäristöviranomaisen hyväksymällä tavalla.
- Tarpeettomat maanpäälliset rakennukset, rakenteet, putkistot, kaapelit ja tiet poistetaan.
- Kuljetinhihna Hannukaisen teollisuusalueelta Rautuvaaran rikastamoon poistetaan.
- Rikastamon ja junan kuormausasema Rautuvaarassa poistetaan
- Mikäli alueille ei tule pintoja vaativaa jatkokäyttöä, asfaltti- ja mahdolliset betonipinnoitukset rikotaan, poistetaan ja toimitetaan mahdollisuuksien mukaan hyötykäyttöön tai loppusijoitetaan niille soveltuvaan paikkaan
- Soratierakenteet jätetään paikalleen sulkemisen jälkeisten tarkkailu- ja mahdollisten hoitotoimintojen käyttöön.
- Pilaantunut maa-aines poistetaan ja kaivannot loivennetaan/täytetään.
- Alueet kasvillistetaan.

copyright© AFRY Finland Oy

Taulukko 8-5. Sulkemissuunnittelun tarkentuessa huomioitavat asiat.

Suosituksia seuraaviin sulkemissuunnitelmapäivityksiin	Toimenpiteet
Suunnitelmien ja hyötykäyttöpotentiaalin säännöllinen tarkistaminen	Infrastruktuuria ym. sulkemissuunnittelua koskevat osat sulkemissuunnitelmasta tarkistetaan sulkemissuunnitelman määräaikaistarkistusten yhteydessä. Rakenteiden ja materiaalien kierrätettävyyttä tarkastellaan erityisen huolellisesti.

8.2.5 Vesienhallinta ja -käsittely

Huomioidut vaatimukset:

- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Vesilaki (2011/587), koskien mahdollisia vaikutuksia pohjavedenpinnan tasoon ja veden käyttöön ympäristössä.
- Vesistöön johdettavat louhos-, suoto- ja alue vedet eivät saa merkittävästi heikentää alueen veden luontaista laatua tai vesiekologiaa eikä vaikuttaa Tornionjoen-Muonionjoen Natura-alueen suojeluperusteisiin.

Sulkemisvaiheen vesienhallinta ja –käsittely sekä vesien hallintaan liittyvien rakenteiden ja toimintojen sulkemissuunnitelma on päivitetty huomioiden muutokset kaivoksen suunnitelmissa.

Sivukivi- ja pintamaa-alueille tulevasta sadannasta osa haihtuu, osa suotautuu jätetäyttöön tai kulkeutuu pintavaluntana reunaojiin. Mahdollisesti happoa muodostavalla sivukivialueella jätetäyttöön suotautuvan veden määrä vähenee oleellisesti pinnan tiivistyskerroksen vaikutuksesta. Sivukivialueen likaantuneet suotovedet johdetaan sulkemisvaiheessa käsiteltävien vesien altaaseen ja edelleen Rautuvaaran vesienkäsittelylaitokselle. Vesien pumppausta ja käsittelyä jatketaan niin kauan, kun likaantuneita suotovesiä muodostuu, arviolta viisi vuotta toiminnan loppumisesta.

Kun käsiteltävien vesien altaille ei ole enää tarvetta, tyhjennetään altaat hallitusti, puretaan patorakenteet ja pohjan tiivistysrakenteet ja alue muotoillaan siten, että pintavedet päätyvät hallitusti puhtaiden vesien altaaseen. Altaisiin mahdollisesti kertyneet metallipitoiset sakat poistetaan ja sijoitetaan hallitusti. Alueen kasvillisuus palautetaan. Puhtaiden vesien altaan patorakenteita puretaan siten, että vedet voidaan johtaa Kivivuopionojan alkuperäiseen uomaan ja padon luokitus voidaan poistaa. Kivivuopionojan ohitusuoma poistetaan mahdollisuuksien mukaan käytöstä.

Sivukivialueen reunaojiin kertyvät puhtaat valumavedet johdetaan sulkemisvaiheessa avolouhokseen, jonka annetaan täyttyä vedellä. SRKn laatiman mallinnuksen (2021) mukaan Hannukaisen louhos täyttyy 28 vuodessa ja Kuervitikon 23,5 vuodessa.

Matalarikkisellä (LIMS-) rikastushiekka-alueella tiivistyskerroksen päällä muodostuvat puhtaat valumavedet kulkeutuvat alueen reunaojiin ja johdetaan etelään

copyright© AFRY Finland Oy

kohti Niesajokea. Pinnan tiivistyskerroksen läpi jätetäyttöön suotautuvat vedet kulkeutuvat edelleen tasausaltaaseen.

Pohjoisen altaan (rikastushiekka-alueen pohjoispuolella) säännöstely toteutetaan kaivoksen sulkemisen jälkeen painovoimaisesti LIMS-altaan (matalarikkinen) etelä/itäpadon reunaojaan.

Korkearikkisen rikastushiekan altaiden kuivatusvedet pumpataan vesienkäsittelylaitokselle siihen saakka, kunnes allas on niin kuiva, että se voidaan muotoilla ja peittää. Pumppausta ja käsittelyä jatketaan arviolta viisi vuotta. Peittämisen jälkeen pintarakenteen päällä muodostuvat puhtaat valumavedet kertyvät alueen reunoille ja johdetaan ympäristöön. Tiiviin pintakerroksen ansiosta altaisiin ei kerry sadevesiä.

Vesienkäsittelylaitokselle johdetaan vesiä käsiteltäväksi kaivostoimintojen alueilta, kunnes toiminta-alueet on saatu suljettua. Käsitellyt vedet pumpataan Rautuvaaran tasausaltaaseen ja siitä edelleen Muonionjokeen. Vesienkäsittely- ja johtamisjärjestelyt ovat vastaavat kuin kaivoksen toiminnan aikana. Toiminta-aikaa vastaavasta vesien käsittelystä voidaan luopua, kun peittorakenteet on asennettu ja muu sulkemiseen liittyvä rakentaminen on saatu päätökseen. On myös huomioitava sulkemiseen liittyvän rakentamisen aloittamisen viiveet, esimerkiksi rikastushiekka-alueiden pinnan kuivatus konekantavuutta varten. Aktiivista, toiminnan aikaista vastaava vesienkäsittelyä on alustavasti arvioitu tarvittavan noin viiden vuoden ajan toiminnan lopettamisen jälkeen. Käsiteltävien vesien määräksi tälle viiden vuoden ajalle on arvioitu yhteensä 11,1 Mm^3.

Nykyisten mallinnustulosten perusteella vesienkäsittely voidaan lopettaa aktiivisten sulkemistöiden päätyttyä. Vesienkäsittelyn tarvetta tullaan toiminnan aikana arvioimaan sulkemissuunnitelman päivitysten yhteydessä. Mikäli vesienkäsittelylle ilmenee aktiivisten sulkemistöiden jälkeen tarvetta, siihen varaudutaan. Passiiviseen vesienkäsittelyyn varaudutaan 30 vuoden ajalle toiminnan loppumisesta.

Aktiivisen sulkemisvaiheen lopussa tasausallas pumpataan mahdollisimman tyhjäksi. Mikäli altaan pohjalla on merkittäviä määriä metalli- ja rikkipitoista sakkaa, huomioidaan sakan laadun asettamat vaatimukset loppusijoittamisen suunnittelussa. Lähtökohtaisesti sakka sijoitettaisiin rikastushiekka-alueelle. Tämän jälkeen tasausaltaan annetaan täyttyä valumavesistä, jonka jälkeen vedet johdetaan ylivuotona Niesajokeen.

Tasausaltaan annetaan kasvittua ja muodostua luonnonmukaiseksi kosteikoksi. Kosteikko voidaan tarvittaessa hyödyntää passiivisena jälkihoitovaiheen vesienkäsittelymenetelmänä.

Taulukko 8-6. Sulkemissuunnittelun tarkentuessa huomioitavat asiat.

Suosituksia seuraaviin sulkemissuunnitelmapäivityksiin	Toimenpiteet
Vesienkäsittelysakan (tasausallas) loppusijoituksen tarkempi suunnittelu	Laaditaan arvio sakan laadusta ja määrästä ja tehdään vaihtoehtotarkastelu, jota seuraa suunnittelutyö.

copyright© AFRY Finland Oy

9 Sulkemisen aikaiset ja sen jälkeiset vaikutukset ympäristöön ja ihmisiin

9.1 Yleistä ympäristövaikutuksista ja sosiaalisista vaikutuksista

Kaivoksen sulkemisen jälkeiset ympäristövaikutukset on arvioitu vuonna 2013 YVA-menettelyn yhteydessä ja ympäristölupahakemusta laadittaessa vuonna 2016. Sulkemissuunnitelma ja siihen liittyvät periaateratkaisut ovat suurimmalle osalle alueista ja toiminnoista pysyneet samoina ja laadittu vaikutusten arviointi on niiltä osin edelleen ajan tasalla. Vaikutusten arvioinnissa on tukeuduttu tässä yhteydessä aikaisempaan arviointiin. Matalarikkisen rikastushiekka-alueen peittorakenteet suunnitelmaa on muutettu ja vaikutusten arviointia on sen osalta päivitetty vastaamaan viimeisintä suunnitelmaa. Vesien johtamiseen ja käsittelyyn liittyviä toimintoja ja rakenteita on suunniteltu uusiksi ja myös näiden osalta sulkemisvaiheen vaikutuksia on tarkasteltu viimeisimmän suunnitelman mukaisina.

Sulkemisen tavoitteet ja sulkemisvaiheen ja sen jälkeisen ajan riskinhallintamenetelmät on huomioitu vaikutusten arvioinnissa.

9.2 Vaikutukset ilmanlaatuun

Sulkemisvaiheessa rakenteiden purkaminen, materiaalien lastaus ja purkaminen sekä sivukivi- ja rikastushiekka-alueiden peittäminen aiheuttavat jonkin verran pölyämistä, joskin pölyn muodostuminen vähenee toiminnan aikaisesta. Sulkemisen aikana pölyn vaikutusalueen on arvioitu rajoittuvan aidatun kaivosalueen sisäpuolelle, missä hengitettävien hiukkasten pitoisuuden ylittävät YVA-menettelyn yhteydessä tehtyjen mallinnusten mukaan ohje- ja raja-arvopitoisuudet. Aidatun alueen ulkopuolella hengitettävien hiukkasten raja- tai ohjearvot eivät tule ylittymään ja alueen ulkopuolelle ulottuvat pölyvaikutukset loppuvat. Kaivostoiminnoista aiheutuvat pölyvaikutukset arvioidaan sulkemisvaiheessa vähäisiksi tai enimmillään kohtalaisiksi. Sulkemistöiden päätyttyä alueen pintamaa voi kuivissa olosuhteissa pölytä ennen kuin kasvillisuus ehtii kiinnittämään sen. Kun kasvillisuuspeite on muodostunut, alueen pölypäästöt vähenevät kaivostoimintoja edeltävälle tasolle ja ilmanlaatu palautuu kaivostoimintoja edeltäneelle tasolle.

Sulkemisvaiheessa ei tehdä räjäytyksiä tai ne ovat vain pieniä louhosten seinämien loiventamiseksi tehtäviä ja tapahtuvat Hannukaisen alueella. Pakokaasu- ja kasvihuonekaasupäästöt vähenevät toiminnan loputtua. Jälkihoidon aikaiset pakokaasu- ja kasvihuonekaasupäästöt ovat huomattavasti alhaisemmat kuin toiminnan aikana. Sulkemisvaiheen loputtua hiilidioksidi- ja pakokaasupäästöt loppuvat, ja näin ollen Kolarin kunnan kokonaishiilidioksidipäästöt laskevat.

9.3 Vaikutukset vesistöihin

Sulkemisen jälkeiset pinta- ja pohjavesivaikutukset on arvioinut Ramboll Finland Oy (2021), ja raportti on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3. Seuraavassa esitetään vaikutusarvion tiivistelmä, joka on laadittu em. raportin pohjalta.

copyright© AFRY Finland Oy

9.3.1 Louhosjärvistä lähtevän veden laatu

Hannukaisen louhosjärvestä purkautuvien vesien pitoisuudet ovat yleisesti ottaen alhaisia. Louhosjärven fosforin pitoisuus on luonnonvesiin nähden korkea. Fosforipitoisuus on korkeimmillaan sulkemisen aikaan 190 µg/l ja louhoksen täyttymisen aikaan tasolla 140 µg/l. Mallinnuksessa fosfori on mallinnettu fosfaattifosforina. Elohopean osalta pintavesille asetettu suurimman sallitun pitoisuuden ympäristönlaatunormi (MAC-EQS 0,07 µg/l) ylittyy Hannukaisen louhosvedessä mallinnuksen perusteella. Nikkelin ympäristönlaatunormin taso (AA-EQS, 4 µg/l + taustapitoisuus) voi ylittyä. Haitattomaksi arvioidun PNEC-pitoisuustason havaittiin mallinnustuloksissa ylittyvän alumiinin, koboltin, kromin, elohopean, mangaanin, nikkelin, uraanin, kalsiumin, natriumin ja piin osalta. Louhosjärvien mangaani-, nikkeli-, elohopea- ja kromipitoisuudet ovat tasolla, josta voi aiheutua vaikutuksia herkimmille vesieliöille. (Ramboll Finland Oy 2021)

Kuervitikon louhosjärvestä purkautuvien vesien pitoisuudet ovat yleisesti ottaen alhaisia. Kuervitikon louhosjärven fosforin pitoisuus on luonnonvesiin nähden korkea. Fosforipitoisuus on korkeimmillaan sulkemisen aikaan 1000 µg/l ja louhoksen täyttymisen aikaan tasolla 880 µg/l. Elohopean osalta pintavesille asetettu suurimman sallitun pitoisuuden ympäristönlaatunormi (MAC-EQS 0,07 µg/l) ylittyy Kuervitikon louhosvedessä mallinnuksen perusteella. Nikkelin ympäristönlaatunormin taso (AA-EQS, 4 µg/l + taustapitoisuus) voi ylittyä. Haitattomaksi arvioidun PNEC-pitoisuustason havaittiin mallinnustuloksissa ylittyvän alumiinin, koboltin, kromin, elohopean, mangaanin, nikkelin, uraanin, kalsiumin ja piin osalta. Louhosjärvien mangaani-, nikkeli-, elohopea- ja kromipitoisuudet ovat tasolla, josta voi aiheutua vaikutuksia herkimmille vesieliöille. (Ramboll Finland Oy 2021)

9.3.2 Kuerjoki

Sulkemisen jälkeisenä aikana Kuerjoen pisteellä (FS40) vedenlaatuun vaikuttavat Kuervitikon louhoksen ylivuoto ja louhoksen suotovedet, ei-happoa muodostavan sivukivialueen suotovedet ja maa-aineksen läjitysalueen suotovedet. Koboltin, kromin, kuparin ja mangaanin mallinnetut pitoisuustasot ovat ko. pisteellä suhteellisesti suuresta noususta huolimatta alhaiset verrattuna vaikutuksettomaksi arvioituun PNEC-pitoisuustasoon. Nikkelin, elohopean, kadmiumin tai lyijyn ympäristönlaatunormin tason ei arvioida ylittyvän Kuerjoessa sulkemisen jälkeen mallinnuksen perusteella. Uraanin maksimipitoisuus (0,39 µg/l) jää vaikutuksettomaksi arvioidun PNEC-tason (0,4 µg/l) alle. Kuerjoen mallinnuspisteellä vaikutuksettomaksi arvioitu PNEC-pitoisuustaso ylittyy sulkemisen jälkeiseen tilanteeseen tehtyjen mallinnustulosten perusteella raudan, alumiinin, kalsiumin ja piin osalta. Alumiinin pitoisuuden ennustetaan kasvavan nykytasolta 23 µg/l tasolle 27 µg/l ja enimmillään tasolle 30 µg/l. Alumiinin, kalsiumin ja mangaanin ennustetuista pitoisuusnousuista ei arvioida aiheutuvan ekologista haittaa jokiosuuksilla. (Ramboll Finland Oy 2021)

Kuerjoen fosforipitoisuus on nykytilassa 17 µg/l. Tämän ennustetaan nousevan keskimäärin tasolle 32 µg/l ja enimmillään tasolle 42 µg/l. Fosforin lisäyksellä voi olla suoria vaikutuksia perustuotannon tasoon, joskin Kuerjoen on arvioitu olevan typpirajoitteinen. Fosforipitoisuus nousee tasolle, jolla perustuotantoa rajoittavat nykyistäkin voimakkaammin muut tekijät kuin fosfori (muut pääravinteet, hivenravinteet, valon ja lämmön määrä sekä virtausolot). (Ramboll Finland Oy 2021)

copyright© AFRY Finland Oy

Viimeisimmässä laaditussa luokittelussa fosforipitoisuuden perusteella Kuerjoen ekologinen luokka on hyvä. Erinomaisen ja hyvän rajaksi Kuerjoen vesistötyypille (Kk, Keskisuuret kangasmaiden joet) on asetettu 15 µg/l, jota pienemmät pitoisuudet viittaavat erinomaiseen tilaan ja suuremmat hyvään tilaan. Mallin tiedoissa vertailupitoisuutena (baseline) on käytetty 17 µg/l. Pitoisuuden ennustetaan sulkemisen jälkeisenä aikana nousevan enimmillään tasolle 42 µg/l keskimäärin tasolle 32 µg/l. Pitoisuuden nousu on suhteellisesti arvioituna suuri ja se vahvistaa ekologisen tilan luokitusta lähemmäs hyvän ja tyydyttävän rajaa (35 µg/l). (Ramboll Finland Oy 2021)

Perustuotannon tasoa Kuerjoessa rajoittaa ensisijaisesti typpipitoisuus, johon ei arvioida kohdistuvan muutoksia. Näin ollen vaikutukset päällyslevästöön on arvioitavissa vähäisiksi ja nykyisin hyväksi arvioituun ekologiseen tilaan ei kohdistu paineita. Sulkemisen jälkeisen ajan ennustetut virtaaman ja ainepitoisuuksien muutokset Kuerjoessa ovat yleisesti ottaen vähäisiä, eikä niillä arvioida olevan vaikutusta pohjaeläimistön tai kalaston tilaan. Uusimmassa luokittelussa sekä pohjaeläimistön että kalaston tila on arvioitu erinomaiseksi. Kuerjoen ekologiseen tilaan ei arvioida kohdistuvan muutoksia sulkemisen jälkeisenä aikana mallinnuksen perusteella. (Ramboll Finland Oy 2021)

9.3.3 Valkeajoki

Valkeajoen vedenlaatuun (FS11) vaikuttavat ei-happoa muodostavan sivukivialueen suotovedet ja maa-aineksen läjitysalueen suotovedet. Nikkelin, elohopean, kadmiumin tai lyijyn ympäristönlaatunormin tason ei arvioida ylittyvän Valkeajoessa sulkemisen jälkeen mallinnuksen perusteella. Valkeajoen mallinnuspisteellä vaikutuksettomaksi arvioitu PNEC-pitoisuustaso ylittyy sulkemisen jälkeiseen tilanteeseen tehtyjen mallinnustulosten perusteella alumiinin, kalsiumin ja piin osalta, mutta mallinnetut pitoisuudet eivät eroa vertailupitoisuuksista juurikaan. Alumiinin ja kalsiumin ennustetuista pitoisuusnousuista ei arvioida aiheutuvan ekologista haittaa jokiosuuksilla. Valkeajoen päällyslevästöön, pohjaeläimistön ja kalastoon tai joen ekologiseen tilaan ei arvioida kohdistuvan muutoksia sulkemisen jälkeisenä aikana. (Ramboll Finland Oy 2021)

9.3.4 Äkäsjoki

Äkäsjoessa kaivoksen kohdalla (FS09) vedenlaatuun vaikuttavat Hannukaisen louhoksen ylivuotovedet, Hannukaisen louhoksen suotovedet, Kuervitikon louhoksen ylivuotovedet Kuerjoen kautta, ei-happoa muodostavan sivukivialueen suotovedet (sekä suoraan Äkäsjokeen että Kuerjoen kautta) ja maa-aineksen läjitysalueiden suotovedet (suoraan Äkäsjokeen ja Kuerjoen kautta). Arseenin, koboltin, kromin ja antimonin pitoisuustasot joessa sulkemisen jälkeen ovat suhteellisesti suuresta noususta huolimatta alhaiset verrattuna vaikutuksettomaksi arvioituun PNEC-pitoisuustasoon. Nikkelin, elohopean, kadmiumin tai lyijyn ympäristönlaatunormin tason ei arvioida ylittyvän Äkäsjoessa kaivoksen kohdalla sulkemisen jälkeen mallinnuksen perusteella. Uraanin mallinnettu maksimipitoisuus (0,46 µg/l) nousee hieman yli ja keskipitoisuus lähelle vaikutuksettomaksi arvioitua PNEC-pitoisuuden (0,4 µg/l) tasoa. Uraanin pitoisuusnousuista ei arvioida aiheutuvan ekologista haittaa jokiosuuksilla. Äkäsjoessa kaivoksen kohdalla vaikutuksettomaksi arvioitu PNEC-pitoisuustaso ylittyy sulkemisen jälkeiseen tilanteeseen tehtyjen

copyright© AFRY Finland Oy

mallinnustulosten perusteella raudan, alumiinin, kalsiumin ja piin osalta, mutta mallinnetut pitoisuudet eivät eroa vertailupitoisuuksista juurikaan. Alumiinin, koboltin, kalsiumin ja kromin ennustetuista pitoisuusnousuista ei arvioida aiheutuvan ekologista haittaa jokiosuuksilla. (Ramboll Finland Oy 2021)

Äkäsjoen suualueella (FS26) vedenlaatuun hankkeen seurauksena vaikuttavat Hannukaisen louhoksen ylivuotovedet ja suotovedet, Kuervitikon louhoksen suotovedet Kuerjokeen ja ylivuoto Kuerjoen kautta, ei-happoa muodostavan sivukivialueen suotovedet (vaikutus myös pisteillä Kuerjoki, Valkeajoki, Äkäsjoki mine) ja maaaineksen läjitysalueiden suotovedet (vaikutus myös pisteillä Kuerjoki, Valkeajoki ja Äkäsjoki kaivoksen kohdalla). Koboltin, kromin ja antimonin mallinnetut pitoisuustasot ovat suhteellisesti suuresta noususta huolimatta alhaiset verrattuna vaikutuksettomaksi arvioituun PNEC-pitoisuustasoon. Nikkelin, elohopean, kadmiumin tai lyijyn ympäristönlaatunormin tason ei arvioida ylittyvän Äkäsjoen alaosassa sulkemisen jälkeen mallinnuksen perusteella. Uraanin maksimipitoisuus (0,34 µg/l) ja keskipitoisuus (0,30 µg/l) jäävät alle vaikutuksettomaksi arvioidun PNEC-pitoisuuden (0,4 µg/l) tason. Äkäsjoen alaosassa kaivoksen kohdalla vaikutuksettomaksi arvioitu PNEC-pitoisuustaso ylittyy sulkemisen jälkeiseen tilanteeseen tehtyjen mallinnustulosten perusteella raudan, alumiinin, kalsiumin ja piin osalta, mutta mallinnetut pitoisuudet eivät eroa vertailupitoisuudesta juurikaan. Alumiinin, kalsiumin, koboltin ja kromin ennustetuista pitoisuusnousuista ei arvioida aiheutuvan ekologista haittaa jokiosuuksilla. (Ramboll Finland Oy 2021)

Viimeisimmässä laaditussa luokittelussa fosforipitoisuuden perusteella Äkäsjoen ekologinen luokka on hyvä. Erinomaisen ja hyvän rajaksi Äkäsjoen vesistötyypille (Keskisuuret kangasmaiden joet) on asetettu 15 µg/l, jota pienemmät pitoisuudet viittaavat erinomaiseen tilaan ja suuremmat hyvään tilaan. Mallin tiedoissa vertailupitoisuutena (baseline) on käytetty 16 µg/l alaosalla ja 15 µg/l kaivoksen kohdalla. Pitoisuuden ennustetaan nousevan sulkemisen jälkeisenä aikana enimmillään tasolle 26 µg/l alaosalla ja tasolle 30 µg/l kaivoksen kohdalla. Pitoisuuden nousu on suhteellisesti arvioituna suuri ja se vahvistaa ekologisen tilan luokitusta hyvään. (Ramboll Finland Oy 2021)

Äkäsjoen typpipitoisuus viittaa ekologisen tilan luokittelussa erinomaiseen tilaan (raja <450 µg/l). Mallinnuksessa on huomioitu typen jakeista ainoastaan nitraatin pitoisuus, johon ei arvioida kohdistuvan muutoksia sulkemisen jälkeen. Typen pitoisuustaso Äkäsjoessa on niin alhainen, että se todennäköisesti on perustuotantoa rajoittava ravinne. Pitoisuustaso on niin alhainen, että ekologisen luokituksen typpipitoisuuden osatekijä ei muutu kuormituksen seurauksena. (Ramboll Finland Oy 2021)

Koska Äkäsjoella perustuotannon tasoa rajoittaa ensisijaisesti typpipitoisuus, johon ei arvioida kohdistuvan muutoksia, on vaikutukset päällyslevästöön arvioitavissa vähäisiksi. Sulkemisen jälkeisen ajan ennustetut virtaaman ja ainepitoisuuksien muutokset Äkäsjoessa ovat yleisesti ottaen vähäisiä, eikä niillä arvioida olevan vaikutusta pohjaeläimistön tai kalaston tilaan. (Ramboll Finland Oy 2021)

copyright© AFRY Finland Oy

9.3.5 Niesajoki

Mallinnuksella arvioitiin sekoituspitoisuuksia Niesajoessa kolmessa pisteessä: Niesajoki 1 (FS15) sijaitsee välittömästi purkupaikan alapuolella, Niesajoki 2 (FS16) valuma-alueen keskivaiheilla ja Niesajoki 3 (FS12) ennen laskua Muonionjokeen. Mallinnus huomioi sekä pohjaveden kautta suotautuvan veden että ylivuotona purkautuvan veden vaikutuksen pitoisuuksiin. Tasausaltaan (South pond) vesi johdetaan aluksi käsittelyyn ja purkuputkea pitkin Muonionjokeen, kuten toiminnan aikana. Ylivuoto suoraan Niesajokeen mahdollistetaan vasta, kun valtaosa haitta-aineista on laimentunut riittävästi ja haitattomaksi arvioitu pitoisuustaso on saavutettu. Haitattoman pitoisuustason saavuttamiseen on arvioitu kuluvan noin 19 vuotta. Pohjoiselta altaalta suotovedet imeytyvät pohjaveteen ja sitä kautta edelleen vähittäin Kylmäojaan. Kylmäojan mallinnuksessa on huomioitu pohjaveden kautta suotautuvan kuormituksen vaikutus. (Ramboll Finland Oy 2021)

Niesajoen ja Kylmäojan vedenlaadun ennustetut sekoituspitoisuudet ovat pääosin alhaisia, eikä merkittäviä muutoksia sulkemisen aikana havaita. Koboltin pitoisuus Niesajoen ylimmällä pisteellä ylittää vaikutuksettomaksi arvioidun PNEC-pitoisuustason sekä taustapitoisuusaineistossa, että sulkemisen aikana. Tasaantuneen pitoisuuden on arvioitu olevan selvästi taustatasoa alhaisempi ja PNEC-pitoisuuden tasolla, eikä vaikutuksia siten arvioida aiheutuvan. Koboltin ennustetuista pitoisuusnousuista ei arvioida aiheutuvan ekologista haittaa jokiosuuksilla. Rikastushiekka-alueilta pohjoiseen saltaaseen suotautuvien vesien ei arvioida käytännössä vaikuttavan Kylmäojaan päätyvän veden laatuun. (Ramboll Finland Oy 2021)

Sulkemisen jälkeisellä ajalla ravinnepitoisuuksien muutokset ovat mallinnuksen mukaan niin vähäisiä, että niillä ei arvioida olevan vaikutusta arvioon joen ekologisesta tilasta. Niesajoen biologinen tila on arvioitu erinomaiseksi. Piilevästöstä ei ole luokittelussa tietoja, mutta pohjaeläimistön tila ja kalaston tila on molemmat arvioitu olevan erinomaisia. Sulkemisen jälkeisenä aikana Niesajokeen ei arvioida kohdistuvan vaikutuksia, jotka heikentäisivät arviota biologisesta muuttujasta. (Ramboll Finland Oy 2021)

9.4 Vaikutukset pohjaveteen

Sulkemisen jälkeiset pinta- ja pohjavesivaikutukset on arvioinut Ramboll Finland Oy (2021), ja kyseinen raportti on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3. Seuraavassa esitetään pohjavesien vaikutusarvion tiivistelmä, joka on laadittu em. raportin pohjalta.

Kun kaivos suljetaan ja louhosten kuivanapitopumppaukset päättyvät, alkaa pohjavesi virrata kohti louhosjärviä. Pohjaveden pinnankorkeus saavuttaa uuden tasapainotilan, kun louhosjärvet ovat täyttyneet vedellä ja virtausolosuhteet palautuvat kohti nykytilaa. Pinnankorkeus jää pienellä alueella louhosjärven pohjois- ja itäpuolella enimmillään noin 70 cm kaivostoimintaa edeltävää aikaa alemmalle tasolle. Muutoin pinnankorkeuden muutos nykytilaan nähden on arvioitu vähäiseksi (alle 10 cm). Hannukaisen louhosjärvi saavuttaa luontaisen pinnankorkeuden noin 28 vuoden kuluttua kaivoksen sulkemisesta ja Kuervitikon louhosjärvi noin 23,5 vuoden kuluttua kaivoksen sulkemisesta. Sulkemisen jälkeen ei-happoa tuottavan sivukiven läjitysalueet ja maanläjitysalueet peitetään puolitiiviillä maaperällä, jolloin

copyright© AFRY Finland Oy

pohjaveden muodostuminen vastaa pitkälti luontaista pohjaveden muodostumisen tasoa. Mahdollisesti happoa tuottavan sivukiven läjitysalue eristetään niin, että suotautuminen on mahdollisimman vähäistä, eikä alueilla muodostu pohjavettä. Eristysrakenteiden aiheuttamat muutokset pohjaveden muodostumisessa eivät ole merkittäviä. (Ramboll Finland Oy 2021)

9.4.1 Pohjaveden laatu

Hannukaisen ja Kuervitikon louhosjärven vesi muodostuu sadannasta, pohjavedestä, kaivosalueelta tulevasta valunnasta sekä ei-happoa tuottavan sivukiven läjitysalueilta ja maanläjitysalueilta tapahtuvasta suotaumasta. Näiden lisäksi louhosjärven veden laatuun vaikuttavat louhosjärvessä tapahtuvat kemialliset ja biologiset prosessit. Alueen pohjaveden laatuun voi vaikuttaa myös mahdollisesti happoa tuottava sivukivi siinä määrin, missä suotautuminen on suojaavista rakenteista huolimatta mahdollista. (Ramboll Finland Oy 2021)

Mallinnettu louhosjärven vedenlaatu täyttää mallinnettujen parametrien osalta STM:n asetuksen 1351/2015 talousveden laatuvaatimukset, mutta laatutavoitteet ylittyvät mangaanin osalta (Taulukko 9-1). Mallinnettu louhosjärven vedenlaatu ylittää pohjaveden ympäristönlaatunormien (Vna 341/2009) mukaisen enimmäispitoisuuden koboltin, elohopean ja nikkelin osalta. Mallinnettu Hannukaisen louhosjärven veden laatu voi mallinnuksen perusteella vaikuttaa pohjaveden laatuun kaivosalueen itäpuolella sijaitsevilla III-luokan pohjavesialueilla Kivivuopionvaara ja Kuervaara (Kuva 9-1). Kyseisillä pohjavesialueilla sijaitsee kolme yksityiskaivoa, joissa pohjaveden ympäristönlaatunormi ylittyy kuparin ja sinkin osalta jo nykytilassa. Uusia viitearvojen ylityksiä ei mallinnuksen perusteella ole odotettavissa louhosjärven veden vaikutuksesta. Hannukainen aikoo lunastaa käyttöönsä kyseiset kiinteistöt tai korvata kiinteistöjen kaivojen vedensaannin, riippuen tapauksesta. (Ramboll Finland Oy 2021)

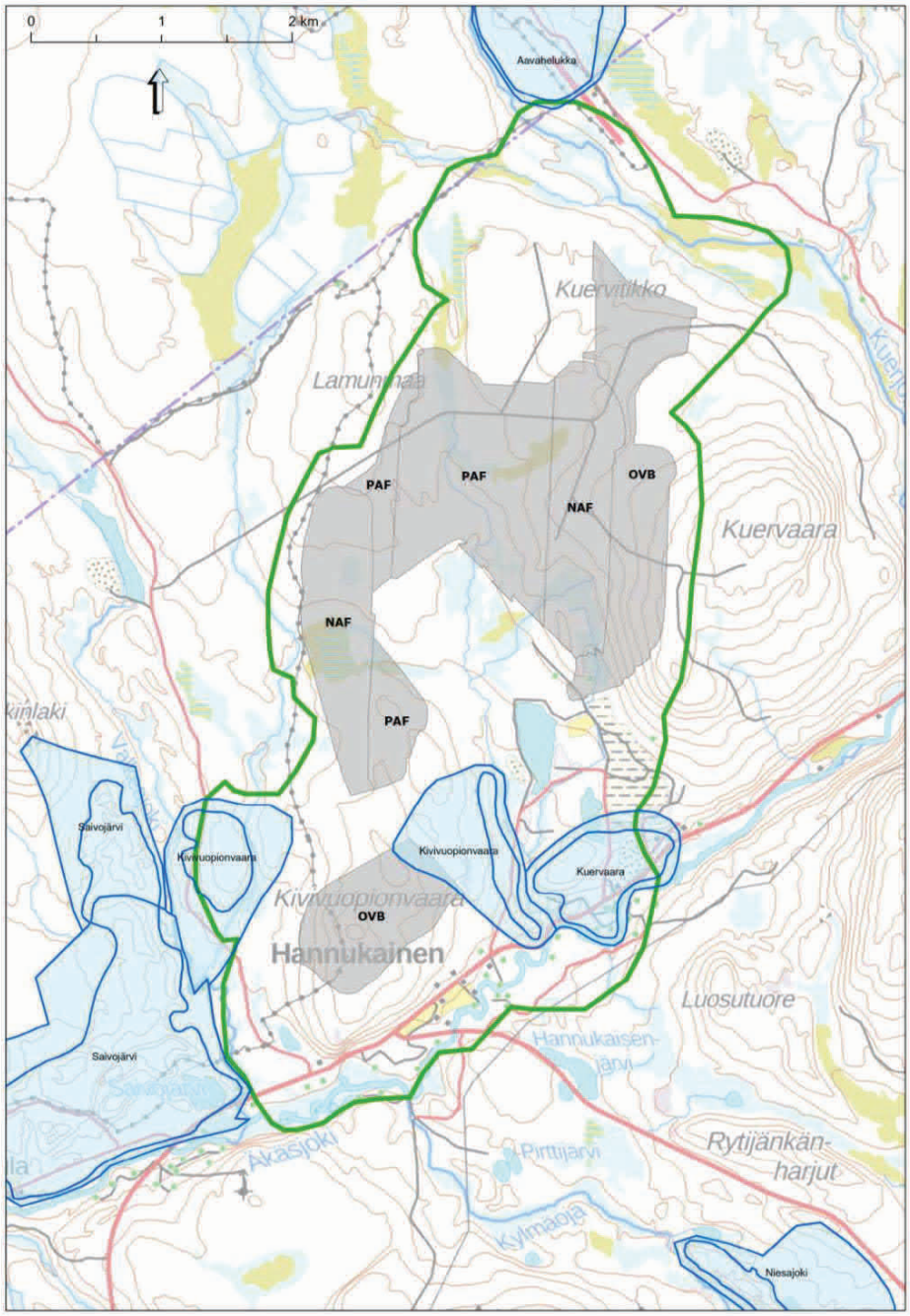
Mallinnettu Kuervitikon louhosjärven vaikutusalue ulottuu vähäisiltä osin Aavahelukan II-luokan pohjavesialueelle, mutta ei sen muodostumisalueelle. Arvioitu laatuvaikutus on vain noin 1–11 % louhosjärven vedenlaadusta, joten louhosjärven ei arvioida aiheuttavan viitearvojen ylityksiä Aavahelukan pohjavesialueella. (Ramboll Finland Oy 2021)

copyright© AFRY Finland Oy

Taulukko 9-1. Hannukaisen louhosjärven mallinnettu vedenlaatu ja pohjaveden viitearvot. Viitearvojen ylitykset on merkattu lihavoidulla fontilla. (Ramboll Finland Oy 2021)

Parametri	Hannukaisen louhosjärven vedenlaatu	STM 1352/2015 Laatuvaatimus	STM 1352/2015 Laatutavoite	Vna 341/2009 Ympäristönlaatunormi
Yksikkö	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Sulfaatti	16,6		250	150
Fluoridi	0,35	1,5		
Alumiini	0,0025		0,2	
Rauta	0,0013		0,2	
Arseeni	0,0025	0,01		
Koboltti	**0,011**			0,002
Kromi	0,010	0,05		0,01
Kupari	0,0029	2		0,02
Elohopea	**0,00012**			0,00006
Mangaani	**0,089**		0,05	
Nikkeli	**0,019**	0,02		0,01
Sinkki	0,0086			0,06

copyright© AFRY Finland Oy



Kuva 9-1. Louhosjärvien, sivukivialueiden ja maanläjitysalueiden yhdistetty pohjavesivaikutusalue. (Ramboll Finland Oy 2021)

Sivukivialueiden sekä maanläjityksen (PAF, NAF, OVB) arvioidaan vaikuttavan merkittävästi pohjaveden laatuun itäisellä Kivivuopionvaaran III-luokan pohjavesialueella ja Kuervaaran III-luokan pohjavesialueella niin, että pohjaveden viitearvot ylittyvät useiden parametrien (fluoridi, alumiini, arseeni, koboltti, kromi, kupari, elohopea, mangaani, nikkeli, uraani ja sinkki) osalta. Lapin ELY-keskuksen 13.2.2017 antaman lausuntopyynnön mukaan (Dnro LAPELY/964/2015: Pohjavesialueiden luokitusten muuttaminen, Kolari) sekä itäinen Kivivuopionvaaran pohjavesialue (12273124) että Kuervaaran pohjavesialue (12273123) tullaan poistamaan

copyright© AFRY Finland Oy

luokituksesta, sillä kyseiset pohjavesialueet eivät sovellu yhdyskuntien vedenhankintaan pohjaveden muodostumisen vähäisyyden tai sulfidimaan aiheuttaman luontaisen laatuvaikutuksen vuoksi. Näin ollen voidaan katsoa, että vaikutuksen kohteina olevat pohjavesialueet eivät ole herkkyydeltään suuria, sillä ne eivät nykytilassakaan sovellu vedenhankintaan. (Ramboll Finland Oy 2021)

Läntinen Kivivuopionvaaran pohjavesialue (12273124) tullaan Lapin ELY-keskuksen lausuntopyynnön mukaan nostamaan luokkaan 2 ja samalla nimi muutetaan Valkeajoen pohjavesialueeksi. Mallinnuksen mukaan ei-happoa tuottavat sivukivet ja maanläjitys (NAF, OVB) eivät aiheuta talousveden laatuvaatimusten enimmäispitoisuuksien ylityksiä läntisen Kivivuopionvaaran III-luokan pohjavesialueella, mutta pohjaveden ympäristönlaatunormit ylittyvät elohopean ja arseenin osalta (Taulukko 9-2). Näihin pitoisuusylityksiin tulee kuitenkin suhtautua varauksella, sillä mallinnukseen liittyy epävarmuutta erityisesti elohopean, arseenin ja kromin kohdalla, joiden pitoisuuden lähtötaso (baseline) on ollut analyyttisen määritysrajan tuntumassa. (Ramboll Finland Oy 2021)

Taulukko 9-2. Läntisen Kivivuopionvaaran pohjavesialueelle kohdistuvat laatuvaikutukset. Viitearvot ylittävät mallinnetut pitoisuudet on merkattu lihavoidulla fontilla. (Ramboll Finland Oy 2021)

Parametri	Läntisen Kivivuopionvaaran vedenlaatu	STM 1352/2015 Laatuvaatimus/ -tavoite	Vna 341/2009 Ympäristönlaatunormi
Yksikkö	mg/l	mg/l	mg/l
Sulfaatti	5,53	250	150
Fluoridi	0,3	1,5	
Nitraatti	0,0039	220	50
Arseeni	**0,0052**	0,01	0,005
Koboltti	0,00011		0,002
Kromi	0,0094	0,05	0,01
Elohopea	**0,00014**	0,001	0,00006
Nikkeli	0,0034	0,02	0,01
Uraani	0,0051	0,03	
Sinkki	0,0125		0,06

9.5 Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimistöön ja suojelualueisiin

Luontoon ja luontoarvoihin voi kohdistua suoria, epäsuoria, kertyviä tai kasautuvia vaikutuksia. Suorat vaikutukset kohdistuvat suoraan elinympäristöihin ja aiheuttavat elinympäristöjen tai kasvupaikkojen menetyksen. Suorien vaikutusten aiheuttamat muutokset eivät lähtökohtaisesti palaudu kaivostoiminnan päätyttyä. Epäsuorat vaikutukset aiheutuvat välillisesti esimerkiksi vesistöön pääsevien haitta-aineiden tai pölyämisen seurauksena. Kertyvät vaikutukset kertyvät eliöyhteisöihin pidemmän ajan kuluessa aiheuttaen jatkuessaan merkittävyydeltään lisääntyviä vaikutuksia. Kasautuvia vaikutuksia aiheutuu useiden vähäisten tai merkityksettömien vaikutusten yhteisvaikutuksen seurauksena. (Ramboll Finland Oy 2013)

Hankkeen infrastruktuurin, avolouhosten, sivukivialueiden, rikastushiekka-alueiden, vesienkäsittely rakenteiden ja kuljetuskäytävien rakentaminen aiheuttaa suoria menetyksiä elinympäristöihin kaivoksen rakennusvaiheessa. Menetykset ovat palautumattomia ja aidatun alueen sisäpuolella sijaitsevat luontotyypit ja lajien elinympäristöt tuhoutuvat. Kaivoksen sulkemistoimenpiteiden jälkeen alueelle alkaa muodostua luontaisia, eteläiselle Lapille ja pohjoiselle havumetsävyöhykkeelle

copyright© AFRY Finland Oy

tyypillisiä elinympäristöjä. Maaperän muokkaus kuitenkin muuttaa kasvuolosuhteita, eikä kasvillisuus palaudu ennalleen rakennetuilla alueilla. Eläinlajit, jotka ovat sidoksissa näihin elinympäristöihin, eivät todennäköisimmin palaa alueelle sulkemisen jälkeen, ja menetystä voidaan pitää pysyvänä. Alueelle voi kaivoksen sulkemisen jälkeen siirtyä muuta lajistoa, jolloin lajisto muuttuu. Esimerkiksi rikastushiekka-altaista voi muodostua vesilinnuille, kahlaajille ja lokkilinnuille sopivia elinympäristöjä jo kaivostoiminnan aikana, mutta erityisesti sen loputtua. (Ramboll Finland Oy 2013)

Aidatun alueen ulkopuoliseen lajistoon kohdistuu välillisiä vaikutuksia mm. jokien virtaaman ja veden laadun muuttuessa, pohjavesipinnan alenemisen sekä pölyn ja melun leviämisen seurauksena. Elinympäristöjen ja lajien on mahdollista vähitellen toipua ja palautua kaivostoimintaa edeltävään tilaan välillisten vaikutusten lakatessa. Toiminnan päättyessä Äkäsjoen, Kuerjoen ja Valkeajoen virtaamat palaavat vähitellen ennen toimintaa edeltäneelle tasolle. Niesajoen virtaama palaa ennalleen siinä vaiheessa, kun Muonionjoen putkilinja poistetaan käytöstä. Mikäli vesiä puretaan putkilinjaa pitkin Muonionjokeen vuosia kaivoksen sulkemisen jälkeen, voi Niesajoen virtaaman aleneminen vaikuttaa joen ekologiaan edelleen sulkemisen jälkeen. Louhosjärvien täytyttyä pohjavesipinta tasoittuu alueen luontaiselle tasolle. Välittömästi toiminnan jälkeisessä vaiheessa haitta-aineiden vaikutukset jokien vedenlaatuun ovat suuria, mikäli happamien vesien pääsyä jokiin ei estetä. Vesien käsittelyä varaudutaan jatkamaan sulkemisvaiheessa. Muonionjokeen kohdistuvat vaikutukset ovat vähäisiä tai vaikutuksia ei esiinny. (Ramboll Finland Oy 2013)

Pohjaveden alenemisen sekä jokien virtaamien ja veden laadun muutosten aiheuttamat vaikutukset pienenevät vähitellen kaivoksen sulkemisvaiheen jälkeen. Häiriötä kokeneet lajit toipuvat suurelta osalta. Toimintojen ulkopuolelle kohdistuva melu- ja pölyvaikutusten lakatessa alkuperäisen lajiston palaaminen alueelle on mahdollista. (Ramboll Finland Oy 2013)

Toiminnan jälkeisellä vaiheella ei arvioida olevan vaikutuksia Niesaselän Natura-alueeseen. (Ramboll Finland Oy 2013)

9.6 Vaikutukset maisemaan

Maisemavaikutusten arviointi perustuu YVA-selostukseen ja kaavoituksen yhteydessä tehtyyn arvioon, sillä keskeisimmät maisemavaikutuksia aiheuttavat toiminnot ovat nykyisissä suunnitelmissa vastaavat kuin ympäristövaikutuksia arvioitaessa. Maiseman kannalta olennaisin muutos on kaivoksen kaakkoispuolelle suunniteltu suojavalli, joka jää alueelle myös toiminnan päätyttyä. Vesien hallintaan liittyvät rakenteet Hannukaisessa poikkeavat aikaisemmista suunnitelmista, mutta niillä ei ole merkitystä kaukomaiseman tai maiseman arvokohteiden kannalta. Lisäksi vesienhallintaan liittyvät rakenteet tullaan osin purkamaan toiminnan päätyttyä. Rikastushiekka-altaiden laajuus ja sijainti on muuttunut hivenen aikaisemmista suunnitelmista, mutta maiseman kannalta muutos ei ole merkittävä.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa maisemavaikutusten arviointiin on käytetty menetelmänä karttatarkasteluja, näkymäalueanalyysejä, havainnekuvia ja maastokäyntejä. Maisemavaikutuksia on havainnollistettu maastotietokannan korkeusaineistoon laaditun kaivostoimintaa kuvaavan virtuaalimallin avulla. (Ramboll Finland

copyright© AFRY Finland Oy

Oy 2013) . Lisäksi maisemavaikutuksista on tehty maisemavaikutusten arviointiraportti kaavoituksen yhteydessä (Ramboll Finland Oy, 2017) joka on ympäristölupahakemuksen liitteenä 14.4.

Sulkemisvaiheessa alue maisemoidaan muistuttamaan mahdollisimman paljon kaivostoimintaa edeltänyttä tilaa. Suurin osa rakenteista ja rakennuksista puretaan, avolouhosten annetaan täyttyä vedellä, jyrkät rinteet tasoitetaan, maanpinta viimeistellään pintakerroksella ja alueelle istutetaan kasvillisuutta. Suojavalli maisemoidaan jo toiminnan alkuvaiheessa, jolloin valli sopeutuu vähitellen maisemaan jo toiminta-aikana. Sivukivialueet jäävät paikoilleen ja ne peitetään ja muotoillaan, siten että niiden pinnanmuodot tulevat vastaamaan alueen yleisiä pinnanmuotoja. Alueen luonnontilaisen kasvillisuuden annetaan levitä sivukivialueille ja kasvillisuuspeiton muodostumista edistetään tarvittaessa istutuksin. Rautuvaarassa rikastushiekka-alueet peitetään ja alueelle istutetaan kasvillisuutta. (Ramboll Finland Oy 2013)

Sulkemisen jälkeen, sulkemis- ja maisemointitöiden valmistuttua, kaivostoimintojen vaikutukset maisemaan ovat toimintavaiheeseen verrattuna myönteisiä (Ramboll Finland Oy 2013). Luoteis-Lappi on maiseman kuvaltaan luontaisesti kumpuilevaa, jolloin maisemoidut kaivannaisjätealueet sopeutuvat vähitellen maisemaan kasvillisuuden vakiinnuttua alueelle.

9.7 Vaikutukset maankäyttöön

Alueelle suunniteltu kaivostoiminta on maakuntakaavan mukaista. Ennen toiminnan aloittamista alueella tulee olemaan kaivostoiminnan mahdollistava voimassa oleva osayleiskaava sekä teollisuusalueilla laitosten rakentamisen mahdollistava asemakaava. Kaavoitus on parhaillaan vireillä. Kaavoilla on mahdollista ohjata kaivostoiminnan päätyttyä alueen maankäyttöä tai kaavamuutoksella kaavoittaa alue muuhun soveltuvaan käyttöön huomioiden maankäytölliset rajoitukset alueelle jäävien suljettujen kaivannaisjätealueiden osalta.

9.8 Melu ja tärinä vaikutukset

Melu- ja tärinävaikutukset vähenevät asteittain sulkemisvaiheessa ja päättyvät täysin siinä vaiheessa, kun sulkemistyöt on saatu päätökseen. Melun ja tärinän osalta alue palautuu sulkemisen jälkeen ennen kaivostoimintaa vallinneeseen tilaan eikä toiminnasta jää pysyviä vaikutuksia tai vahinkoja.

Junaliikenteen aiheuttama tärinä vähenee, koska kuljetusten päätyttyä liikenne radalla vähenee. Toisaalta matkailun kasvun vuoksi on oletettavissa, että liikennemäärä jää nykyistä korkeammalle tasolle. Rautuvaara–Kolari -rataosuudella liikenteen poistuminen kokonaan poistaa tärinän haitat asutukselle.

9.9 Liikennevaikutukset

Sulkemisvaiheessa suurin osa raskaasta liikenteestä rajoittuu Kolarin kunnan alueelle, kun rekoilla tuodaan kaivokselle sulkemistöissä tarvittavaa ainesta. Sulkemistöissä tullaan pääasiassa hyödyntämään kaivosalueelle sijoitettua pintamaata, jonka kuljetusten osalta liikennevaikutukset rajoittuvat kaivosalueelle ja sen välittömään läheisyyteen. Alueen ulkopuolelta tuodaan peittokerrosten materiaaleja,

copyright© AFRY Finland Oy

joille on asetettu erityisvaatimuksia. Todennäköisesti vain pieni osa raskaasta liikenteestä kulkee Tornion suuntaan tai etäämmälle. Ympäristövaikutusten arvioinnissa liikennemääräksi sulkemisvaiheessa on arvioitu 100 ajoneuvoa/vrk, josta 80 ajoneuvoa /vrk on raskaita ajoneuvoja.

Kaivostoiminnan aikana mahdollisesti koetut kielteiset liikennevaikutukset päättyvät kaivoksen sulkemisen jälkeen ja liikennemäärät palaavat suunnilleen toimintaa edeltäneelle tasolle. Liikennemäärien ei voida olettaa palautuvan täysin nykyiselleen, koska matkustajaliikenne Lapin hiihtokohteisiin tulee oletettavasti kasvamaan edelleen kaivostoiminnasta huolimatta. Vuodesta 1996 lähtien keskimääräinen vuorokausiliikenne valtatiellä 21 on kasvanut Kolarin kohdalla vuosittain 1,5 %. Mahdolliset parannukset hankealueelle johtavilla teillä ja silloilla palvelevat tienkäyttäjiä kaivoksen sulkemisen jälkeenkin.

Kaivostoiminnan loputtua rautarikasteen junakuljetukset loppuvat ja liikennemäärät radalla vähenevät rikastekuljetusten verran. Liikennemäärien ei voida olettaa palautuvan nykyiselleen, koska matkustajaliikenne Lapin hiihtokohteisiin tulee oletettavasti kasvamaan edelleen kaivostoiminnasta huolimatta. Liikenne Kolari–Rautuvaara välisellä rautatieosuudella päättyy kokonaan.

9.10 Vaikutukset ihmisiin ja yhteiskuntaan

Hannukaisen kaivoksesta ihmisiin ja yhteiskuntaan kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu vuonna 2012 samanaikaisesti ympäristövaikutusten arvioinnin kanssa. Sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa tunnistettiin kolme eri vaikutuskohderyhmää: paikalliset asukkaat, porotalous ja monisektorinen sidosryhmä. Tietoa kerättiin interaktiivisissa pienryhmäkokouksissa ja työpajoissa, joissa kartoitettiin mökinomistajien ja paikallisten asukkaiden käsityksiä ja mielipiteitä. Lomailijoita edustivat rekisteröidyn Ylläksen Ystävät -yhdistyksen jäsenet. Alueen asukkaiden ja yritysten näkemyksiä on kartoitettu lisäksi kyselyillä. (Pöyry Finland Oy 2013) Sidosryhmävuoropuhelua on tämänkin jälkeen aktiivisesti jatkettu ja tullaan edelleen jatkamaan hankkeen suunnittelun ja toiminnan ajan, mikä osaltaan mahdollistaa alueen asukkaiden ja muiden toimijoiden tarpeiden ja odotusten huomioonottamisen kaivosta suljettaessa.

Hannukaisen alueella tai sen lähistöllä harjoitetaan mm. metsästystä, kalastusta, marjastusta, sienestystä, patikointia, pyöräilyä, hiihtoa, moottorikelkkailua, melontaa, ratsastusta ja vetokoira-ajeluja. Alueella merkittäviä elinkeinoja ovat mm. matkailu ja porotalous.

Sulkemisvaiheessa hankealue ennallistetaan ja maisemoidaan, jolloin monet hankkeen sosiaalisista vaikutuksista palautuvat nykytilanteen tasolle. Alueen tulisi olla soveltuva kaikille mahdollisille maankäyttömuodoille. Osa Hannukaisen kaivoshankkeen sosiaalisista vaikutuksista on pysyviä, ja siten hankkeesta aiheutuu myös sulkemisen jälkeisiä jäännösvaikutuksia. (Pöyry Finland Oy 2013)

9.10.1 Elinkeinot ja matkailu

Sulkemisvaiheessa kaivoshankkeesta alueelle kohdistuva positiivinen taloudellinen vaikutus hiipuu ja yhteiskunnallisten palveluiden tarve vähenee ja muuttuu.

copyright© AFRY Finland Oy

Väestörakenne palautuneen nykyisen kaltaiseksi kaivokselle työllistyneen nuoremman väestön muuttaessa alueelta. (Pöyry Finland Oy 2013)

Kaivoksen sulkemisen jälkeen maisemoitua vanhaa kaivosaluetta voidaan käyttää esimerkiksi matkailutoimintojen tarpeisiin. Alueen matkailuelinkeinojen pitäminen elinkelpoisena auttaa sopeutumista uuteen tilanteeseen kaivostoiminnan loputtua. Osa kaivoksen työntekijöistä voi työllistyä matkailutoimintoihin. Alueen matkailuimagoon kaivoksen sulkemisella on todennäköisesti positiivisia vaikutuksia, kun hankealue maisemoidaan ja kaivostoiminta loppuu. (Pöyry Finland Oy 2013)

9.10.2 Virkistyskäyttö

Kaivostoiminnasta aiheutuvat ympäristövaikutukset lievenevät sulkemisvaiheessa ja edelleen sulkemisen jälkeen, jolloin hankealueen lähiympäristön virkistyskäytölle ei koidu enää merkittäviä haittoja. Joitakin ennen kaivostoimintaa alueella olleista virkistysreiteistä ja alueista ei voi käyttää enää samalla tavalla kaivostoiminnan jälkeen. Sulkemistoimenpiteillä pyritään kuitenkin ennallistamaan alue siten, että se on käytettävissä kaikille maankäyttömuodoille. Siten myös uusien virkistyskäyttömuotojen syntyminen alueella on mahdollista. (Pöyry Finland Oy 2013)

9.10.3 Terveysvaikutukset

Sulkemisen aikana pölypäästöt vähenevät ja lakkaavat kokonaan sulkemistöiden loputtua. Näin ollen pölyn osalta ei ole jäännösvaikutuksia. Myös meluvaikutukset loppuvat sulkemistöiden loputtua. (Ramboll Finland Oy 2013)

Vesistövaikutukset jatkuvat sulkemisen jälkeen ja voivat osittain voimistua louhosjärvien ylivuodon ja rikastushiekka-alueen suotovesien myötä. Ylitevedet ja suotovedet heikentävät pinta- ja pohjavesien laatua. Pintavesien metallien kertyminen kaloihin jää vähäiseksi, eikä sen arvioida muodostavan terveydellistä riskiä. Pohjaveden pilaantumisen seurauksena muodostuvien terveysriskien hallinta edellyttää pohjavesivaikutusten seurantaa. (Ramboll Finland Oy 2013)

9.10.4 Porotalous

Hankkeen porotalousvaikutuksista on laadittu erillisselvitys (Itkonen 2012). Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin yhteydessä järjestettiin eri osallisryhmille pienryhmätyöskentelyä ja työpajoja, joihin myös paliskunnan edustajat osallistuivat omana pienryhmänä. Työpajoissa keskusteltiin aiheista, kuten porotalouden aluemenetykset, pysyvien rakenteiden poistaminen, korvaukset ja pitkän aikavälin tarkkailu. Lisäksi järjestettiin yhteinen tapaaminen Muonion paliskunnan, Kolarin paliskunnan ja Muonio Samebyn kesken. (Pöyry Finland Oy 2013)

Sulkemistoimien jälkeen on tavoitteena, että alue palautuu pääosin paliskunnan käyttöön porolaitumiksi. Pysyvästi laidunkäytöstä jäävät pois pääasiassa vain avolouhokset. Porojen pääsy vaarallisille alueille tulee myös sulkemisen jälkeen estää riittävillä varotoimilla, kuten vedellä täyttyvien louhosten ja muiden poroille vaarallisten alueiden aitaamisella. Sulkemisvaiheessa melu- ja pölyvaikutukset vähenevät ensin ja päättyvät lopuksi kokonaan. Hankealueen kasvillisuuden palautuminen kestää vuosia, joten vie runsaasti aikaa ennen kuin porot voivat saada alueelta ravintoa. Liikennevaikutukset poroihin poistuvat sulkemisen jälkeen. Hiljalleen

copyright© AFRY Finland Oy

sulkemisen jälkeen poronhoito ja sen rakenteet tasapainottuvat. (Pöyry Finland Oy 2013)

10 Riskinarviointi

10.1 Arviointimenetelmä

Kaivoksen sulkemisvaiheen ja sen jälkeisen ajan olennaisimmat riskit on tunnistettu jätealueittain soveltaen potentiaalisten ongelmien analyysiä (POA). Sulkemissuunnitelmapäivityksen alkuvaiheessa tehtiin alustava riskien ja mahdollisuuksien tunnistaminen sulkemissuunnitelman tavoiteasettelun tueksi. Potentiaalisten ongelmien analyysi kohdistuu sulkemissuunnitelmapäivityksen lopputuotteeseen eli valmiiseen toimenpideratkaisuun 1.1. Sen avulla arvioidaan jäännösepävarmuuksia ja niiden merkittävyyttä.

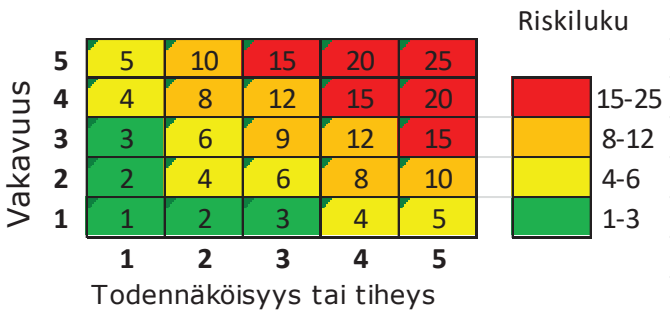
Riskin todennäköisyyttä ja seurausten vakavuutta arvioitaessa huomioitiin suunnitellut riskinhallintakeinot. Riskin todennäköisyyttä arvotettiin asteikolla yhdestä viiteen:

- 1=epätodennäköinen
- 2=voi periaatteessa tapahtua, mutta edellyttää erityisiä olosuhteita (pieni todennäköisyys)
- 3=Keskinkertainen todennäköisyys
- 4=Melko todennäköinen tai tavanomainen tilanne
- 5=Erittäin todennäköinen

Riskin vakavuutta arvioitaessa huomioitiin tilanteen toteutuessa aiheutuvan ympäristövahingon laajuus. Arvioinnissa käytettiin vastaava asteikko kuin kaivoksen toiminnan aikaisessa riskinarvioinnissa:

- 1=lähes merkityksetön vaikutus
- 2=vähäinen vaikutus, rajoittuu kaivosalueelle
- 3=kohtalainen ja/tai melko paikallinen vaikutus, ulottuen kuitenkin kaivosalueen ulkopuolelle
- 4=merkittävä ja/tai laajahkolle alueelle ulottuva vaikutus
- 5=erittäin suuri ja/tai laajalle alueelle ulottuva vaikutus

Riskin todennäköisyyden ja seurauksen vakavuuden perusteella mahdollisille riskitilanteille määritettiin riskiluku:



copyright© AFRY Finland Oy

Riskiluvun ollessa korkea, yli 15, tulee alueella tai toiminnan suunnittelussa ottaa välittömästi käyttöön lisämenetelmiä riskin hallitsemiseksi. Selvästi kohonneella riskiluvulla (8–12) on aiheellista tarkastella vaihtoehtoja riskin hallitsemiseksi. Uutta toimintaa aloitettaessa suunnittelun lähtökohtana on, ettei toimintoihin tulisi liittyä selvästi kohonnutta ympäristö- eikä terveysriskiä ja mikäli tunnistetaan kohonnut riski, tulee suunnitelmia päivittää sen mukaan. Teollinen toiminta ei pääsääntöisesti kuitenkaan voi olla täysin riskitöntä ja vähäinen, hallittavissa oleva riski on hyväksyttävä.

Sulkemisen jälkeinen riskinarvio huomioiden jo suunnitellut riskinhallintamenetelmät on esitetty taulukoituna liitteessä 2.

10.2 Riskinarvioinnin keskeiset havainnot

Suljetun kaivosalueen merkittävimmät riskit liittyvät sivukivialueisiin. Selvästi kohonnut riski (kokonaisriski 9) tunnistettiin äärimmäisiin sääolosuhteisiin liittyen sulkemisvaiheessa ennen kasvillisuuspeiton muodostumista sivukivialueiden rinteisiin. Poikkeuksellisen runsas vesimäärä aiheuttaa peiterakenteiden eroosioriskin rinnealueille ja voi johtaa sortumavaaraan. Vesitaseessa varaudutaan kerran 100 vuodessa tapahtuvaan sadantaan ja mitoituksessa huomioidaan riittävä turvamarginaali. Kasvillisuuspeitteen muodostuminen pienentää riskiä merkittävästi. Sivukivialueet kasvitetaan mahdollisuuksien mukaan jo toiminnan aikana, mikä vähentää sulkemisen jälkeistä eroosioriskiä.

Hivenen kohonnut riski (kokonaisriski 4–6) sivukivialueilla on tunnistettu liittyen haitta-aineiden kulkeutumiseen suoraan Valkeajokeen tai louhosjärviin ja niistä edelleen Kuer- tai Äkäsjokeen pohjavesiteitse. Haitta-aineiden arvioitua merkittävämpi kulkeutuminen voisi johtua esimerkiksi sivukiven arvioidusta poikkeavasta pitkäaikaiskäyttäytymisestä tai varastokuormasta sivukivialueelta. Sivukivien pitkäaikaiskäyttäytymisestä saadaan tarkempaa tietoa toiminnan aikana, mikä voidaan huomioida tarvittaessa sulkemissuunnitteluun ja siten hallita riskiä.

Matalarikkisellä rikastushiekka-alueella hivenen kohonnut riski (kokonaisriski 6) aiheutuu arvioidusta poikkeavasta rikastushiekan pitkäaikaiskäyttäytymisestä, jolloin huonolaatuista vettä voi päätyä alapuoliseen vesistöön. Riskiä hallitaan rikastushiekka-altaalta suotautuvien vesien käsittelyllä ja purkamisella Muonionjokeen niin kauan, kun vesien laatu sitä edellyttää. Jäännösriski on näin ollen enemmän taloudellinen projektiriski, ei ympäristöön kohdistuva riski. Äärimmäisistä sääolosuhteista aiheutuva riski peittorakenteen eroosiolle ja vaurioitumiselle on myös hivenen koholla (kokonaisriski 4). Haitta-aineiden arvioitua suurempi kulkeutuminen pohjaveden kautta Niesajokeen sekä patosortuman ja siitä aiheutuvien seurausten riskit on arvioitu vähäisiksi (kokonaisriski 2–3).

Korkearikkisellä rikastushiekka-alueella peittokerroksen eroosion ja vaurioitumisen riskin on arvioitu olevan tasolla 4, eli hivenen koholla. Muilta osin riski on suunnitellut sulkemistoimenpiteet huomioitaessa vähäinen (kokonaisriski 2–3). Rikastushiekan ja haitta-aineiden päätyminen alapuolisiin vesistöihin suotautumalla tai patorakenteen sortuessa on epätodennäköistä, koska päästö kulkeutuisi alapuolisiin altaisiin, missä se olisi hallittavissa. Rikastushiekka-alueelta muodostuvien vesien

copyright© AFRY Finland Oy

arvioitua heikompaan laatuun varaudutaan vesien käsittelyllä ja purkamisella Muonionjokeen niin kauan kun tarpeellista.

11 Arvio BAT-päätelmien huomioimisesta

Euroopan komissio on julkaissut kaivannaisjätteiden hallinnan BREF-vertailuasiakirjan joulukuussa 2018 ”The Best Available Techniques Reference Document for the Management of Waste from the Extractive Industries”. BREF-asiakirjan ja sen yhteenvetona asiakirjan luvussa 5 esitettyjen BAT-päätelmien tarkoituksena on antaa kaivannaisteollisuudelle, viranomaisille ja muille asiaankuuluville osapuolille ajantasaista tietoa kaivannaisjätteen hallinnasta sekä tukea päätöksentekijöitä esittämällä luettelo teknologioista, joilla estetään tai mahdollisuuksien mukaan rajoitetaan kaivannaisjätteiden hallinnan haitallisia vaikutuksia ympäristölle ja terveydelle. BAT-päätelmiin sisällytetyt tekniikat eivät ole pakollisia eikä asiakirja sisällä kaikkea mahdollista hyvin toimivaa. Voidaan siis käyttää myös muita tekniikoita, jotka tarjoavat vähintään samantasoisen suojan ympäristölle.

BAT-päätelmät on jaettu yleisiin päätelmiin, joita sovelletaan yleisesti kaikkeen kaivostoimintaan sekä riskiperusteisiin päätelmiin, joita sovelletaan kohteissa, joissa on tunnistettu ympäristö- tai terveysvaikutuksia riskinarvioinnin tai vaikutusarvioinnin perusteella. BAT-päätelmät ovat sovellettavissa kaivoshankkeen kaikissa vaiheissa suunnittelusta aina sulkemisen jälkeiseen aikaan.

Tässä yhteydessä BAT-päätelmistä on huomioitu **sulkemisvaiheeseen ja sen jälkeiseen aikaan liittyvät päätelmät**. Arvioinnin tarkkuustasoon vaikuttaa se, että kaivos on vielä suunnitteluvaiheessa ja sulkemisratkaisut osin tarkentuvat toiminnasta saatavan tiedon perusteella. Suunnittelu ja toimintavaiheen BAT-päätelmät on esitetty jätehuoltosuunnitelmassa. Osa jätehuoltosuunnitelmassa tarkastelluista BAT-päätelmistä koskee myös kaivoksen sulkemisvaihetta, mutta arviointia ei ole tässä yhteydessä toistettu, mikäli toiminnan periaate pysyy sulkemisvaiheessa pääosin vastaavana. Jätehuoltosuunnitelmassa käsitellyistä BAT-päätelmistä sulkemisvaihetta koskevat taulukossa esitettyjen lisäksi mm. päätelmät BAT1, BAT3, BAT12, BAT21.

Taulukko 11-1. Kaivannaisjätteiden hallinnan BAT-päätelmien toteutuminen Hannukaisen kaivoksen sulkemisen suunnittelussa

BAT-päätelmä		Vastaavuus
BAT5	Ympäristöriskien ja -vaikutusten arviointi	Toiminnan ympäristövaikutuksia on selvitetty YVA-menettelyn yhteydessä vuonna 2013 huomioiden kaivoksen koko elinkaari. Kaivannaisjätteiden hallinnasta laaditussa riskinarvioinnissa on tarkasteltu erikseen sulkemisen jälkeisiä riskejä. Riskinarviointiin on sisällytetty mm. altistusketjun päättelyä sekä kaivannaisjätteiden laadun ja kaivannaisjätteiden jätealueiden sulkemissuunnitelmien huomioiminen.
BAT6	Kiinteän kaivannaisjätteen muodostumisen minimointi	Hyödyntämiskelpoista materiaalia (BAT6c) käytetään kaivannaisjätealueiden sulkemisessa hyödyksi. Hyödyntämisen turvaamiseksi materiaalit sijoitetaan toimintavaiheessa erillisille alueille (BAT6a).

copyright© AFRY Finland Oy

BAT-päätelmä		Vastaavuus
BAT11	Sulkemisen huomioiva kaivossuunnittelu	Kaivannaisjätealueiden sulkemisen suunnittelu etenee vaiheittain suunnittelun ja kaivostoiminnan aikana. Sulkemissuunnitelman ensimmäiset päivitykset on jo laadittu huomioiden vaihtoehtoja alueiden peittämiselle, luiskien vakavuus, tuuli- ja vesieroosion hallinta, sulkemisvaiheen ja sen jälkeisen ajan ympäristövaikutusten tunnistaminen, suljettujen kaivannaisjätealueiden riskien arvioiminen ja sulkemisen jälkeinen tarkkailu. Sulkemissuunnitelmaa päivitetään hankkeen edetessä ja sulkemisvaiheen vaateet huomioidaan kaivossuunnittelussa.
BAT15 BAT16 BAT17 BAT35	Patorakenteet, patojen rakennusmenetelmät sekä kiinteiden jätteiden läjitystekniikka sekä pohjaveden ja maaperän pilaantumisen estäminen pohjarakenteilla	Sulkemisvaiheessa ja sen jälkeen alueelle jäävien rakenteiden sekä niiden kunnon, toiminnan ja stabiliteetin tarkkailu on huomioitu osaksi toiminnan jälkeistä tarkkailusuunnitelmaa. Suunnitelmaa tullaan päivittämään ja tarkentamaan toiminnan aikana saatavan tiedon perusteella. Osa patorakenteista tullaan purkamaan alueelta sulkemisen loppuvaiheessa, jonka jälkeen niiden tarkkailu voidaan lopettaa.
BAT18	Vesitase ja vesienhallinta-suunnitelma	Sulkemisvaiheen ja sen jälkeisen ajan vesimääriä ja veden laatua on arvioitu mallinnuksella. Sulkemisvaiheelle on laadittu alustava suunnitelma vesienhallinnasta. Suunnittelua tarkennetaan hankkeen edetessä toiminta-aikana kerätyn tiedon perusteella.
BAT20	Vapaan veden hallinta	High-S rikastushiekka-alue kuivataan ja rikastushiekan annetaan tiivistyä, jonka jälkeen sen päälle muodostetaan tiivis peitto, joka estää vesien suotautumisen rikastushiekkaan. Alueen suotovesipinta laskee. LIMS-alueen moreenipeitto ja kallistukset vähentävät suotovesien pääsyä rikastushiekkaan ja edistävät suotovesipinnan laskua (BAT20e).
BAT23 BAT24	Kaivannaisjätteen sijoitusalueen fysikaalisen vakavuuden seuranta ja tarkkailu	Toimintavaiheessa aloitettua tarkkailua jatketaan. Tarkkailu on alustavasti huomioitu sulkemisvaiheen ja sen jälkeisen ajan tarkkailusuunnitelmaan, jota tullaan täsmentämään toiminnan aikana kerätyn tiedon perusteella.
BAT31	Happaman metallipitoisen valuman ehkäiseminen	Mahdollisesti happoa muodostuvalla sivukivialueella ja High-S rikastushiekka-alueelle tehdään tiiviit peittokerrokset, jotka minimoivat hapen ja sadeveden pääsyn kaivannaisjätteeseen (BAT31i)
BAT37	Maisemointi ja maastonmuotojen uudelleen rakentaminen	Tunnistettu tavoitteeksi sulkemissuunnittelussa (BAT37d)
BAT38	Kaivannaisjätteen sijoitusalueiden peittäminen	Kaivannaisjätealueille muodostetaan peitot, jotka on suunniteltu jätemateriaalien fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet huomioiden. Sivukiven ja pintamaan läjitysalueet kasvillistetaan (BAT38c). Mahdollisesti happoa muodostuvalla sivukivialueella ja High-S rikastushiekka-alueelle tehdään tiiviit kuivapeitot, jotka minimoivat sadeveden ja ilman pääsyn rikastushiekkaan (BAT38e). ei-happoa muodostavalle -sivukivialueelle ja LIMS-rikastushiekka-alueelle tehdään läpäisevät kuivapeitot (BAT38d)
BAT39	Pohjavesien ja pilaantuneen maaperän puhdistaminen	Maaperän ja pohjaveden pilaantuneisuus selvitetään sulkemisvaiheessa ja alueella tehdään tarvittaessa kunnostustöitä.
BAT40 BAT41 BAT48	Maaperä- pohjavesi- ja pintavesipäästöjen seuranta ja tarkkailu	Päästö- ja vaikutustarkkailua jatketaan sulkemisvaiheessa ja sen jälkeen hyödyntäen toiminnan aikaista tarkkailupisteverkostoa. Sulkemisvaiheen tarkkailusuunnitelma esitetty kappaleessa 12.

copyright© AFRY Finland Oy

BAT-päätelmä		Vastaavuus
BAT42 BAT43 BAT45 BAT46 BAT47	Pintavesivaikutusten ehkäiseminen vesien hallinnalla ja käsittelyllä	Suotovesien muodostumista vähennetään peittämällä kaivannaisjätealueet (BAT42c). Alueet muotoillaan ja maisemoidaan (BAT42d). Vesien keräämistä ja käsittelyä jatketaan niin kauan, kun vedenlaatu sitä edellyttää (BAT43) soveltaen vastaavia käsittelymenetelmiä kuin toimintavaiheessa (BAT45a, BAT45e, BAT46f, BAT47a). Louhosjärven tai siitä poistuvan veden kalkitukseen varaudutaan (BAT47a).
BAT49	Pölyn ehkäiseminen	Kaivannaisjätealueiden peitoilla (BAT49g, BAT49h) maisemoinnilla (BAT49c) ja kasvillisuudella (BAT49f) ehkäistään pölyn muodostumista suljetuilta alueilta.
BAT55	Maisemavaikutusten ehkäiseminen	Kaivannaisjätealueet maisemoidaan alueen luonnonolosuhteet huomioiden (BAT55d).

12 Tarkkailu

Sulkemisen aikainen ja sen jälkeinen tarkkailu on toimenpideratkaisun 1.0 mukainen (Ramboll Finland 2014) huomioiden toimintojen muutoksista aiheutuvat vaikutukset tarkkailuun (korostettu *kursiivilla*). Sulkemisen aikaista ja sen jälkeistä tarkkailua ei ole ohjeistettu Suomen lainsäädännössä ja tarkkailua koskevat vaatimukset on määritetty erikseen jokaiselle kaivokselle ympäristöluvan yhteydessä. *Sulkemisen aikainen ja jälkeinen tarkkailu hyväksytetään erikseen lopullisen sulkemissuunnitelman yhteydessä ennen sulkemisen aloittamista.*

12.1 Sulkemistyön aikainen tarkkailu

12.1.1 Päästötarkkailu

Jätevesien tarkkailuun sulkemisen aikana sisältyy käsitellyn poisteveden laadun ja määrän tarkkailu. Myös rikastushiekka-alueen suotovettä on tarkkailtava. Sivukiven ja rikastushiekan mineraalipitoisuus ja kemialliset ominaisuudet huomioidaan tarkkailuun sisällytettävien parametrien valinnassa. Parametrit perustuvat tuotantovaiheen aikaiseen tarkkailuun ja niihin sisällytetään vähintään:

- pH
- Sähkönjohtavuus
- Kupari
- Nikkeli
- Seleeni
- Sinkki
- Sulfaatti
- Uraani

Alussa näytteet otetaan vähintään joka toinen kuukausi käsitellystä, ympäristöön johdettavasta vedestä. Virtaama mitataan näytteenoton yhteydessä. Näytteenottoväliä voidaan muuttaa myöhemmin tarkkailutulosten perusteella, kun sivukivialueen ja rikastushiekka-alueiden pintakerrosrakenteet ovat valmistuneet.

Ympäristöön johdettavaa suotovettä tarkkaillaan rikastushiekka-alueelta ja sivukivialueelta vastaavasti kuin toiminnan aikana näytteenottovälin ollessa pidempi,

copyright© AFRY Finland Oy

aluksi kahdesti vuodessa. Näytteenottoväliä voidaan säätää myöhemmin vedenlaatutulosten mukaan.

12.1.2 Ympäristötarkkailu

Sulkemisen aikainen ympäristötarkkailu koostuu kaivoksen alapuolisten vesistöjen pintaveden tarkkailusta, pohjaveden tarkkailusta, kaivosalueen ja sen lähistön biodiversiteetin tarkkailusta sekä muodostuvan ja kulkeutuvan pölyn tarkkailusta.

Pintavesien tarkkailuun sisältyy kaivoksen alapuolisten vesistöjen (Äkäsjoki, *Kuerjoki, Valkeajoki, Niesajoki* ja Muonionjoki) pintaveden laadun sekä kalaston, muiden vesieliöiden ja -kasvien tarkkailu. Näytteenottoväli pintavesinäytteille on aluksi joka kolmas kuukausi, mutta sitä voidaan muuttaa myöhemmin tarkkailutulosten perusteella. Biologista tarkkailua toteutetaan aluksi kerran vuodessa Äkäsjoessa, *Kuerjoessa* ja Muonionjoessa.

Pohjavettä tarkkaillaan alueilla, joihin sivukivialueet ja rikastushiekka-alueet ovat mahdollisesti vaikuttaneet *tai voivat sulkemisen jälkeen vaikuttaa*. Pohjaveden tarkkailua toteutetaan kahdesti vuodessa samoista pisteistä kuin tuotantovaiheessa, ei kuitenkaan kaikista toimintavaiheen tarkkailuputkista. Tarkkailu keskitetään alueille, joihin kaivannaisjätteenvarastointi ja/tai sulkemistoiminnot mahdollisesti vaikuttavat.

Biologista tarkkailua jatketaan sulkemisen aikana *kolme kertaa viiden vuoden aikana. Kalastuskirjanpito ja -kysely sekä koekalastus tehdään vuosittain viiden vuoden ajan toiminnan loputtua.*

Osana ympäristötarkkailua seurataan sulkemistöiden aikana muodostuvaa ja kulkeutuvaa pölyä. Pölyn muodostumista tarkkaillaan käyttämällä tuotannon aikana käytössä ollutta järjestelmää. Tarkkailupisteiden määrää voidaan vähentää keskittämällä tarkkailu olennaisiin kohtiin. Näytteet kerätään esim. yhden kuukauden kokoomanäytteinä. Näytteistä analysoidaan metallipitoisuudet.

Kasvillisuuden ennallistamista valvotaan kaivoksen suljetuissa osissa. Kasvillisuuden ennallistamista valvotaan näköhavaintojen ja joka vuosi kesällä otettujen valokuvien perusteella.

12.1.3 Geotekninen tarkkailu

Geotekniseen tarkkailuun sulkemisen aikana sisältyy avolouhosten ja sivukivialueiden luiskien ja penkereiden vakauden tarkkailu ja sulkemisrakenteiden laaduntarkastus. Veden keräys- ja käsittelyjärjestelmien toimintaa tarkkaillaan. Geotekninen tarkkailu suoritetaan kerran vuodessa keväällä. Geotekninen tarkkailu suoritetaan pääasiassa näköhavaintojen perusteella, mutta myös esim. vakausmittauksia tehdään tarvittaessa.

12.1.4 Tarkkailu-aikataulu

Sulkemisen aikainen tarkkailuaikataulu on esitetty taulukossa 12-1.

copyright© AFRY Finland Oy

Taulukko 12-1. Tarkkailu-aikataulu sulkemisen aikana

Tarkkailu	Tuotannon päättyminen ja sulkemistyöt (1-5 vuotta)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Jäteveden tarkkailu												
Päästöt pintavesiin	X		X		X		X		X		X	
Valumavesi sivukivi- ja rikastushiekka-alueilta				X						X		
Ympäristötarkkailu												
Pintaveden laatu	X			X			X			X		
Pintaveden biologia							X					
Pohjaveden laatu				X						X		
Pölyn muodostuminen	Jatkuva, 1 kuukauden kokoomanäytteet											
Kasvillisuuden ennallistaminen							X					
Kalastuskirjanpito ja -kysely sekä koekalastus							X					
Biologinen tarkkailu							(X)					
Geotekninen tarkkailu												
Luiskien ja penkereiden vakaus	Kerran keväällä ja mahdollisen poikkeuksellisen rankkasateen jälkeen											
Sulkemisrakenteet QC												
Veden keräys ja käsittely												

(x) joka toinen vuosi

12.2 Sulkemisen jälkeinen tarkkailu

12.2.1 Päästötarkkailu

Sulkemisen jälkeen kaivosalueen jätevesipäästöjä pintavesiin tarkkaillaan samoilla parametreilla kuin sulkemisen yhteydessä. Jäteveden tarkkailunäytteet otetaan aluksi vähintään kahdesti vuodessa. Näytteenottoväliä voidaan muuttaa myöhemmin tulosten perusteella.

Sulkemisen jälkeisen suotoveden määrää mahdollisesti happoa muodostuvalta sivukivialueelta ja rikastushiekka-alueelta valvotaan pintakerrosrakenteiden toimivuuden tarkastamiseksi. Suotoveden tarkkailunäytteet otetaan kerran vuodessa sivukivialueiden ja rikastushiekka-alueiden läheisyydessä olevista pohjaveden tarkkailupisteistä.

12.2.2 Ympäristötarkkailu

Sulkemisen jälkeinen ympäristön tarkkailu koostuu pinta- ja pohjaveden laadun tarkkailusta. Pintaveden laatua tarkkaillaan kaivosalueen alapuolisista vesistöistä. Tarkkailuparametreihin sisältyy vähintään pH, sähkönjohtavuus ja metallit. Näytteet otetaan pintavesistä aluksi puolen vuoden välein, mutta näytteenottovälin pituutta voidaan säätää tarpeen mukaan, tarkkailutulosten perusteella. Pohjaveden laadun tarkkailu keskitetään entiselle kaivosalueelle, josta näytteenotto tapahtuu kerran vuodessa. Sulkemisen jälkeistä biodiversiteetin tarkkailua ei pidetä tarpeellisena tässä vaiheessa.

copyright© AFRY Finland Oy

12.2.3 Geotekninen tarkkailu

Geotekniseen tarkkailuun sisältyy avolouhosten ja sivukivialueiden luiskien ja penkereiden vakauden silmämääräinen tarkastus. Myös ojien toimintaa valvotaan kaivosalueella käyntien yhteydessä.

12.2.4 Sulkemisen jälkeisen tarkkailun aikataulu

Sulkemisen jälkeinen tarkkailuaikataulu on esitetty taulukossa .

Taulukko 12-2. Sulkemisen jälkeinen tarkkailuaikataulu

Tarkkailu	Sulkemistöiden päätyttyä											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Jäteveden tarkkailu												
Päästöt pintavesiin					X					X		
Suotovesi sivukivialueelta					X							
Ympäristötarkkailu												
Pintaveden laatu					X					X		
Pohjaveden laatu					X							
Geotekninen tarkkailu												
Luiskien ja penkereiden vakaus					X							
Veden keräys ja käsittely					X							

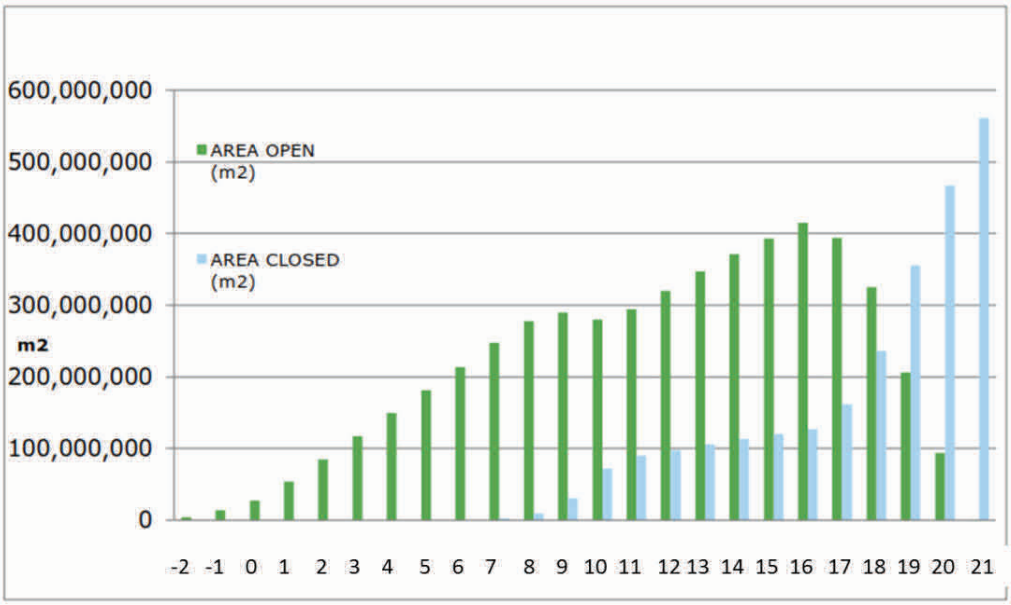
13 Sulkemisaikataulu

Kaivoslain (621/2011) 143 § mukaan sulkemistyöt tulee saattaa päätökseen viimeistään kaksi vuotta tuotannon päättymisestä. Sinä aikana kaivos ja sen apualueet tulee saattaa yleisen turvallisuuden vaatimaan kuntoon sekä kunnostaa, siistiä ja maisemoida.

Sulkemistoimintoja aloitetaan jo tuotantovaiheessa sivukivialueen vaiheittaisella sulkemisella. Lisäksi tuotantovaiheen aikana tehdään valmistelevia sulkemistöitä. Aktiivinen sulkemisvaihe kestää arviolta viisi vuotta (Kuva 13-2), jonka aikana toteutetaan sivukivialueiden ja rikastushiekka-alueiden sulkeminen. Rakennusten ja rakenteiden purku tapahtuu vaiheittain. Alkuvaiheessa poistetaan sulkemisessa tarpeettomat rakennukset, laitteet ja rakenteet ja loput rakennuksista ja rakenteista poistetaan aktiivisten sulkemistoimintojen lopussa.

Aktiiviset, toiminnan aikaista vastaavat veden johtamis- ja käsittelyjärjestelmät ovat käytössä sulkemisen aikana noin viiden vuoden ajan, tarvittaessa pidempään. Passiivista käsittelyä jatketaan tämän jälkeen 25 vuotta mikäli nähdään tarpeelliseksi.

copyright© AFRY Finland Oy



Kuva 13-1. Alustava sivukivialueiden vaiheittainen sulkemisaikataulu (Ramboll Finland 2014).

Sulkemis-toimenpiteet	Vuosi						
	Toimintavaihe	Sulkeminen					Sulkemisen jälkeinen vaihe
	Y (-1)-20	Y 21	Y 22	Y 23	Y 24	Y 25	Y 26->
Hannukainen avolouhos	Käytössä, ei sulkemista	Aita, tasoitus. Kuivatus loppuu					Täyttyy vedellä (yht. 28v)
Kuervitikko avolouhos	Käytössä, ei sulkemista	Aita, tasoitus. Kuivatus loppuu					Täyttyy vedellä (yht. 23,5v)
Sivukivialueiden sulkeminen	Vaiheittainen sulkeminen	Lopullinen sivukivialueen sulkeminen					
Rikastushiekka-alue High-S				High-S alueen sulkeminen			
Rikastushiekka-alue LIMS	Vaiheittainen sulkeminen	LIMS alueen sulkeminen					
Rakennusten poisto	käytössä, ei sulkemista	Tuotanto raken-nukset				Muut raken-nukset	
Infrastruktuurin ja rakennelmien poisto	käytössä, ei sulkemista	Tiet ja muu infra					
Vesien käsittely	Tuotantovaiheen vesienkäsittely	Tuotantovaiheen vesienkäsittely käytössä					Sulkemisen jälkeinen vesien käsittely
Tarkkailu	Tuotantovaiheen tarkkailu	Sulkemisen aikainen tarkkailu					Supistettu tarkkailu*

* Oletetaan kestävän kaikkiaan 30 vuotta toiminnan päättymisestä
Rakentaminen alkaa Y-2

Kuva 13-2. Sulkemistoimintojen alustava aikataulu. Osa louhoksista täyttyy vedellä jo toiminnan loppuvaiheessa.

Sulkemisen aikaista tarkkailua toteutetaan erillisen tarkkailusuunnitelman mukaan, pääosin vastaavalla tavalla kuin tuotantoaikana mutta vähitellen harventaen. Aktiivisen sulkemisen aikana tarkkailun arvioidaan olevan vastaavaa kuin

copyright© AFRY Finland Oy

tuotantovaiheessa. Sulkemisen jälkeisen tarkkailun oletetaan kestävän kaikkiaan noin 30 vuotta.

14 Sulkemiskustannukset ja vakuus

14.1 Sulkemiskustannukset

Kustannukset on arvioitu vuoden 2013 sulkemissuunnitelman laadinnan yhteydessä. Sulkemistöihin sisältyvät avolouhosten sulkeminen, sivukivialueiden pintakerrosrakenteiden rakentaminen, sulkemistöiden aikainen ja sen jälkeinen vedenkäsittely, vesienkäsittelyrakenteiden sulkeminen, rakennusten, rakenteiden, teiden ja muun infrastruktuurin purkaminen sekä tarkkailu. Kulut arvioitiin myös sulkemisen jälkeiselle tarkkailulle. Tarkkailutarpeeksi oletettiin vähintään 30 vuotta toiminnan päätymisestä. Matalarikkisen rikastushiekka-alueen peiterakenne poikkeaa uusien suunnitelmien myötä vuoden 2013 suunnitelmasta ja kustannukset on siksi tältä osin arvioitu uudelleen. Korkearikkisen ja matalarikkisen rikastushiekka-alueiden suunnitelmamuutokset ovat huomioitu. Muille alueille on tarkistettu pinta-alat ajantasaiseksi. Vuoden 2013 laskelmalle sulkemiskustannuksista on laskettu indeksikorotus vuoteen 2021. Vakuuslaskelmaan on lisäksi huomioitu arvonlisävero.

Mahdollisesti happoa muodostavien sivukivialueiden (PAF) sulkemiskulujen arvioinnissa oletettiin vuonna 2013, että alueen kokonaispinta-ala olisi 2,15 km^2. Ei-happoa muodostavan sivukiven (NAF) ja pintamaan kokonaispinta-ala oli 4,40 km^2. Suojavallin lisäys ja lentoestealueen johdosta tehdyt sivukivialueiden muutokset ovat nostaneet kokonaispinta-alaa 655 hehtaarista 699 hehtaariin. Suojavallin osuus (36 ha) muutoksesta on 5,15 % ja sivukivialueiden osuus 1,57 %. Muutos on huomioitu PAF- ja NAF-alueiden sulkemiskustannuksissa. Suojavalli ei vaadi sulkemistoimia.

Matalarikkisen rikastushiekka-alueen pinta-alaksi arvioitiin 2,70 km^2 vuoden 2021 läjityssuunnitelmien pohjalta. Korkearikkisen rikastushiekka-alueen alaksi todettiin noin 0,74 km^2. Vedenkäsittelyn kustannusarvioinnissa oletettiin, että käsittelyyn menevien aluevesien määrä vähenee asteittain sulkemistoimien valmistumisen johdosta. Toiminnan päätyttyä, sulkemistöiden alussa vuosina 1-2 aluevesiä johdettaisiin käsittelyyn yhteensä 5,2 Mm^3, vuosina 3-4 4,1 Mm^3 ja vuonna 5 1,9 Mm^3, kunnes sulkemis- ja peittorakenteet ovat valmiit.

14.2 Tarkkailun kustannukset

Tarkkailu sulkemisen aikana ja sen jälkeen sisältää päästötarkkailun (alueilta poistuva pintavesi), ympäristötarkkailun ja geoteknisen tarkkailun. Ympäristötarkkailu on jaettu kahteen vaiheeseen. Tarkkailua toteutetaan tarkkailusuunnitelman mukaan aluksi viisi vuotta laajempana sulkemistöiden aikaisena tarkkailuna, jonka jälkeen sitä jatketaan 25 vuotta jälkitarkkailuna.

Tarkkailukustannukset on päivitetty vuoden 2021 hintatasoon.

copyright© AFRY Finland Oy

14.3 Vesienkäsittelyn kustannukset sulkemisen aikana ja sen jälkeen

Vesienkäsittelykustannukset sulkemisen aikana ja sen jälkeen on laskettu vesitaseen 19. toimintavuoden vesimäärien pohjalta. Hannukaisen alueelta käsittelyyn menevät vesijakeet sulkemisen jälkeen ovat: valumavedet mahdollisesti happoa muodostuvalta (PAF) sivukivialueelta, käsiteltävien vesien altaiden sadevedet ja teollisuusalueen valumavedet. Rautuvaaran alueelta LIMS ja High-S rikastushiekka-altaiden valumavedet, rikastushiekasta eroava vesi sekä valunta teollisuusalueelta. Lisäksi käsittelyyn johdetaan käsiteltävien vesien altailta tulevat vedet, kun altaat tyhjennetään lopullisesti.

Pumppauskulut on laskettu kaikille edellä mainituille vesimassoille (Hannukainen – Rautuvaara, Rautuvaara – Muonionjoki) sekä lisäksi puhdasvesialtaiden ja tasausaltaan vesille, kun altaat tyhjennetään lopullisesti. Alueilla muodostuvat vesimäärät perustuvat seuraaviin oletuksiin ja periaatteisiin:

- Mahdollisesti happoa tuottavan sivukivialueen (PAF) osalta on oletettu, että aluetta peitetään neljäntenä vuonna sulkemisen jälkeen, joten kaikki valumavedet ovat mukana sulkemisen jälkeisinä vuosina 1-4. Viidentenä sulkemisen jälkeisenä vuotena vedet johdetaan louhokseen.
- Käsiteltävien vesien altaiden sadanta on huomioitu sulkemisen jälkeisinä vuosina 1-5.
- Hannukaisen teollisuusalue ennallistetaan vähitellen; Aluevesistä päätyy käsittelyyn yht. 100% (v1-v2) → 50% (v3-v4) → 10% (v5).
- Rikastushiekka-altaiden osalta on oletettu, että peittorakenteen asentaminen aloitetaan neljäntenä vuotena sulkemisen jälkeen. Vesistä päätyy käsittelyyn 100% (v1-v2) → 100% (v3-v4) → 0% (v5).
- Rikastushiekasta eroavasta vedestä on oletettu, että sen poistuma pienenee vähitellen. Vesistä päätyy käsittelyyn 50% (v1-v2) → 10% (v3-v4) → 10% (v5) ennen peittorakenteen asentamista.
- Rautuvaaran teollisuusalueen osalta on oletettu, että alue poistuu käytöstä asteittain, mutta hieman hitaammin kuin Hannukaisessa. Aluevedet päätyvät käsittelyyn 100% (v1-v2) → 100% (v3-v4) → 10% (v5).
- Vesialtaiden osalta (käsiteltävien vesien altaat, puhdasvesiallas ja tasausallas) on huomioitu lopullisen tyhjenemisen tapahtuvan vuonna 5. sulkemisen jälkeen.

Vesimäärät ja käsittely- sekä pumppauskulut on esitetty kootusti alla (Taulukko 14-1).

copyright© AFRY Finland Oy

Taulukko 14-1 Arvio pumppaus- ja vesienkäsittelykuluista sulkemisen jälkeen.

	Aluevedet toiminta-vuonna 19	Arvio vuosittaisesta poisjohdettavasta vesimäärästä sulkemisen jälkeisinä vuosina 1-5			Pumppaus Han – Rau	Pumppaus Rau - Muo	Käsittelyyn
		v1 ja v2 yhteensä	v3 ja v4 yhteensä	v5			
Vesimäärät							
Hannukainen							
Valunta PAF sivukivi-alueilta *Alueen peittäminen 4v jonka jälkeen valunta louhokseen*	563 550	1 127 100	1 127 100	0	x	x	x
Nettosadanta Hannukaisen käsiteltävien vesien altaaseen	50 949	101 899	101 899	50 949	x	x	x
Valunta teollisuusalueelta *Alue ennallistetaan asteittain oletuksella 0% - 50% - 90%*	494 190	494 190	988 380	49 419	x	x	x
Käsittelevien vesien altaiden tyhjennys *Tehdään kerran*	-	-	-	656 173	x	x	x
Puhdasvesialtaan lopullinen tyhjennys *Tehdään kerran*	-	-	-	122 179	x	x	-
Rautuvaara							
Valunta LIMS rikastushiekka-alueelta *Peiton asentaminen alkaa vuonna 4*	832 320	1 664 640	1 664 640	832 320	-	x	x
Valunta High-S rikastushiekka-alueelta *Peiton asentaminen alkaa vuonna 4*	190 901	381 802	381 802	190 901	-	x	x
LIMS rikastushiekasta eroava vesi *Vesipinnan alenemisesta johtuva poistuma (50% - 10% - 10%)*	542 920	542 920	108 584	54 292	-	x	x
High-S rikastushiekasta eroava vesi *Vesipinnan alenemisesta johtuva poistuma (50% - 10% - 10%)*	192 012	192 012	38 402	19 201	-	x	x
Valunta teollisuusalueelta *Alue ennallistetaan asteittain oletuksella 0% - 0% - 90%. Purku kestää Hannukaista pidempää.*	86 700	173 400	173 400	8 670	-	x	x
Tasausaltaan lopullinen tyhjennys *Tehdään kerran*	-	-	-	138 143	-	x	-
Kulut		**v1 ja v2 yhteensä**	**v3 ja v4 yhteensä**	**v5**			
Pumppauskulut (0,0051 e/m^3) Hannukainen – Rautuvaara		11 309	8 788	4 481			
Pumppauskulut (0,0051 e/m^3) Rautuvaara - Muonionjoki		26 378	20 859	10 823			
Käsittelykulut (0,16 e/m^3)		827 544	654 403	595 816			
Pumppaus ja käsittely, yhteensä		865 231	684 050	611 121			

copyright© AFRY Finland Oy

14.4 Kustannusarvioon liittyvät epävarmuudet

Alkuperäiset sulkemiskustannukset perustuvat vuoden 2013 Suomen hintatasoon, jota sivukivialueiden, teollisuusalueen ja infrastruktuurin, louhosten sekä sulkemistyön hallinnan ja valvonnan osalta on päivitetty indeksikorotus huomioiden. Sivukivialueille on lisäksi huomioitu pinta-alan lisääntymisestä aiheutuva kustannusarvio, mutta ei muita rakennemuutoksista mahdollisesti johtuvia kustannusmuutoksia eikä laajennusalueen jakautumista mahdollisesti happoa muodostaviin (PAF) ja ei-happoa muodostaviin (NAF) sivukivialueisiin.

Vesienkäsittely-, tarkkailu- ja huoltokustannukset on laskettu vuoden 2021 Suomen hintatasossa. Vesienkäsittelyn kustannukset on laskettu olettaen yksinomaan metallien poiston riittävän käsittelymenetelmäksi. Tarkkailun kustannuksia on arvioitu sulkemisen aikaiseen tarkkailusuunnitelmaan perustuen, sisällyttäen kustannuksiin nykyisin tyypillisesti kaivosten tarkkailussa huomioidut parametrit. Tarkkailupisteiden määrä on alustava arvio. Sulkemisen jälkeiset muut huoltokustannukset on arvioitu tasolle 13 000 €/vuosi.

14.5 Kokonaiskulut

Sulkemisen kokonaiskulujen yhteenveto Hannukaisen kaivokselle on esitetty taulukossa Taulukko 14-2.

copyright© AFRY Finland Oy

Taulukko 14-2. Sulkemisen kokonaiskulut. Kokonaiskulut muodostuvat vaaleansinisten solujen summasta.

	2013 EUR	Arvio 2021 EUR (indeksi-korotus 13,3% + Alv 0%) ***	Arvio 2021 EUR (indeksi-korotus + Alv 24%)	Pinta-ala-korotus, 1,57%	Arvio 2021 EUR (Alv 0%)	Arvio 2021 EUR (Alv 24%)	Lisätiedot
Rikastushiekka-alueiden sulkemiskulut							
High-S					14 700 000	18 228 000	
LIMS					9 578 750	11 877 650	
Muut kulut: suunnittelu, pohjatutkimukset, työnjohto ja valvonta					2 185 088	2 709 509	
Teollisuusalue ja infrastruktuuri							
Rakennusten purku ja perustusten käsittely	6 596 366	7 473 682	9 267 366				ei kuulu jätevakuuden piiriin *
Muut	1 177 437	1 334 036	1 654 205				ei kuulu jätevakuuden piiriin **
Sivukivialue NAF	8 559 616	9 698 044	12 025 575	12 214 377			
Sivukivialue PAF	27 313 478	30 946 171	38 373 252	38 975 712			
Pintamaaläjitys	4 776 089	5 411 309	6 710 023				
Louhokset	991 950	1 123 879	1 393 610				ei kuulu jätevakuuden piiriin **
Vesienkäsittely sulkemisen aikana ja jälkeen					2 160 402	2 678 899	Käsittely ja pumppaus, 5v.
Käsiteltävien vesien altaiden purku					280 158	347 396	
Sulkemistyön hallinto ja valvonta	1 687 029	1 911 404	2 370 141				
Tarkkailu ja huolto sulkemisen aikana ja jälkeen							
Tarkkailu sulkemisen aikana ja jälkeen					1 492 774	1 851 040	30 v (5+25 v)
Huolto sulkemisen jälkeen					400 000	496 000	30 v
Yhteensä, kaikki						**110 773 927**	
Yhteensä, vain jätevakuuden piiriin kuuluvat kulut						98 458 746	

*) Kulut mahdollisesti katettavissa metallien ja laitteiden kierrätyksellä.
**) Kaivosluvan vakuuden piiriin kuuluva tai muu kulu
***) Maarakennuskustannusindeksi, Tilastokeskus, lokakuun 2021 tilanne

copyright© AFRY Finland Oy

14.6 Vakuuden muodostuminen

Ympäristönsuojelulain 5227/2014 59 §:n mukaan jätteen käsittelytoiminnan harjoittajan on asetettava vakuus asianmukaisen jätehuollon, seurannan, tarkkailun ja toiminnan lopettamisessa tai sen jälkeen tarvittavien toimien varmistamiseksi. 60 § mukaan vakuuden on oltava riittävä tarvittavien toimien hoitamiseksi ottaen huomioon toiminnan laajuus, luonne ja toimintaa varten annettavat määräykset. Vakuuden on katettava myös jätealueen sulkemisen jälkeisestä seurannasta ja tarkkailusta sekä suotovesien ja -kaasujen käsittelystä ja muusta jälkihoidosta aiheutuvat kustannukset vähintään 30 vuoden ajalta, jollei toiminnanharjoittaja osoita muuta riittäväksi (60 §).

Kaivannaisjätteen jätealueen vakuuden määrän arvioimisperusteista on säädetty kaivannaisjäteasetuksen (190/2013) 10 §:ssä sekä liitteessä 5. Vakuuden asettamisessa on otettava huomioon jätealueen luokitus, sijoitetun jätteen ominaisuudet, maa-alueen tuleva käyttö ja muut kaivannaisjäteasetuksen liitteessä 5 mainitut seikat, kuten jätealueen vaikutukset ympäristöön ja terveyteen, jätealueen kunnostamistarve, sovellettavat ympäristönormit ja tavoitteet, tavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavat tekniset ja muut toimet sekä vaikutusten ja niiden lieventämiseksi tarvittavien toimien kesto. Vakuuden määrän tulee perustua riippumattomaan ja pätevään arvioon kustannuksista.

Vakuuden määrää voidaan vapauttaa sitä mukaa kun jälkihoitotoimenpiteitä suoritetaan. Toisaalta vakuutta voidaan myös korottaa, kun sulkemistoimenpiteistä aiheutuvat kustannukset kasvavat (Jätevakuusopas. Ympäristönhallinnon ohjeita 5/2012).

Tilanteista ja seikoista, joiden perusteella vakuus voidaan jättää vaatimatta, on säädetty asetuksen 1 §:ssä. Sen mukaan 10 §:ää ei sovelleta kaivannaisjätteeseen, joka on pysyvää jätettä tai pilaantumatonta maa-ainesta, jos se sijoitetaan muulle kuin suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavalle kaivannaisjätteen jätealueelle.

Hannukaisen kaivosalueen pintamaan läjitysalue, joka sisältää louhosalueelta ja rakennettavilta alueilta poistettavia puhtaita kivennäismaita ja turvetta, on luokiteltu pysyväksi jätteeksi ja jätealue muuksi kuin suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi jätealueeksi. Läjitysalueilta ei em. perusteella edellytetä vakuutta.

Vakuusarvo määritetään sivukiven ja rikastushiekan läjitysalueille. Vakuudella katetaan sivukivialueiden ja rikastushiekka-altaiden sulkemisesta aiheutuvat kustannukset, jätealueiden ojien ja vesienjohtamisjärjestelmien ylläpito sekä vesien pumppaus ja käsittely 5+15 vuotta toiminnan päättymisen jälkeen sekä jätealueiden seuranta ja tarkkailu. Vakuudella on voitava kattaa em. toimet myös tilanteessa, jossa jätealue joudutaan poistamaan käytöstä suunnittelemattomasti tai aikaistetusti.

Lainsäädännön mukaan, vakuudet asetetaan suhteessa käytettyyn alueeseen ja vaadittu vakuuksien määrä voidaan näin ollen jakaa, esim. vuosittaisiksi vakuuksiksi, jotka perustuvat toiminta-alueen sen hetkiseen tilaan. Vakuudet voidaan myös palauttaa toimijalle alueiden sulkemisen edistyessä. Tämä voidaan saavuttaa

copyright© AFRY Finland Oy

esimerkiksi jakamalla sivukivialueet alayksiköiksi ja sulkemalla nämä niiden saavutettua maksimikapasiteetin.

Sivukiven ja rikastushiekan varastointi tapahtuu asteittain kaivoksen eliniän aikana. Näin myös vakuus voidaan asettaa asteittain sivukiven ja rikastushiekka-alueiden täyttyessä ja kaivostoiminnan laajetessa uusille alueille. Mikäli jätealueita suljetaan jo toiminnan aikana, voidaan niille asetettuja vakuuksia hakea vapautettavaksi.

15 Varautuminen väliaikaiseen tai ennenaikaiseen sulkemiseen

15.1 Väliaikainen sulkeminen

Väliaikaisella sulkemisella tarkoitetaan tilannetta, jossa kaivostoiminta lakkaa tilapäisesti, esimerkiksi taloudellisista syistä. Kaivos siis siirtyy ns. *care & maintenance* –tilaan, jossa suoritetaan välttämättömät ylläpitotoimet, jotka tarvitaan, että tuotantoon palaaminen on edelleen mahdollista. Tällaisia toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi louhoskuivatus ja osa rikastamon kunnossapitotöistä. Lisäksi jatketaan kaikkia niitä toimenpiteitä, joita tarvitaan niin kauan kuin kaivosta ei ole suljettu sulkemissuunnitelman mukaisesti. Näihin toimenpiteisiin kuuluu esimerkiksi vesienkäsittely.

Väliaikaisessa sulkemistilassa kaivostoiminnan kontaktivesien ja ei-kontaktivesien (puhtaiden vesien) erillään pito jatkuu ja kontaktivedet käsitellään ennen johtamista purkuputkeen. Vesienkäsittelyä voidaan joutua säätämään osittain, koska käsittelyyn tulevien vesien määräsuhteet poikkeavat tuotantotilanteesta. Väliaikaisesti suljetun kaivoksen toimintojen alueella turvallisuus taataan ensisijaisesti rajoittamalla liikkumista alueella, lähinnä tuotannonaikaisia aitarakenteita hyödyntäen.

Väliaikaisen sulkemisen riskeihin kuuluu mahdollinen varastokuorman kasvu. Väliaikaisen sulkemisen aika pidentää aikajaksoa, jonka jätealueet ovat peittämättömänä. Tänä aikana sulfidimineraalien hapettuminen edistyy ja hapettumistuotteita varastoituu jätealueille sekundääримineraaleina ja sorption kautta. Veden pinnan tason lasku rikastushiekka-alueella voi jopa tarkoittaa, että väliaikaisen sulkemisen aikana tapahtuu merkittävämpää sulfidimineraalien hapettumista kuin tuotannon aikana. Riski kohdistuu lähinnä korkearikkisten jätteiden hallintaan. Jätealueiden vaiheittaisella sulkemisella pystytään joiltakin osin ehkäisemään kaivoksen väliaikaisen sulkemisen mahdollisia haittoja. Vaikutus riippuen kuitenkin siitä, millaiseen vaiheeseen kaivoksen elinkaaressa väliaikainen sulkeminen ajoittuu.

15.2 Ennenaikainen sulkeminen

Mikäli kaivos joudutaan sulkemaan aikaisemmin kuin suunnitteluvaiheessa on oletettu, sulkeminen suoritetaan pääpiirteissään, kuten tässä sulkemissuunnitelmadokumentissa esitetään. Sivukivialueiden vaiheittaisesta sulkemisesta on etua myös ennenaikaisessa sulkemisessa.

Ennenaikaisen sulkemisen seurauksena jätemäärät jäävät vähäisemmiksi ja louhos pienemmäksi. Tämä voi tarkoittaa pienempiä sulkemisen jälkeisiä vaikutuksia,

copyright© AFRY Finland Oy

mutta todennäköisesti vaikutukset eivät muutu samassa suhteessa, kuin jätemäärä muuttuu. Kivilajisuhteet voivat poiketa mallinnetuista sulkemisen jälkeisistä tilanteista. Läjitysalueiden erilaisista loppumittasuhteista johtuen kiintoaine-nestekontaktisuhteet läjityksissä (peitettynäkin) voivat poiketa mallinnetuista skenaarioista. Rikastushiekka-altailla vedellä kyllästyneen rikastushiekan osuus rikastushiekan kokonaismäärästä voi poiketa alkuperäisten suunnitelmien mukaisesta tilanteesta. Sulkemissuunnitelman voidaan kuitenkin olettaa toimivan myös ennenaikaisessa sulkemisessa.

16 Lähdeluettelo

Afry Finland Oy, 2020. Hannukainen, koerikastusjätteen karakterisointiraportti 2017. Päivitetty raportti. 101007636-001, 06/2020.

EC 2018. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries

ICMM 2019. Integrated Mine Closure – Good Practice Guide, 2nd Edition.

IFC 2007. Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining.

Kauppila, T. (toim.) 2015. Hyviä käytäntöjä kaivoshankkeiden ympäristövaikutusten arvioinnissa. Tutkimusraportti 222. Geologian tutkimuskeskus.

Kolarin kunta 2008. Ylläksen osayleiskaavan muutos, tavoitevuosi 2025.

Kolarin kunta 2018. Hannukaisen kaivosalueen osayleiskaavaehdotus.

Kolarin kunta 2018a. Hannukaisen kaivosteollisuusalueen asemakaavaehdotus.

Kolarin kunta 2018b. Rautuvaaran teollisuusalueen asemakaavaehdotus.

Lapin liitto 2009. Tunturi-Lapin maakuntakaava.

Nils Eriksson Environmental Consultant 2012. Final DFS Report. Tailings and tailings water characterization, Hannukainen iron ore project, Finland February 2012. Report prepared for Northland Mines Oy.

Nils Eriksson Environmental Consultant 2012. Final DFS Report. Tailings and tailings water characterization, Hannukainen iron ore project, Finland February 2012. Report prepared for Northland Mines Oy.

Pöyry Finland Oy 2012a. Rautuvaaran rikastushiekka-alueen sulkeminen, rakentamissuunnitelma. 21.12.2012.

Pöyry Finland Oy 2012b. Soil investigation, Hannukainen Infra DFS Phase 2.14.12.2012.

Pöyry Finland Oy 2013. Hannukaisen kannattavuustarkastelu. Sosiaalisten vaikutusten arviointi. Northland Mines Oy.

Ramboll Finland Oy 2013. Preliminary closure plan for the Hannukainen mine, March 2013. 82137355.

copyright© AFRY Finland Oy

Ramboll Finland Oy 2013a. Hannukaisen kaivoshanke. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. 82143474. 16.5.2013. Northland Mines Oy.

Ramboll Finland Oy 2014. Alustava sulkemissuunnitelma Hannukaisen kaivokselle. Raporttinro 82137355.

Ramboll Finland Oy 2016. Hannukaisen kaivoshanke, Pölyselvitys. 11.4.2016

Ramboll Finland Oy 2017. Hannukaisen kaivosalueen osayleiskaavan maisemavaikutusten arviointi. 16.11.2017

Ramboll Finland Oy 2021. Hannukainen Mining Oy. Sulkemisen jälkeisten pinta- ja pohjavesivaikutusten arviointi. Versio 2/27.8.2021

SRK Consulting (UK) Limited 2013a. Hannukainen DFS waste rock geochemical characterization, Wrd seepage and pit lake water quality prediction report, January 2013. Report prepared for Northland Mines Oy, UK4985.

SRK Consulting (UK) Limited 2013d. A Mining study on the Hannukainen iron-ore project. Finland January 2013. Report prepared for Northland Mines.

SRK Consulting (UK) Limited 2020. Hydrological impact assessment update on the Rautuvaara tailings facility, Hannukainen project, Finland. Prepared for Hannukainen Mining. UK30785. July 2020.

SRK Consulting (UK) Limited. 2021. Hydrological Impact Assessment Update for the Post-Closure Phase of the Hannukainen Mine, Finland. UK31187. October 2021.

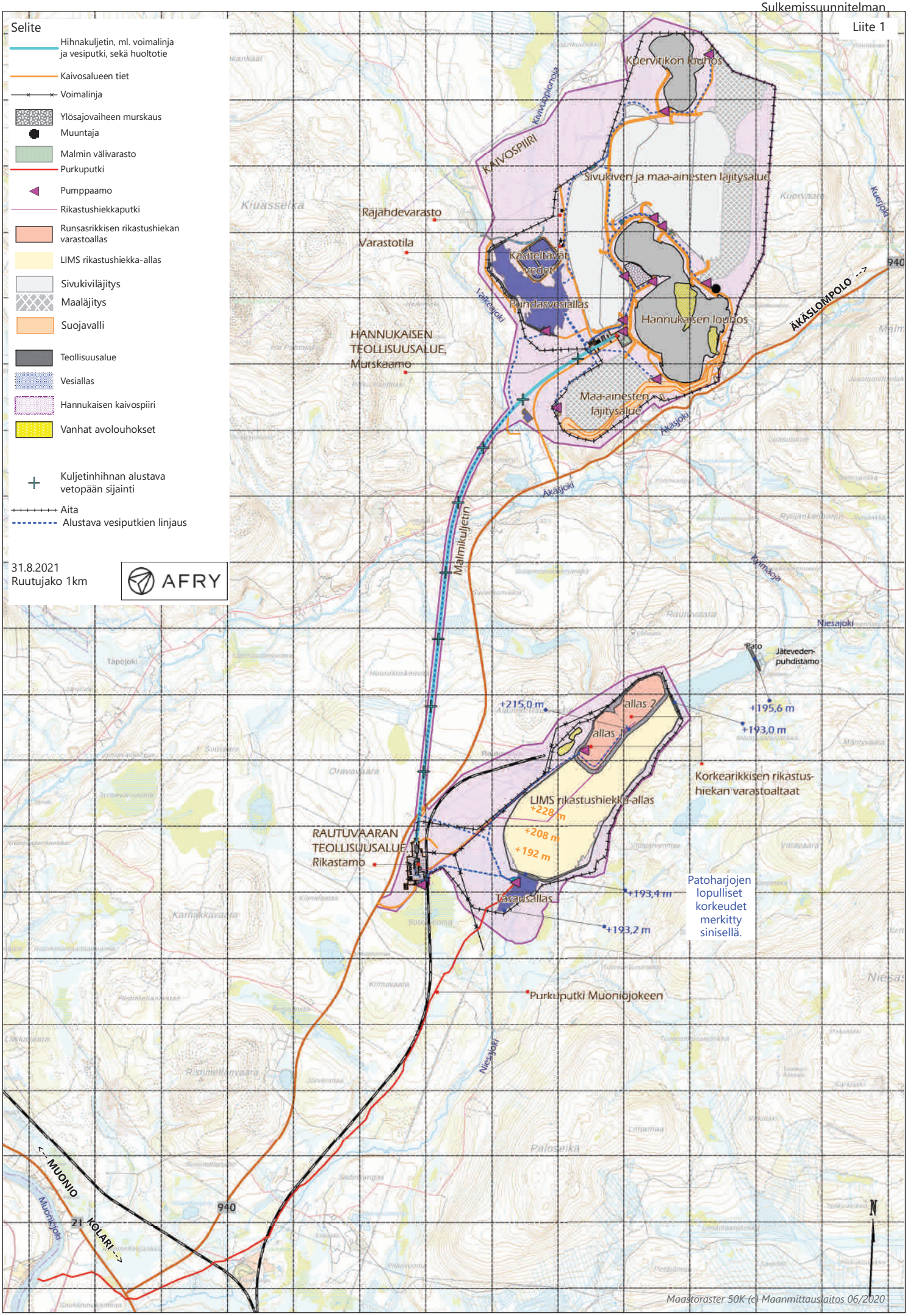
Teollisuuden Vesi Oy. 2021. Hannukaisen kaivoshanke -Vedenkäsittelysuunnitelma. 14.10.2021.

Vastuullisen kaivostoiminnan verkosto 2017. Kaivosvastuu. https://www.kaivosvastuu.fi/

Ympäristöministeriö, 2020. Kivipelto (toim.), Joni, Nieminen, Soile, Jokiranta, Tomi, Nurmi, Heli, Koivuhuhta (toim.), Auri, Kauppila, Päivi, Karlsson, Teemu, Tornivaara, Anna, Kauppila, Tommi. Opas kaivannaisjätteiden hallinnan MWEI BREF -vertailuasiakirjan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskevien päätelmien soveltamiseen. Ympäristöministeriön julkaisuja 2020:12

Ympäristöhallinnon verkkopalvelu 2020. Pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila. https://www.ymparisto.fi/pintavesientila. Viitattu 28.6.2020.

copyright© AFRY Finland Oy


Selite
Hihnakuljetin, ml. voimalinja ja vesiputki, sekä huoltotie
Kaivosalueen tiet
Voimalinja
Ylösajovaiheen murskaus
Muuntaja
Malmin välivarasto
Purkuputki
Pumppaamo
Rikastushiekkaputki
Runsasrikkisen rikastushiekan varastoallas
LIMS rikastushiekka-allas
Sivukiviläjitys
Maaläjitys
Suojavalli
Teollisuusalue
Vesiallas
Hannukaisen kaivospiiri
Vanhat avolouhokset
Kuljetinhihnan alustava vetopään sijainti
Aita
Alustava vesiputkien linjaus
31.8.2021
Ruutujako 1km
AFRY
Kuervitikon louhos
KAIVOSPIIRI
Sivukiven ja maa-ainesten lajitysalue
Räjähdevarasto
Varastotila
Kasiteltävät vedet
Puhdasvesiallas
Hannukaisen louhos
ÄÄKÄSLOMPOLO
HANNUKAISEN TEOLLISUUSALUE, Murskaamo
Maa-ainesten lajitysalue
Malmikuljetin
Niesajoki
Jätevedenpuhdistamo
+215,0 m
+195,6 m
+193,0 m
Korkearikkisen rikastushiekan varastoaltaat
LIMS rikastushiekka-allas
+228 m
+208 m
+192 m
RAUTUVAARAN TEOLLISUUSALUE, Rikastamo
Tasausallas
+193,4 m
+193,2 m
Patoharjojen lopulliset korkeudet merkitty sinisellä.
Purkuputki Muoniojokeen
MUONIO
KOLARI
940
N
Maastoraster 50K (c) Maanmittauslaitos 06/2020

Hannukainen Mining Oy

Kaivoksen sulkemissuunnitelma

101013464-001
18.09.2020

Kaivannaisjätealueiden riskinarvio sulkemisvaiheessa

				Sanallinen kuvaus	Numeerinen kuvaus		
					1 - 5	1 - 5	G * H
Osa-alue	**Tunnistettu riski**	**Hallinta**	**Lisätieto**	**Jäännösriski**	**Todennäköisyys**	**Vakavuus**	**Kokonaisriski**
High-S	Padon ja rikastushiekan sortuminen ja aineiden kulkeutuminen Kylmäoja-Äkäsjoki tai Niesajoen suuntaan	- Asianmukainen patojen suunnittelu - Rakentamisen ja sulkemisen aikainen valvonta - Alapuoliset allastilavuudet - Patotarkkailu - Patoauditoinnit - Altaan kuivatus ennen ja jälkeen sulkemisen		- Riski rikastushiekan ja sen vesijakeen kulkeutumiselle muualle kuin alapuolisiin altaisiin suhteellisen pieni.	1	3	3
High-S	Oletettua suurempi suotautuminen patorakenteissa ja haitta-aineiden kulkeutuminen Kylmäoja-Äkäsjoki tai Niesajoen suuntaan	- Asianmukainen altaiden suunnittelu - Kulkeutumissuunta muihin altaisiin - Patotarkkailu - Altaan kuivatus ennen ja jälkeen sulkemisen - Riittävän tiivis ja toimiva (tarkoituksenmukainen) peiterakenne	Pääkulkeutumissuunta on alapuoliseen vesialtaaseen, jossa pitoisuudet pienenee laskien jäännösriskiä.		1	2	2
High-S	Arvioidusta poikkeava rikastushiekan pitkäaikaiskäyttäytyminen ja siitä seuraava huonolaatuisen veden päätyminen ympäristöön	- Vesienkäsittelyn mahdollinen jatkaminen riittävän kauan - Riittävän tiivis ja toimiva (tarkoituksenmukainen) peiterakenne - Asianmukainen ympäristötarkkailu		- Jäännösriskit liittyvät projektiriskeihin ja ympäristöriski jää vähäiseksi.	1	3	3
High-S +LIMS	Äärimmäisten sääolosuhteiden vaikutus peittorakenteisiin: eroosio ja vaurioituminen	- Vaikutusarviointi ilman peittoa tai ei-optimaalisella peittorakenteella - Hyvin suunniteltu ja asianmukainen sulkeminen (peiterakenne)			2	2	4
LIMS	Arvioitua suurempi haitta-aineiden kulkeutuminen rikastushiekka-alueilta pohjaveden kautta Niesajokeen	- Peittorakenne - Pohjarakenne - Tasausaltaan vedenlaadun seuranta - Vesistötarkkailu		- Jäännösriskit liittyvät projektiriskeihin ja ympäristöriski jää vähäiseksi.	1	3	3

				Sanallinen kuvaus	Numeerinen kuvaus		
					1 - 5	1 - 5	G * H
Osa-alue	**Tunnistettu riski**	**Hallinta**	**Lisätieto**	**Jäännösriski**	**Todennäköisyys**	**Vakavuus**	**Kokonaisriski**
LIMS	Padon ja rikastushiekan sortuminen ja aineiden kulkeutuminen Kylmäoja-Äkäsjoki tai Niesajoen suuntaan	- Asianmukainen patojen suunnittelu - Rakentamisen ja sulkemisen aikainen valvonta - Alapuoliset allastilavuudet - Patotarkkailu - Patoauditoinnit - Asianmukainen sulkeminen (peiterakenne)			**1**	**3**	**3**
LIMS	Ihmisiin ja eläimiin kohdistuvat turvallisuusriskit patojen alapuolisilla alueilla sortumatilanteessa	- Asianmukainen suunnittelu - Rakentamisen ja sulkemisen aikainen valvonta - Alapuoliset allastilavuudet - Patotarkkailu - Patoauditoinnit - Asianmukainen sulkeminen (peiterakenne)			**1**	**2**	**2**
LIMS	Arvioidusta poikkeava rikastushiekan pitkäaikaiskäyttäytyminen (hapettumisolosuhteet läjityksessä tai malmin laatu rikastuksessa): huonolaatuisen veden päätyminen ympäristöön	- Vesienkäsittelyn mahdollinen jatkaminen riittävän kauan - Riittävän tiivis ja toimiva (tarkoituksenmukainen) peiterakenne - Asianmukainen ympäristötarkkailu - Alapuolinen tasausallas kerää vedet		- Jäännösriskit liittyvät projektiriskeihin ja ympäristöriski jää vähäiseksi.	**3**	**2**	**6**
OB	Haitta-aineiden kulkeutuminen maaläjitysalueilta Kuerjokeen ja Valkeajokeen pinta- ja/tai pohjavesiteitse, jos pintamaan laatu huonompaa kuin on arvioitu	- Läjitettävän pintamaan laadunvarmistus ja erilaatuisten pintamaiden erillään pitäminen - Pintamaille määritetään em. perusteella soveltuva käyttökohde - Tarvittaessa valumavesien ohjaus louhosjärviin - Tarvittaessa passiivinen vedenkäsittely	Pintamaat käytetään kokonaan tai osittain sulkemiseen, esim. sivukivialueiden tiiviiden peiterakenteiden alapuolisissa rakenteissa (tasoituskerros).	Riski on vähäinen	**1**	**1**	**1**
NAF	Haitta-aineiden kulkeutuminen NAF läjityksestä Valkeajokeen pinta- ja/tai pohjavesiteitse	- Riittävän tiivis ja toimiva (tarkoituksenmukainen) peiterakenne - Asianmukainen ympäristötarkkailu - Pintavalunnan ohjaaminen louhosjärviin - Varautuminen passiiviseen käsittelyyn - Kivilaatujen riittävän tarkka erottelu			**2**	**3**	**6**

				Sanallinen kuvaus	Numeerinen kuvaus		
					1 - 5	1 - 5	G * H
Osa-alue	**Tunnistettu riski**	**Hallinta**	**Lisätieto**	**Jäännösriski**	**Todennäköisyys**	**Vakavuus**	**Kokonaisriski**
NAF	Haitta-aineiden kulkeutuminen NAF läjityksestä (pitkäaikaiskäyttäytyminen, varastokuorma) louhoksiin, ja kulkeutuminen edelleen louhoksesta Kuer- ja Äkäsjokeen pohjavesiteitse	- Muotoilu ja peiterakenne: läpivirtaaman hallinta läjityksessä - Luontainen suolaisuuskerrostuminen ja vähäisempi rikkonaisuus louhoksen syvänteissä - Louhosveden tarkkailu - Asianmukainen ympäristötarkkailu - Mahdollinen in-situ käsittely louhoksessa - Kivilaatujen riittävän tarkka erottelu			**2**	**2**	**4**
PAF	Arvioitua suurempi haitta-aineiden kulkeutuminen PAF (pitkäaikaiskäyttäytyminen, varastokuorma) läjityksestä louhoksiin, ja kulkeutuminen edelleen louhoksesta Kuer- ja Äkäsjokeen pohjavesiteitse	- Muotoilu (pohja ja pinta) ja peiterakenne: läpivirtaaman ja hapettumisen minimointi - Luontainen suolaisuuskerrostuminen ja vähäisempi rikkonaisuus louhoksen syvänteissä - Louhosveden tarkkailu - Varautuminen vesienkäsittelyyn aktiivisen sulkemisen aikana ja tarvittaessa pidempään - Mahdollinen in-situ käsittely louhoksessa - Asianmukainen ympäristötarkkailu			**2**	**3**	**6**
PAF+NAF	Luiskasortumat ja turvallisuusriski	- Suunnitelman mukainen loppuluiskaus ja peittäminen - Säännöllinen valvonta ja tarkkailu - Sivukiven laadun seuranta ja dokumentointi toiminnan aikana - Liikkumisrajoitus alueella sulkemisen alkuvaiheessa	Riski luiskasortumille pienenee ajan myötä. Sulkemistöitä aloitetaan toiminnan aikana, jolloin toiminnan päättyessä osa luiskista vakaampia.		**2**	**2**	**4**
PAF+NAF	Äärimmäisten sääolosuhteiden vaikutus peittorakenteisiin: eroosio ja vaurioituminen	- Vaikutusarviointi ilman peittoa tai ei-optimaalisella peittorakenteella - Jälkiseuranta ja tarkkailu - Hyvin suunniteltu ja asianmukainen sulkeminen (peiterakenne)		Rinne-eroosion riskin hallinta kasvittumisen varhaisessa vaiheessa. Jäännösriski pienenee kasvillisuuden seurauksena.	**3**	**3**	**9**

Vastaanottaja
Hannukainen Mining Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
7.12.2021

Viite
1510060637

HANNUKAINEN MINING OY
SULKEMISEN JÄLKEISTEN PINTA- JA POHJAVESI-VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

RAMBOLL Bright ideas. Sustainable change.

HANNUKAINEN MINING OY
SULKEMISEN JÄLKEISTEN PINTA- JA POHJAVESI-VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Projekti	**SULKEMISEN JÄLKEISTEN PINTA- JA POHJAVESIVAIKUTUSTEN ARVIOINTI**
Projekti nro	**1510060637**
Vastaanottaja	**Hannukainen Mining Oy**
Päivämäärä	**7.12.2021**
Laatija	**Anna Hakala, Otso Lintinen, Hanna Tolvanen, Maija Jylhä-Ollila, Liisa Koivulehto**
Hyväksyjä	**Tuomas Lahti, Hannukainen Mining Oy**

Ramboll
Niemenkatu 73
15140 LAHTI

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
https://fi.ramboll.com

Kannen kuva: Äkäsjoen yläosa 31.8.2021

Ramboll Finland Oy
Y-tunnus 0101197-5, ALV rek.
Kotipaikka Espoo

SISÄLTÖ

1.	**Johdanto**	**2**
2.	**Hannukaisen kaivoshanke**	**2**
2.1	Kaivoshankkeen yleiskuvaus	2
2.2	Sulkemissuunnitelma	6
3.	**Mallinnuksen rakenne ja skenaariot**	**10**
4.	**Vaikutukset pohjavesiin**	**11**
4.1	Pohjavesiolosuhteiden kuvaus	11
4.1.1	Hannukainen	11
4.1.2	Rautuvaara	11
4.2	Sulkemisen jälkeisten pohjavesivaikutusten arvio, Hannukainen	12
4.2.1	Pohjaveden muodostuminen, pinnankorkeus ja virtausolosuhteet	12
4.2.2	Pohjaveden laatu	12
5.	**Vaikutukset pintavesiin**	**17**
5.1	Pintavesiolosuhteet ja ekologinen tila	17
5.2	Toiminnan aikaiset vaikutukset	19
5.3	Arvio pintavesivaikutuksista kaivoksen sulkemisen jälkeen	20
5.3.1	Louhosjärvet	20
5.3.2	Vaikutukset virtaamiin	23
5.3.3	Kuerjoki	25
5.3.4	Valkeajoki	26
5.3.5	Äkäsjoki kaivoksen kohdalla	28
5.3.6	Äkäsjoen alaosa	30
5.3.7	Rautuvaaran rikastushiekka-alueen alapuoliset vedet	32
6.	**Riskinarvio ja arvio vaatimuksenmukaisuudesta**	**34**
6.1	Riskinarvio	34
6.1.1	Alumiini	34
6.1.2	Koboltti	35
6.1.3	Kromi	36
6.1.4	Elohopea	37
6.1.5	Mangaani	37
6.1.6	Nikkeli	38
6.1.7	Uraani	39
6.1.8	Kalsium	40
6.1.9	Natrium	41
6.1.10	Pii	42
6.2	Vaikutukset ekologiseen tilaan	43
6.2.1	Kuerjoki	43
6.2.2	Valkeajoki	44
6.2.3	Äkäsjoki	44
6.2.4	Niesajoki	45
7.	**Yhteenveto**	**45**
8.	**Lähteet**	**48**

1. JOHDANTO

Hannukainen Mining Oy suunnittelee kaivostoiminnan aloittamista Hannukaisen vanhalla kaivosalueella Kolarissa. Alueella on aikaisemmin harjoitettu kaivostoimintaa Rautaruukki Oy:n ja Outokumpu Oy:n toimesta. Tarkoituksena on aloittaa uusi kaivostoiminta alueella jäljellä olevien rautaoksidi-, kupari- ja kultamalmivarantojen hyödyntämiseksi Kuervitikon ja Hannukaisen avolouhoksista. Malmin rikastamo sijoitetaan Rautuvaaraan, noin 10 km Hannukaisesta etelään. (Afry Finland Oy, 2021) Kaivosyhtiö on jättämässä ympäristö- ja vesitalouslupahakemuksen syksyllä 2021.

Tässä työssä on laadittu kaivoshankkeen sulkemisen jälkeisten pinta- ja pohjavesivaikutusten arvio perustuen hydrologisen mallinnuksen tuloksiin. Työn tavoitteena on ollut arvioida Hannukaisen kaivoshankkeen sulkemisen jälkeisiä pintavesiin ja pohjavesiin kohdistuvia vaikutuksia (erityisesti biologiset vaikutukset) mallinnusraporttien pohjalta.

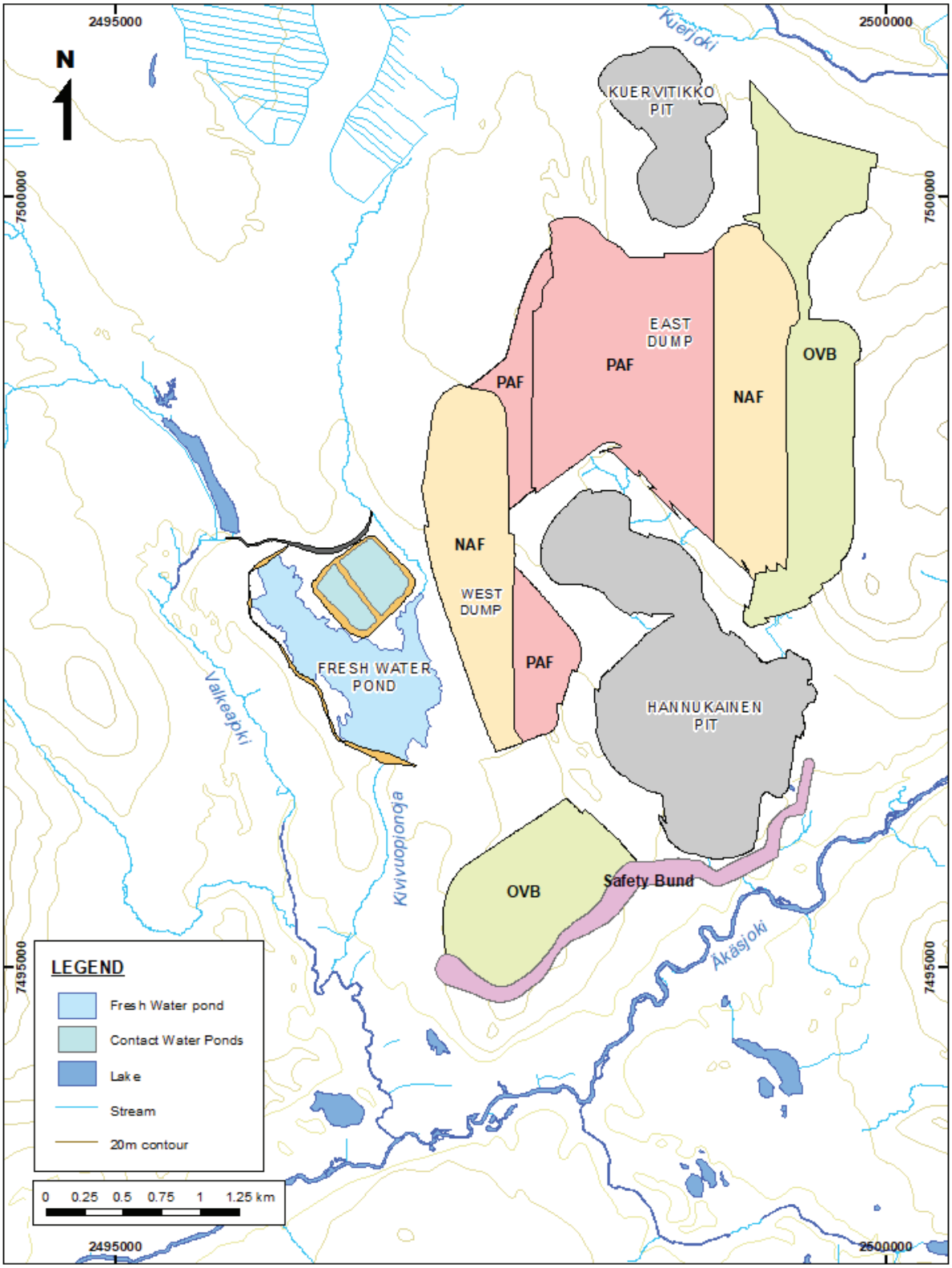
Työn keskeisinä lähtöaineistoina on käytetty kaivoksen hankesuunnitelmaa (layout), sulkemissuunnitelmaa (Afry Finland Oy, 2021), Rautuvaaran taustapitoisuuksien määrittämisen raporttia (Kaya Consulting Ltd, 4/2020), toiminnan aikaisten vesistövaikutusten arviointia (Afry Finland Oy, 2020), mallinnusraportteja Hannukaisen kaivosalueen (SRK Consulting, 10/2021) sekä Rautuvaaran teollisuusalueen (SRK Consulting, 7/2020) sulkemisen jälkeisistä vedenlaatuvaikutuksista. Lähtöaineiston avulla on tunnistettu sulkemisen jälkeisen ajan vaikutuksen kaivoshankkeen alapuolisten vesistöjen hydrologiaan sekä vedenlaatuun ja edelleen näiden seurauksena mahdollisia biologisia ja ekologiseen tilaan kohdistuvia vaikutuksia.

2. HANNUKAISEN KAIVOSHANKE

2.1 Kaivoshankkeen yleiskuvaus

Hannukaisen kaivosalue sijaitsee Kolarin kunnan alueella, linnuntietä noin 25 km Kolarin kuntakeskuksesta pohjois-koilliseen. Hannukainen Mining Oy:n tarkoituksena on aloittaa kaivostoiminta jäljellä olevien rautaoksidi-, kupari- ja kultamalmivarantojen hyödyntämiseksi. Kaivoksen päätuote tulee olemaan magnetiitti (Fe_3O_4). Sivutuotteena saadaan kupari-kulta -rikastetta sekä pyriittirikastetta.

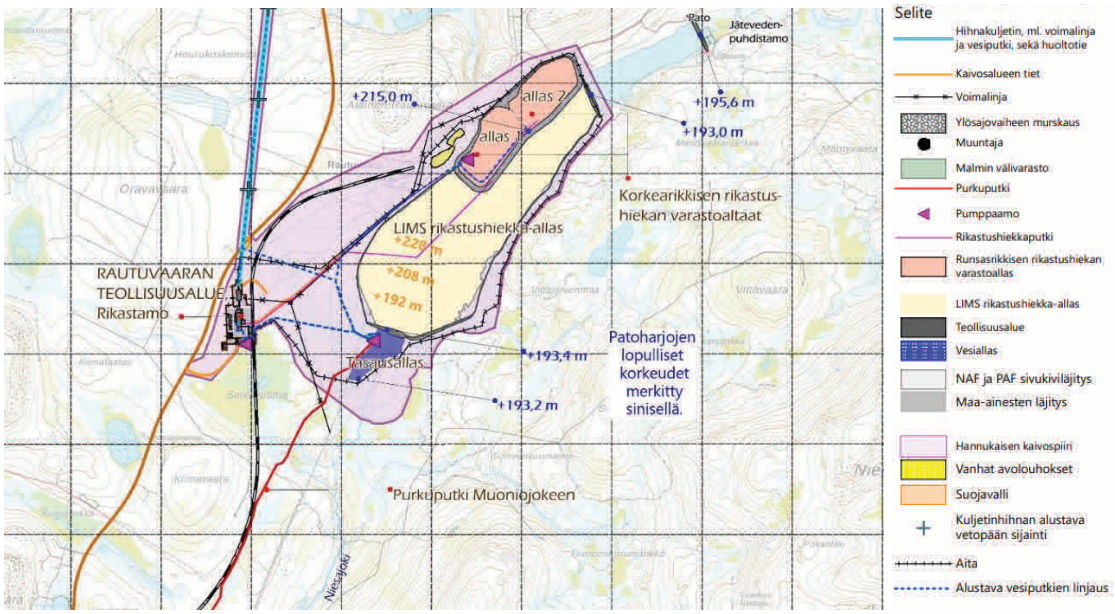
Hannukaisen louhos on suunniteltu osittain vanhojen avolouhosten kohdalle, vanhan sivukivialueen länsipuolelle. Myöhemmin louhittava Kuervitikon louhos sijoittuu kaivospiirin pohjoisosaan. Louhosten lisäksi Hannukaiseen tulee sivukiven ja pintamaan läjitysalueet, puhdasvesiallas, käsiteltävien vesien altaat, teollisuustoiminnoista murskaamo, malmin välivarasto, ja voimalaitos sekä toimisto-, sosiaali- ja varastotilat. Sivukivi läjitetään sivukivialueelle, joka sijoittuu Hannukaisen avolouhoksen länsi-, pohjois- ja itäpuolelle. Mahdollisesti happoa tuottava sivukivi (PAF) läjitetään erillään ei-happoa tuottavasta sivukivestä (NAF). Rakentamiseen soveltuva, louhosalueilta ja rakennettavilta alueilta poistettu pintamaa-aines hyödynnetään rakennusmateriaalina mm. alueen eteläpuolelle tehtävään valliin ja maa-aines, jota ei hyödynnetä, varastoidaan ja osa hyödynnetään myöhemmin kaivoksen sulkemistöissä.



Kuva 2-1. Hannukaisen kaivosalueen layout (NAF = ei-happoa tuottava sivukivi, PAF = mahdollisesti happoa tuottava sivukivi, OVB = maa-ainesten läjitys, PIT = louhos) (SRK Consulting 2021)

Malmi kuljetetaan avolouhoksesta maanalaiseen murskaimeen Hannukaisen teollisuusalueelle. Murskaamisen jälkeen malmi kuljetetaan hihnakuljettimella Rautuvaaraan rikastamossa käsiteltäväksi. Malmin rikastamo sijoitetaan Rautuvaaraan, noin 10 km louhosalueelta etelään.

Tuotantoprosessissa syntyvä matalarikkinen rikastushiekka (LIMS) läjitetään alueelle vanhan rikastushiekka-alueen kohdalle ja sen koillispuolelle. Rikastushiekka-allas eristetään ympäristöstään padoilla ja reunavalleilla. Korkearikkinen (High-S) rikastushiekka sijoitetaan matalarikkisen rikastushiekka-alueen pohjoispuolelle rakennettaviin tiivispohjaisiin patojen rajaamiin altaisiin (Kuva 2-2).



Kuva 2-2. Rautuvaaran teollisuusalueen layout. Ote koko teollisuusalueen toiminnan aikaisesta layout-kartasta. Ruutujako 1 km. (AFRY 2021)

Hannukaisen teollisuusalue sijaitsee kaivosalueen keskellä ja sinne sijoittuu mm. murskaamo sekä louhintaan liittyvä infrastruktuuri. Kuljetushihna kulkee noin 9 km matkan Hannukaisesta Rautuvaaran alueelle. Rautuvaaran teollisuusalue sijaitsee Sotkavuoman suon pohjoispuolella. Sinne tulee sijoittumaan mm. rikastamo, rikastushiekka-altaat, vesienkäsittely, ratapiha sekä muuta toimintaan liittyvää infrastruktuuria.

Pintamaa (OVB) muodostuu hiekasta, sorasta ja moreenista. Osa pintamaasta käytetään välittömästi alueen rakenteisiin, kuten patojen ja suojavallin rakentamiseen. Loput varastoidaan loppusijoitukseen tai odottamaan hyötykäyttöä kaivosalueen maisemoinnissa. Hannukaiseen tulee kaksi erillistä pintamaan läjitysaluetta, toinen sivukiven läjitysalueen itäreunaan ja toinen Hannukaisen louhoksen lounaispuolelle. Pintamaan läjitysalueiden pinta-ala on kaikkiaan noin 259 ha, maata poistetaan yhteensä noin 75 Mt (44 m3-itr). Pintamaa on luokiteltu ei-happoa tuottavaksi maa-ainekseksi, jonka rikkipitoisuus on alhainen (<0,1 %).

Kaivoksen toiminnan aikana muodostuu noin 370 Mt **sivukiveä**, joka on jaettu kahteen luokkaan ei-happoa tuottaviksi NAF- ja mahdollisesti happoa tuottaviksi PAF-sivukiviksi. **NAF-sivukivissä** on alhainen rikkipitoisuus (<0,1 %) tai riittävä puskurointikyky happamien vesien muodostumisen ehkäisemiseksi, alhaiset metallipitoisuudet ja vähäinen metallien liukoisuus. NAF-sivukivi saattaa sisältää kohonneita pitoisuuksia uraania ja sulfaattia sekä louhinnasta aiheutuvia kohonneita nitraatin pitoisuuksia. Sivukiven pH:n arvioidaan vaihtelevan välillä 6,5–8,5. (SRK Consulting 2013a) Ei-happoa muodostava sivukivi (NAF) luokitellaan kaivannaisjäteasetuksen liitteen 1 perusteella pysyväksi kaivannaisjätteeksi. Sitä muodostuu toiminnan aikana noin 180 Mt eli 83 Mm^3 -itr. NAF-sivukivialueen suotovesien alkuainepitoisuudet ovat pieniä ja alittavat pääosin esim.

Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) päätöksessä 683/2017 talousvedelle määritellyt enimmäispitoisuudet ja suositusarvot.

Mahdollisesti happoa tuottavissa (PAF) sivukivissä (liuskeet, karsikivet, amfiboliitti sekä keski- ja korkearikkiset dioriitit) on korkea rikkipitoisuus (keskimäärin 5,5 %) ja/tai riittämätön puskurointikyky happamien vesien muodostumisen estämiseksi, kohonneet metallipitoisuudet ja kohonnut metallien liukoisuus. PAF-sivukivi saattaa sisältää kohonneita Al-, Co-, Cu-, Fe-, Mg-, Ni, U-, Zn- ja SO_4-pitoisuuksia sekä louhinnasta aiheutuvia kohonneita nitraatin pitoisuuksia. Sivukiven pH:n arvioidaan vaihtelevan välillä 2–4. Arvioidut pitoisuudet ylittävät esim. STM:n talousveden enimmäispitoisuudet. (SRK Consulting 2013a). Mahdollisesti happoa tuottava PAF-sivukivi on tavanomaista kaivannaisjätettä (ei-pysyvä, ei vaarallinen). Sitä muodostuu toiminnan aikana noin 190 Mt ali 85 Mm^3 -itr.

Sivukivialue sijoittuu lähes yhtenäisenä alueena Hannuksen louhoksen koillis-, pohjois- ja länsipuolelle. Sen pinta-ala on noin 440 ha ja maksimikorkeus +320 mpy. Sivukiven ja pintamaan läjitysalueiden täyttökapasiteetti on yhteensä 212 Mm^3 -rtr. Sivukivi varastoidaan siten, että PAF-sivukivi läjitetään erillään NAF-sivukivestä. Mahdollisesti happoa muodostava sivukivi (PAF) on suunniteltu sijoitettavaksi alueille, missä pohjaveden virtaus suuntautuu avolouhokseen, josta vedet voidaan kerätä ja pumpata tarvittaessa käsiteltäväksi. NAF-sivukivi läjitetään suoraan tasatulle maapohjalle, josta on ensin poistettu kasvillisuus ja pintamaat noin 0,3 m syvyydeltä. PAF-sivukivelle rakennetaan vedenjohtavuutta alentava pohjarakennekerros. Kasojen reunaluiskat muotoillaan sulkemisvaiheessa kaltevuuteen 1:3.

Tuotannossa muodostuva **rikastushiekka** jaetaan matalarikkiseen (LIMS) rikastushiekkaan ja korkearikkiseen (High-S) rikastushiekkaan. **Matalarikkistä rikastushiekkaa** muodostuu kaikkiaan 53,3 Mt ja korkearikkistä 17,6 Mt. Matalarikkinen rikastushiekka luokitellaan mahdollisesti happoa tuottavaksi (PAF). Raskasmetallien kokonaispitoisuudet ja liukoiset pitoisuudet olivat kaikilta osin matalia. Ainoastaan liukoisen nikkelin osalta ylittyi pysyvän jätteen kaatopaikalle asetettu viitearvo. (Afry Finland Oy, 2020) Rikastuskemikaaleista flokkulantin (AN 913SH, määrä 200 t/a) arvioidaan päätyvän rikastushiekkaan, muiden kemikaalien jäädessä rikasteeseen tai hajotessa prosessissa. Matalarikkinen rikastushiekka on vaarallista kaivannaisjätettä.

Matalarikkinen rikastushiekka varastoidaan Rautuvaaraan vanhalle rikastushiekan läjitysalueelle laajentaen sitä koilliseen ja luoteeseen. Matalarikkisen rikastushiekka-alueen lopullinen pinta-ala tulee olemaan noin 280 ha. Täyttötilavuutta alueella on noin 37,8 Mm^3. Matalarikkisen rikastushiekan alueelle ei tule erillistä pohjarakennetta, vaan läjitys tapahtuu vanhan, tiivistyneen rikastushiekan päälle.

Korkearikkinen (High-S) rikastushiekka syntyy pääasiassa magneettikiisuvaahdotuksessa ja pyriitin kertausvaahdotuksessa. Korkearikkinen rikastushiekka käsitetään mahdollisesti happoa tuottavana (PAF) materiaalina. Se sisältää kohonneita, Vna 2014/2007 ylemmät ohjearvot ylittäviä pitoisuuksia kobolttia, kuparia ja nikkeliä. Rikastushiekasta liukenee nikkeliä korkeina pitoisuuksina sekä seleeniä, kuparia ja sulfaattia (SO_4) kohtalaisina pitoisuuksina. (Afry Finland 2020) Rikastuskemikaaleista flokkulantin (Magnaflog, määrä 5 t/a) arvioidaan päätyvän rikastushiekkaan, muiden kemikaalien jäädessä rikasteeseen tai hajotessa prosessissa. Korkearikkinen rikastushiekka on vaarallista kaivannaisjätettä.

Korkearikkinen rikastushiekka varastoidaan Rautuvaaraan rakennettavaan kahteen erilliseen varastoaltaaseen. Korkearikkisen rikastushiekka-alueen suunniteltu kokonaistilavuus on noin 9,6 Mm^3. Padon lopullinen patokorkeus +215 ja pinta-ala patopenkereet mukaan lukien 76,7 ha. High-

S -rikastushiekan läjitysalueelle rakennetaan tiivis pohjarakenne, joka muodostuu HDPE-kalvosta, bentoniittimatosta ja kuivatuskerroksesta tai muusta vastaavasta tiivisrakenteesta.

Rikastushiekan lisäksi High-S altaaseen johdetaan kaivoksen ja rikastamon **vesien käsittelyssä muodostuvat sakat**. Toiminnassa muodostuu karbonaattisaostuksen sakkaa noin 800 t/a, kipsisakkaa enimmillään noin 2 000 t/a ja metallihydroksidisakkoja enimmillään noin 17 000 t/a. Kaivoksen toiminnan aikana vesienkäsittelyn sakkoja muodostuu kaikkiaan arviolta 0,33 Mt. Metallihydroksidisakassa arvioidaan olevan mm. nikkeliä, kuparia, kobolttia, rautaa, alumiinia, mangaania, sinkkiä ja uraania. Karbonaattisaostuksen sakka on kalsiumkarbonaattia, jonka mukana mahdollisesti saostuu metallihydroksideja ja –karbonaatteja. Varovaisuusperiaatteen mukaisesti kaikki vesienkäsittelyn sakat luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi. (Teollisuuden vesi, 2021)

Arvio rikastushiekka-alueiden veden laadusta vaihtelee jossain määrin arviointimenetelmästä riippuen. Todellisuudessakin rikastushiekka-alueiden eri osissa muodostuu erilaisia vesilaatuja. Korkearikkisen rikastushiekka-alueen suotovesien arvioidaan olevan happamia ja sisältävän kohonneina pitoisuuksina mm. sulfaattia, alumiinia, kuparia, kobolttia, uraania, rautaa ja nikkeliä. Matalarikkisen rikastushiekka-alueen vesien on arvioitu olevan neutraaleja tai lievästi emäksisiä lukuun ottamatta mallinnuksella (SRK Consulting, 7/2020) arvioitua, happamaksi todettua huokosveden laatua. pH:n ollessa matala (2,8) on metallien liukoisuus suurempaa, mikä näkyy mm. alumiinin, kromin ja kuparin pitoisuuksissa.

Hannukaiseen tulee **allas puhtaille vesille ja kaksi käsiteltävien vesien allasta**. Sivukivialueilta muodostuva pintavalunta ja pohjaveteen suotautuvat vedet kerätään avolouhokseen ja aluetta ympäröiviin keräilyojiin, joista vedet pumpataan altaisiin. Pintamaan läjitysalueilta ja pääsääntöisesti NAF-sivukivialueelta vedet johdetaan puhdasvesialtaaseen, avolouhoksista ja PAF- sivukivialueelta käsiteltävien vesien altaisiin. Käsiteltävien vesien altaista vedet johdetaan Rautuvaaraan puhdistamolle, josta edelleen prosessiin tai Rautuvaaran tasausaltaaseen. Puhdasvesialtaasta vesiä voidaan johtaa suoraan rikastusprosessiin tai Rautuvaaran tasausaltaaseen. Vesienkäsittelysuunnitelmassa on varauduttu tarvittaessa käsittelemään myös puhdasvesialtaan vesiä ennen tasausaltaaseen johtamista.

Käsiteltävien vesien altaat sijoittuvat puhdasvesialtaan pohjoispuolelle Kivivuopionojan ja Valkeajoen väliin. Molempien käsiteltävien vesien altaiden tilavuus on 0,5 Mm^3 ja laajuudeltaan ne ovat 9,4 ha ja 13,8 ha. Kivivuopionoja käännetään kulkemaan uutta uomaa pitkin käsiteltävien vesien altaiden pohjoispuolitse Valkeajokeen.

Matala- ja korkearikkisen rikastushiekan alueilta muodostuu vesiä pintavaluntana ja rikastushiekasta erottumalla. Toimintavaiheessa vedet pumpataan Rautuvaaran puhdistamolle käsiteltäviksi. Vesienkäsittelystä vedet kierrätetään prosessivedeksi ja ylimääräinen vesi johdetaan Rautuvaaran tasausaltaaseen, josta vesiä pumpataan Muonionjokeen.

2.2 Sulkemissuunnitelma

Kaivoksen suunniteltu toiminta-aika on louhinnan osalta noin 20 vuotta, jonka jälkeen kaivoksen sulkemisvaiheen arvioidaan kestävän viisi vuotta.

Sulkemissuunnitelman (Afry Finland Oy, 2021) laadinnassa on huomioitu kaivosalueiden sulkemisen suunnitteluun liittyvät BAT- ja BREF-ohjeistukset sekä joukko lähialueen yhteisön ja ympäristöolosuhteiden asettamia vaatimuksia, joista erityisesti huomioitavaksi on tunnistettu:

- vastaanottavan vesistön hyvä ja/tai erinomainen ekologinen tila
- meritaimen ja purotaimen

- yhteisvaikutukset Kaunis Ironin -hankkeen kanssa
- välittömässä läheisyydessä olevien pohjavesialueiden pilaamiskielto
- mahdollisimman vähäinen pohjaveden määrällinen ja laadullinen muutos

Suunnitellut sulkemisratkaisut:

- Hannukaisen ja Kuervitikon avolouhoksista muodostuu louhosjärvet. Tarvittaessa kalkkia lisätään louhosjärven tyhjennyspisteeseen tai suoraan louhosjärveen.
- Sivukivialue Hannukaisessa:
    - mahdollisesti happoa muodostavan (PAF) sivukiven alue peitetään tiiviillä peiterakenteella (bentoniittimatolla, moreenilla ja kasvustolla tai vastaavalla rakenneratkaisulla) hapon muodostumisen rajoittamiseksi
    - happoa muodostamattoman (NAF) sivukiven alue maisemoidaan moreenilla ja kasvustolla.
- Rikastushiekka-alueet (LIMS ja High-S) Rautuvaarassa peitetään, entisöidään ja maisemoidaan
    - LIMS -alueen peittorakenteena moreenikerros ja moreenin ja turpeen yhdistelmänä kasvukerros
    - High-S -alueen rikastushiekan tiivistyttyä (n. 3 v) rakennetaan tiivis pintarakenne, jossa bentoniittimatto ja HDPE-kalvo, jonka päällä mineraalinen kuivatuskerros, moreenikerros ja humuspitoinen kasvukerros
- Vesien johtamiseen ja käsittelyyn liittyvät rakenteet pidetään sulkemisen alkuvaiheessa toiminnassa ja puretaan lopuksi
- Malminkäsittelyyn ja rikastukseen liittyvät rakennukset, rakenteet ja muu alueen infrastruktuuri poistetaan.

Hannukaisen alueen louhosten, vesivarastoaltaiden ja niiden ympäristön välinen hydrologinen vuorovaikutus heti kaivostoiminnan päätyttyä ja pidemmän jakson kuluessa, kun mm. sivukivialueet ovat kokonaan suljettu ja avolouhokset ovat täyttyneet vedellä, eroavat hieman toisistaan.

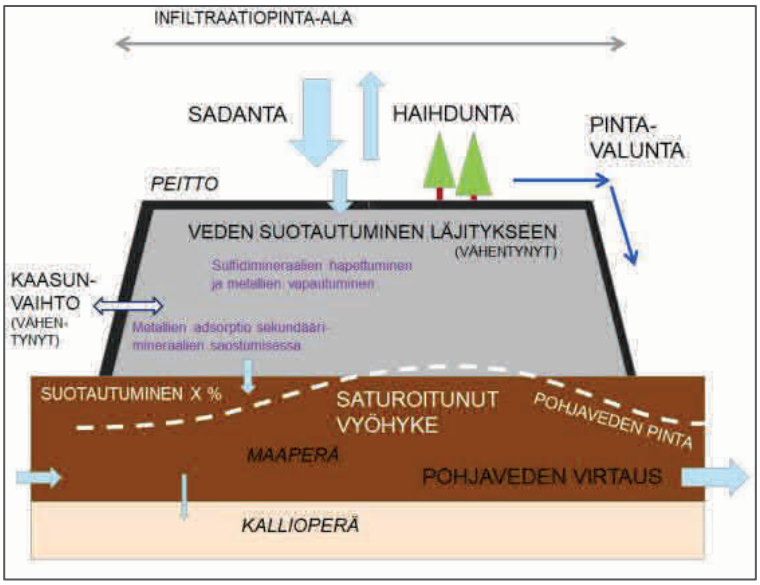
Louhosten täytyttyä vettä kertyy louhosjärviin pienemmältä alueelta ja virtaussuunnat myös osittain muuttuvat. Hannukaisen louhosjärven eteläisimmässä osassa pohjaveden suotautuminen tullee kääntymään louhosjärvestä etelään-kaakkoon Äkäsjoen suuntaan ja myös louhosjärven ylivuoto purkaa vesiä Äkäsjokeen. Ylivuotovesien johtamiseksi rakennetaan rummut suojavallin lävitse tai vedet ohjataan muulla tavoin suojavallin ohitse Äkäsjokeen. Ylivuotouoman rakentaminen suunnitellaan myöhemmin tarkemmin. Toteutustapana voi olla esimerkiksi suojavallin läpi tuleva ojalinja jokseenkin nykyisen Laurinojan paikkeilla. Muilla laidoilla pohja- ja pintavesivirtaus suuntautuu Hannukaisen louhosjärveä kohti. Eteläiseltä pintamaan läjitysalueelta virtaus suuntautuu etelään kohti Äkäsjokea. Kuervitikon louhoksen täytyttyä vesiä suotautuu pohjavetenä louhosjärven pohjois- ja koillispuolille, mihin sijoittuu myös louhosjärven ylivuoto Kuerjokeen. Muilla laidoilla pohja- ja pintavesivirtaus suuntautuu Kuervitikon louhosjärveä päin. Pohjoiselta pintamaan läjitysalueelta virtaussuunta on koilliseen, kohti Kuerjokea. (SRK Consulting 2013a)

Sivukivialueelta pinta- ja pohjavesivirtaus kulkeutuu louhoksiin täyttymisvaiheessa ja suurimmalta osalta sivukivialuetta myös louhosten täytyttyä eivätkä vedet päädy suoraan ympäristöön. Hannukaisen louhosjärvi toimii osana sivukivialueen suotovesien passiivista käsittelyä myös toiminnan päätyttyä.

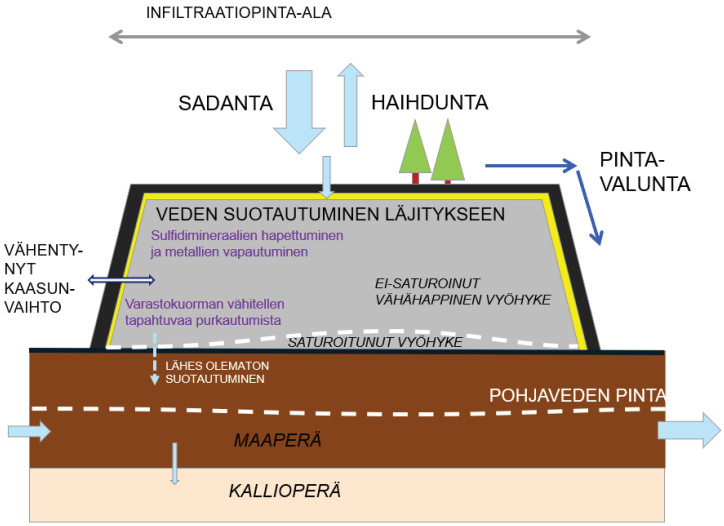
Pintamaan läjitysalueille jää todennäköisesti maa-aineksia, jotka eivät sovellu tai eivät ole tarpeen sulkemistöissä hyödynnettäväksi. Maisemoiduilta pintamaan läjitysalueilta vedet suotautuvat sulkemisen alkuvaiheessa louhoksiin ja louhosjärvien täytyttyä Äkäsjokeen tai Kuerjokeen.

Pintamaa vastaa laadultaan alueen luontaista maa-aineista eikä suotovesien laatu pitkällä aikavälillä poikkea alueen luontaisista suotovesistä.

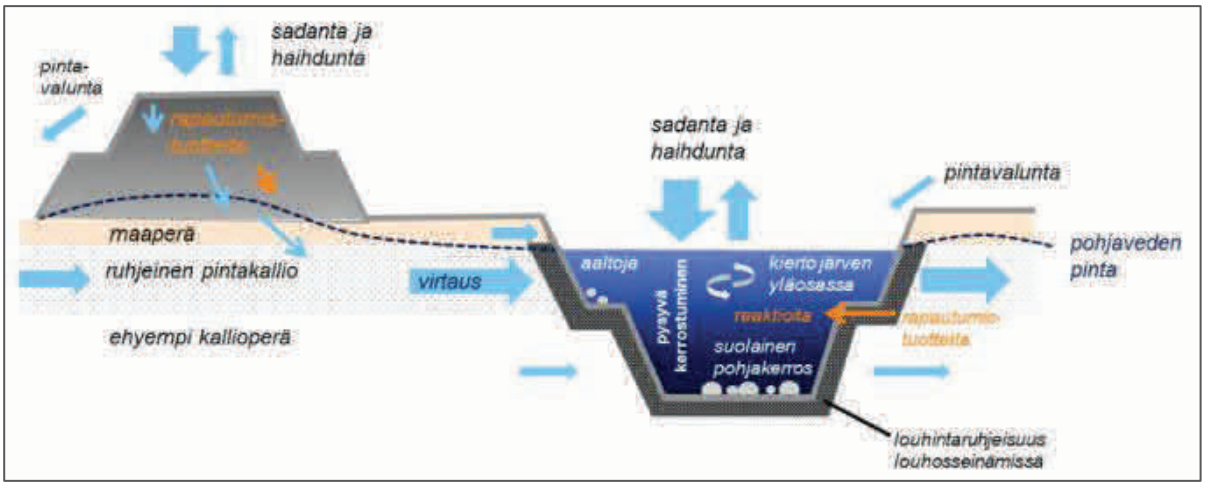
Hannukaisen kaivosalueella varaudutaan sulkemisen alkuvaiheessa muodostuvien vesien keräykseen ja käsittelyyn niin kauan kuin vedenlaatu sitä edellyttää. Kun vesien käsittelyyn ei ole enää tarvetta, puretaan vesien johtamiseen ja varastoimiseen liittyvät rakenteet, ja alue palautetaan niiden osalta nykyisen kaltaiseen tilaan. Kivivuopionojan siirtouoma jää pois käytöstä ja vedet johdetaan vanhaan uomaan. Alueelle ei jää vesiä kerääviä allasrakenteita.



Kuva 2-3. NAF-sivukivialueen sisäiset prosessit ja vesitase kaivoksen sulkemisen jälkeen yleisellä tasolla (AFRY 2021, sulkemissuunnitelma).

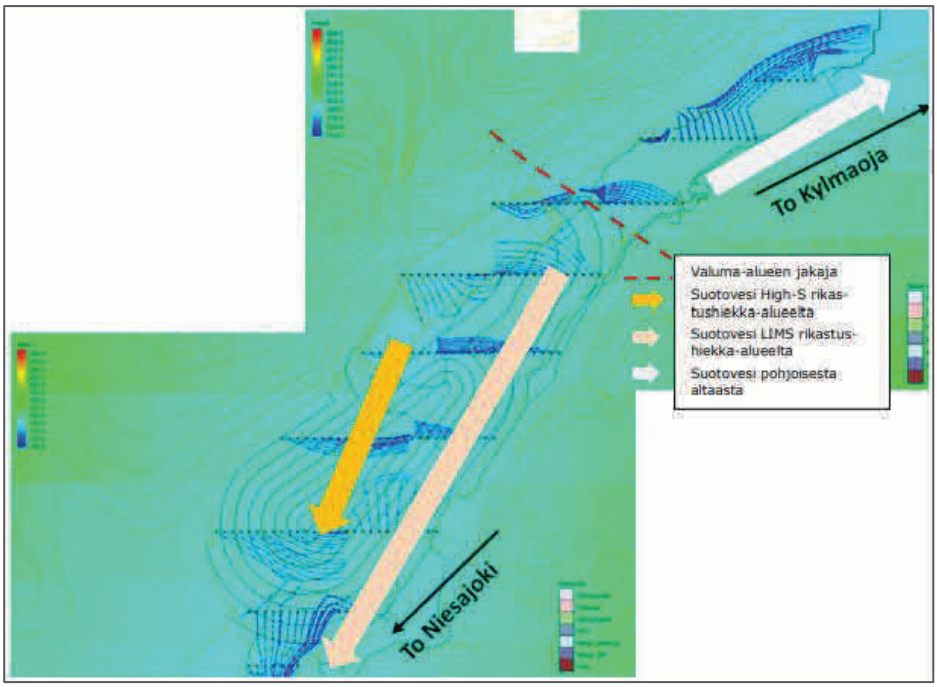


Kuva 2-4. PAF-sivukivialueen sisäiset prosessit ja vesitase kaivoksen sulkemisen jälkeen yleisellä tasolla (AFRY 2021, sulkemissuunnitelma).



Kuva 2-5. Louhosjärven sisäiset prosessit sekä sen suhde sivukivialueeseen ja ympäristöön (AFRY 2021, sulkemissuunnitelma).

Suotovesien virtaussuunnat Rautuvaaran rikastushiekka-alueelta on esitetty kuvassa 2-5. Sulkemisen alkuvaiheessa rikastushiekka-alueelta kertyvät vedet käsitellään, kunnes korkearikkisen rikastushiekan alueelle on tehty tiiviit peitot ja suotovesien muodostuminen ko. alueelta loppuu. Käsitellyt vedet pumpataan tasausaltaaseen ja siitä rikastushiekka-alueelta muodostuvien muiden vesien kanssa purkuputkea pitkin Muonionjokeen. Pumppausta Muonionjokeen jatketaan, kunnes veden laatu on riittävän hyvää Niesajokeen päästettäväksi. (SRK Consulting, 7/2020)



Kuva 2-6. Suotovesien virtaussuunnat Rautuvaaran rikastushiekka-alueelta (AFRY 2021, sulkemissuunnitelma)

Rautuvaaran rikastushiekka-alue sijoittuu painaumaan, joka kerää pinta- ja pohjavesivalunnan ympäröiviltä alueilta. Rikastushiekka-alue eristetään ympäristöstä padoilla ja ympärysojilla, jotka jätetään paikoilleen aluetta suljettaessa. Ympärysojat keräävät ulkopuoliset puhtaat vedet ohjaten

ne rikastushiekka-alueen ohitse. Alueen sisäpuolisille mahdollisesti likaantuneille vesille tulee reunaojat. Peitetyltä rikastushiekka-alueelta (LIMS ja High-S) pintavesivirtaus päätyy reunaojiin ja niitä myöten rikastushiekka-alueen lounaispuolella olevaan tasausaltaaseen. Myös pohjaveden päävirtaussuunta rikastushiekka-alueella on lounaaseen, kohti tasausallasta. Tasausaltaasta vedet pumpataan alkuvaiheessa purkuputkella Muonionjokeen, kunnes ne ovat laadultaan riittävän hyviä suoraan Niesajokeen purettaviksi. Pohjoisen altaan (rikastushiekka-alueen pohjoispuolella) vedet johdetaan aktiivisen vesienkäsittelyn loputtua painovoimaisesti LIMS-altaan (matalarikkinen) etelä/itäpadon reunaojaan, josta vesi kulkeutuu tasausaltaaseen ja edelleen Niesajokeen. (Afry Finland Oy, 2021)

3. MALLINNUKSEN RAKENNE JA SKENAARIOT

Hannukaisen kaivoksen toiminnan vaikutuksia vedenlaatuun ja vesieliöstöön (piilevät, pohjaeläimet, kalasto) arvioitiin asiantuntija-arviona perustuen sulkemisen jälkeiselle ajalle laadittuun mallinnusaineistoon. Useiden eri mallinnusprosessien yhdistelmänä SRK Consulting on tuottanut arvion eri aineiden pitoisuuksista vesistöissä sulkemisen jälkeisenä aikana. Mallia varten on arvioitu pitoisuuksien lähtötaso (baseline concentrations) perustuen näytetuloksiin. Malleilla on laskettu kaivosalueilta liukenevien aineiden määrää, kemiallisia reaktioita ja laimenemista vastaanottavissa vesistöissä, pinta- ja pohjavedessä. Mallinnus ei huomioi pidättymistä, kuten mahdollista kemiallista sitoutumista, sedimentaatiota tai kertymistä eliöstöön.

Vuosien 2020–2021 aikana valmistuneet mallinnusten päivitykset (SRK Consulting, 7/2020, 10/2021) on laadittu aiemman vesistövaikutusten arviointimallin pohjalta (SRK, 2012) ja sen avulla on arvioitu sulkemistoimenpiteiden jälkeisen ajan vaikutuksia pohjavesien pinnankorkeuksiin, vedenlaatuun sekä pintavesien virtaamamuutoksia ja vaikutuksia pitoisuuksiin. Mallinnuksen päivityksessä on huomioitu useita täsmennyksiä (mm. tarkempi aika-askel) ja tarkennettu lähtötietoja sulkemisen suunnittelun osalta. Mallinnus on toteutettu erikseen Hannukaisen kaivosalueen alapuolisiin vesiin (SRK Consulting, 10/2021) ja Rautuvaaran rikastusalueen alapuolisiin vesiin (SRK Consulting, 7/2020). Hannukaisen kaivosalueella on tarkasteltu erityisesti louhosjärvien täyttymistä, louhoksen ja pohjaveden vuorovaikutusta ja louhosveden laatua sekä sen vaikutusta alapuolisiin pinta- ja pohjavesiin. Rautuvaaran rikastushiekka-alueen mallinnuksessa on tarkasteltu rikastushiekka-alueen ja sen eri sulkemisen vaihtoehtojen vaikutusta alapuolisiin pinta- ja pohjavesiin. Tarkastelupisteet ja Hannukaisen alueen valuma-alueet on esitetty kartalla kuvassa (Kuva 5-1, s. 18).

Mallinnuksen tarkastelupisteet osana Hannukaisen kaivosalueen arviointia (SRK Consulting, 10/2021) ovat:

- Äkäsjoki kaivos, Kylmäojan laskukohdassa FS09
- Äkäsjoki suualue FS26
- Kuerjoki suualue FS40
- Valkeajoki suualue FS08

Tarkastelupisteet osana Rautuvaaran rikastushiekka-alueen vaikutusten arviointia (SRK, 10/2020) (SRK Consulting, 7/2020) ovat:

- Kylmäoja suualue FS03
- Niesajoki suualue FS12
- Muonionjoki Niesajoen yhtymäkohdassa FS23

Hannukaisen louhoksen täytyttyä ylivuoto Äkäsjokeen on välittömästi havaintopaikan FS09 (Äkäsjoki Mine) yläpuolella. Kuervitikon louhoksen täytyttyä ylivuoto on pisteen FS40 yläpuolella.

Tässä pintavesien ja pohjavesien vaikutusarviossa arvioitiin hydrologisten muutosten ja pitoisuuksien vaikutusta vesiympäristöön, veden laatuun ja ekologiseen tilaan mallinnustulosten pohjalta.

4. VAIKUTUKSET POHJAVESIIN

4.1 Pohjavesiolosuhteiden kuvaus

4.1.1 Hannukainen

Hannukaisen alueen pohjavesialueet sijoittuvat kaivospiirin alueelle ja alueen lounaispuolelle. Kaivospiirin välittömässä läheisyydessä ovat Kivivuopionvaaran (12273124 ja 122731125) III-luokan pohjavesialueet. Pohjavesialueiden kokonaispinta-ala on 1,79 km^2, josta pohjaveden muodostumisaluetta on 0,48 km^2. Kuervaaran (12273123) III-luokan pohjavesialue sijaitsee kaivospiirin välittömässä läheisyydessä rajautuen sen eteläpäässä olevaan Äkäsjokeen. Pohjavesialueen kokonaispinta-ala on 0,79 km^2, josta pohjaveden muodostumisaluetta on 0,51 km^2. Saivojärven (12273117A) II-luokan pohjavesialue ja Saivojärven (12273117B) III-luokan pohjavesialue sijaitsevat lännen ja lounaan suunnassa noin 3 km päässä kaivospiiristä. Pohjavesialueiden kokonaispinta-ala on 4,07 km^2, josta pohjaveden muodostumisaluetta on yhteensä 2,59 km^2. Kaivospiiristä pohjoiseen noin 5,5 km etäisyydellä sijaitsee Aavahelukan (12498500) II-luokan pohjavesialue. Pohjavesialueen kokonaispinta-ala on 1,4 km^2, josta pohjaveden muodostumisaluetta on 0,98 km^2.

Hannukaisessa pohjavesi sijaitsee kahtena-kolmena huonosti vettä läpäisevän maakerroksen erottamana kerroksena. Pohjaveden päävirtaussuunta on suurimmalla osalla alueesta kohden Äkäsjokea, Kuervitikon louhosalueen läheisyydessä koilliseen kohti Kuerjokea ja kaivospiirin länsiosassa kohti Valkeajokea.

Pohjavesialueiden luokittelu on vanhan luokituksen mukaisesti pääosin III-luokkaa (muu pohjavesialue), jonka soveltuvuus vedenhankintaan edellyttää lisäselvityksiä. Antoisuudet on arvioitu vähäisiksi. Kuerjoen itäpuolelle sijoittuva Aavahelukka on luokan II, vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue, kuten myös Saivojärvi A Hannukaisen lounaispuolella. Hankealueella ja sen välittömässä läheisyydessä on useita lähteitä. Pohjavesialueiden luokitusta ollaan muuttamassa, missä yhteydessä Kuervaaran ja Kivivuopionvaaran 1 (12273124) pohjavesialueet poistetaan veden laadun ja heikoksi arvioidun antoisuuden vuoksi luokittelusta. Kivivuopionvaara 2 (12273125) korotetaan luokkaan 2, Saivojärven pohjavesialue siirretään luokkaan 2E (pohjavedestä riippuvainen pintavesiekosysteemi, Saivojärvi) ja A ja B alueet yhdistetään.

4.1.2 Rautuvaara

Kurtakon (12273128) III-luokan pohjavesialue sijaitsee Rautuvaaran eteläosan saostusaltaan välittömässä läheisyydessä. Pohjavesialueen kokonaispinta-ala on 0,52 km^2, josta pohjaveden muodostumisaluetta on 0,28 km^2. Kivikkopalon (12273129) III-luokan pohjavesialue sijaitsee Kurtakon pohjavesialueen eteläpuolella, 100–200 metrin etäisyydellä kaivospiiristä. Pohjavesialueen kokonaispinta-ala on 1,13 km^2, josta pohjaveden muodostumisaluetta on 0,4 km^2.

Rautuvaarassa pohjaveden pinnantaso on lähellä maanpintaa. Pohjaveden virtaus suuntautuu kohti Niesajoen laaksoa. Nykyisen rikastushiekka-alueen ja pohjoisen altaan kohdalle sijoittuva vedenjakaja jakaa osan pohjavedestä virtaamaan pohjoiseen ja osan etelään. Alue on sulfidimalmialue ja sen maa- ja kallioperä heikentävät luontaisesti pohjaveden laatua.

4.2 Sulkemisen jälkeisten pohjavesivaikutusten arvio, Hannukainen

4.2.1 Pohjaveden muodostuminen, pinnankorkeus ja virtausolosuhteet

Kun kaivos suljetaan ja louhosten kuivanapitopumppaukset päättyvät, alkaa pohjavesi virrata kohti louhosjärviä. Pohjaveden pinnankorkeus saavuttaa uuden tasapainotilan, kun louhosjärvet ovat täyttyneet vedellä ja virtausolosuhteet palautuvat kohti nykytilaa. Pinnankorkeus jää pienellä alueella louhosjärven pohjois- ja itäpuolella enimmillään noin 70 cm kaivostoimintaa edeltävää aikaa alemmalle tasolle. Muutoin pinnankorkeuden muutos nykytilaan nähden on arvioitu vähäiseksi (alle 10 cm). (Kuva 4-1)

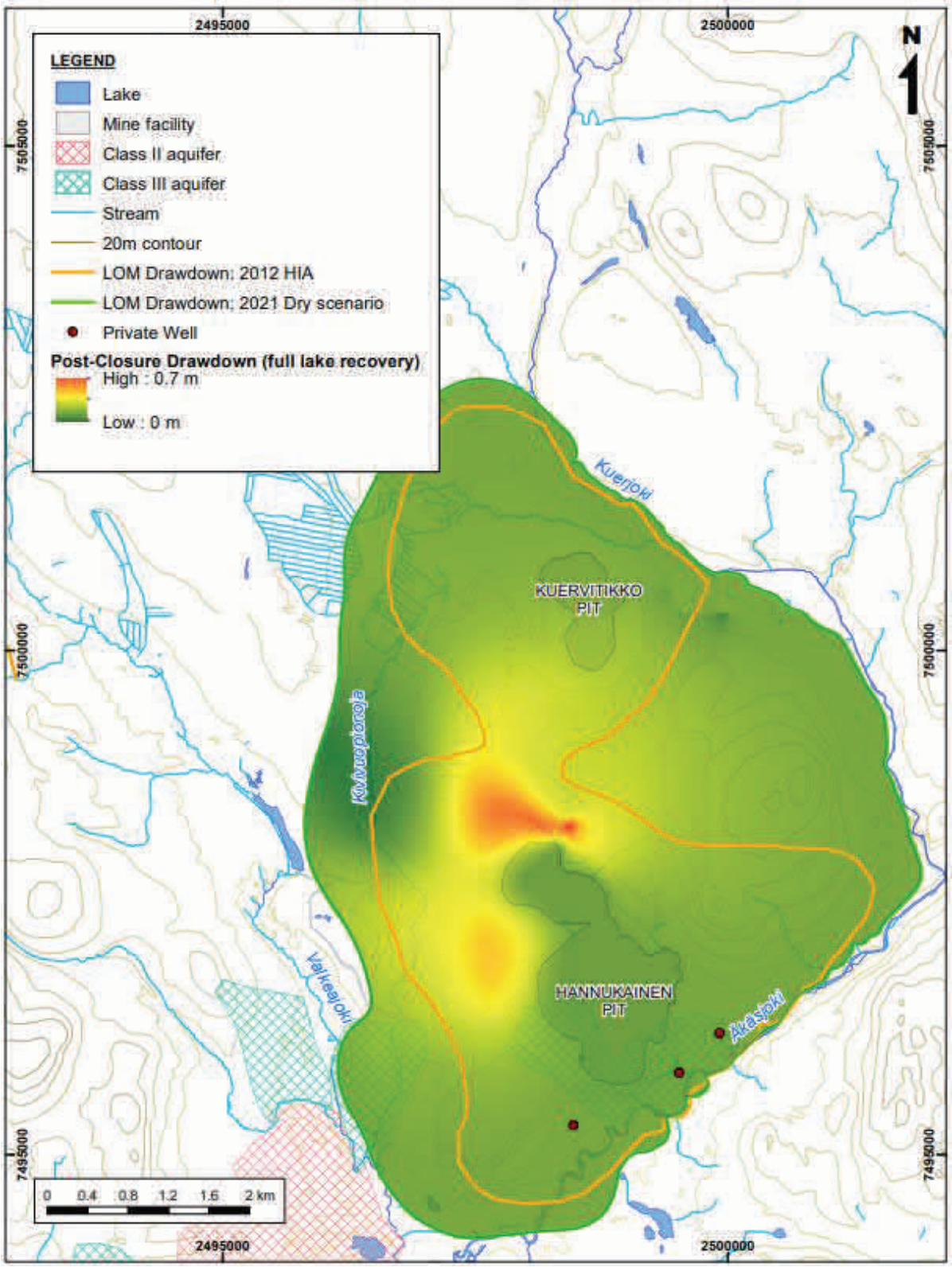
Hannukaisen louhosjärvi saavuttaa luontaisen pinnankorkeuden noin 28 vuoden kuluttua kaivoksen sulkemisesta ja Kuervitikon louhosjärvi noin 23,5 vuoden kuluttua kaivoksen sulkemisesta.

Sulkemisen jälkeen ei-happoa tuottavan sivukiven läjitysalueet ja maanläjitysalueet peitetään puolitiiviillä maaperällä, jolloin pohjaveden muodostuminen vastaa pitkälti luontaista pohjaveden muodostumisen tasoa. Mahdollisesti happoa tuottavan sivukiven läjitysalue eristetään niin, että suotautuminen on mahdollisimman vähäistä, eikä alueilla muodostu pohjavettä. Eristysrakenteiden aiheuttamat muutokset pohjaveden muodostumisessa eivät ole merkittäviä.

4.2.2 Pohjaveden laatu

Hannukaisen ja Kuervitikon louhosjärven vesi muodostuu sadannasta, pohjavedestä, kaivosalueelta tulevasta valunnasta sekä ei-happoa tuottavan sivukiven läjitysalueilta ja maanläjitysalueilta tapahtuvasta suotaumasta. Näiden lisäksi louhosjärven veden laatuun vaikuttavat louhosjärvessä tapahtuvat kemialliset ja biologiset prosessit. Alueen pohjaveden laatuun voi vaikuttaa myös mahdollisesti happoa tuottava sivukivi siinä määrin, missä suotautuminen on suojaavista rakenteista huolimatta mahdollista.

Mallinnettu louhosjärven vedenlaatu täyttää mallinnettujen parametrien osalta STM:n asetuksen 1351/2015 talousveden laatuvaatimukset, laatutavoitteet ylittyvät mangaanin osalta (Taulukko 4-1). Mallinnettu louhosjärven vedenlaatu ylittää pohjaveden ympäristönlaatunormien (Vna 341/2009) mukaisen enimmäispitoisuuden koboltin, elohopean ja nikkelin osalta. Hannukaisen louhosjärven veden laatu voi mallinnuksen perusteella vaikuttaa pohjaveden laatuun kaivosalueen itäpuolella sijaitsevilla III-luokan pohjavesialueilla Kivivuopionvaara ja Kuervaara (Kuva 4-2). Kyseisillä pohjavesialueilla sijaitsee kolme yksityiskaivoa, joissa pohjaveden ympäristönlaatunormi ylittyy kuparin ja sinkin osalta jo nykytilassa. Uusia viitearvojen ylityksiä ei mallinnuksen perusteella ole odotettavissa louhosjärven veden vaikutuksesta. Hannukainen aikoo lunastaa käyttöönsä kyseiset kiinteistöt tai korvata kiinteistöjen kaivojen vedensaannin, riippuen tapauksesta.



Kuva 4-1. Ennustettu pohjaveden pinnankorkeus sulkemisen jälkeisenä aikana, kun louhosjärvi on täyttynyt kokonaan verrattuna toimintaa edeltävään aikaan. (SRK Consulting, 10/2021)

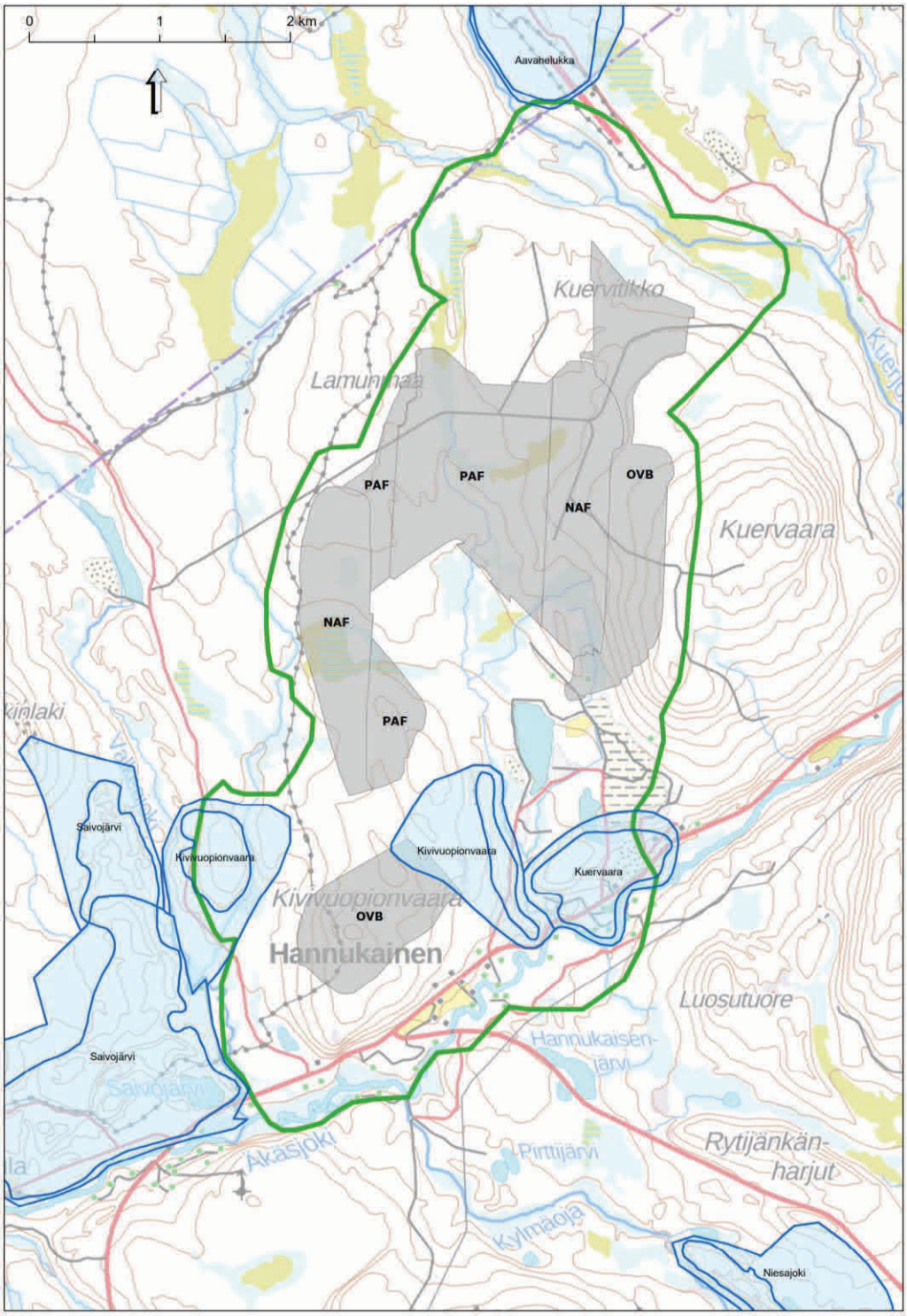
Mallinnettu Kuervitikon louhosjärven vaikutusalue ulottuu vähäisiltä osin Aavahelukan II-luokan pohjavesialueelle, mutta ei sen muodostumisalueelle. Arvioitu laatuvaikutus on vain noin 1–11 % louhosjärven vedenlaadusta, joten louhosjärven ei arvioida aiheuttavan viitearvojen ylityksiä Aavahelukan pohjavesialueella.

Taulukko 4-1. Hannukaisen louhosjärven mallinnettu vedenlaatu ja pohjaveden viitearvot. Viitearvojen ylitykset on lihavoitu taulukkoon.

Parametri	Hannukaisen louhosjärven mallinnettu vedenlaatu	STM 1352/2015 laatuvaatimus	STM 1352/2015 laatutavoite	Vna 341/2009 ympäristön-laatunormi
yksikkö	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
sulfaatti	16,6		250	150
fluoridi	0,35	1,5		
alumiini	0,0025		0,2	
rauta	0,0013		0,2	
arseeni	0,0025	0,01		
koboltti	**0,011**			0,002
kromi	0,010	0,05		0,01
kupari	0,0029	2		0,02
elohopea	**0,00012**			0,00006
mangaani	**0,089**		0,05	
nikkeli	**0,019**	0,02		0,01
sinkki	0,0086			0,06

Sivukivialueiden sekä maanläjityksen (PAF, NAF, OVB) arvioidaan vaikuttavan merkittävästi pohjaveden laatuun itäisellä Kivivuopionvaaran III-luokan pohjavesialueella ja Kuervaaran III-luokan pohjavesialueella niin, että pohjaveden viitearvot ylittyvät useiden parametrien (fluoridi, alumiini, arseeni, koboltti, kromi, kupari, elohopea, mangaani, nikkeli, uraani ja sinkki) osalta.

Lapin ELY-keskuksen 13.2.2017 antaman lausuntopyynnön mukaan (Dnro LAPELY/964/2015: Pohjavesialueiden luokitusten muuttaminen, Kolari) sekä itäinen Kivivuopionvaaran pohjavesialue (12273124) että Kuervaaran pohjavesialue (12273123) tullaan poistamaan luokituksesta, sillä kyseiset pohjavesialueet eivät sovellu yhdyskuntien vedenhankintaan pohjaveden muodostumisen vähäisyyden tai sulfidimaan aiheuttaman luontaisen laatuvaikutuksen vuoksi. Näin ollen voidaan katsoa, että vaikutuksen kohteina olevat pohjavesialueet eivät ole herkkyydeltään suuria, sillä ne eivät nykytilassakaan sovellu vedenhankintaan.



Kuva 4-2. Louhosjärvien, sivukivialueiden ja maanläjitysalueiden yhdistetty pohjavesivaikutusalue.

Läntinen Kivivuopionvaaran pohjavesialue (12273124) tullaan Lapin ELY-keskuksen lausuntopyynnön mukaan nostamaan luokkaan 2 ja samalla nimi muutetaan Valkeajoen pohjavesialueeksi. Mallinnuksen mukaan ei-happoa tuottavat sivukivet ja maanläjitys (NAF, OVB) eivät aiheuta talousveden laatuvaatimusten enimmäispitoisuuksien ylityksiä läntisen Kivivuopionvaaran III-luokan pohjavesialueella, mutta pohjaveden ympäristönlaatunormit ylittyvät elohopean ja arseenin osalta (Taulukko 4-2). Näihin pitoisuusylityksiin tulee kuitenkin

suhtautua varauksella, sillä mallinnukseen liittyy epävarmuutta erityisesti elohopean, arseenin ja kromin kohdalla, joiden pitoisuuden lähtötaso (baseline) on ollut analyyttisen määritysrajan tuntumassa.

Taulukko 4-2. Läntisen Kivivuopionvaaran pohjavesialueelle kohdistuvat laatuvaikutukset. Viitearvojen ylitykset on lihavoitu taulukkoon.

parametri	mallinnettu pitoisuus (mg/l)	STM 1352/2015 talousveden laatuvaatimus/-tavoite (mg/l)	Vna 341/2009 ympäristönlaatunormi (mg/l)
sulfaatti	5,53	250	150
fluoridi	0,3	1,5	
nitraatti	0,0039	220	50
arseeni	**0,0052**	0,01	0,005
kobolttti	0,00011		0,002
kromi	0,0094	0,05	0,01
elohopea	**0,00014**	0,001	0,00006
nikkeli	0,0034	0,02	0,01
uraani	0,0051	0,03	
sinkki	0,0125		0,06

Ympäristönlaatunormien vuosikeskiarvojen laajamittainen ylitys pohjavesialueella voi heikentää pohjavesimuodostuman kemiallista tilaa ja johtaa siihen, että pohjavesialue luokitellaan kemiallisen tilan osalta huonoksi. Ympäristönlaatunormien ylitys ei kuitenkaan välttämättä aiheuta huonoa kemiallista tilaa. Pohjavesialue voidaan luokitella hyväksi, mikäli havaitut pitoisuudet eivät aiheuta merkittävää ympäristöriskiä ja jos pitoisuus ei merkittävästi heikennä pohjaveden soveltuvuutta vedenhankintaan. Läntisen Kivivuopionvaaran (tuleva Valkeajoen) pohjavesialueeseen kohdistuvat sulkemisen jälkeiset vaikutukset eivät estä pohjavesialueen pohjaveden hyödyntämistä yhdyskuntien vedenhankinnassa, sillä arvion mukaan pohjavesi täyttää sulkemisen jälkeenkin talousvedelle asetetut laatuvaatimukset. Mallinnuksessa arvioitujen ympäristönlaatunormien ylitysten ei myöskään arvioida aiheuttavan merkittävää ympäristöriskiä, eivätkä laatunormien ylitykset vaikuta muihin herkkiin kohteisiin, kuten pohjavesimuodostuman yhteydessä olevaan pintavesiesiintymään tai pohjavedestä riippuvaiseen maaekosysteemiin. Mahdollisia riskejä voidaan ennakoida erikseen määritettävän seurantaohjelman avulla.

Nykyiset Saivojärvi A ja B-pohjavesialueet (12273117A ja B) tullaan yhdistämään ja luokittelemaan 2E-luokan pohjavesialueeksi Saivojärven pohjavesivaikutteisuuden vuoksi. Mallinnuksen perusteella Saivojärven pohjavesialueelle ei kohdistu sulkemisen jälkeisiä vaikutuksia.

5. VAIKUTUKSET PINTAVESIIN

5.1 Pintavesiolosuhteet ja ekologinen tila

Hankealue sijoittuu Tornionjoen-Muonionjoen vesistöalueen Kolarin-Äkäsjoen (67.3) Äkäsjoen alaosan (67.34) ja Niesajoen (67.36) valuma-alueille. Hankkeen vaikutus ulottuu alueella kaikkiaan viiden joen eli Muonionjoen, Kuerjoen, Äkäsjoen, Valkeajoen ja Niesajoen valuma-alueille. Lisäksi alueella on monia pienempiä puroja ja ojia. Äkäsjoki saa alkunsa Äkäslompolossa olevasta Äkäsjärvestä. Kuerjoki laskee Äkäsjokeen kaivosalueen pohjoispuolella ja Laurinoja sen eteläpuolella. Kauempana alavirrassa Äkäsjokeen laskevat Kylmämaanoja (Kylmäoja va 67.342) ja Valkeajoki, jonka alaosaan laskee Kivivuopionoja.

Tornionjoki-Muonionjoki vesistöalue on Natura-2000 –verkoston alue (FI301912, SCI), jonka luontotyyppiin kuuluvat käytännössä kaikki hankealueen virtavedet. (Ramboll Finland Oy 2013a) (Afry Finland Oy, 2021)

Taulukko 5-1. Hannukaisen alueen vesimuodostumat, vesimuodostumatunnukset sekä luokiteltujen vesistöjen osalta vesistön tyyppi ja ekologinen tila vesienhoidon kolmannen luokittelukauden alustavassa luokitteluehdotuksessa. (lähde: www.syke.fi/avointieto, vesienhoito ja vesimuodostumat),

Uoma	vesimuodostuman tunnus	Tyyppi[1]	Ekologinen tila (2020[2])
Kuerjoki	67.345_001	Kk	Hyvä
Kivivuopionoja	67.344		
Valkeajoki	67.344_001	Pk	Hyvä
Laurinoja	67.342		
Äkäsjoki	67.300_002	Kk	Erinomainen
Niesajoki	67.360_001	Pk	Hyvä
Kylmäoja	67.342		
Muonionjoki	67.300_001	Sk	Erinomainen

Äkäsjoen, Kuerjoen ja Valkeajoen virtausmäärät vaihtelevat suuresti vuodenaikojen mukaan. Keväisin lumen sulaminen aiheuttaa tulvia, jotka ajoittuvat tavallisesti toukokuulle. (Ramboll Finland Oy 2013a) (Afry Finland Oy, 2021)

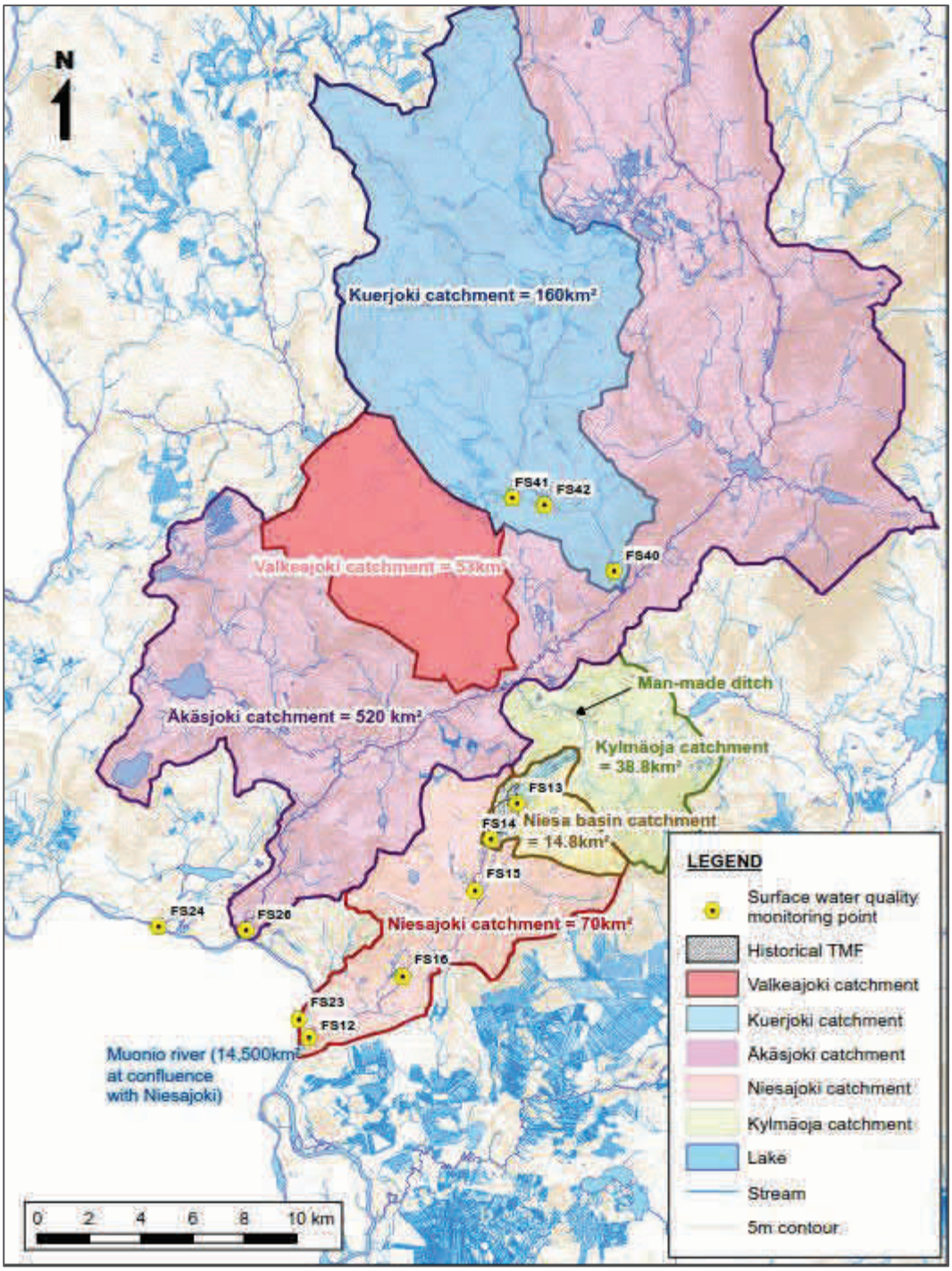
Niesajoki on Rautuvaaran alueen pääjoki, jota on muokattu voimakkaasti Rautuvaaran kaivostoiminnan aikana. Niesajoen yläosa on käännetty laskemaan Kylmäojan kautta Äkäsjokeen. Äkäsjoki ja Niesajoki laskevat Muonionjokeen. (Afry Finland Oy, 2021)

Äkäsjoen vesistön vedet ovat pääasiassa niukkaravinteisia ja vähähumuksisia. Vesistön minimiravinne on typpi. Niesajoen ja Laurinojan veden laatuun ovat vaikuttaneet aiemmat teollisuus- ja kaivostoiminnot. (Afry Finland Oy, 2021)

Hankealueen vesistöjen ekologinen tila on vesienhoidon 3. luokittelukierroksella määritelty alustavasti erinomaiseksi Äkäsjoessa ja Muonionjoessa. Kuerjoen, Valkeajoen ja Niesajoen ekologinen tila on alustavan arvion mukaan hyvä. Kaikkien Suomen vesimuodostumien kemiallinen tila oli hyvää huonompi, sillä bromattujen difenyylieettereiden ympäristönlaatunormi ylittyy koko maassa. (SYKE ja ELY-keskukset 2020, SYKE 2020)

[1] Pk = pieni kangasmaiden joki, Kk = keskisuuri kangasmaiden joki, Sk = suuri kangasmaiden joki

[2] Vesienhoidon kolmannen suunnittelukauden luokitteluehdotus, Ympäristöhallinto Hertta 5.7, Tiedot poimittu 20.5.2021.



Kuva 5-1. Äkäsjoen, Kuerjoen, Valkeajoen ja Niesajoen valuma-alueet ja nykyinen Kylmäojan valuma-alue. Karttaan on merkittynä myös hankkeen vaikutusarvioinnin mallinnuksessa hyödynnetyt vedenlaadun havaintopaikat. (SRK, 2012)

Tutkimustiedon perusteella sekä fosfori että typpi voivat rajoittaa virtavesien perustuotantoa, mutta ravinnepitoisuuksien ja perustuotannon määrän välinen korrelaatio on heikompi kuin järvissä. Virtavesissä perustuotannon määrään vaikuttavat ravinnepitoisuuksien lisäksi merkittävästi myös muut tekijät, kuten lämpötila, virtausolosuhteet ja niissä tapahtuvat muutokset, valaistus, pohjan laatu ja levä- ja pohjaeläinyhteisöjen koostumus. Muonionjoessa tuotantoa rajoittavat nykyisellään todennäköisesti typpi ja fosfori yhdessä. (Afry Finland Oy, 2021)

Äkäsjoki on yksi tärkeimmistä Tornionjoen meritaimenkannan lisääntymisalueista. Äkäsjoella ja sen sivu-uomilla on lisäksi paikallisia purotaimenkantoja. Lohen merkittävimmät poikastuotantoalueet keskittyvät Äkäsjoella sen alaosalle. Kuerjoki ja Valkeajoki ovat Äkäsjoen sivu-uomia. Niiden koskikalasto koostuu käytännössä eri-ikäisistä taimenista sekä kirjoeväsimpuista. Niesajoen koskikalasto koostuu enimmäkseen eri-ikäisistä lohikaloista, kuten taimenesta, lohesta ja harjuksesta, sekä kirjoeväsimpuista. (Afry Finland Oy, 2021)

Tornionjoki-Muonionjoki on Itämeren alueen suurin joki, jossa on luontaiset lohi- ja meritaimenkannat. Samalla Tornionjoki on myös yksi suurimmista Atlantin lohen nykyisistä kutujoista. Itämeren lohikannat on luokiteltu vaarantuneiksi ja taimenen merivaelteiset kannat uhanalaisiksi. Lohen ohella taloudellisesti merkittäviä kalalajeja ovat Tornionjoella harjus, siika, hauki, ahven ja made. Tornionjoessa on myös pyyntivahva nahkiaiskanta. (Afry Finland Oy, 2021)

5.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Hannukaisen kaivoksen toiminnan aikana kaivosalueen vedet puretaan purkuputkella Muonionjokeen, eikä lähimpiin alapuolisiin vesistöihin arvioida kohdistuvan vaikutuksia. Vaikutuksia pintavesien päällysleviin, pohjaeläimiin sekä kalastoon sekä vesistön ekologiseen ja kemialliseen tilaan ja vesienhoidon tavoitteiden saavuttamiseen kaivoksen toiminnan aikana on arvioitu asiantuntija-arviona perustuen esitettyyn vesistökuormitukseen sekä sen vedenlaatuvaikutuksiin. (Afry Finland Oy, 2020)

Hannukaisen kaivoksen toiminnan aikaisen kuormituksen aiheuttamat pitoisuuslisäykset purkuputken alapuolisissa vesissä ovat verrattain pieniä metallien ja suolojen osalta sekä keskimääräisessä vesitilanteessa että alivirtaamatilanteissa. Kokonaistypen pitoisuuslisäykset ilman typenpoistoa ovat keskivirtaamatilanteessa pieniä, mutta alivirtaamatilanteissa Muonionjoen kokonaistyppipitoisuuden on arvioitu kohoavan jonkin verran Hannukaisen kaivoksen kuormituksen vaikutuksesta. Typenpoiston ollessa käytössä typen kuormitus laskee arviolta 60–70 %. (Afry Finland Oy, 2020)

Mallinnustulosten perusteella Hannukaisen kaivoksen purkuvedet nostavat ainepitoisuuksia purkualueen alapuolisessa Muonionjoessa etenkin joen itärannalla. Mallinnuksen mukaan täydellinen vesien sekoittuminen tapahtuu keskivirtaamatilanteessa viimeistään Kolarinsaaren eteläpuolella (Afry Finland Oy, 2020) noin 10 km purkupaikasta etelään.

Toiminnan aikaisten vesistövaikutusten arvion perusteella piileväyhteisöjen ekologinen tila Muonionjoessa ei ole vaarassa heikentyä kaivoksen kuormituksen seurauksena. (Afry Finland Oy, 2020)

Hannukaisen kaivoksen toiminnanaikaisilla päästöillä ei arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia Muonionjoen pohjaeläimistölle. Mahdolliset lievät vaikutukset kohdistuvat purkuputken suun välittömään läheisyyteen, eivätkä vaikuta laajemmin Muonionjoen pohjaeläimistön ekologiseen tilaan. (Afry Finland Oy, 2020)

Toiminnan aikaisten vesistövaikutusten arvion perusteella Hannukaisen kaivoksen päästöt eivät aiheuta merkittävää haittaa Muonionjoen kalakannoille tai kalastukselle. Mahdolliset lievät vaikutukset alueen kalastolle kohdistuvat Muonionjoessa sijaitsevan purkuputken välittömään läheisyyteen. Vaikutusten on arvioitu olevan hyvin paikallisia eivätkä vaikuta laajemmin Muonionjoen kalaston ekologiseen tilaan. Tietoisuus kaivoksen purkuvesien johtamisesta Muonionjokeen voi heikentää kalastusintoa purkupisteen läheisyydessä ja aiheuttaa negatiivisen mielikuvan kalojen käytettävyydestä ravinnoksi. Kalastus Muonionjoella on pääasiassa vapakalastusta, johon kaivoksen kuormituksella ja sen seurannaisvaikutuksilla ei ole suoranaista

vaikutusta. Rehevyyden kasvu saattaa jossain tilanteessa lisätä seisovien pyydysten eli verkkojen ja katiskojen limoittumista. (Afry Finland Oy, 2020)

Hannukaisen kaivoshankkeen ei arvioida aiheuttavan Muonionjoen fysikaalis-kemiallisen tilan huonontumista. Vesistövaikutusarvion ja vesieliöstön osalta tehtyjen arvioiden perusteella vesimuodostuman vedenlaadussa ei tapahdu kaivoshankkeesta johtuvia muutoksia, joiden voitaisiin arvioida huonontavan Muonionjoen vesimuodostuman ekologista tilaa tai yksittäisten laatutekijöiden (piilevät, pohjaeläimet, kalasto) tilaa.

5.3 Arvio pintavesivaikutuksista kaivoksen sulkemisen jälkeen

Sulkemisen jälkeen Hannukaisen ja Kuervitikon louhosten annetaan täyttyä louhosjärviksi ja vesienkäsittelyä ja johtamista Muonionjokeen jatketaan niin kauan kuin on tarpeen. Louhosten annetaan täyttyä, minkä jälkeen vedet purkautuvat ylivuotona Kuervitikon louhoksesta Kuerjoen suuntaan ja Hannukaisen louhoksesta Äkäsjoen suuntaan. Rautuvaaran alueella rikastushiekka-alueet peitetään sulkemissuunnitelmassa kuvatun mukaisesti ja vesien virtaus palautetaan luontaiseen suuntaan Niesajokeen.

Sulkemisen jälkeisessä vaikutusarvioinnissa tarkasteltiin vaikutusmekanismia sekä mallinnuksella arvioituja pitoisuustasoja ja verrattiin niitä ainekohtaisesti taustapitoisuuksiin sekä eri lähteistä poimittuihin vertailukelpoisiin PNEC-arvoihin ja ympäristönlaatunormien pitoisuustasoon. Aineille tai yhdisteille, joille mallinnus osoittaa jonkin eri tutkimuksissa esitetyn PNEC-pitoisuustason ylityksiä tai ympäristönlaatunormin ylityksiä, tehtiin laajempi riskinarviointi (kappale 6.1).

5.3.1 Louhosjärvet

Louhosjärvien kerrostumisen mallinnus on laadittu sekä Hannukaisen että Kuervitikon louhosjärville erikseen. Tiheämmän veden kertymisen pienialaiselle syvännealueelle on arvioitu olevan mahdollista, mutta voimakasta kerrostumista ei pidetä mallinnuksen perusteella todennäköisenä. Näin ollen alapuolisten vesistöjen pitoisuusmallinnus on perustettu oletukseen louhosjärvien täydellisestä sekoittumisesta. Tarkemmin louhosjärvien sekoittumismallinnus Hannukaisen vaikutusalueella on kuvattu raportissa (SRK Consulting, 10/2021).

Hannukaisen louhoksen on arvioitu täyttyvän ja alkavan purkaa vesiä ylivuotona noin 28 v kuluttua sulkemisesta. Hannukaisen louhosjärvestä vedet purkautuvat täyttymisen jälkeen ylivuotona Äkäsjoen suuntaan ja purkautuvan veden laatu on esitetty taulukossa (Taulukko 5-2).

Mallin ennustamat pitoisuudet ovat yleisesti ottaen alhaisia. Useimpien tarkasteltujen muuttujien pitoisuudet joko pysyivät muuttumattomina tai laskivat mallinnusjakson aikana. Muun muassa kloridin ja natriumin pitoisuudet kuitenkin kasvoivat mallinnuksen loppua kohden. Mallinnusjaksolla Hannukaisen louhosjärven pH oli keskimäärin 7,3. Louhosjärven fosforin pitoisuus on luonnonvesiin nähden korkea. Fosforipitoisuus on korkeimmillaan sulkemisen aikaan 190 µg/l ja louhoksen täyttymisen aikaan tasolla 140 µg/l. Mallinnuksessa fosfori on mallinnettu fosfaattifosforina.

Elohopean osalta pintavesille asetettu suurimman sallitun pitoisuuden ympäristönlaatunormi (MAC-EQS 0,07 µg/l) ylittyy Hannukaisen louhosvedessä mallinnuksen perusteella.

Nikkelin osalta vuosikeskiarvon ympäristönlaatunormi (4 µg/l + taustapitoisuus) on asetettu biosaatavalle pitoisuudelle vesistössä, vain osa liukoisesta kokonaisnikkelistä on biosaatavassa muodossa. Hannukaisen louhoksen vedessä nikkelin ympäristönlaatunormin taso voi ylittyä. Suurimman sallitun pitoisuuden ympäristönlaatunormin taso (MAC-EQS 34 µg/l) ei kuitenkaan arvioida ylittyvän.

Kadmiumin ympäristönlaatunormi vaihtelee veden kovuudesta riippuen vuosikeskiarvona (AA-EQS) tarkasteltuna välillä 0,08–0,25 µg/l ja suurin sallittu pitoisuus (MAC-EQS) välillä 0,45–1,5 µg/l. Ympäristönlaatunormi koskee kadmiumin liukoista pitoisuutta. Mallinnuksen mukaan kadmiumin pitoisuustaso Hannukaisen louhoksen vedessä pysyy selvästi alle ympäristönlaatunormin tason sulkemisen jälkeen.

Lyijylle asetettu ympäristönlaatunormi koskee liukoista biosaatavaa pitoisuutta. Vuosikeskiarvona (AA-EQS) ilmaistu ympäristönlaatunormi on 1,3 µg/l ja suurin sallittu pitoisuus (MAC-EQS) 14 µg/l. Mallinnuksen mukaan lyijyn kokonaispitoisuus Hannukaisen louhoksen vedessä pysyy selvästi alle ympäristönlaatunormin tason sulkemisen jälkeen, eikä biosaatavan pitoisuuden tarkemmalle laskennalle ole tarvetta.

Taulukko 5-2. Hannukaisen louhoksen vedenlaatu, louhoksen on arvioitu täyttyvän noin 28 v kohdalla. (SRK Consulting, 10/2021)

µg/l	keskiarvo	Kuukausi						
		100	***200***	***333***	***335***	***500***	***600***	***720***
Nitraatti	0,88	1,2	1	0,87	0,88	0,69	0,62	0,54
Kloridi	8680	8640	8480	8430	8540	8510	8860	9060
Sulfaatti	17950	20950	18230	16450	16640	15470	16000	16270
Rauta	1,3	1,5	1,4	1,3	1,3	1,1	1	0,9
Alumiini	2,5	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4
Arseeni	2,3	2,2	2,2	2,1	2,2	2,2	2,4	2,5
Kadmium	0,011	0,014	0,012	0,010	0,010	0,009	0,009	0,009
Koboltti	12	16	13	11	11	9,2	9,2	9,2
Kromi	9	9,1	8,7	8,6	8,7	8,7	9,2	9,6
Kupari	3	3,3	3,1	2,9	2,9	2,7	2,6	2,5
Elohopea	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12
Mangaani	100	110	100	90	90	80	90	90
Molybdeeni	1,5	1,7	1,5	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4
Nikkeli	22	29	23	19	19	16	16	16
Lyijy	0,005	0,007	0,006	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004
Uraani	7,1	7,1	6,8	6,7	6,8	6,8	7,3	7,7
Sinkki	8,9	10	9,3	8,5	8,6	7,8	7,7	7,6
Fosfaatti	150	190	160	140	150	120	120	110
Kalsium	6620	7590	6800	6210	6290	5830	5970	6030
Kalium	4100	4100	4000	3900	4000	4000	4300	4600
Magnesium	1500	1500	1500	1400	1400	1400	1500	1500
Natrium	5040	4640	4680	4810	4880	5130	5580	5920
Pii	1240	1360	1350	1280	1300	1150	1110	1050
Barium	8,5	11	9,8	8,4	8,5	7,1	6,5	5,8
Strontium	60	61	59	57	58	57	61	63
Antimoni	1,3	1,7	1,4	1,2	1,2	1,0	1,0	1,1
pH	7,29	7,2	7,25	7,28	7,29	7,33	7,39	7,43

Haitattomaksi arvioidun PNEC-pitoisuustason havaittiin mallinnustuloksissa ylittyvän alumiinin, koboltin, kromin, elohopean, mangaanin, nikkelin, uraanin, kalsiumin, natriumin ja piin osalta. PNEC -tason ylitys ei kuitenkaan vielä kerro, että vaikutuksia eliöstölle aiheutuisi, vaan että vaikutuksia voi aiheutua. Näiden yhdisteiden osalta tarkempi riskinarvio on esitetty kappaleessa 6.1.

Kuervitikon louhoksen on arvioitu täyttyvän ja purkavan vesiä ylivuotona noin 23 vuoden kuluttua sulkemisesta. Kuervitikon louhosjärvestä vedet purkautuvat täyttymisen jälkeen ylivuotona Kuerjoen suuntaan ja purkautuvan veden laatu on esitetty taulukossa (Taulukko 5-3).

Ennustetut pitoisuudet Kuervitikon louhosvedessä ovat yleisesti ottaen alhaisia. Tarkasteltujen muuttujien pitoisuudet pysyivät muuttumattomina tai laskivat mallinnusjakson aikana. Mallinnusjaksolla Kuervitikon louhosjärven pH oli keskimäärin 7,4. Kuervitikon louhosjärven fosforin pitoisuus on luonnonvesiin nähden korkea. Fosforipitoisuus on korkeimmillaan sulkemisen aikaan 1000 µg/l ja louhoksen täyttymisen aikaan tasolla 880 µg/l. Mallinnuksessa fosfori on mallinnettu fosfaattifosforina.

Elohopean osalta pintavesille asetettu suurimman sallitun pitoisuuden ympäristönlaatunormi (MAC-EQS 0,07 µg/l) ylittyy myös Kuervitikon louhosvedessä mallinnuksen perusteella.

Nikkelin osalta vuosikeskiarvon ympäristönlaatunormi (4 µg/l + taustapitoisuus) on asetettu biosaatavalle pitoisuudelle vesistössä, vain osa liukoisesta kokonaisnikkelistä on biosaatavassa muodossa. Kuervitikon louhoksen vedessä nikkelin ympäristönlaatunormin taso voi ylittyä. Suurimman sallitun pitoisuuden ympäristönlaatunormin taso (MAC-EQS 34 µg/l) ei kuitenkaan arvioida ylittyvän.

Kadmiumin ympäristönlaatunormi vaihtelee veden kovuudesta riippuen vuosikeskiarvona (AA-EQS) tarkasteltuna välillä 0,08–0,25 µg/l ja suurin sallittu pitoisuus (MAC-EQS) välillä 0,45–1,5 µg/l. Ympäristönlaatunormi koskee kadmiumin liukoista pitoisuutta. Mallinnuksen mukaan kadmiumin pitoisuustaso Kuervitikon louhoksen vedessä pysyy selvästi alle ympäristönlaatunormin tason sulkemisen jälkeen.

Lyijylle asetettu ympäristönlaatunormi koskee liukoista biosaatavaa pitoisuutta. Vuosikeskiarvona (AA-EQS) ilmaistu ympäristönlaatunormi on 1,3 µg/l ja suurin sallittu pitoisuus (MAC-EQS) 14 µg/l. Mallinnuksen mukaan lyijyn kokonaispitoisuus Kuervitikon louhoksen vedessä pysyy selvästi alle ympäristönlaatunormin tason sulkemisen jälkeen, eikä biosaatavan pitoisuuden tarkemmalle laskennalle ole tarvetta.

Haitattomaksi arvioidun PNEC-pitoisuustason havaittiin mallinnustuloksissa ylittyvän alumiinin, koboltin, kromin, elohopean, mangaanin, nikkelin, uraanin, kalsiumin ja piin osalta. PNEC-tason ylitys ei kuitenkaan vielä kerro, että vaikutuksia eliöstölle aiheutuisi, vaan että vaikutuksia voi aiheutua. Näiden yhdisteiden osalta tarkempi riskinarvio on esitetty kappaleessa 6.1.

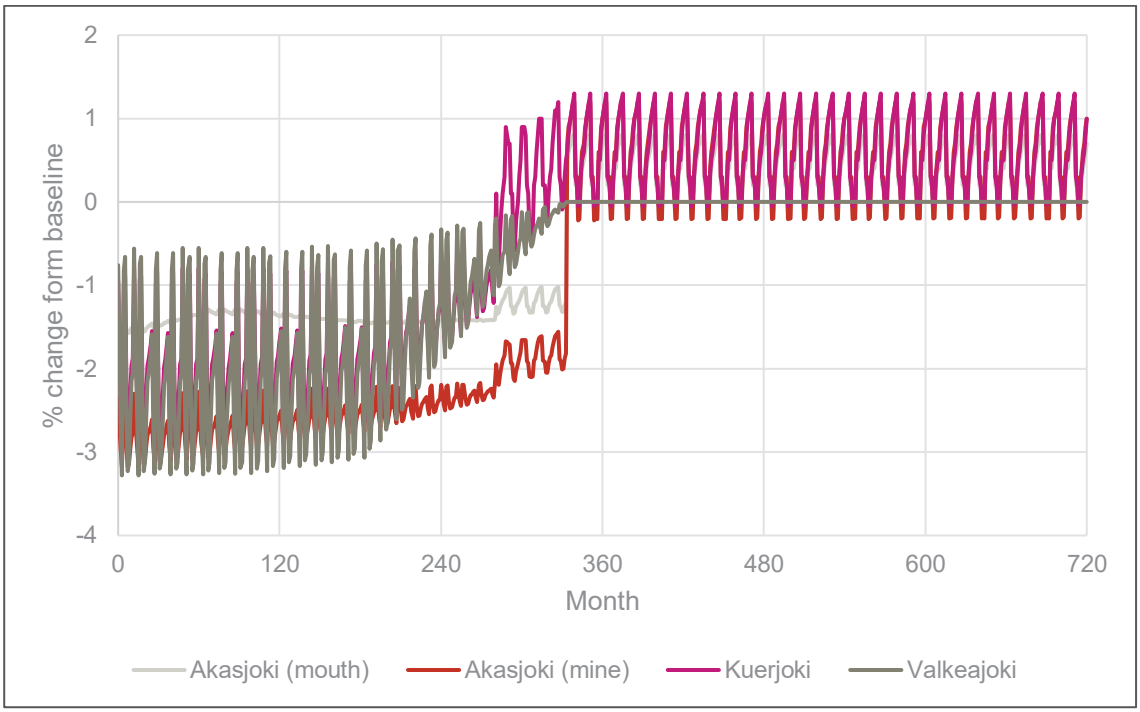
Taulukko 5-3. Kuervitikon louhoksen vedenlaatu. (SRK Consulting, 10/2021)

Parameter µg/l	Average	Month					
		100	***280***	***282***	***400***	***500***	***720***
Nitraatti	23	27	24	24	22	21	19
Kloridi	8700	10400	8900	8900	8300	8000	7700
Sulfaatti	8700	11900	8270	8220	7200	6440	5260
Rauta	1,0	0,9	0,9	1	1	1,1	1,2
Alumiini	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5
Arseeni	0,7	0,9	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4
Kadmium	0,007	0,0094	0,0067	0,0066	0,0059	0,0053	0,0044
Koboltti	5,4	8,2	4,5	4,5	3,8	3,3	2,4
Kromi	6,8	9	7,3	7,2	6,3	5,7	4,7
Kupari	0,70	0,94	0,83	0,83	0,65	0,53	0,38
Elohopea	0,08	0,11	0,09	0,09	0,08	0,07	0,06
Mangaani	80	100	80	80	70	60	50
Molybdeeni	0,68	0,92	0,66	0,66	0,58	0,52	0,42
Nikkeli	9,6	13	8,3	8,3	7,2	6,5	5,2
Lyijy	0,002	0,003	0,0027	0,0027	0,0024	0,0022	0,0017
Uraani	3,6	4,8	3,8	3,8	3,3	2,9	2,4
Sinkki	9,8	12	11	10	9,1	8,2	7
Fosfaatti	830	1000	880	870	790	730	650
Kalsium	4360	5730	4370	4340	3860	3520	3000
Kalium	3060	4000	3200	3100	2800	2600	2300
Magnesium	1470	1800	1500	1500	1400	1300	1200
Natrium	5390	6280	5500	5480	5140	4920	4700
Pii	1360	1370	1350	1350	1350	1360	1370
Barium	10	14	10	10	9	8	7
Strontium	52	67	56	55	49	44	37
Antimoni	0,53	0,82	0,45	0,45	0,37	0,32	0,24
pH	7,39	7,45	7,41	7,41	7,38	7,35	7,31

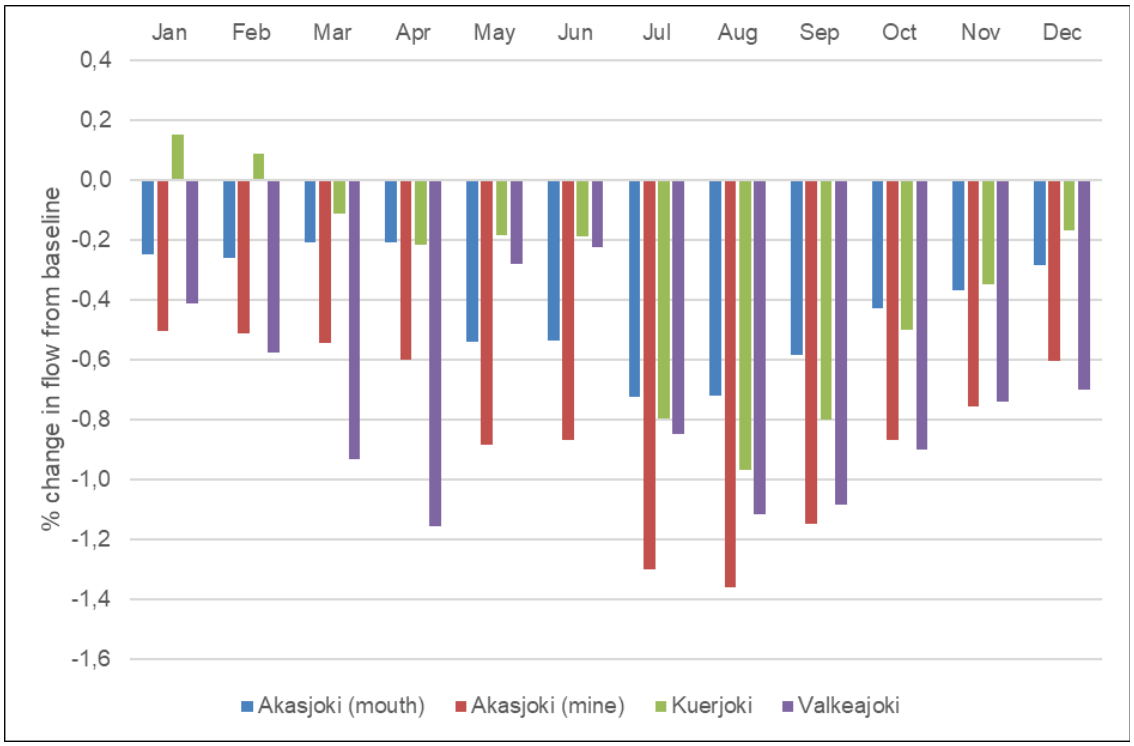
5.3.2 Vaikutukset virtaamiin

Kaivostoiminnan päätyttyä Hannukaisen ja Kuervitikon louhosten annetaan täyttyä vedellä. Täyttymisen aikana alapuolisten vesistöjen valuma-alueet ovat normaalia pienempiä ja virtaama siten keskimäärin normaalia alhaisempi. Louhosten täytyttyä jälkeen valuma-alueiden koko palautuu. Hannukaisen louhos purkaa vesiä täyttymisen jälkeen Äkäsjokeen ja Kuervitikon louhos Kuerjokeen. Mallinnuksen perusteella louhosten täyttyessä myös pohjaveden pinnan taso palautuu kaivostoimintaa edeltävälle tasolle.

Sulkemisen jälkeisen ajan virtaamamuutokset kaivoksen alapuolisissa vesistöissä ovat kaikkiaan vähäisiä, eikä niillä arvioida olevan merkittävää vaikutusta vesimuodostumien ekologiseen tilaan. Vesistökohtaisesti virtaamamuutoksia on tarkasteltu jäljempänä kappaleissa 5.3.3-5.3.6.



Kuva 5-2. Sulkemisvaiheen 60 vuotisen mallinnuksen aikasarja virtaaman suhteellisesta muutoksesta taustatasoon nähden. (SRK Consulting, 10/2021)



Kuva 5-3. Keskimääräinen virtaaman muutos kuukausittain 60-vuotisen mallinnusjakson aikana. (SRK Consulting, 10/2021)

5.3.3 Kuerjoki

Kaivoksen itäpuolella **Kuerjoen suulla** virtaaman on mallinnuksen perusteella arvioitu vähenevän sulkemisen jälkeisenä aikana keskimäärin 0,3 %. Suurimmillaan virtaaman vähenemän on arvioitu olevan noin 2,8 % ensimmäisen 10 vuoden aikana heti sulkemisen jälkeen louhosalueiden täyttyessä. Noin 23 vuodenjälkeen virtaaman on arvioitu olevan korkeimmillaan 1,3 % lähtötasoa suurempi. Vuodenaikaisvaihtelua tarkasteltaessa virtaaman pienenemisen on arvioitu olevan suurimmillaan kesäkuukausina (heinä-syyskuussa), jolloin väheneminen nykytilaan verrattuna on 60 vuoden ajanjakson keskiarvona -0,8–1,0 % (Kuva 5-3).

Kuerjoen pisteellä (FS40) vedenlaatuun vaikuttavat Kuervitikon louhoksen ylivuoto ja louhoksen suotovedet, NAF-alueen suotovedet ja maa-aineksen läjitysalueen suotovedet. Sulkemisen jälkeen Kuerjoessa kaivoksen kohdalla havaittava vedenlaatu mallinnuksen perusteella on esitetty taulukossa (Taulukko 5-4). Mallinnetut pitoisuudet ovat yleisesti ottaen alhaisia. Perustasoon nähden suurimmat suhteelliset pitoisuuden muutokset on mallinnettu koboltin, kromin, kuparin, mangaanin, nikkelin, uraanin sekä fosfaatin pitoisuuksissa.

Koboltin, kromin, kuparin ja mangaanin mallinnetut pitoisuustasot ovat suhteellisesti suuresta noususta huolimatta alhaiset verrattuna vaikutuksettomaksi arvioituun PNEC-pitoisuustasoon. Näille alkuaineille ei ole asetettu ympäristönlaatunormia.

Nikkelin keskimääräinen mallinnettu pitoisuus sulkemisen jälkeen (0,23 µg/l) on noin 1/30-osa nikkelille esitetystä vaikutuksettomaksi arvioidusta PNEC-tasosta, eli erittäin alhainen. Nikkeli kuuluu Euroopan yhteisön tasolla määritettyjen vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden listalle ja sille on määritelty ympäristönlaatunormi. Vuosikeskiarvona tarkasteltuna ympäristönlaatunormi on 4 µg/l biosaatavaa nikkeliä, johon voidaan lisätä taustapitoisuus, joka Kuerjoessa on 0,1 µg/l. Sallittu enimmäispitoisuus MAC-EQS on 34 µg/l Ni. Nikkelin mallinnetut kokonaispitoisuudet jäävät selvästi alle ympäristönlaatunormin pitoisuustason.

Elohopean, kadmiumin tai lyijyn ympäristönlaatunormin tason ei arvioida ylittyvän Kuerjoessa sulkemisen jälkeen mallinnuksen perusteella.

Uraanin maksimipitoisuus (0,39 µg/l) jää vaikutuksettomaksi arvioidun PNEC-tason (0,4 µg/l) alle. Taustapitoisuudeksi on mitattu 0,1 µg/l. Uraanille ei ole asetettu ympäristönlaatunormia.

Kuerjoen fosforipitoisuus on nykytilassa 17 µg/l. Tämän ennustetaan nousevan keskimäärin tasolle 32 µg/l ja enimmillään tasolle 42 µg/l. Fosforin lisäyksellä voi olla suoria vaikutuksia perustuotannon tasoon, joskin Kuerjoen on arvioitu olevan typpirajoitteinen. Fosforipitoisuus nousee tasolle, jolla perustuotantoa rajoittavat nykyistäkin voimakkaammin muut tekijät kuin fosfori (muut pääravinteet, hivenravinteet, valon ja lämmön määrä sekä virtausolot).

Kuerjoen mallinnuspisteellä vaikutuksettomaksi arvioitu PNEC-pitoisuustaso ylittyy sulkemisen jälkeiseen tilanteeseen tehtyjen mallinnustulosten perusteella raudan, alumiinin, kalsiumin ja piin osalta. Näistä raudan, kalsiumin ja piin osalta ei tapahdu merkittävää muutosta nykytilaan verrattuna. Alumiinin pitoisuuden ennustetaan kasvavan nykytasolta 23 µg/l tasolle 27 µg/l ja enimmillään tasolle 30 µg/l. Alumiinin riskinarvio on esitetty tarkemmin kappaleessa 6.1.1.

Taulukko 5-4. Kuerjoen pisteelle mallinnetut sulkemisen jälkeisen ajan keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet, sekä pitoisuuden vertailutaso.

	vertailutaso, µg/l	keskipitoisuus µg/l	maksimi µg/l
Nitraatti	8,9	9	9,2
Kloridi	500	710	810
Sulfaatti	1920	2070	2200
Rauta	340	340	340
Alumiini	23	27	30
Arseeni	0,049	0,054	0,062
Kadmium	0,0054	0,0054	0,0054
Koboltti	0,033	0,071	0,12
Kromi	0,36	0,71	0,92
Kupari	0,17	0,35	0,46
Elohopea	0,026	0,031	0,034
Mangaani	3,6	6	7,6
Molybdeeni	0,19	0,19	0,2
Nikkeli	0,1	0,23	0,33
Lyijy	0,031	0,031	0,031
Uraani	0,1	0,28	0,39
Sinkki	1,2	1,7	1,9
Fosfaatti	17	32	42
Kalsium	2820	2920	2990
Kalium	300	470	560
Magnesium	870	900	920
Natrium	1660	2000	2180
Pii	5120	5080	5130
Barium	4,3	4,3	4,4
Strontium	17	20	21
Antimoni	0,024	0,027	0,032

5.3.4 Valkeajoki

Kaivoksen länsipuolella **Valkeajoessa** virtaaman on arvioitu pienenevän keskimäärin 0,7 % valuma-aluemuutosten seurauksena. Suurimmat muutokset taustatasoon verrattuna (-3,3 %) on arvioitu havaittavan ensimmäisen 10 vuoden aikana heti sulkemisen jälkeen louhosalueiden täyttyessä. Virtaamamuutoksia ennustavassa kuvassa (Kuva 5-2) nähdään Valkeajoen suualueen virtaamamuutoksen voimakas vuodenaikaisvaihtelu sulkemisen jälkeen. Vaihtelu jatkuu, kunnes Hannukaisen alueen louhosjärvet täyttyvät. Valkeajoen virtaama palautuu vähitellen sulkemisen aikana ja noin 28 vuoden jälkeen virtaaman on arvioitu olevan lähtötasolla.

Valkeajoen vedenlaatuun (FS11) vaikuttavat NAF-alueen suotovedet ja maa-aineksen läjitysalueen suotovedet. Sulkemisen jälkeinen Valkeajoen suualueen vedenlaatu mallinnuksen perusteella on esitetty taulukossa (Taulukko 5-5). Ennustetut pitoisuudet ovat yleisesti ottaen alhaisia, eikä perustasoon nähden suuria pitoisuusmuutoksia (>100 %) arvioida havaittavan.

Nikkelin, elohopean, kadmiumin tai lyijyn ympäristönlaatunormin tason ei arvioida ylittyvän Valkeajoessa sulkemisen jälkeen mallinnuksen perusteella.

Valkeajoen mallinnuspisteellä vaikutuksettomaksi arvioitu PNEC-pitoisuustaso ylittyy sulkemisen jälkeiseen tilanteeseen tehtyjen mallinnustulosten perusteella alumiinin, kalsiumin ja piin osalta, mutta mallinnetut pitoisuudet eivät eroa vertailupitoisuuksista juurikaan.

Taulukko 5-5. Valkeajoen pisteelle mallinnetut sulkemisen jälkeisen ajan keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet, sekä pitoisuuden vertailutaso.

	maksimi, µg/l	keskipitoisuus µg/l	vertailutaso µg/l
Nitraatti	5,2	5,2	5,2
Kloridi	530	530	510
Sulfaatti	2310	2300	2280
Rauta	130	130	130
Alumiini	27	26	25
Arseeni	0,047	0,047	0,047
Kadmium	0,0028	0,0028	0,0028
Koboltti	0,04	0,04	0,04
Kromi	0,4	0,37	0,33
Kupari	0,52	0,5	0,48
Elohopea	0,0069	0,0065	0,0058
Mangaani	3,4	3,2	3
Molybdeeni	0,28	0,28	0,28
Nikkeli	0,15	0,14	0,13
Lyijy	0,028	0,028	0,028
Uraani	0,13	0,12	0,093
Sinkki	0,99	0,96	0,9
Fosfaatti	18	17	16
Kalsium	3080	3070	3060
Kalium	400	390	370
Magnesium	880	870	870
Natrium	1730	1710	1660
Pii	5110	5110	5110
Barium	3,9	3,9	3,9
Strontium	17	16	16
Antimoni	0,0076	0,0076	0,0076

5.3.5 Äkäsjoki kaivoksen kohdalla

Kaivoksen kohdalla **Äkäsjoessa (Kylmäojan laskukohdassa)** virtaaman on mallissa arvioitu vähenevän keskimäärin -0,8 % valuma-aluemuutosten seurauksena. Suurimmillaan virtaaman vähenemä on heti sulkemisen jälkeen louhosalueiden täyttyessä. Ensimmäisen 10 vuoden aikana sen on arvioitu olevan noin -3,2 %. Noin 28 vuoden jälkeen virtaaman on arvioitu olevan noin 1,2 % lähtötasoa suurempi. Vuodenaikaisvaihtelua tarkasteltaessa virtaaman pienenemisen on arvioitu olevan suurimmillaan kesäkuukausina (heinä-elokuu), jolloin väheneminen nykytilaan verrattuna on 60 vuoden ajanjakson keskiarvona -1,3 % (Kuva 5-3).

Äkäsjoessa kaivoksen kohdalla (FS09) vedenlaatuun vaikuttavat Hannukaisen louhoksen ylivuotovedet, Hannukaisen louhoksen suotovedet, Kuervitikon louhoksen ylivuotovedet Kuerjoen kautta, NAF-alueen suotovedet (sekä suoraan Äkäsjokeen että Kuerjoen kautta) ja maa-aineksen läjitysalueiden suotovedet (suoraan Äkäsjokeen ja Kuerjoen kautta).

Sulkemisen jälkeen Äkäsjoessa kaivoksen kohdalla mallinnuksen perusteella arvioitu vedenlaatu on esitetty taulukossa (Taulukko 5-6). Mallinnetut pitoisuudet ovat yleisesti ottaen alhaisia. Taustatasoon nähden suurimmat suhteelliset pitoisuuden muutokset on mallinnettu arseenin, koboltin, kromin, nikkelin, uraanin, antimonin ja fosfaattifosforin osalta.

Arseenin, koboltin, kromin ja antimonin pitoisuustasot ovat suhteellisesti suuresta noususta huolimatta alhaiset verrattuna vaikutuksettomaksi arvioituun PNEC-pitoisuustasoon. Näille alkuaineille ei ole asetettu ympäristönlaatunormia.

Nikkeli keskimääräinen ennustettu pitoisuus sulkemisen jälkeen (0,72 µg/l) on noin 1/8-osa nikkelille esitetystä vaikutuksettomaksi arvioidusta PNEC-tasosta. Nikkeli kuuluu Euroopan yhteisön tasolla määritettyjen vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden listalle ja sille on määritelty ympäristönlaatunormi. Vuosikeskiarvona tarkasteltuna ympäristönlaatunormi on 4 µg/l biosaatavaa nikkeliä, johon voidaan lisätä taustapitoisuus, joka Äkäsjoessa kaivoksen kohdalla on 0,24 µg/l. Sallittu enimmäispitoisuus MAC-EQS on 34 µg/l Ni. Nikkelin ennustetut kokonaispitoisuudet jäävät selvästi alle ympäristönlaatunormin pitoisuustason.

Elohopean, kadmiumin tai lyijyn ympäristönlaatunormin tason ei arvioida ylittyvän Äkäsjoessa kaivoksen kohdalla sulkemisen jälkeen mallinnuksen perusteella.

Uraanin mallinnettu maksimipitoisuus (0,46 µg/l) nousee hieman yli ja keskipitoisuus lähelle vaikutuksettomaksi arvioitua PNEC-pitoisuuden (0,4 µg/l) tasoa. Taustapitoisuus on 0,09 µg/l. Uraanille ei ole asetettu ympäristönlaatunormia.

Äkäsjoessa kaivoksen kohdalla vaikutuksettomaksi arvioitu PNEC-pitoisuustaso ylittyy sulkemisen jälkeiseen tilanteeseen tehtyjen mallinnustulosten perusteella raudan, alumiinin, kalsiumin ja piin osalta, mutta mallinnetut pitoisuudet eivät eroa vertailupitoisuuksista juurikaan. Ainekohtainen riskinarvio on esitetty kohdassa 6.1.

Taulukko 5-6. Äkäsjoen kaivoksen kohdalla olevalle pisteelle mallinnetut sulkemisen jälkeisen ajan keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet, sekä pitoisuuden vertailutaso.

	Maksimi, µg/l	keskipitoisuus µg/l	Vertailutaso µg/l
Nitraatti	5,2	5,2	5,2
Kloridi	1000	950	620
Sulfaatti	3860	3770	3330
Rauta	320	310	320
Alumiini	32	29	27
Arseeni	0,14	0,14	0,066
Kadmium	0,0048	0,0047	0,0046
Koboltti	0,4	0,33	0,06
Kromi	0,85	0,74	0,29
Kupari	0,6	0,52	0,35
Elohopea	0,027	0,025	0,02
Mangaani	13	12	8,7
Molybdeeni	0,22	0,21	0,18
Nikkeli	0,9	0,72	0,24
Lyijy	0,04	0,039	0,04
Uraani	0,46	0,4	0,09
Sinkki	1,7	1,5	1
Fosfaatti	30	25	15
Kalsium	3620	3570	3440
Kalium	630	580	370
Magnesium	1000	990	960
Natrium	1990	1890	1570
Pii	4430	4330	4430
Barium	8,3	8,2	8,2
Strontium	20	19	16
Antimoni	0,056	0,049	0,019

5.3.6 Äkäsjoen alaosa

Äkäsjoen suulla kaivoksen sulkemisen jälkeisenä aikana virtaaman on arvioitu vähenevän keskimäärin 0,4 %. Suurin virtaaman vähenemä (1,6 %) havaitaan sulkemisen jälkeisen ajanjakson ensimmäisten 3 vuoden aikana. Noin 28 vuoden jälkeen Äkäsjoen suualueen virtaaman ennustetaan olevan hieman lähtötasoa suurempi.

Äkäsjoen suualueella (FS26) vedenlaatuun hankkeen seurauksena vaikuttavat Hannukaisen louhoksen ylivuotovedet ja suotovedet, Kuervitikon louhoksen suotovedet Kuerjokeen ja ylivuoto Kuerjoen kautta, NAF-alueen suotovedet (vaikutus myös pisteillä Kuerjoki, Valkeajoki, Äkäsjoki mine) ja maa-aineksen läjitysalueiden suotovedet (vaikutus myös pisteillä Kuerjoki, Valkeajoki ja Äkäsjoki kaivoksen kohdalla).

Äkäsjoen alaosaan ennustettu vedenlaatu mallinnuksen perusteella sulkemisen jälkeen on esitetty taulukossa (Taulukko 5-7). Ennustetut pitoisuudet ovat yleisesti ottaen alhaisia. Perustasoon nähden suurimmat pitoisuuden muutokset havaitaan koboltin, uraanin, kromin, nikkelin ja antimonin pitoisuuksissa (> 100 %). Myös arseenin ja fosfaatin pitoisuuksien on arvioitu kasvavan nykytilaan verrattuna huomattavasti.

Koboltin, kromin ja antimonin mallinnetut pitoisuustasot ovat suhteellisesti suuresta noususta huolimatta alhaiset verrattuna vaikutuksettomaksi arvioituun PNEC-pitoisuustasoon. Näille alkuaineille ei ole asetettu ympäristönlaatunormia.

Äkäsjoen alaosaan ennustettu nikkelin keskipitoisuus (0,57 µg/l) sulkemisen jälkeisenä aikana on noin 1/10-osa nikkelille esitetystä vaikutuksettomaksi arvioidusta PNEC-tasosta. Nikkeli kuuluu Euroopan yhteisön tasolla määritettyjen vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden listalle ja sille on määritelty ympäristönlaatunormi. Vuosikeskiarvona tarkasteltuna ympäristönlaatunormi on 4 µg/l biosaatavaa nikkeliä, johon voidaan lisätä taustapitoisuus, joka Äkäsjoen alaosassa on 0,24 µg/l. Sallittu enimmäispitoisuus MAC-EQS on 34 µg/l Ni. Nikkelin mallinnetut pitoisuudet jäävät selvästi alle ympäristönlaatunormin pitoisuustason.

Elohopean, kadmiumin tai lyijyn ympäristönlaatunormin tason ei arvioida ylittyvän Äkäsjoen alaosassa sulkemisen jälkeen mallinnuksen perusteella.

Uraanin maksimipitoisuus (0,34 µg/l) ja keskipitoisuus (0,30 µg/l) jäävät alle vaikutuksettomaksi arvioidun PNEC-pitoisuuden (0,4 µg/l) tason. Taustapitoisuus on 0,095 µg/l. Uraanille ei ole asetettu ympäristönlaatunormia.

Äkäsjoen alaosassa kaivoksen kohdalla vaikutuksettomaksi arvioitu PNEC-pitoisuustaso ylittyy sulkemisen jälkeiseen tilanteeseen tehtyjen mallinnustulosten perusteella raudan, alumiinin, kalsiumin ja piin osalta, mutta mallinnetut pitoisuudet eivät eroa vertailupitoisuudesta juurikaan. Ainekohtainen riskinarvio on esitetty kohdassa 6.1.

Taulukko 5-7. Äkäsjoen suulla olevalle pisteelle mallinnetut sulkemisen jälkeisen ajan keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet, sekä pitoisuuden vertailutaso.

	Maksimi, µg/l	keskipitoisuus µg/l	vertailutaso µg/l
Nitraatti	19	19	19
Kloridi	910	870	650
Sulfaatti	3700	3640	3350
Rauta	330	320	330
Alumiini	30	28	27
Arseeni	0,12	0,12	0,073
Kadmium	0,0049	0,0049	0,0048
Koboltti	0,31	0,26	0,08
Kromi	0,66	0,59	0,28
Kupari	0,56	0,51	0,39
Elohopea	0,019	0,018	0,014
Mangaani	15	14	12
Molybdeeni	0,25	0,25	0,23
Nikkeli	0,68	0,57	0,24
Lyijy	0,035	0,034	0,035
Uraani	0,34	0,3	0,095
Sinkki	1,4	1,3	0,98
Fosfaatti	26	22	16
Kalsium	3950	3920	3840
Kalium	590	550	410
Magnesium	1000	990	970
Natrium	1980	1920	1710
Pii	4620	4550	4620
Barium	8	7,9	7,9
Strontium	20	20	18
Antimoni	0,043	0,038	0,018

5.3.7 Rautuvaaran rikastushiekka-alueen alapuoliset vedet

Matala- ja korkearikkinen rikastushiekka-alue suljetaan peittämällä alueet paikoilleen. Korkearikkisen rikastushiekan alueelle rakennetaan tiiviit pintarakenteet, jotka vähentävät hapen ja veden kulkeutumista sekä suoraa kontaktia rikastushiekan kanssa. Matalarikkisen rikastushiekka-alueen peittäminen tehdään mineraalimaasta muodostetulla tiivistyskerroksella, joka vähentää veden imeytymistä läjitykseen ja estää alueen eroosion. Peittämisen jälkeen alueet kasvitetaan ja maisemoidaan.

Rautuvaaran rikastushiekka-alueen sulkemisen jälkeisiä vesistövaikutuksia arvioitiin mallinnuksen avulla (SRK, 10/2020). Rikastushiekka-altaiden sulkemisen jälkeisen mallinnuksen lähtötilanteena käytettiin toiminnan aikaisen mallinnustarkastelun päätepistettä (day 0), jossa rikastushiekka-alueen vesien keruualtaiden (pohjoinen ja eteläinen allas) vaikutus on suurimmillaan ja veden laatu lähinnä LIMS-rikastushiekka-alueen suotoveden laatua. Altaiden arvioitiin olevan täynnä sulkemisvaiheen mallinnuksen alussa. Pitoisuudet altaissa pienenevät vähitellen sen mukaan, miten peittorakenteen päältä tuleva valunta laimentaa pitoisuuksia. Myös altaisiin suotautuva vesi vaikuttaa pitoisuuksiin.

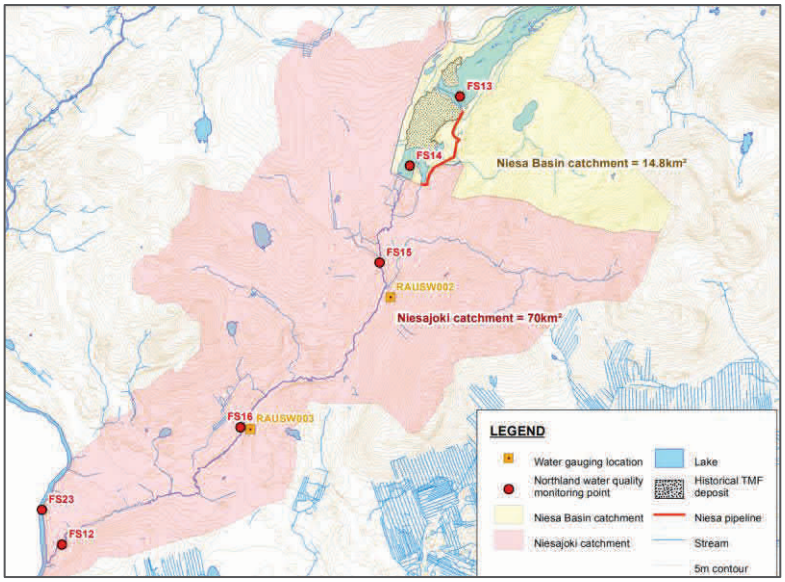
Mallinnuksella arvioitiin sekoituspitoisuuksia Niesajoessa kolmessa pisteessä (Kuva 5-4);

- Niesajoki 1 (FS15) sijaitsee välittömästi purkupaikan alapuolella
- Niesajoki 2 (FS16) valuma-alueen keskivaiheilla ja
- Niesajoki 3 (FS12) ennen laskua Muonionjokeen

Mallinnus huomioi sekä pohjaveden kautta suotautuvan veden että ylivuotona purkautuvan veden vaikutuksen pitoisuuksiin. Mallinnuksella tuotettiin arvio pitoisuuksista seuraavissa tilanteissa:

- sulkemisen aika, mallinnuksen alussa (day 0)
- ennen kuin purku Niesajokeen on aloitettu ja vesiä vielä pumpataan Muonionjokeen (pre spill)
- purku ylivuotona Niesajokeen on juuri alkanut (at spill)
- tilanteen tasaannuttua (stabilised)

Mallinnuksen tuottaman tiedon rinnalla hyödynnettiin myös tietoa taustapitoisuuksista (Kaya Consulting Ltd, 4/2020).



Kuva 5-4. Niesajoen mallinnuksen tarkastelupisteet (SRK 2012, s. 121/755)

Mallinnuksessa rikastushiekka-alueen eteläisen selkeytysaltaan (South pond) vaikutusta on tarkasteltu konservatiivisesti siten, että ylivuoto johdetaan aluksi käsittelyyn ja purkuputkea pitkin Muonionjokeen, kuten toiminnan aikana. Ylivuoto suoraan Niesajokeen mahdollistetaan vasta, kun haitta-aineiden Niesajoen vesistölle haitattomaksi arvioidut pitoisuustasot on saavutettu. Mikäli altaasta johdetaan Muonionjokeen ainoastaan altaan ylivuotoa vastaava vesimäärä, Tällöin Niesajokeen purettavalle vedelle riittävän alhaisen pitoisuustason saavuttamiseen on arvioitu kuluvan noin 19 vuotta. Vaihtoehtoisesti on esitetty mallia, jossa selkeytysallas pumpataan sulkemisen jälkeen tyhjäksi, jonka jälkeen altaan annetaan täyttyä valumavesillä. Puhtaan veden purkaminen ylivuotona Niesajokeen voidaan aloittaa heti altaan täyttymisen jälkeen.

Pohjoiselta altaalta suotovedet imeytyvät pohjaveteen ja sitä kautta edelleen vähittäin Kylmäojaan. Kylmäojan mallinnuksessa on huomioitu pohjaveden kautta suotautuvan kuormituksen vaikutus. Pohjoisen altaan ylivuotovedet johdetaan Niesajoen suuntaan.

Niesajoen ja Kylmäojan vedenlaadun mallinnustulokset on koottu taulukoihin liitteessä 1. Ennustetut sekoituspitoisuudet ovat pääosin alhaisia, eikä merkittäviä muutoksia sulkemisen aikana havaita. Koboltin pitoisuus Niesajoen ylimmällä pisteellä ylittää vaikutuksettomaksi arvioidun PNEC-pitoisuustason sekä taustapitoisuusaineistossa, että sulkemisen aikana. Tasaantuneen pitoisuuden on arvioitu olevan selvästi taustatasoa alhaisempi ja PNEC-pitoisuuden tasolla, eikä vaikutuksia siten arvioida aiheutuvan.

Rikastushiekka-alueilta pohjoiseen altaaseen suotautuvien vesien ei arvioida käytännössä vaikuttavan Kylmäojaan päätyvän veden laatuun. Pohjoisen altaan on oletettu olevan lähes täynnä mallinnusjakson alussa, joten ylivuoto alkaa verraten nopeasti, jo päivän 160 kohdalla. Kylmäojan suuntaan purkautuu ainoastaan pohjoisen altaan vesiä suotovetenä. Ylivuotovedet suuntautuvat Niesajoen suuntaan. Suotoveden vaikutus vedenlaatuun on vähäinen.

6. RISKINARVIO JA ARVIO VAATIMUKSENMUKAISUUDESTA

6.1 Riskinarvio

6.1.1 Alumiini

Alumiinille laajassa tarkastelussa käytetty alin PNEC-arvo (0,00007 mg/l) eli arvioitu haitaton pitoisuus on johdettu kalalle (*Salmo trutta*) tehdystä toksisuustestistä (LC_{50}) turvallisuuskertoimen avulla. Testissä oli käytetty suomalaisissa luonnonolosuhteissa harvinaisena esiintyvää liukoista alumiinia ja turvallisuuskertoimena arvoa 1000 (ECHA 2008). Tällä PNEC-arvolla tarkasteltiin mallilla ennustettujen pitoisuuksien haitallisuuden mahdollisuutta sulkemisen jälkeisenä aikana (taulukko 6-1 ja taulukko 6-2). EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin toimeenpanon osana alumiinin PNEC-arvon johtamistyö on vielä käynnissä, eikä tarkasteluun soveltuvaa PNEC-tasoa ole vielä käytettävissä.

Taulukko 6-1. Sulkemisen jälkeisen ajan alumiinin keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä Hannukaisen mallinnuksen perusteella.

	maksimi-pitoisuus	keski-pitoisuus	tausta-pitoisuus	PNEC+ tausta	PEC_{max}/ $PNEC_{tausta}$	PEC_{ka}/ $PNEC_{tausta}$
Hannukaisen louhosjärvi	0,0026	0,0025	-	-	-	-
Kuervitikon louhosjärvi	0,0025	0,0024	-	-	-	-
Äkäsjoki kaivoksen kohdalla	0,032	0,029	0,027	0,0271	1,2	1,1
Äkäsjoen alaosa	0,030	0,028	0,027	0,0271	1,1	1,0
Kuerjoki	0,030	0,027	0,023	0,0231	1,3	1,2
Valkeajoki	0,027	0,026	0,025	0,0251	1,1	1,0

Taulukko 6-2. Sulkemisen jälkeisen ajan alumiinin keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä Rautuvaaran mallinnuksen perusteella.

	Tausta-pitoisuus	pre spill	at spill	stabilised	PECpre spill/ PNEC+tausta	PEC at spill / PNEC+tausta	PEC stabilised/ PNEC+tausta
Niesajoki							
flow point 1	0,022	0,041	0,041	0,029	1,86	1,86	1,31
flow point 2	0,044	0,027	0,027	0,023	0,61	0,61	0,52
flow point 3	0,022	0,025	0,026	0,022	1,13	1,18	1,00
Kylmäoja				0,019			

Äkäsjoen, Kuerjoen ja Valkeajoen pisteissä sulkemisen jälkeen ennustetulla alumiinin maksimipitoisuudella (PEC) ylittyvät vaikutuksettomaksi arvioitu (PNEC + tausta) taso (PEC/PNEC + tausta = >1). Rautuvaaran alapuolella Niesajoessa ennustetut alumiinipitoisuudet ennen tasausaltaan vesien johtamista Niesajokeen (pre spill), vesien johtamisen aikaan Niesajokeen (at spill) ja tasaantuneessa tilanteessa (stabilized) alumiinin pitoisuudet ylittävät yläjuoksulla (FP1 /FS15) vaikutuksettomaksi arvioidun tason (PEC/PNEC + tausta = >1). Joen keskivaiheilla alumiinin korkeammasta taustapitoisuudesta johtuen vastaavaa ylitystä ei havaita. Alemmalla jokiosuudella (FP3/ FS12) alumiinin pitoisuudet ylittävät vaikutuksettomaksi arvioidun tason.

PNEC-tason ylitys (>1) ei kuitenkaan vielä kerro, että vaikutuksia eliöstölle aiheutuisi, vaan mahdollisuudesta, että vaikutuksia voi aiheutua.

Alumiinin osalta vaikutustarkastelussa tulee lisäksi huomioida sen olomuoto. Alumiini esiintyy luonnonvesissä tyypillisesti lähes liukenemattomassa muodossa hydroksidina $Al(OH)_3$. Alumiinin olomuotoon ja toksisuuteen vaikuttavat pH, DOC ja veden kovuus. Hannukaisen alueella vedet ovat pH:ltaan neutraalin tuntumassa. Alumiini muuntuu neutraalissa vesiympäristössä hydroksideiksi ja saostuu helposti pois vesifaasista, eikä tällöin aiheuta vaikutuksia vesieliöstöön (ECHA). Aluminium hydroxide - Registration Dossier - ECHA (europa.eu)

Muissa ECHA:n tietokantaan kootuissa tutkimuksissa alumiinin NOEC-arvot (No-observable-effect-concentration eli ei-havaittuja-vaikutuksia-taso) vaihtelivat selkärangattomille 0,076–4,9 mg/l välillä ja kaloille 0,088–2,3 mg/l. Vastaavasti EC_{10} -arvot vaihtelivat välillä 0,021–0,997 mg/l ja kaloille 0,5–19 mg/l. Tutkimuksissa toksisuus väheni pH:n, DOC:n ja veden kovuuden kasvaessa.

Hannukaisen ja Kuervitikon louhoksille sulkemisvaiheessa ennustettu keskimääräisen alumiinipitoisuus 0,0024–0,0025 mg/l (taulukko 6-1) alittavat tutkimuksissa havaitut haitattomat tasot (NOEC). **Samoin kaikilla jokiosuuksilla (Äkäs-, Kuer-, Valkea- ja Niesajoen)** ennustettu alumiinipitoisuus jäi edellä esitettyjen haitattomien tasojen (NOEC) alapuolelle.

Alumiinin luonnossa esiintyvä olomuoto ja edellä esitetty toksisuustieto huomioiden alumiinin ennustetuista pitoisuusnousuista ei arvioida aiheutuvan ekologista haittaa jokiosuuksilla tai avolouhoksissa.

6.1.2 Koboltti

Koboltille tässä työssä käytetty PNEC-arvo 0,00062 mg/l perustuu ECHA:n tietokantaan. USEPA ECOTOX tietokannan toksisuustestien perusteella lajien herkkyysjakauman (SSD) kautta johdettu PNEC arvo on 0,005 mg/l, joka on 10 kertaa ECHA:n PNEC arvoa suurempi.

Jokien nykytilassa koboltin taustapitoisuus on noin kymmenesosa ECHA:n PNEC-tasosta. ECHA:n PNEC ylittyy molemmissa louhosjärvissä enimmäispitoisuuden osalta, mutta sen ei arvioida ylittyvän alapuolisissa vesistöissä. Niesajoessa taustapitoisuus on suurempi vaihdellen mediaanipitoisuuksina 0,00074–0,002 mg/l.

Edellä esitetyllä ECHA:n PNEC -arvolla 0,00062 mg/l arvioitiin mallilla ennustettujen ympäristöstä havaittavien pitoisuuksien haitan mahdollisuutta sulkemisen jälkeisenä aikana (taulukko 6-3 ja taulukko 6-4).

Taulukko 6-3. Sulkemisen jälkeisen ajan koboltin keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä Hannukaisen mallinnuksen perusteella.

	Maksimi-pitoisuus	Keski-pitoisuus	Tausta-pitoisuus	PNEC+ tausta	PEC_{max}/ PNECtausta	PEC_{ka}/ PNECtausta
Hannukaisen louhosjärvi	0,016	0,012	-	-	-	-
Kuervitikon louhosjärvi	0,0082	0,0054	-	-	-	-
Äkäsjoki kaivoksen kohdalla	0,0004	0,00033	0,00006	0,00068	0,59	0,49
Äkäsjoen alaosa	0,00031	0,00026	0,00008	0,0007	0,44	0,37
Kuerjoki	0,00012	0,00007	0,00003	0,0006	0,18	0,11
Valkeajoki	0,00004	0,00004	0,00004	0,00066	0,06	0,06

Taulukko 6-4. Sulkemisen jälkeisen ajan koboltin keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä Rautuvaaran mallinnuksen perusteella.

	pre spill	at spill	stabilised	PECpre spill/ PNEC+tausta	PEC at spill / PNEC+tausta	PEC stabilised/ PNEC+tausta
Niesajoki						
flow point 1	0,00104	0,00109	0,00064	0,40	0,42	0,24
flow point 2	0,00041	0,00042	0,00026	0,19	0,20	0,12
flow point 3	0,00033	0,00033	0,00031	0,24	0,24	0,23
Kylmäoja			0,000056			

Äkäsjoen, Kuerjoen, Valkeajoen ja Niesajoen pisteissä sulkemisen jälkeen ennustetulla koboltin maksimipitoisuudella (PEC) alittuvat vaikutuksettomaksi arvioitu (PNEC + tausta) taso (PEC/PNEC + tausta = < 1).

Avolouhoksien vedessä kobolttipitoisuudet voivat olla korkeampia kuin edellä esitetyt vaikutuksettomaksi arvioidut pitoisuustasot. Esimerkiksi kirjolohelle (*Oncorhynchus mykiss*) NOEC-arvo on 2,17 µg/l ja vesikirpulle (*Ceriodaphnia dubia*) EC_{10} arvot 8,6…45,2 µg/l. Louhosjärvien kobolttipitoisuudet ovat tasolla, jolla voi aiheutua vaikutuksia herkimmille vesieliöille. Jokiosuuksilla kobolttipitoisuudet ovat tasolla, joista haittaa ei arvioida aiheutuvan.

Koboltin toksisuustieto huomioiden ennustetuista pitoisuuksista ei arvioida aiheutuvan ekologista haittaa jokiosuuksilla. Louhosjärvien kobolttipitoisuudet ovat tasolla, jolla voi aiheutua vaikutuksia herkimmille vesieliöille.

6.1.3 Kromi

Kromille tässä työssä käytetty PNEC-arvo 0,0034 mg/l (CrVI) perustuu EU-RAR arviointiin (Lähde: YO6/2014). Edellä esitetyllä PNEC-arvolla laskettiin mallinnettujen pitoisuuksien haitan mahdollisuutta vesistöjen tarkastelupisteissä sulkemisen jälkeisenä aikana (taulukko 6-5). Käytetty PNEC-arvo on annettu kuudenarvoiselle kromille, joka on kolmenarvoista myrkyllisempi. Luonnonolosuhteissa kolmenarvoinen vähemmän haitallinen kromin olomuoto on vallitseva.

Jokien nykytilassa kromin taustapitoisuus on noin kymmenesosa PNEC-tasosta. Louhosjärvissä maksimi- ja keskiarvopitoisuudet ylittävät PNEC-tason. PNEC-tason ei arvioida ylittyvän Äkäsjoessa, Kuerjoessa tai Valkeajoessa. Kromin pitoisuuksia ei ole mallinnettu Rautuvaaran alapuolisiin vesistöihin.

Taulukko 6-5. Sulkemisen jälkeisen ajan kromin keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä Hannukaisen mallinnuksen perusteella.

	maksimi-pitoisuus	keski-pitoisuus	tausta-pitoisuus	PNEC +tausta	PECmax/ PNECtausta	PECka/ PNECtausta
Hannukaisen louhosjärvi	0,0098	0,009				
Kuervitikon louhosjärvi	0,0082	0,0068				
Äkäsjoki kaivoksen kohdalla	0,0009	0,0007	0,0003	0,00369	0,23	0,20
Äkäsjoen alaosa	0,0007	0,0006	0,0003	0,00368	0,18	0,16
Kuerjoki	0,0009	0,0007	0,0004	0,00376	0,24	0,19
Valkeajoki	0,0004	0,0004	0,0003	0,00373	0,11	0,10

Äkäsjoen, Kuerjoen ja Valkeajoen pisteissä sulkemisen jälkeiselle ajalle mallinnettu kromin enimmäispitoisuus (PEC) alittaa vaikutuksettomaksi arvioidun (PNEC + tausta) tason (PEC/PNEC + tausta = < 1).

Avolouhoksien vedessä kromipitoisuudet voivat olla korkeampia kuin edellä esitetyt vaikutuksettomaksi arvioidut pitoisuustasot. Esimerkiksi kirjolohelle (*Oncorhynchus mykiss*) kuudenarvoisen kromin NOEC-arvo on 0,051…0,38 mg/l ja vesikirpulle (*Ceriodaphnia dubia*) NOEC arvot 0,0047…0,0084 mg/l. Louhosjärvien kromipitoisuudet ovat tasolla, josta voi aiheutua vaikutuksia herkimmille vesieliöille. Jokiosuuksilla kromipitoisuudet ovat tasolla, joista haittaa ei arvioida aiheutuvan.

Kromin toksisuustieto huomioiden ennustetuista pitoisuusnousuista ei arvioida aiheutuvan ekologista haittaa jokiosuuksilla. Louhosjärvien kromipitoisuudet ovat tasolla, josta voi aiheutua vaikutuksia herkimmille vesieliöille.

6.1.4 Elohopea

Elohopealle tässä työssä käytetty PNEC-arvo 0,000057 mg/l perustuu ECHA:n tietokantaan. Edellä esitetyllä PNEC-arvolla arvioitiin mallilla ennustettujen ympäristöstä havaittavien pitoisuuksien haitan mahdollisuutta sulkemisen jälkeisenä aikana (taulukko 6-6). Lisäksi elohopealle on annettu pintaveden laadun ympäristönlaatunormi, joka koskee enimmäispitoisuutta (MAC-EQS) 0,00007 mg/l.

Jokien nykytilassa havaittu elohopean taustapitoisuus on noin puolet PNEC-tasosta, joskin merkittävä osa taustapitoisuuksien määritystuloksista alittaa määritysrajan. Sulkemisen jälkeisen ajan mallinnuksessa ennustetut enimmäis- ja keskipitoisuudet ylittävät PNEC- ja MAC-EQS -tasot molemmissa louhosjärvissä, mutta niiden ei arvioida ylittyvän alapuolisissa vesistöissä.

Taulukko 6-6. Sulkemisen jälkeisen ajan elohopean keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä Hannukaisen mallinnuksen perusteella.

	maksimi-pitoisuus	keski-pitoisuus	tausta-pitoisuus	PNEC +tausta	PECmax/ PNEC	PECka/ PNEC
Hannukaisen louhosjärvi	0,00012	0,00011	-	-	-	-
Kuervitikon louhosjärvi	0,00011	0,00008	-	-	-	-
Äkäsjoki kaivoksen kohdalla	0,000027	0,000025	0,00002	0,000077	0,35	0,32
Äkäsjoen alaosa	0,000019	0,000018	0,000014	0,000071	0,27	0,25
Kuerjoki	0,000034	0,000031	0,000026	0,000083	0,41	0,37
Valkeajoki	0,0000069	0,0000065	0,0000058	0,0000628	0,11	0,10

Äkäsjoen, Kuerjoen ja Valkeajoen pisteissä sulkemisen jälkeiselle ajalle mallinnettu elohopean enimmäispitoisuus (PEC) alittaa vaikutuksettomaksi arvioidun (PNEC + tausta) tason (PEC/PNEC + tausta = < 1).

Avolouhoksien vedessä elohopeapitoisuudet voivat olla korkeampia kuin edellä esitetyt vaikutuksettomaksi arvioidut pitoisuustasot. Esimerkiksi vesikirpuille (*Ceriodaphnia dubia, Daphnia magna*) on esitetty NOEC arvoja 0,001…0,05 mg/l. Louhosjärvien elohopeapitoisuudet ovat tasolla, josta voi aiheutua vaikutuksia herkimmille vesieliöille. Jokiosuuksilla elohopeapitoisuudet ovat tasolla, joista haittaa ei arvioida aiheutuvan.

Elohopean toksisuustieto huomioiden ennustetuista pitoisuusnousuista ei arvioida aiheutuvan ekologista haittaa jokiosuuksilla. Louhosjärvien elohopeapitoisuudet ovat tasolla, josta voi aiheutua vaikutuksia herkimmille vesieliöille.

6.1.5 Mangaani

Mangaanille tässä työssä käytetty PNEC-arvo 0,022 mg/l perustuu ECHA:n tietokantaan. USEPA ECOTOX tietokannan toksisuustestien perusteella lajien herkkyysjakauman (SSD) kautta johdettu PNEC arvo on 0,3 mg/l, joka on yli 10 kertaa ECHA:n PNEC arvoa suurempi. Edellä esitetyllä ECHA:n PNEC-arvolla arvioitiin mallilla ennustettujen ympäristöstä havaittavien pitoisuuksien haitan mahdollisuutta sulkemisen jälkeisenä aikana(taulukko 6-7 ja 6-8).

Jokien nykytilassa mangaanin pitoisuus on noin puolet PNEC-tasosta. PNEC ylittyy molemmissa louhosjärvissä mallinnuksen perusteella sulkemisen jälkeen enimmäis- ja keskipitoisuuksien osalta. PNEC:n ei arvioida mallinnuksen perusteella ylittyvän alapuolisissa vesistöissä.

Taulukko 6-7. Sulkemisen jälkeisen ajan mangaanin keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä Hannukaisen mallinnuksen perusteella.

	maksimi-pitoisuus	keski-pitoisuus	tausta-pitoisuus	PNEC +tausta	PECmax/ PNEC	PECka/ PNEC
Hannukaisen louhosjärvi	0,11	0,1	-	-	-	-
Kuervitikon louhosjärvi	0,1	0,08	-	-	-	-
Äkäsjoki kaivoksen kohdalla	0,013	0,012	0,0087	0,031	0,42	0,39
Äkäsjoen alaosa	0,015	0,014	0,012	0,034	0,44	0,41
Kuerjoki	0,0076	0,006	0,0036	0,026	0,30	0,23
Valkeajoki	0,0034	0,0032	0,003	0,025	0,14	0,13

Taulukko 6-8. Sulkemisen jälkeisen ajan mangaanin keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä havaintopaikoilla Rautuvaaran mallinnuksen perusteella.

	Tausta-pitoisuus	pre spill	at spill	stabilised	PECpre spill/ PNEC+tausta	PEC at spill / PNEC+tausta	PEC stabilised/ PNEC+tausta
Niesajoki							
flow point 1	0,166	0,009	0,012	0,009	0,05	0,06	0,05
flow point 2	0,505	0,007	0,009	0,007	0,01	0,02	0,01
flow point 3	0,295	0,007	0,008	0,007	0,02	0,03	0,02
Kylmäoja				0,007			

Äkäsjoen, Kuerjoen, Valkeajoen ja Niesajoen pisteissä sulkemisen jälkeen mallinnettu mangaanin enimmäispitoisuus (PEC) alittaa vaikutuksettomaksi arvioidun (PNEC + tausta) tason (PEC/PNEC + tausta = < 1).

Avolouhoksien vedessä mangaanipitoisuudet voivat olla korkeampia kuin edellä esitetyt vaikutuksettomaksi arvioidut pitoisuustasot. Esimerkiksi kirjolohelle (*Oncorhynchus mykiss*) NOEC-arvo on 0,3 mg/l ja vesikirpulle (*Daphnia magna*) EC_{10} arvot <1,1 mg/l. Louhosjärvien mangaanipitoisuudet ovat tasolla, josta voi aiheutua vaikutuksia herkimmille vesieliöille. Jokiosuuksilla mangaanipitoisuudet ovat tasolla, joista haittaa ei arvioida aiheutuvan.

Mangaanin toksisuustieto huomioiden ennustetuista pitoisuusnousuista ei arvioida ekologista haittaa aiheutuvan jokiosuuksilla. Louhosjärvien mangaanipitoisuudet ovat tasolla, josta voi aiheutua vaikutuksia herkimmille vesieliöille.

6.1.6 Nikkeli

Nikkelille tässä työssä käytetty PNEC-arvo 0,0071 mg/l perustuu ECHA:n tietokantaan. USEPA ECOTOX tietokannan toksisuustestien perusteella lajien herkkyysjakauman (SSD) kautta johdettu PNEC arvo on 0,05 mg/l, joka on vajaa 10 kertaa ECHA:n PNEC arvoa suurempi. Nikkelin pintaveden ympäristölaatunormi AA-EQS on 0,004 mg/l ja MAC-EQS 0,034 mg/l. Edellä esitetyllä ECHA:n PNEC-arvolla arvioitiin mallilla ennustettujen ympäristöstä havaittavien pitoisuuksien haitan mahdollisuutta sulkemisen jälkeisenä aikana (taulukko 6-9 ja 6-10).

Jokien nykytilassa nikkelin taustapitoisuus on yli kymmesosa PNEC tasosta. PNEC ylittyy molemmissa louhosjärvissä maksimi- ja keskiarvopitoisuudessa, mutta niiden ei arvioida ylittyvän alapuolisissa vesistöissä. Pintaveden ympäristölaatunormi sallitusta suurimmasta pitoisuudesta MAC-EQS alittuu kuitenkin molemmissa louhosjärvissä.

Taulukko 6-9. Sulkemisen jälkeisen ajan nikkelin keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä Hannukaisen mallinnuksen perusteella.

	maksimi-pitoisuus	keski-pitoisuus	tausta-pitoisuus	PNEC+ tausta	PECmax/ PNEC	PECka/ PNEC
Hannukaisen louhosjärvi	0,029	0,0196	-	-	-	-
Kuervitikon louhosjärvi	0,013	0,0096	-	-	-	-
Äkäsjoki kaivoksen kohdalla	0,0009	0,00072	0,00024	0,00734	0,12	0,10
Äkäsjoen alaosa	0,00068	0,00057	0,00024	0,00734	0,09	0,08
Kuerjoki	0,00033	0,00023	0,0001	0,0072	0,05	0,03
Valkeajoki	0,00015	0,00014	0,00013	0,00723	0,02	0,02

Taulukko 6-10. Sulkemisen jälkeisen ajan nikkelin keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä havaintopaikoilla Rautuvaaran mallinnuksen perusteella.

	Tausta-pitoisuus	pre spill	at spill	stabilised	PECpre spill/ PNEC+tausta	PEC at spill / PNEC+tausta	PEC stabilised/ PNEC+tausta
Niesajoki							
flow point 1	0,0044	0,00067	0,00067	0,00042	0,06	0,06	0,04
flow point 2	0,002	0,00036	0,00036	0,00027	0,04	0,04	0,03
flow point 3	0,0015	0,00033	0,00039	0,00025	0,04	0,05	0,03
Kylmäoja				0,0002	0	0	0,009

Äkäsjoen, Kuerjoen, Valkeajoen ja Niesajoen pisteissä sulkemisen jälkeen ennustetulla nikkelin maksimipitoisuudella (PEC) alittuvat vaikutuksettomaksi arvioitu (PNEC + tausta) taso (PEC/PNEC + tausta = < 1).

Avolouhoksien vedessä nikkelipitoisuudet voivat olla korkeampia kuin edellä esitetyt vaikutuksettomaksi arvioidut pitoisuustasot. Esimerkiksi kirjolohelle (*Oncorhynchus mykiss*) NOEC-arvo on 0,134 mg/l ja vesikirpulle (*Daphnia magna*, *Ceriodaphnia dubia*) NOEC arvot 0,0034…0,256 mg/l. Louhosjärvien mallinnetut nikkelipitoisuudet ovat tasolla, jolla voi aiheutua vaikutuksia herkimmille vesieliöille. Jokiosuuksilla nikkelipitoisuudet ovat tasolla, joista haittaa ei arvioida aiheutuvan.

Nikkelin toksisuustieto huomioiden ennustetuista pitoisuusnousuista ei arvioida ekologista haittaa aiheutuvan jokiosuuksilla. Louhosjärvien nikkelipitoisuudet ovat tasolla voi vaikutuksia aiheutua herkimmille vesieliöille.

6.1.7 Uraani

Uraanille tässä työssä käytetty krooninen PNEC arvo 0,0003 mg/l perustuu vuonna 2012 tehtyyn tutkimukseen (Beaugelin-Seiller et al. 2012). Uraanille on myös määritetty kahdessa eri tutkimuksessa makean veden eliöille PNEC-arvoksi 0,005 mg/l (IRSN 2009; Sheppard et al. 2005). PNEC-arvolla 0,0003 mg/l arvioitiin mallilla ennustettujen ympäristöstä havaittavien pitoisuuksien haitan mahdollisuutta sulkemisen jälkeisenä aikana (taulukko 6-11 ja 6-12).

Jokien nykytilassa havaittava uraanin taustapitoisuus on noin kolmasosa PNEC-tasosta. Kaikki PNEC-arvot ylittyvät Hannukaisen louhosjärvessä niukasti. Kuervitikon louhosjärvessä maksimi- ja keskiarvopitoisuus alittaa PNEC-arvon 0,005 mg/l. Uraanin PNEC-arvojen ei arvioida ylittyvän alapuolisissa vesistöissä lukuun ottamatta Äkäsjoen kaivoksen kohdalle mallinnettua enimmäispitoisuutta.

Taulukko 6-11. Sulkemisen jälkeisen ajan uraanin keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä Hannukaisen mallinnuksen perusteella.

	maksimi-pitoisuus	keski-pitoisuus	tausta-pitoisuus	PNEC+ tausta	PECmax/ PNEC	PECka/ PNEC
Hannukaisen louhosjärvi	0,0067	0,0071				
Kuervitikon louhosjärvi	0,0048	0,0036				
Äkäsjoki kaivoksen kohdalla	0,00046	0,0004	0,00009	0,00039	1,18	1,0
Äkäsjoen alaosa	0,00034	0,0003	0,000095	0,000395	0,86	0,76
Kuerjoki	0,00039	0,00028	0,0001	0,0004	0,98	0,70
Valkeajoki	0,00013	0,00012	0,000093	0,000393	0,33	0,31

Taulukko 6-12. Sulkemisen jälkeisen ajan uraanin keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä Rautuvaaran mallinnuksen perusteella.

	Tausta-pitoisuus	pre spill	at spill	stabilised	PECpre spill/ PNEC+tausta	PEC at spill / PNEC+tausta	PEC stabilised/ PNEC+tausta
Niesajoki							
flow point 1	0,00032	0,00016	0,00019	0,00012	0,26	0,31	0,19
flow point 2	0,00021	0,00012	0,00012	0,0001	0,24	0,24	0,20
flow point 3	0,00018	0,00011	0,00011	0,0001	0,23	0,23	0,21
Kylmäoja				0,00009			

Äkäsjoen alaosalla, Kuerjoen, Valkeajoen ja Niesajoen pisteissä sulkemisen jälkeen ennustettu nikkelin enimmäispitoisuus (PEC) alittaa vaikutuksettomaksi arvioidun (PNEC + tausta) tason (PEC/PNEC + tausta = < 1).

Äkäsjoessa kaivoksen kohdalla mallin ennustama enimmäispitoisuus ylittää vaikutuksettomaksi arvioidun pitoisuuden (PECmax/PNEC + tausta = 1,18). Hannukaisen ja Kuervitikon avolouhoksen vedessä uraanipitoisuudet voivat olla korkeampia kuin edellä esitetyt vaikutuksettomaksi arvioidut pitoisuustasot (PNEC).

PNEC-tason ylitys (>1) ei kuitenkaan vielä kerro, että vaikutuksia eliöstölle aiheutuisi, vaan mahdollisuudesta, että vaikutuksia voi aiheutua. Uraani esiintyy yleisesti vesiympäristössä uranyyli-ionina (UO^{22+}). Makeassa vedessä ja pH:n ollessa > 6 uranyyli-ioni kompleksoituu karbonaatti-ionien kanssa (Poston et al., 1984). Uranyylisulfaatille alhaisin NOEC on raportoitu vesikirpulle (*M. macleaya*) 0,001 mg/L. Alhaisin NOEC-arvo kalalle oli 0,56 mg/l ja selkärangattomalle (*H. viridissima*) 0,15 mg/L. Puolestaan uraanioksidille raportoitu NOEC-arvo vesikirpulle *(Ceriodaphnia dubia*) on 0,003 mg/l.

Louhosjärvien uraanipitoisuudet ovat tasolla, jolla voi aiheutua vaikutuksia herkimmille vesieliöille. Jokiosuuksilla uraanipitoisuudet ovat tasolla, joista haittaa ei arvioida aiheutuvan.

Uraanin olomuoto ja sen toksisuustieto huomioiden ennustetuista pitoisuusnousuista ei arvioida ekologista haittaa aiheutuvan jokiosuuksilla.

6.1.8 Kalsium

Kalsiumille tässä työssä käytetty PNEC-arvo 0,5 mg/l perustuu USEPA ECOTOX turvallisuuskertoimella (AF) määritettyyn tietoon. PNEC 35 mg/l on USEPA ECOTOX tietokannan toksisuustestien perusteella lajien herkkyysjakauman (SSD) kautta johdettu arvo. PNEC-arvolla 0,5

mg/l arvioitiin mallilla ennustettujen ympäristöstä havaittavien pitoisuuksien haitan mahdollisuutta sulkemisen jälkeisenä aikana (taulukko 6-13).

Jokien nykytilassa kalsiumin pitoisuus on noin 7 kertaa PNEC-tasoa suurempi ja louhosjärvissä yli 10 kertaa suurempi. Kalsiumin pitoisuuksia ei ole mallinnettu Rautuvaaran alapuolisiin vesistöihin.

Taulukko 6-13. Sulkemisen jälkeisen ajan kalsiumin keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä Hannukaisen mallinnuksen perusteella.

	maksimi-pitoisuus	keski-pitoisuus	tausta-pitoisuus	PNEC+ tausta	PECmax/ PNEC	PECka/ PNEC
Hannukaisen louhosjärvi	7,59	6,62	-	-	-	-
Kuervitikon louhosjärvi	5,73	4,36	-	-	-	-
Äkäsjoki kaivoksen kohdalla	3,62	3,57	3,44	3,94	0,92	0,91
Äkäsjoen alaosa	3,95	3,92	3,84	4,34	0,91	0,90
Kuerjoki	2,99	2,92	2,82	3,32	0,90	0,88
Valkeajoki	3,08	3,07	3,06	3,56	0,87	0,86

Äkäsjoen, Kuerjoen ja Valkeajoen pisteissä sulkemisen jälkeen ennustettu kalsiumin enimmäispitoisuus (PEC) alittaa vaikutuksettomaksi arvioidun (PNEC + tausta) tason (PEC/PNEC + tausta = < 1).

Avolouhosten vedessä kalsiumpitoisuudet voivat olla korkeampia kuin edellä esitetyt vaikutuksettomaksi arvioidut pitoisuustasot. Esimerkiksi kirjolohelle (*Oncorhynchus mykiss*) NOEC-arvo on 4,0 mg/l ja vesikirpulle (*Daphnia magna*) NOEC-arvojen keskiarvo 18,3 mg/l kalsiumfluoridille. Louhosjärven kalsiumpitoisuudet ovat tasolla, josta voi aiheutua vaikutuksia herkimmille vesieliöille. Jokiosuuksilla kalsiumpitoisuudet ovat tasolla, joista haittaa ei arvioida aiheutuvan.

Kalsiumin toksisuustieto huomioiden ennustetuista pitoisuusnousuista ei arvioida ekologista haittaa aiheutuvan jokiosuuksilla.

6.1.9 Natrium

Natriumille tässä työssä käytetty PNEC-arvo 5 mg/l perustuu ECHA:n tietokantaan. USEPA ECOTOX tietokannan toksisuustestien perusteella turvallisuuskerroin (AF) huomioiden PNEC arvo on 569 mg/l. Edellä esitetyllä ECHA:n PNEC-arvolla arvioitiin mallilla ennustettujen ympäristöstä havaittavien pitoisuuksien haitan mahdollisuutta sulkemisen jälkeisenä aikana (taulukko 6-14).

Jokien nykytilassa natriumin pitoisuus on alle kolmasosa PNEC-tasosta. PNEC ylittyy molemmissa louhosjärvissä enimmäis- ja/tai keskipitoisuudessa, mutta alapuolisissa vesistöissä PNEC:n ei arvioida ylittyvän. Natriumin pitoisuuksia ei ole mallinnettu Rautuvaaran alapuolisiin vesistöihin.

Taulukko 6-14. Sulkemisen jälkeisen ajan natriumin keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä Hannukaisen mallinnuksen perusteella.

	maksimi-pitoisuus	keski-pitoisuus	tausta-pitoisuus	PNEC+ tausta	PECmax/ PNEC	PECka/ PNEC
Hannukaisen louhosjärvi	5,92	5,04				
Kuervitikon louhosjärvi	6,28	5,39				
Äkäsjoki kaivoksen kohdalla	1,99	1,89	1,57	6,57	0,30	0,29
Äkäsjoen alaosa	1,98	1,92	1,71	6,71	0,30	0,29
Kuerjoki	2,18	2	1,66	6,66	0,33	0,30
Valkeajoki	1,73	1,71	1,66	6,66	0,26	0,26

Äkäsjoen, Kuerjoen ja Valkeajoen pisteissä sulkemisen jälkeen ennustettu natriumin maksimipitoisuus (PEC) alittaa vaikutuksettomaksi arvioidun (PNEC + tausta) tason (PEC/PNEC + tausta = < 1).

Avolouhoksien vedessä natriumpitoisuudet voivat olla korkeampia kuin edellä esitetyt vaikutuksettomaksi arvioidut pitoisuustasot. Esimerkiksi kaloille NOEC-arvot vaihtelivat 32…10 000 mg/l ja vesikirpulle (*Daphnia magna*) NOEC arvot 10…3 200 mg/l natriumbromidille (Data bank of environmental properties of chemicals). Louhosjärven mallinnetut natriumpitoisuudet ovat tasolla, josta voi mahdollisesti vaikutuksia aiheutua herkimmille vesieliöille. Edellä esitettyjen NOEC-arvojen perusteella vaikutuksia ei aiheutuisi kaloille tai vesikirpuille avolouhoksen natriumpitoisuuksista. Jokiosuuksilla natriumpitoisuudet ovat tasolla, joista haittaa ei arvioida aiheutuvan.

Natriumin toksisuustieto huomioiden ennustetuista pitoisuusnousuista ei arvioida aiheutuvan ekologista haittaa jokiosuuksilla tai avolouhoksissa.

6.1.10 Pii

Piille tässä työssä käytetty PNEC-arvo 0,002 mg/l perustuu USEPA ECOTOX tietokannasta turvallisuuskertoimella (AF) johdettuun arvoon. Arvo on johdettu vesikirpun (*Daphnia magna*) LOEC (*lowest-observable-effect-concentration*) arvosta 1 mg/l käyttämällä turvakerrointa (AF) 500. Edellä esitetyllä PNEC-arvolla arvioitiin mallilla ennustettujen ympäristöstä havaittavien pitoisuuksien haitan mahdollisuutta sulkemisen jälkeisenä aikana (taulukko 6-15).

Jokien nykytilassa piin taustapitoisuus on yli tuhat kertaa PNEC-tasoa suurempi. Mallinnustulosten perusteella PNEC ylittyy molemmissa louhosjärvissä enimmäis- ja keskipitoisuudessa sekä alapuolisissa vesistöissä. Piin pitoisuuksia ei ole mallinnettu Rautuvaaran alapuolisiin vesistöihin.

Taulukko 6-15. Sulkemisen jälkeisen ajan piin keskimääräiset ja enimmäispitoisuudet sekä taustapitoisuudet (mg/l) eri tarkastelupisteissä Hannukaisen mallinnuksen perusteella.

	maksimi-pitoisuus	keski-pitoisuus	tausta-pitoisuus	PNEC+ tausta	PECmax/ PNEC	PECka/ PNEC
Hannukaisen louhosjärvi	1,36	1,24				
Kuervitikon louhosjärvi	1,37	1,36				
Äkäsjoki kaivoksen kohdalla	4,43	4,33	4,43	4,432	2216	2165
Äkäsjoen alaosa	4,62	4,55	4,62	4,622	2311	2275
Kuerjoki	5,13	5,08	5,12	5,122	2561	2540
Valkeajoki	5,11	5,11	5,11	5,112	2561	2555

Äkäsjoen, Kuerjoen ja Valkeajoen pisteissä sulkemisen jälkeen ennustettu piin enimmäis- ja keskipitoisuus (PEC) ylittää (PNEC + tausta) tasolla (PEC/PNEC + tausta = > 1).

Avolouhoksien vedessä piin pitoisuudet voivat olla selvästi korkeampia kuin edellä esitetty vaikutuksettomaksi arvioitu pitoisuustaso. Louhosjärvien osalta ei ole käytettävissä taustapitoisuustietoja.

Piin vesiliukoisuus on suhteellisen alhainen. Tietoa alkuainemuotoisen piin vastaliuenneesta olomuodosta ei ole saatavilla. Laimeissa liuoksissa hapetuksen seurauksena liuennut olomuoto on $Si(OH)_4$. Liukoisuus tislatussa vedessä on erittäin alhainen. Alkuperäisestä 100 mg/l tason kuormasta OECD T/D liukoisuuden skreenaustestissä liukeni enimmillään vain 61 µg/l piitä. Lisäksi kaikki tunnetut liuenneen $Si(OH)_4$ $L(E)C_{50}$ arvot ovat >> 100 mg/l ja kaikki liuenneen SiO_2 pitoisuudet ovat << 100 mg/l. Edellä mainituista syistä haittaa ei arvioida aiheutuvan louhosjärvien pitoisuuksista.

Piin liukoisuus- ja toksisuustieto huomioiden ennustetuista pitoisuuksista ei arvioida aiheutuvan ekologista haittaa jokiosuuksilla tai louhosjärvillä.

6.2 Vaikutukset ekologiseen tilaan

6.2.1 Kuerjoki

Viimeisimmässä laaditussa luokittelussa fosforipitoisuuden perusteella Kuerjoen ekologinen luokka on hyvä. Erinomaisen ja hyvän rajaksi Kuerjoen vesistötyypille (Kk) on asetettu 15 µg/l, jota pienemmät pitoisuudet viittaavat erinomaiseen tilaan ja suuremmat hyvään tilaan. Mallin tiedoissa vertailupitoisuutena (baseline) on käytetty 17 µg/l. Pitoisuuden ennustetaan sulkemisen jälkeisenä aikana nousevan enimmillään tasolle 42 µg/l keskimäärin tasolle 32 µg/l. Pitoisuuden nousu on suhteellisesti arvioituna suuri ja se vahvistaa ekologisen tilan luokitusta lähemmäs hyvän ja tyydyttävän rajaa (35 µg/l).

Typpipitoisuus Kuerjoessa luokittuu erinomaiseen tilaan (raja <450 µg/l). Luokittelussa typen kokonaispitoisuutena on käytetty 149 µg/l, mikä on yhden näytteen tulos. Mallinnuksessa on huomioitu typen jakeista ainoastaan nitraatin pitoisuus, johon ei arvioida kohdistuvan muutoksia sulkemisen jälkeen. Typen pitoisuustaso Kuerjoessa on niin alhainen, että se todennäköisesti on perustuotantoa rajoittava ravinne. Siten sen kuormituksen vähäinenkin lisäys voisi vaikuttaa suoraan perustuotannon tasoon sitä nostavasti. Pitoisuustaso on niin alhainen, että ekologisen luokituksen typpipitoisuuden osatekijä ei muutu kuormituksen seurauksena.

Perustuotannon tasoa Kuerjoessa rajoittaa ensisijaisesti typpipitoisuus, johon ei arvioida kohdistuvan muutoksia. Näin ollen vaikutukset päällyslevästöön on arvioitavissa vähäisiksi ja nykyisin hyväksi arvioituun ekologiseen tilaan ei kohdistu paineita. Sulkemisen jälkeisen ajan ennustetut virtaaman ja ainepitoisuuksien muutokset Kuerjoessa ovat yleisesti ottaen vähäisiä, eikä niillä arvioida olevan vaikutusta pohjaeläimistön tai kalaston tilaan. Uusimmassa luokittelussa sekä pohjaeläimistön että kalaston tila on arvioitu erinomaiseksi.

Haitallisten aineiden pitoisuuksien ei arvioida ylittävän ympäristönlaatunormin tasoa, eikä nousevan tasolle, joka heikentäisi Kuerjoen kemiallista tilaa.

Kuerjoen ekologiseen tilaan ei arvioida kohdistuvan muutoksia sulkemisen jälkeisenä aikana mallinnuksen perusteella.

6.2.2 Valkeajoki

Viimeisimmässä laaditussa luokittelussa fosforipitoisuuden perusteella Valkeajoen ekologinen luokka on hyvä. Erinomaisen ja hyvän rajaksi Valkeajoen vesistötyypille (Pk) on asetettu 15 µg/l, jota pienemmät pitoisuudet viittaavat erinomaiseen tilaan ja suuremmat hyvään tilaan. Mallin tiedoissa nykytilaa kuvaavana vertailupitoisuutena on käytetty n. 16 µg/l ja luokituksen perusteena on käytetty pitoisuutta 17,3 µg/l. Pitoisuuden sulkemisen jälkeisenä aikana ennustetaan nousevan enimmillään tasolle 18 µg/l ja keskimäärin tasolle 17 µg/l. Pitoisuuden muutosta voidaan pitää vähäisenä ja se vahvistaa ekologisen tilan luokitusta hyvään. Hyvä ekologinen tila on myös valtakunnallisesti ja EU-tasolla tavoiteltava tila. Vasta fosforipitoisuuden nousu tasolle >35 µg/l viittaisi Valkeajoen tapauksessa tyydyttävään tilaan.

Typpipitoisuus viittaa ekologisen tilan luokittelussa erinomaiseen tilaan (raja <450 µg/l). Luokittelussa typen kokonaispitoisuutena on käytetty 67 µg/l, mikä viittaa koko Valkeajoen vertailupitoisuuteen. Pisteellä Valkeajoki 6 (Valkeajoen laskukohdassa) v. 1992-2016 tehtyjen havaintojen kokonaistypen pitoisuuden keskiarvo on ollut (97 µg/l, n=14). Sulkemisen jälkeistä aikaa koskevassa mallinnuksessa on huomioitu typen jakeista ainoastaan nitraatin pitoisuus, johon ei arvioida kohdistuvan muutoksia sulkemisen jälkeen. Typen pitoisuustaso Valkeajoessa on niin alhainen, että se todennäköisesti on perustuotantoa rajoittava ravinne. Siten sen kuormituksen vähäinenkin lisäys voisi vaikuttaa suoraan perustuotannon tasoon sitä nostavasti. Pitoisuustaso on niin alhainen, että ekologisen luokituksen typpipitoisuuden osatekijä ei muutu kuormituksen seurauksena.

Perustuotannon tasoa Valkeajoessa rajoittaa ensisijaisesti typpipitoisuus, johon ei arvioida kohdistuvan muutoksia. Näin ollen vaikutukset päällyslevästöön on arvioitavissa vähäisiksi. Sulkemisen jälkeisen ajan ennustetut virtaaman ja ainepitoisuuksien muutokset Valkeajoessa ovat yleisesti ottaen vähäisiä, eikä niillä arvioida olevan vaikutusta pohjaeläimistön tai kalaston tilaan.

Haitallisten aineiden pitoisuuksien ei arvioida ylittävän ympäristönlaatunormin tasoa, eikä nousevan tasolle, joka heikentäisi Valkeajoen kemiallista tilaa.

Valkeajoen ekologiseen tilaan ei arvioida kohdistuvan muutoksia sulkemisen jälkeisenä aikana mallinnuksen perusteella.

6.2.3 Äkäsjoki

Ekologisen tilan näkökulmasta kriittisimmin aineiston perusteella tulee suhtautua kokonaisravinteisiin, joiden rooli vesistöjen ekologisen tilan luokittelussa on nykyisin keskeinen. Viimeisimmässä laaditussa luokittelussa fosforipitoisuuden perusteella Äkäsjoen ekologinen luokka on hyvä. Erinomaisen ja hyvän rajaksi Äkäsjoen vesistötyypille (Kk) on asetettu 15 µg/l, jota pienemmät pitoisuudet viittaavat erinomaiseen tilaan ja suuremmat hyvään tilaan. Mallin tiedoissa vertailupitoisuutena (baseline) on käytetty 16 µg/l alaosalla ja 15 µg/l kaivoksen kohdalla.

Pitoisuuden ennustetaan nousevan sulkemisen jälkeisenä aikana enimmillään tasolle 26 µg/l alaosalla ja tasolle 30 µg/l kaivoksen kohdalla. Pitoisuuden nousu on suhteellisesti arvioituna suuri ja se vahvistaa ekologisen tilan luokitusta hyvään. Hyvä ekologinen tila on myös valtakunnallisesti ja EU-tasolla tavoiteltava tila. Vesimuodostuman keskimääräinen fosforipitoisuuden nousu tasolle >35 µg/l viittaisi Äkäsjoen tapauksessa tyydyttävään tilaan käytettäessä nykyisin käytössä olevia luokitteluperusteita.

Äkäsjoen typpipitoisuus viittaa ekologisen tilan luokittelussa erinomaiseen tilaan (raja <450 µg/l). Mallinnuksessa on huomioitu typen jakeista ainoastaan nitraatin pitoisuus, johon ei arvioida kohdistuvan muutoksia sulkemisen jälkeen. Typen pitoisuustaso Äkäsjoessa on niin alhainen, että

se todennäköisesti on perustuotantoa rajoittava ravinne. Siten sen kuormituksen vähäinenkin lisäys voisi vaikuttaa suoraan perustuotannon tasoon sitä nostavasti. Pitoisuustaso on niin alhainen, että ekologisen luokituksen typpipitoisuuden osatekijä ei muutu kuormituksen seurauksena.

Koska Äkäsjoella perustuotannon tasoa rajoittaa ensisijaisesti typpipitoisuus, johon ei arvioida kohdistuvan muutoksia on vaikutukset päällyslevästöön arvioitavissa vähäisiksi. Sulkemisen jälkeisen ajan ennustetut virtaaman ja ainepitoisuuksien muutokset Äkäsjoessa ovat yleisesti ottaen vähäisiä, eikä niillä arvioida olevan vaikutusta pohjaeläimistön tai kalaston tilaan.

Haitallisten aineiden pitoisuuksien ei arvioida ylittävän ympäristönlaatunormin tasoa, eikä nousevan tasolle, joka heikentäisi Äkäsjoen kemiallista tilaa.

Äkäsjoen ekologiseen tilaan ei arvioida kohdistuvan muutoksia sulkemisen jälkeisenä aikana mallinnuksen perusteella.

6.2.4 Niesajoki

Uusimmassa kolmannen vesienhoitokauden suunnitelmaluonnoksessa Niesajoen (tyypiltään Pk) vedenlaatu on arvioitu hyväksi. Kokonaisfosforin pitoisuus luokituksessa (21,5 µg/l) viittaa hyvään tilaan ja kokonaistypen pitoisuus (390 µg/l) myös hyvään tilaan. Sulkemisen jälkeisen ajan mallinnuksessa on tarkasteltu fosforipitoisuuden muutosta fosfaattina ja typpeä nitraattina. Molempien osalta ennustetut muutokset pitoisuuksissa ovat vähäisiä, eikä niillä arvioida olevan vaikutusta arvioon ekologisesta tilasta.

Niesajoen biologinen tila on arvioitu erinomaiseksi. Piilevästöstä ei ole luokittelussa tietoja, mutta pohjaeläimistön tila ja kalaston tila on molemmat arvioitu olevan erinomaisia. Sulkemisen jälkeisenä aikana Niesajokeen ei arvioida kohdistuvan vaikutuksia, jotka heikentäisivät arviota biologisesta muuttujasta.

Haitallisten aineiden pitoisuuksien ei arvioida ylittävän ympäristönlaatunormin tasoa, eikä nousevan tasolle, joka heikentäisi Niesajoen kemiallista tilaa.

Niesajoen ekologiseen tilaan ei arvioida kohdistuvan muutoksia sulkemisen jälkeisenä aikana mallinnuksen perusteella.

7. YHTEENVETO

Vaikutusarvioinnissa tarkasteltiin mallinnuksella arvioituja pitoisuustasoja ja verrattiin niitä ainekohtaisesti taustapitoisuuksiin sekä eri lähteistä poimittuihin vertailukelpoisiin PNEC-arvoihin ja ympäristönlaatunormien pitoisuustasoon.

Hannukaisen louhoksen täyttymisen on arvioitu kestävän noin 28 vuotta ja Kuervitikon louhoksen noin 23 vuotta. Louhosjärvissä fosforin pitoisuus on luonnonvesiin nähden korkea. Elohopean enimmäispitoisuudelle asetettu ympäristönlaatunormi ylittyy mallinnuksen perusteella. Biosaatavan nikkelin vuosikeskiarvon ympäristönlaatunormin (4 µg/l + taustapitoisuus) taso voi ylittyä, mutta suurimman sallitun pitoisuuden ympäristönlaatunormin tason (MAC-EQS 34 µg/l) ei kuitenkaan arvioida ylittyvän.

Louhosten täyttymisen aikana alapuolisten vesistöjen valuma-alueet ovat normaalia pienempiä ja virtaama siten keskimäärin normaalia alhaisempi. Louhosten täytyttyä jälkeen valuma-alueiden koko palautuu. Sulkemisen jälkeisen ajan virtaamamuutokset kaivoksen alapuolisissa vesistöissä

ovat kaikkiaan vähäisiä, eikä niillä arvioida olevan merkittävää vaikutusta vesimuodostumien ekologiseen tilaan.

Kuerjoessa sulkemisen jälkeiselle ajalle mallinnetut pitoisuudet ovat yleisesti ottaen alhaisia. Perustasoon nähden suurimmat suhteelliset pitoisuuden muutokset mallinnettiin koboltin, kromin, kuparin, mangaanin, nikkelin, uraanin sekä fosfaatin pitoisuuksissa. Mallinnus ei osoita ympäristönlaatunormin ylittäviä pitoisuuksia (Ni, Cd, Pb, Hg). Vaikutuksettomaksi arvioitu pitoisuustaso (PNEC) ei ylity koboltin, kromin, kuparin, mangaanin tai uraanin osalta. Joidenkin alkuaineiden (Fe, Al, Ca, Si) osalta vaikutuksettomaksi arvioitu PNEC-pitoisuustaso ylittyy, mutta muutos nykytilanteeseen nähden on vähäinen. Kuerjoen fosforipitoisuus nousee mallinnustulosten perusteella. Perustuotannon tasoa rajoittaa nykyisinkin muut tekijät kuin fosfori, joten fosforipitoisuuden lisäyksen ei arvioida vaikuttavan rehevyystasoon.

Valkeajoessa sulkemisen jälkeiselle ajalle mallinnetut pitoisuudet ovat yleisesti ottaen alhaisia eikä malli ennusta perustasoon nähden suuria pitoisuusmuutoksia. Vaikutuksettomaksi arvioitu PNEC-pitoisuustaso ylittyy sulkemisen jälkeiseen tilanteeseen tehtyjen mallinnustulosten perusteella alumiinin, kalsiumin ja piin osalta, mutta mallinnetut pitoisuudet eivät eroa vertailupitoisuuksista juurikaan. Mallinnus ei osoita ympäristönlaatunormin ylittäviä pitoisuuksia (Ni, Cd, Pb, Hg).

Äkäsjoessa kaivoksen kohdalla sulkemisen jälkeiselle ajalle mallinnetut pitoisuudet ovat yleisesti ottaen alhaisia. Taustatasoon nähden suurimmat suhteelliset pitoisuuden muutokset on mallinnettu arseenin, koboltin, kromin, nikkelin, uraanin, antimonin ja fosfaattifosforin osalta. Arseenin, koboltin, kromin ja antimonin pitoisuustasot ovat suhteellisesti suuresta noususta huolimatta alhaiset verrattuna vaikutuksettomaksi arvioituun PNEC-pitoisuustasoon. Mallinnus ei osoita ympäristönlaatunormin ylittäviä pitoisuuksia (Ni, Cd, Pb, Hg). Vaikutuksettomaksi arvioitu PNEC-pitoisuustaso ylittyy raudan, alumiinin, kalsiumin ja piin osalta, mutta sulkemisen jälkeiselle ajalle mallinnetut pitoisuudet eivät eroa vertailupitoisuuksista juurikaan. Uraanin mallinnettu maksimipitoisuus (0,46 µg/l) nousee hieman yli ja keskipitoisuus lähelle vaikutuksettomaksi arvioitua PNEC-pitoisuuden (0,4 µg/l) tasoa, uraanin taustapitoisuus on 0,09 µg/l.

Äkäsjoen alaosassa sulkemisen jälkeiselle ajalle mallinnetut pitoisuudet ovat yleisesti ottaen alhaisia. Koboltin, kromin ja antimonin mallinnetut pitoisuustasot ovat suhteellisesti suuresta noususta huolimatta alhaiset verrattuna vaikutuksettomaksi arvioituun PNEC-pitoisuustasoon. Nikkelin mallinnetut pitoisuudet jäävät selvästi alle ympäristönlaatunormin pitoisuustason. Mallinnus ei osoita ympäristönlaatunormin ylittäviä pitoisuuksia (Ni, Cd, Pb, Hg). Uraanin maksimipitoisuus (0,34 µg/l) ja keskipitoisuus (0,30 µg/l) jäävät alle vaikutuksettomaksi arvioidun PNEC-pitoisuuden (0,4 µg/l) tason. Taustapitoisuus on 0,095 µg/l. PNEC-pitoisuustaso ylittyy sulkemisen jälkeiseen tilanteeseen tehtyjen mallinnustulosten perusteella raudan, alumiinin, kalsiumin ja piin osalta, mutta mallinnetut pitoisuudet eivät eroa vertailupitoisuudesta juurikaan.

Rautuvaaran rikastushiekka-alueelta Niesajokeen mallinnetut sekoituspitoisuudet ovat pääosin alhaisia, eikä merkittäviä muutoksia sulkemisen aikana havaita. Koboltin pitoisuus Niesajoen ylimmällä pisteellä ylittää vaikutuksettomaksi arvioidun PNEC-pitoisuustason sekä taustapitoisuusaineistossa, että sulkemisen aikana. Tasaantuneen pitoisuuden on arvioitu olevan selvästi taustatasoa alhaisempi ja PNEC-pitoisuuden tasolla, eikä vaikutuksia siten arvioida aiheutuvan. Kylmäojan suuntaan purkautuu ainoastaan pohjoisen altaan vesiä suotovetenä. Suotoveden vaikutus vedenlaatuun on vähäinen.

Louhosjärvissä koboltin, kromin, elohopean, mangaanin, nikkelin, uraanin ja kalsiumin mallinnuksella ennustetut pitoisuudet ovat ekologisen riskinarvioinnin perusteella tasolla, jolla voi aiheutua vaikutuksia herkimmille vesieliöille. Kuerjoelle, Valkeajoelle tai Äkäsjoelle sulkemisen jälkeiselle ajalle mallinnetuista alkuaineiden pitoisuuksista ei arvioida kuitenkaan aiheutuvan haittaa riskinarvioinnin perusteella.

Ekologiseen tilaan kohdistuvia vaikutuksia sulkemisen jälkeisenä aikana arvioitiin pohjautuen viimeisimpään tietoon vesistöjen ekologisesta tilasta ja mallin ennustamien muutosten vaikutusta nykyisin käytössä oleviin ekologisen tilan luokittelun mittareihin. Viimeisimmässä luokitteluehdotuksessa Kuerjoen, Valkeajoen ja Niesajoen ekologinen tila on arvioitu nykyisin hyväksi ja Äkäsjoen erinomaiseksi. Ekologiseen tilaan ei arvioida kohdistuvan muutoksia sulkemisen jälkeisenä aikana mallinnuksen perusteella.

Sulkemisen jälkeiset pohjavesivaikutukset kohdistuvat itäisen Kivivuopionvaaran ja Kuervaaran pohjavesialueisiin, sekä läntisen Kivivuopionvaaran (tuleva Valkeajoki) pohjavesialueisiin. Pohjavesialueiden uudelleenluokitustyö on käynnissä, jonka yhteydessä sekä itäinen Kivivuopionvaaran pohjavesialue, että Kuervaaran pohjavesialue tullaan poistamaan luokituksesta, sillä pohjavesialueet eivät sovellu yhdyskuntien vedenhankintaan. Itäisen Kivivuopionvaaran ja Kuervaaran pohjavesialueille kohdistuvia laatuvaikutuksia ei näin ollen arvioida merkittäviksi.

Ei-happoa tuottavan sivukiven läjitys ja maanläjitys voivat mallinnuksen perusteella vaikuttaa läntisen Kivivuopionvaaran pohjavesialueella pohjaveden laatuun heikentävästi niin, että pohjaveden ympäristönlaatunormit ylittyvät arseenin ja elohopean osalta. Ympäristönlaatunormien vuosikeskiarvojen laajamittainen ylitys pohjavesialueella voi heikentää pohjavesimuodostuman kemiallista tilaa ja johtaa siihen, että pohjavesialue luokitellaan kemiallisen tilan osalta huonoksi. Ympäristönlaatunormien ylitys ei kuitenkaan välttämättä aiheuta huonoa kemiallista tilaa, vaan pohjavesialue voidaan luokitella hyväksi, mikäli havaitut pitoisuudet eivät aiheuta merkittävää ympäristöriskiä ja jos pitoisuus ei merkittävästi heikennä pohjaveden soveltuvuutta vedenhankintaan.

Arvioidut laatuvaikutukset eivät heikennä läntisen Kivivuopionvaaran pohjavesialueen käyttöä yhdyskuntien vedenhankintaan, sillä mallinnettu pohjaveden laatu täyttää talousveden laatuvaatimukset. Vaikutusten ei myöskään arvioida aiheuttavan merkittävää ympäristöriskiä, eivätkä ympäristönlaatunormien ylitykset vaikuta muihin herkkiin kohteisiin, kuten pohjavesimuodostuman yhteydessä olevaan pintavesiesiintymään tai pohjavedestä riippuvaiseen maaekosysteemiin. Mahdollisia riskejä voidaan ennakoida erikseen määritettävän seurantaohjelman avulla.

Saivojärven (A ja B) ja Aavahelukan pohjavesialueille ei arvioida kohdistuvan vaikutuksia sulkemisen jälkeisisenä aikana.

8. LÄHTEET

Afry Finland Oy. (2020). *Hannukaisen kaivoshanke. Vesiekologinen arvio sekä vesienhoidon tavoitteisiin liittyvä arvio. Ympäristölupahakemuksen täydennyksen liite J. 101013464-001, 28.10.2020.* Hannukainen Mining Oy.

Afry Finland Oy. (2021). *Hannukaisen kaivoshanke. Kaivoksen sulkemissuunnitelma. 3.12.2021, 101013463-001.* Hannukainen Mining Oy.

Kaya Consulting Ltd. (4/2020). *Water quality baseline report for Rautuvaara Mine project, Finland.*

SRK. (10/2020). *External Memorandum - Rautuvaara Closure Modelling Results.*

SRK. (2012). *Hydrological Impact Assessment for the Hannukainen Iron Ore-Copper-Gold prject, Phase 2.*

SRK Consulting. (10/2021). *Hydrological Impact Assessment Update for the Post-Closure Phase of the Hannukainen Mine, Finland.*

SRK Consulting. (7/2020). *A hydrological impact assessment update on the Rautuvaara Tailings Facility, Hannukainen Project, Finland.* SRK Consulting (UK) Limited.

Teollisuuden vesi. (2021). *Hannukaisen kaivoshanke – Vedenkäsittelysuunnitelma.*

LIITE 1
RAUTUVAARAN MALLINNUKSEN TULOKSET

Niesajoki 1 mallinnuksen tulokset

		Baseline Rautuvaara 4/2020, median	**Concentration in Niesajoki**	**Niesajoki 1**		
	Unit	baseline	@day0	Pre Spill	At spill	Stabilised
Sulphate	mg/L	71	22,4	3,9	8,3	3,3
Iron	mg/L	0,64	0,3	0,28	0,29	0,30
Aluminium	µg/L	21,8	26,3	41	41	29
Cadmium	µg/L	0,005	0,012	0,0053	0,007	0,0053
Cobalt	µg/L	2	0,84	1,04	1,09	0,64
Mercury	µg/L	0,01	0,011	0,008	0,008	0,008
Manganese	mg/L	0,166	0,022	0,009	0,012	0,009
Nickel	µg/L	4,4	0,5	0,67	0,67	0,42
Lead	µg/L	0,0395	0,14	0,031	0,057	0,03
Uranium	µg/L	0,32	0,24	0,16	0,19	0,12
Zinc	µg/L	1,7	1,59	0,93	1,1	0,92
Nitrate	mg/L	0,18	0,63	0,024	0,11	0,009
Phosphate	mg/L	0,004	0,0036	0,0012	0,0015	0,0012

Niesajoki 2 mallinnuksen tulokset

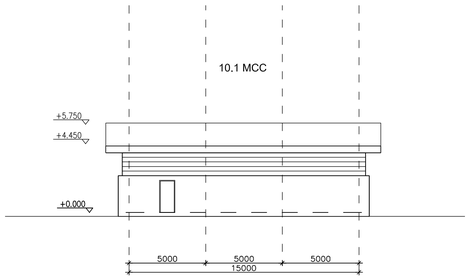
		Baseline Rautuvaara 4/2020, median	**Concentration in Niesajoki**	**Niesajoki 2**		
	Unit	baseline	@day0	Pre Spill	At spill	Stabilised
Sulphate	mg/L	23,7	9,05	3,3	4,9	3,1
Iron	mg/L	0,55	0,3	0,29	0,3	0,3
Aluminium	µg/L	44	21,5	27	27	23
Cadmium	µg/L	0,005	0,007	0,0051	0,0057	0,0051
Cobalt	µg/L	1,5	0,3	0,41	0,42	0,26
Mercury	µg/L	0,01	0,01	0,009	0,009	0,009
Manganese	mg/L	0,0505	0,011	0,007	0,009	0,007
Nickel	µg/L	2	0,29	0,36	0,36	0,27
Lead	µg/L	0,03	0,06	0,027	0,037	0,027
Uranium	µg/L	0,21	0,14	0,12	0,12	0,1
Zinc	µg/L	1,75	1,08	0,87	0,93	0,87
Nitrate	mg/L	0,065	0,21	0,013	0,044	0,008
Phosphate	mg/L	0,004	0,002	0,0012	0,0013	0,0012

Niesajoki 3 mallinnuksen tulokset

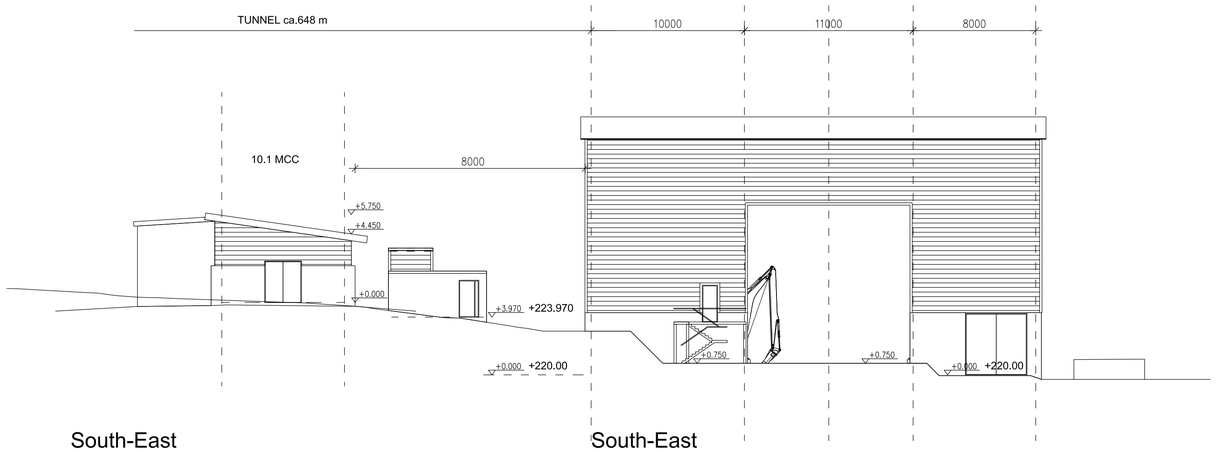
		Baseline Rautuvaara 4/2020, median	**Concentration in Niesajoki**	**Niesajoki 3**		
	Unit	baseline	@day0	Pre Spill	At spill	Stabilised
Sulphate	mg/L	26,65	9,05	3,2	4,3	3
Iron	mg/L	0,66	0,3	0,3	0,3	0,3
Aluminium	µg/L	22	21	25	26	22
Cadmium	µg/L	0,005	0,007	0,0051	0,0055	0,0051
Cobalt	µg/L	0,74	0,25	0,33	0,31	0,2
Mercury	µg/L	0,01	0,01	0,006	0,01	0,01
Manganese	mg/L	0,0295	0,01	0,007	0,008	0,007
Nickel	µg/L	1,5	0,27	0,33	0,39	0,25
Lead	µg/L	0,025	0,053	0,027	0,033	0,026
Uranium	µg/L	0,18	0,13	0,11	0,11	0,1
Zinc	µg/L	1,25	1,03	0,87	0,9	0,86
Nitrogen	mg/L	0,053	0,16	0,012	0,033	0,008
Phosphorus	mg/L	0,0046	0,0018	0,0012	0,0013	0,0012

Kylmäojan mallinnuksen tulokset

		Kylmäoja	
	Unit	Day 0	Stabilised
Sulphate	mg/L	2,9	2,9
Iron	mg/L	0,3	0,3
Aluminium	µg/L	20	19
Cadmium	µg/L	0,005	0,005
Cobalt	µg/L	0,063	0,056
Mercury	µg/L	0,01	0,01
Manganese	mg/L	0,007	0,007
Nickel	µg/L	0,2	0,2
Lead	µg/L	0,025	0,025
Uranium	µg/L	0,09	0,09
Zinc	µg/L	0,84	0,84
Nitrogen	mg/L	0,007	0,007
Phosphorus	mg/L	1,94	1,94

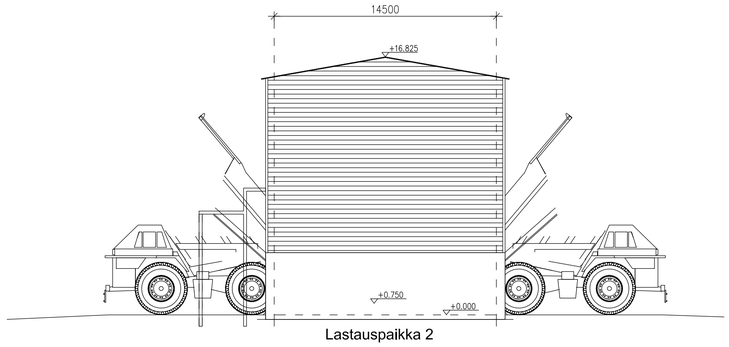


North-East

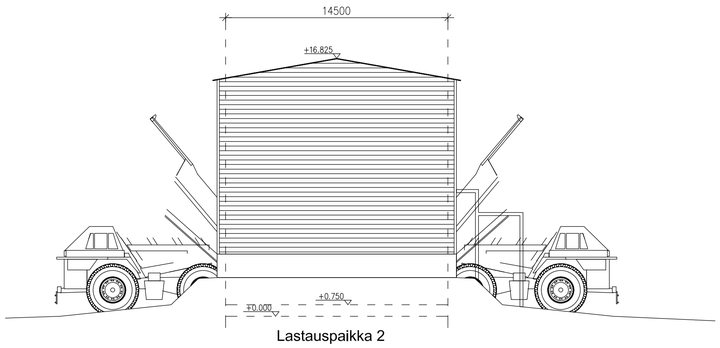


South-East

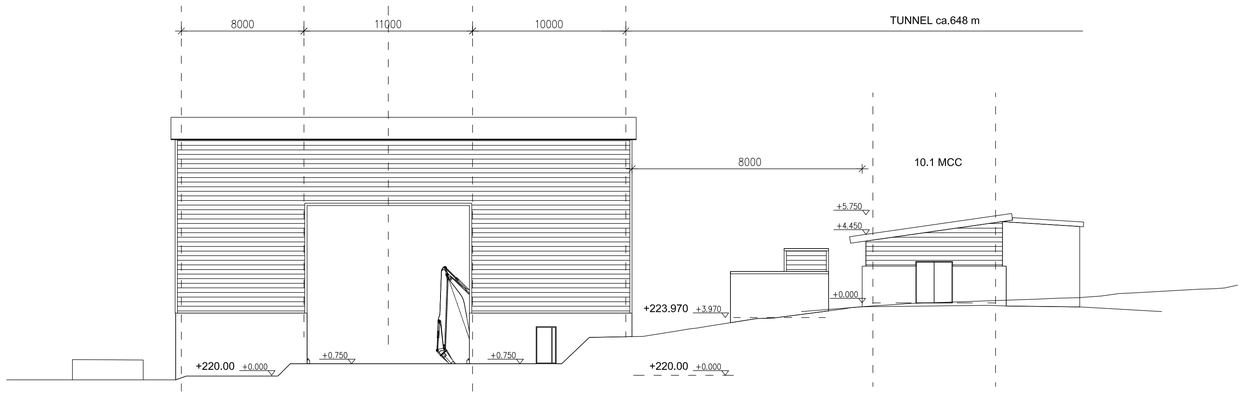
South-East



North-East

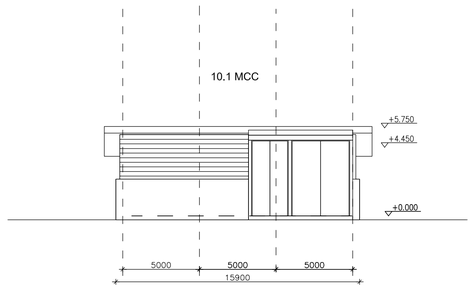


South-West



North-West

North-West



South-West

Mark	No.	Date	Name	Approved	Revision

Copyright © PÖYRY. All rights are reserved. The information contained in this document is the exclusive property of PÖYRY and shall not be reproduced or disclosed or communicated to any unauthorized person or used in any other unauthorized way whatsoever without permission in writing from PÖYRY.

NORTHLAND

Project: HANNUKAINEN DFS

Contract no: 16FCI1018.90

Reviewed – Sign. – Date –

Approved – Sign. – Date –

Northland Mine's drawing number –

PÖYRY

Constr: Maki Sign. – Date: 14.12.12

Reviewed – Sign – Date –

Approved: JPo Sign – Date: 14.12.12

INFRASTRUCTURE WP

–

Ref. drawings – – –

10 Crushing station elevations
Päämurskaamo julkisivut

Design Field / Discipline: ARC

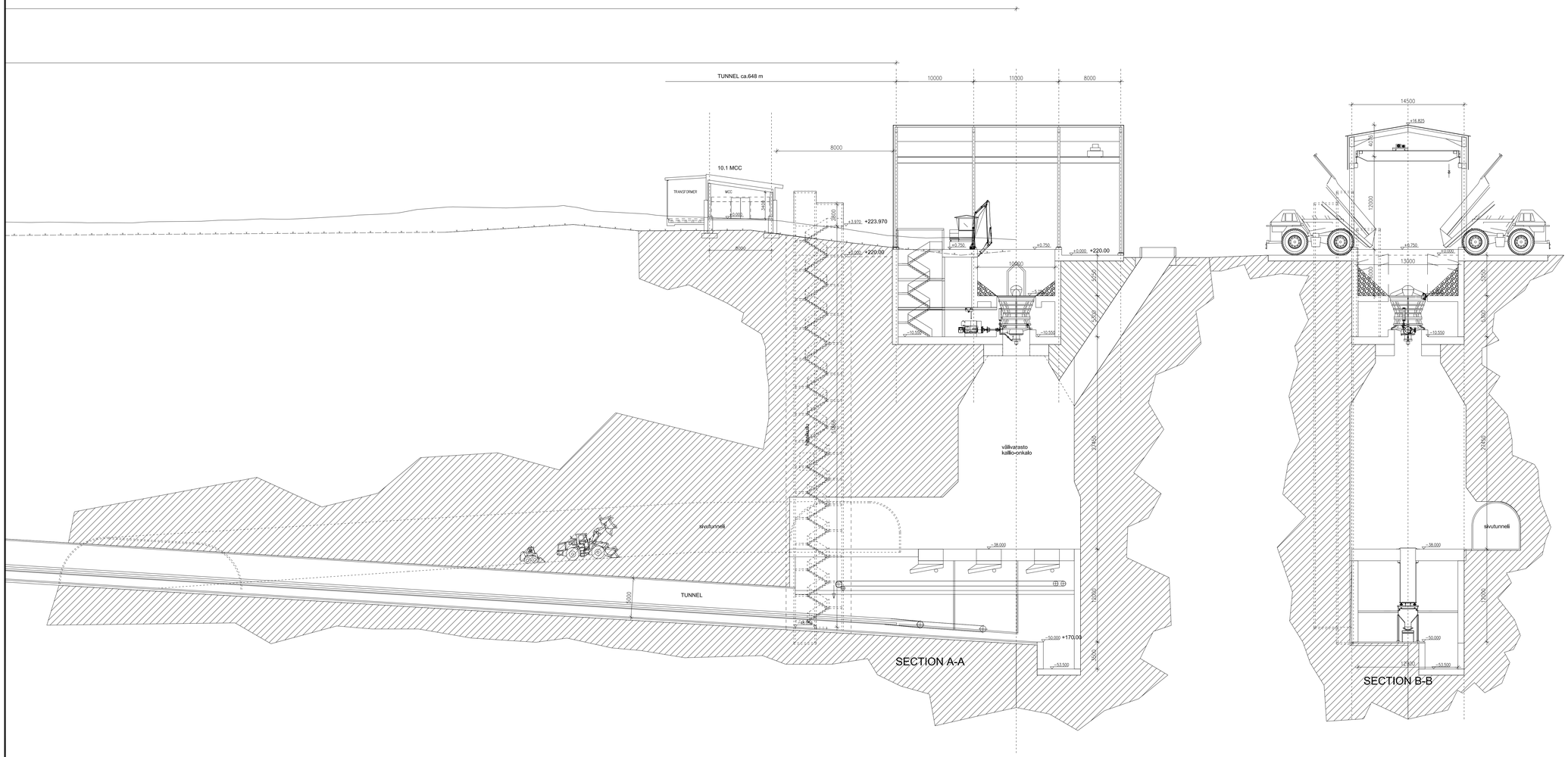
1:200

Size: A2

Drawing number: 300104

Rev.: -

16FCI1018-30104.dwg 21.11.2012 / MAKI



GROUND FLOOR (1.KRS) 670 m2
UNDERGROUND 2330 m2
TOGETHER 3000 m2

VOLUME 24 500 m3

(without the tunnel)

Mark	No.	Date	Name	Approved	Revision

Copyright © PÖYRY. All rights are reserved. The information contained in this document is the exclusive property of PÖYRY and shall not be reproduced or disclosed or communicated to any unauthorized person or used in any other unauthorized way whatsoever without permission in writing from PÖYRY

NORTHLAND

Project: HANNUKAINEN DFS

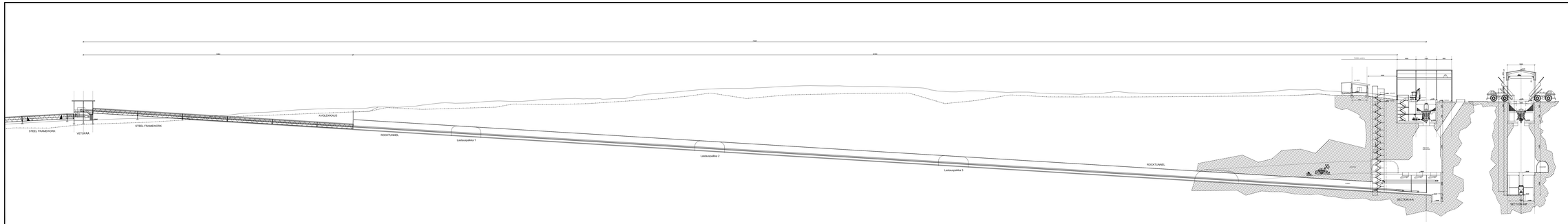
PÖYRY

INFRASTRUCTURE WP

10 Crushing station section I
Päämurskaamo leikkaus I

Reviewed	Sign	Date
Approved	Sign	Date
NorthIsland Mine's drawing number		
Contract no		
16FCI1018.90		
Constr. JPo	Sign	Date 14.12.12
Reviewed	Sign	Date
Approved	Sign	Date
Ref. drawings		
Design Field / Discipline ARC	1:200	Size A2
Drawing number 30102		Rev -

16FCI1018-30102.dwg 05.11.2012 / JPo



Mark	No.	Date	Name	Approved	Revision

Copyright © PÖYRY. All rights are reserved. The information contained in this document is the exclusive property of PÖYRY and shall not be reproduced or disclosed or redescribed to any unauthorized person or used in any other unauthorized way without prior permission in writing from PÖYRY.

NORTHLAND

Prepared	Sign		Date
Approved	Sign		Date
Northland Mine's drawing number			

Project: HANNUKAINEN DFS

Coordinate sys.: ---

Drawn	Sign	Scale 1:20	Date 12.12
Prepared	Sign		Date
Approved	Sign		Date

PÖYRY

INFRASTRUCTURE WP

Ref. drawings: -

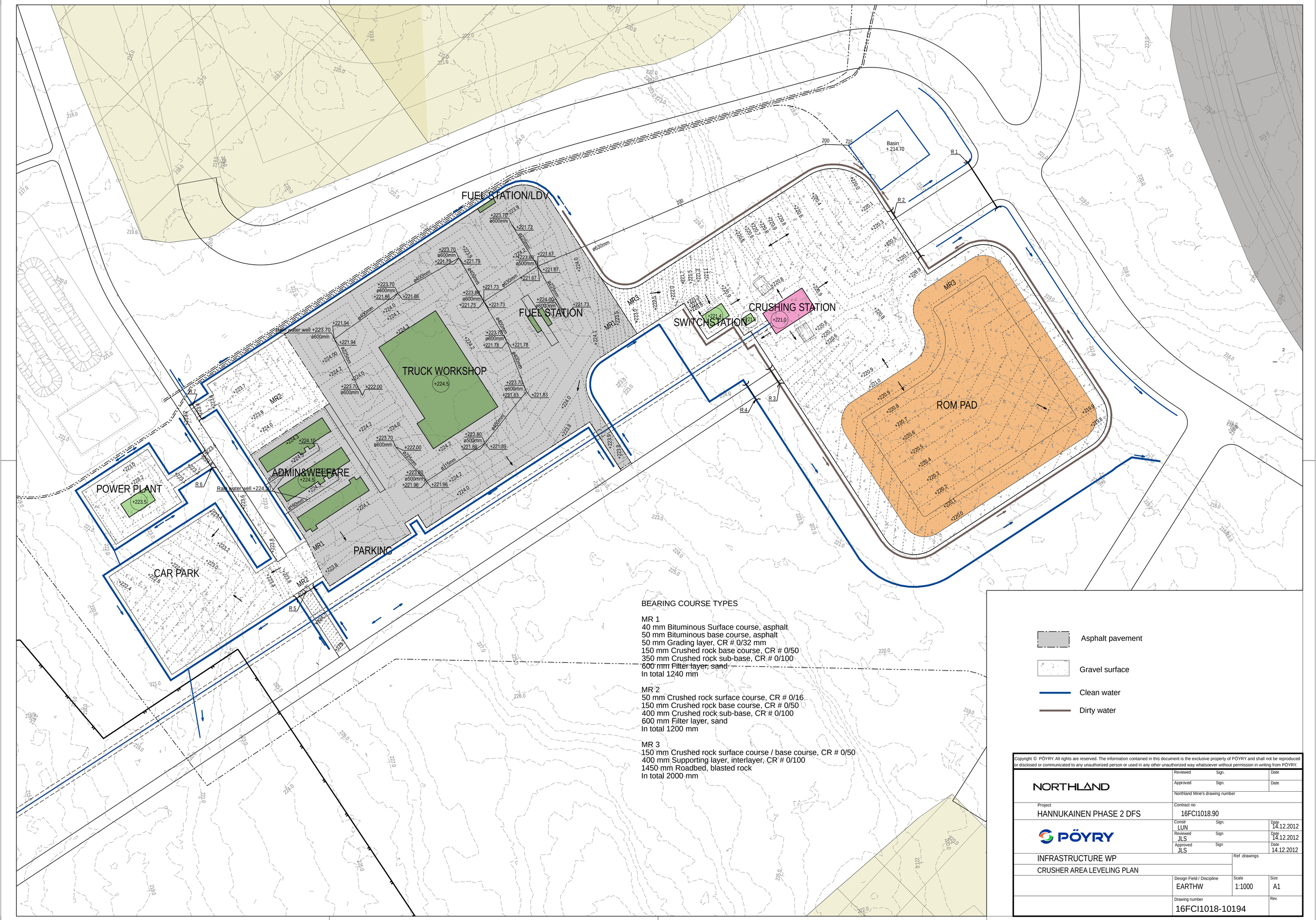
10 Crushing station, section II
Paämuriskaamo leikkaus II

Design field / Discipline		Size
ARC	1:500	A2

Drawing number: **30103**

Rev: **-**

16FC11018-30103.dwg 14.12.2012 / JPo



BEARING COURSE TYPES

MR 1
40 mm Bituminous Surface course, asphalt
50 mm Bituminous base course, asphalt
50 mm Grading layer, CR # 0/32 mm
150 mm Crushed rock base course, CR # 0/50
350 mm Crushed rock sub-base, CR # 0/100
600 mm Filter layer, sand
In total 1240 mm

MR 2
50 mm Crushed rock surface course, CR # 0/16
150 mm Crushed rock base course, CR # 0/50
400 mm Crushed rock sub-base, CR # 0/100
600 mm Filter layer, sand
In total 1200 mm

MR 3
150 mm Crushed rock surface course / base course, CR # 0/50
400 mm Supporting layer, interlayer, CR # 0/100
1450 mm Roadbed, blasted rock
In total 2000 mm

Asphalt pavement

Gravel surface

Clean water

Dirty water

Copyright © PÖYRY. All rights are reserved. The information contained in this document is the exclusive property of PÖYRY and shall not be reproduced or disclosed or communicated to any unauthorized person or used in any other unauthorized way whatsoever without permission in writing from PÖYRY.

NORTHLAND

Reviewed | Sign. | Date
Approved | Sign. | Date
Northland Mine's drawing number

Project
HANNUKAINEN PHASE 2 DFS

Contract no
16FCI1018.90

PÖYRY

Constr LUN	Sign.	Date 14.12.2012
Reviewed JLS	Sign	Date 14.12.2012
Approved JLS	Sign	Date 14.12.2012

INFRASTRUCTURE WP

Ref .drawings

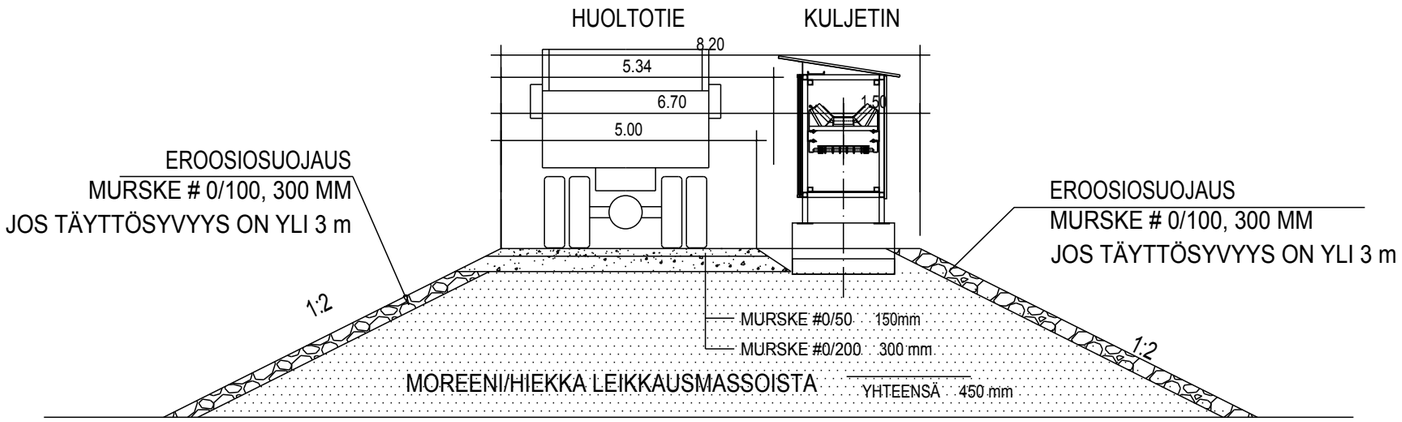
CRUSHER AREA LEVELING PLAN

Design Field / Discipline	Scale	Size
EARTHW	1:1000	A1

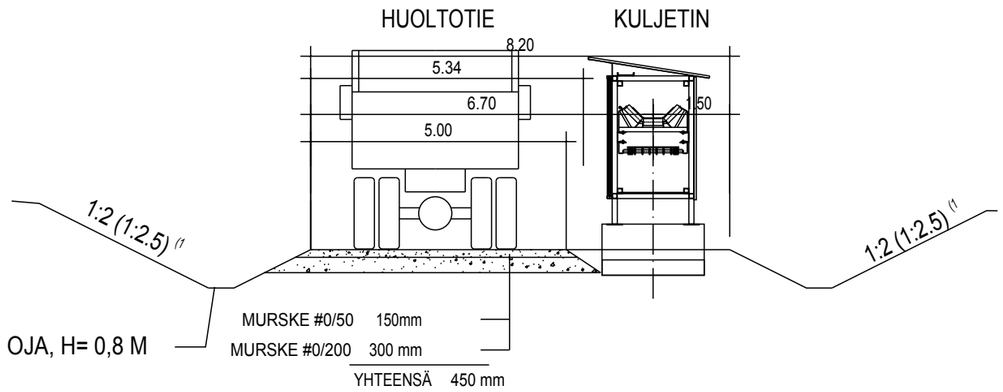
Drawing number
16FCI1018-10194

Rev.

KULJETIN
TYYPPIPOIKKILEIKKAUS
PENGER
1:120

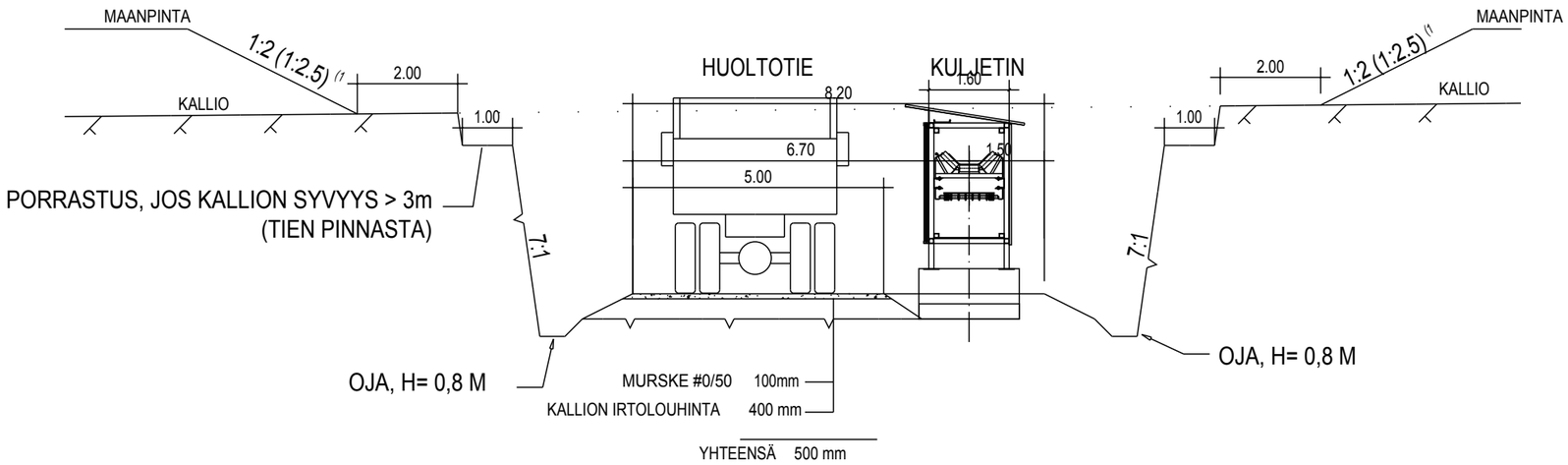


KULJETIN
TYYPPIPOIKKILEIKKAUS
MAALEIKKAUS
1:120



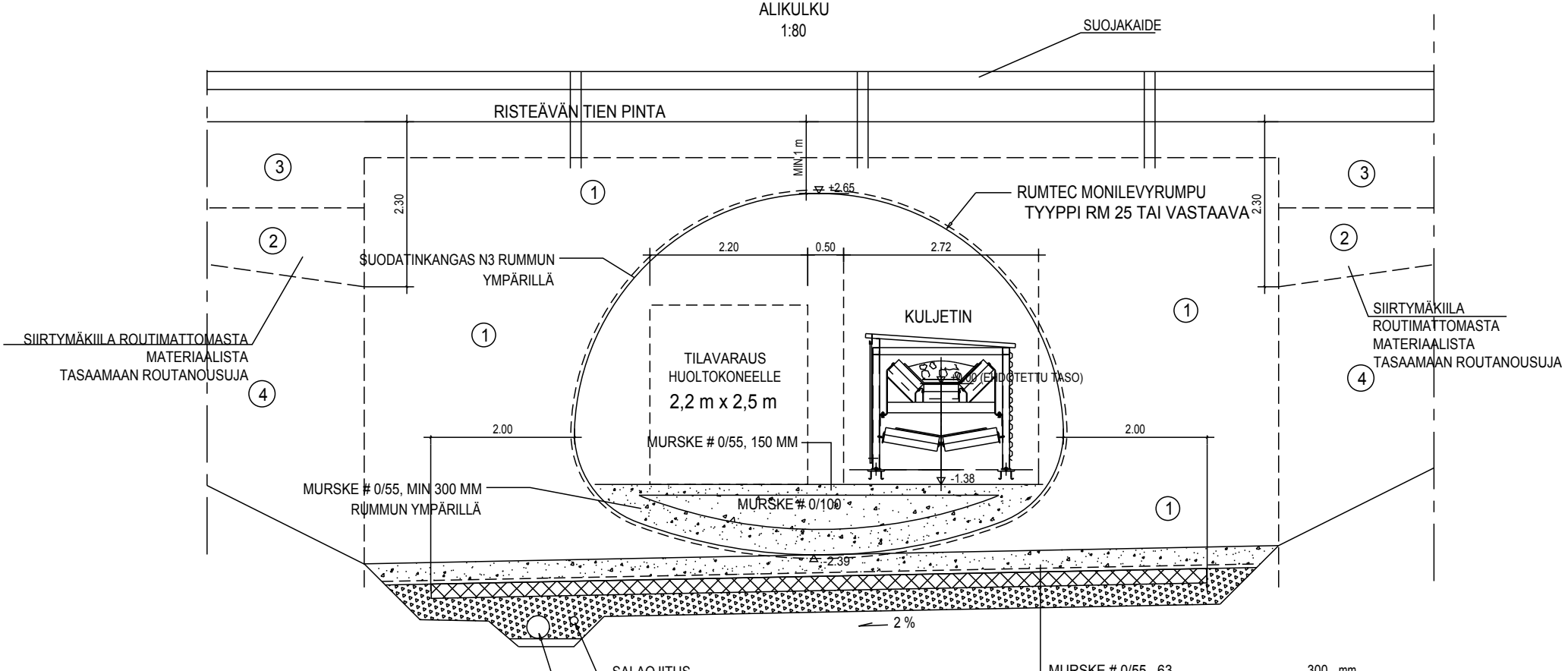
(1 JOS KAIVANNON SYVYYS ON YLI 3 m, LUISKAN KALTEVUUS 1:2,5

KULJETIN
TYYPPIPOIKKILEIKKAUS
KALLIOLEIKKAUS
1:120



PÖYRY

KULJETIN
TYYPPIPOIKKILEIKKAUS
ALIKULKU
1:80

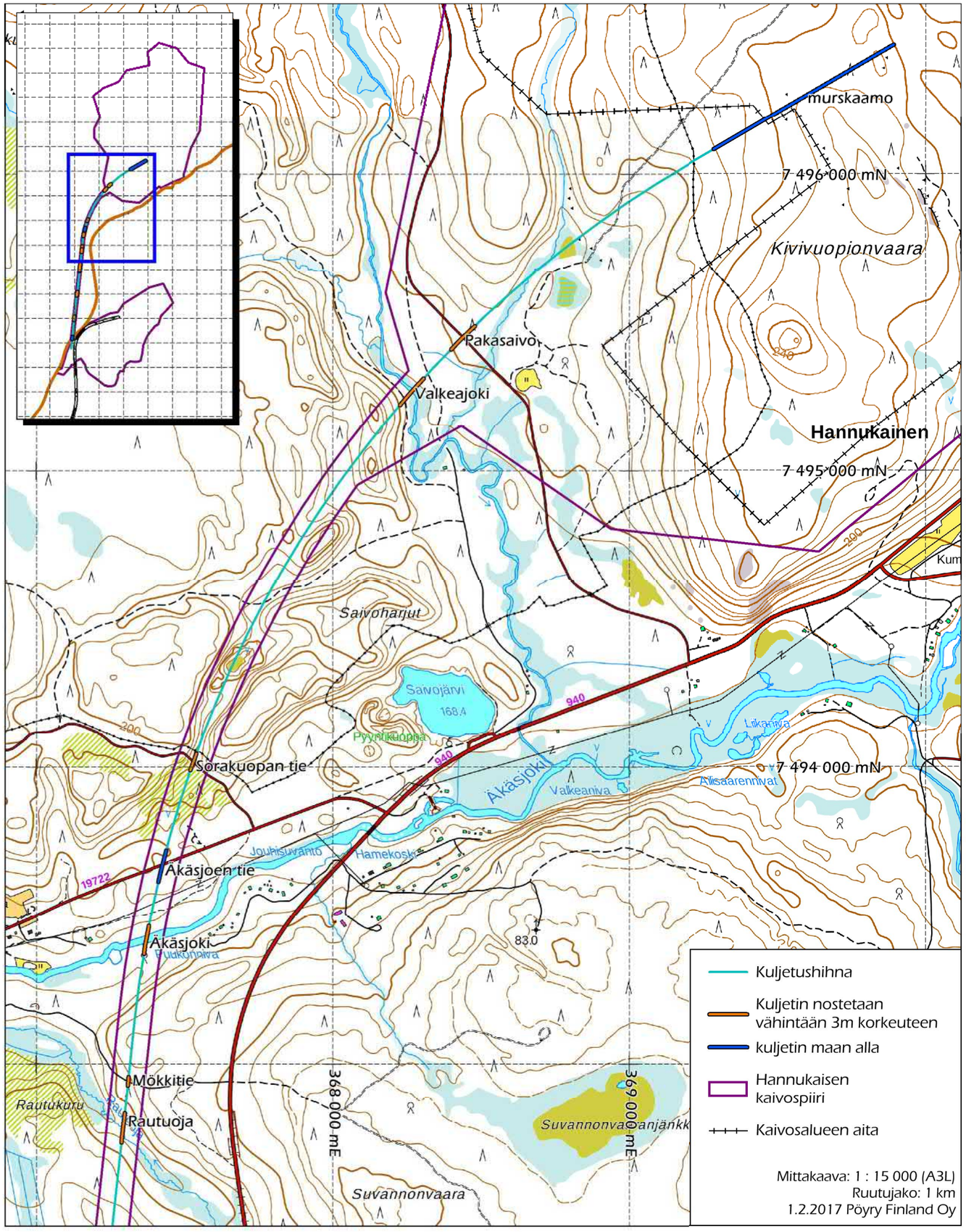


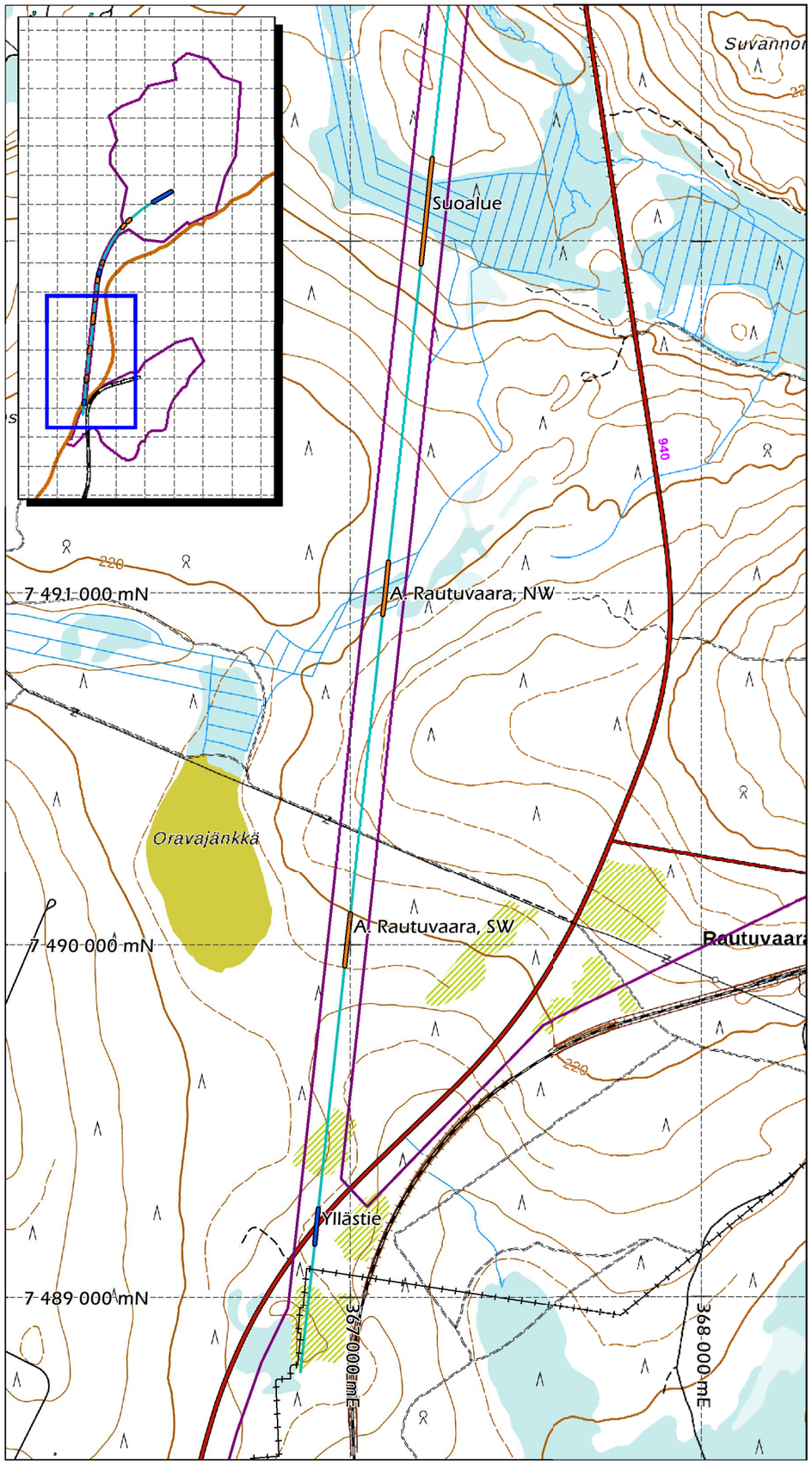
MURSKE # 0/55...63	300	mm
SUODATINKANGAS, N3		
XPS LÄMMÖNERISTE	200	mm
KUIVATUSKERROS, SEPELI # 6/32	300	mm

TÄYTÖT:

1. MURSKETÄYTTÖ # 0/55...63, D>95%
2. TÄYTTÖ ROUTIMATTOMASTA MATERIAALISTA D>92%
3. TIENRAKENNEKERROKSET
4. KITKAMAATÄYTTÖ (ESIM. MOREENI)

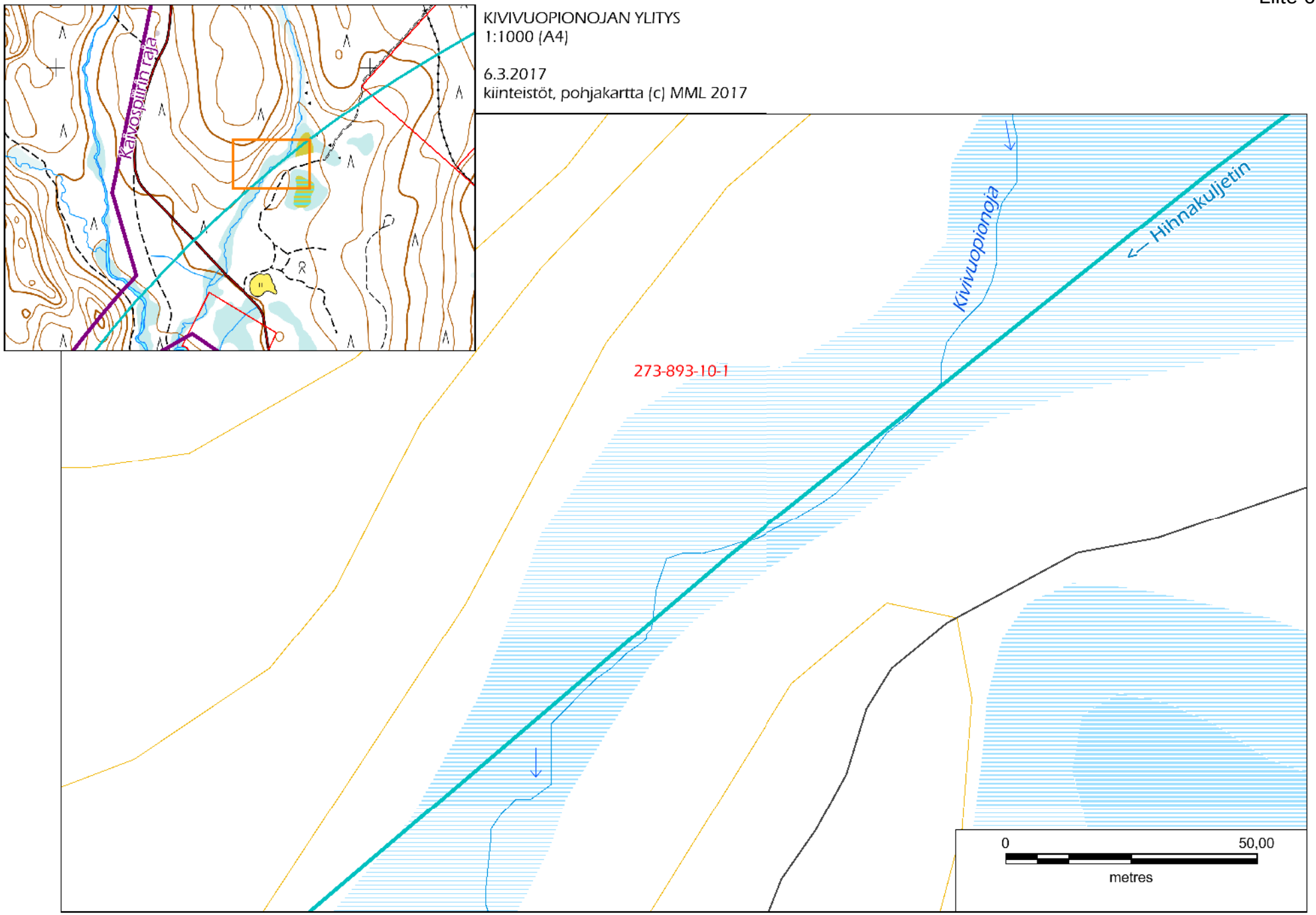
Liite 6


murskaamo
7 496 000 mN
Kivivuopionvaara
Pakasaivo
Valkeajoki
Hannukainen
7 495 000 mN
Saivoharjut
Saivojärvi
168.4
Pyynikuoppa
Sorakuopan tie
Äkäsjoki
Valkeaniva
Liikaniva
Ailisaarenniva
7 494 000 mN
Jouhisuvanto
Hamekoski
Äkäsjoen tie
19722
Äkäsjoki
Pudkuniva
83.0
Mökkitie
Rautukuru
Rautuoja
368 000 mE
369 000 mE
Suvannonvaara
Suvannonvaanjänkk
Kuljetushihna
Kuljetin nostetaan vähintään 3m korkeuteen
kuljetin maan alla
Hannukaisen kaivospiiri
Kaivosalueen aita
Mittakaava: 1 : 15 000 (A3L)
Ruutujako: 1 km
1.2.2017 Pöyry Finland Oy


Suvannon
Suoalue
7 491 000 mN
A. Rautuvaara, NW
Oravajänkkä
A. Rautuvaara, SW
7 490 000 mN
Rautuvaara
Yllästie
7 489 000 mN
367 000 mE
368 000 mE

KIVIVUOPIONOJAN YLITYS
1:1000 (A4)

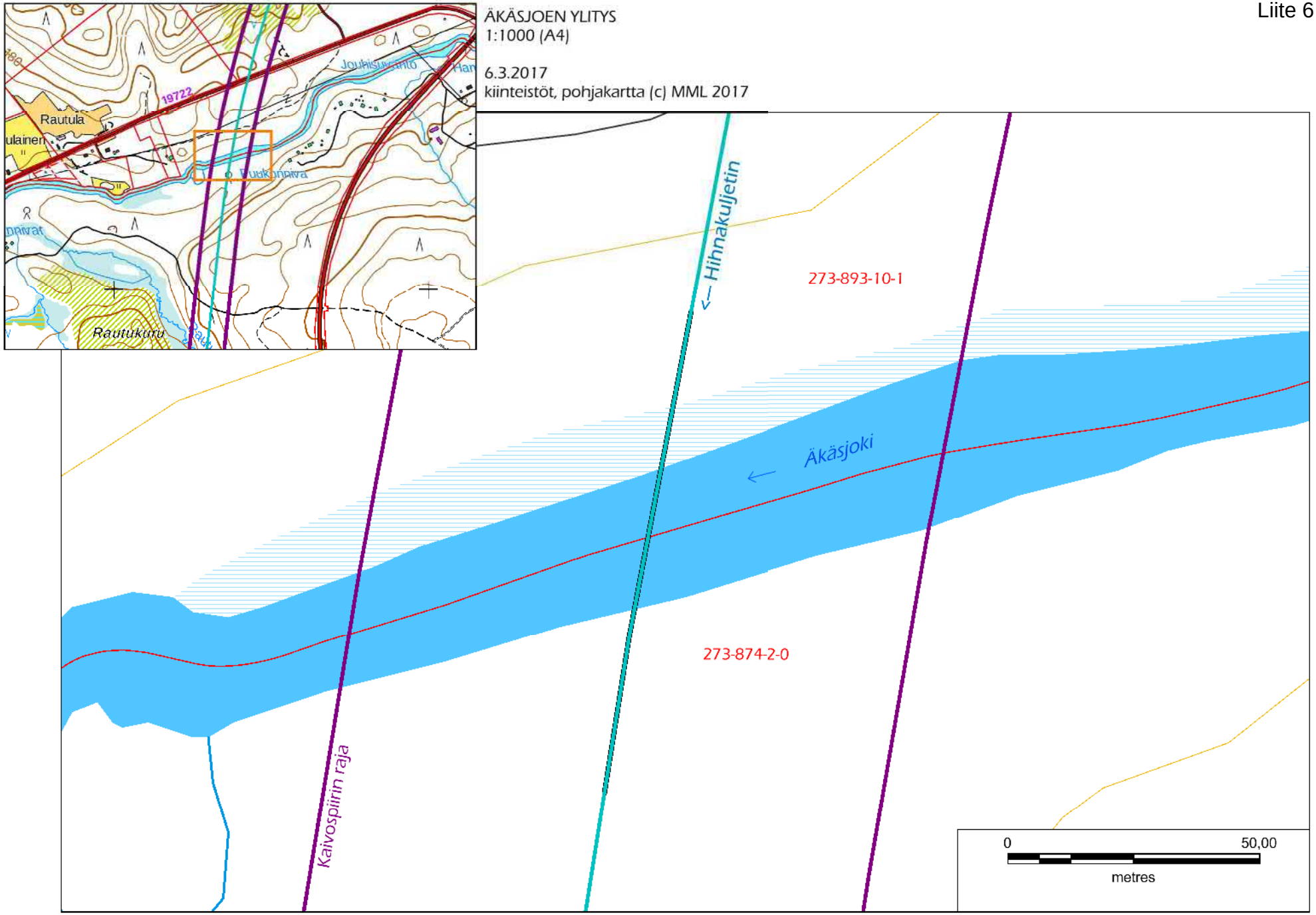
6.3.2017
kiinteistöt, pohjakartta (c) MML 2017



Liite 6

ÄKÄSJOEN YLITYS
1:1000 (A4)

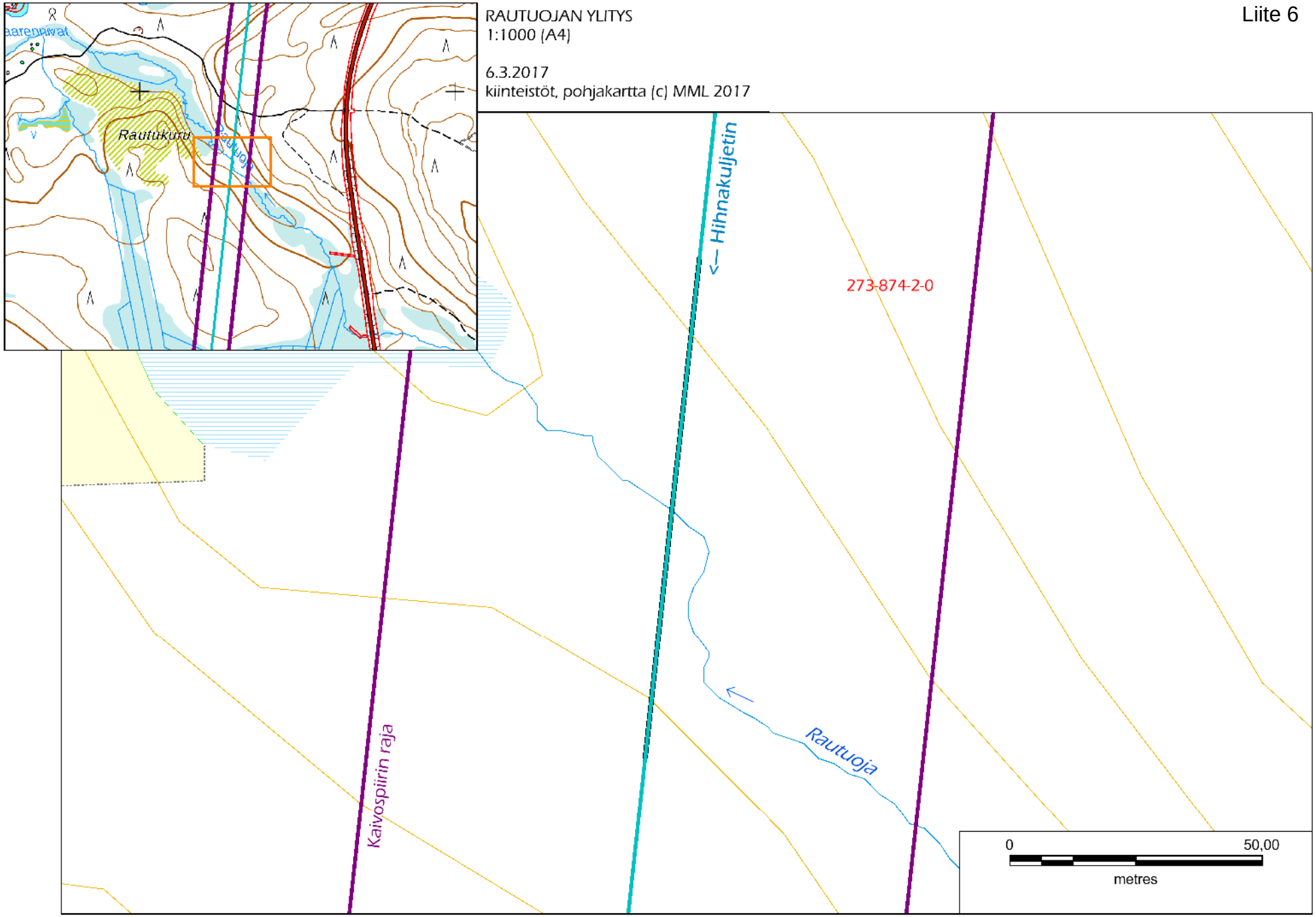
6.3.2017
kiinteistöt, pohjakartta (c) MML 2017



Liite 6

RAUTUOJAN YLITYS
1:1000 (A4)

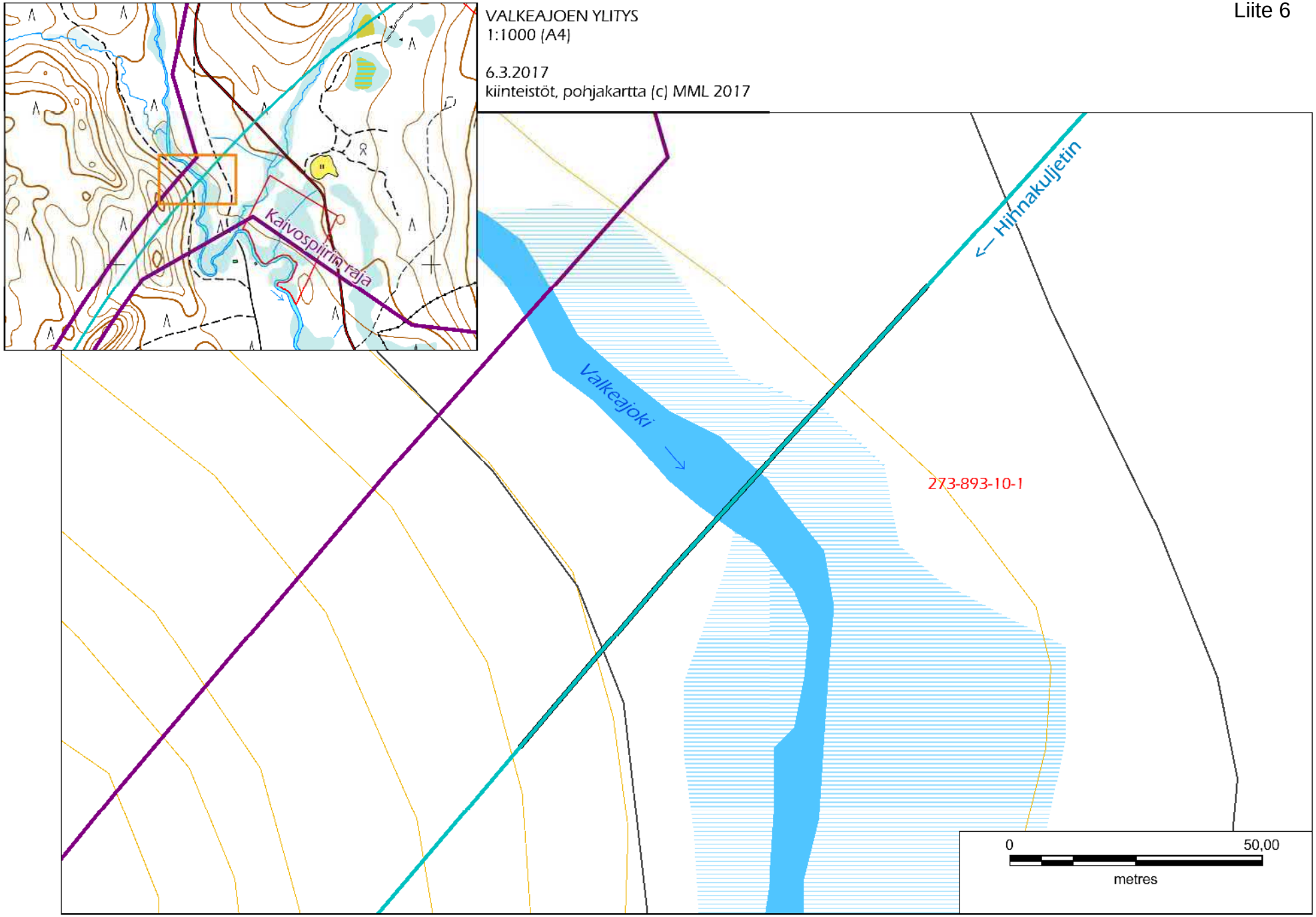
6.3.2017
kiinteistöt, pohjakartta (c) MML 2017



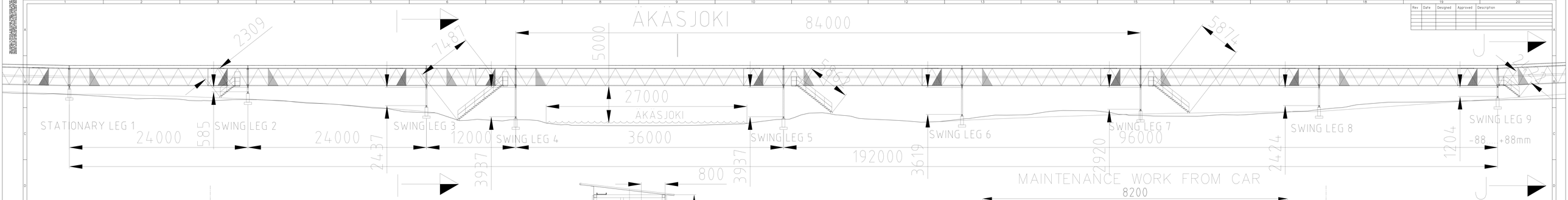
Liite 6

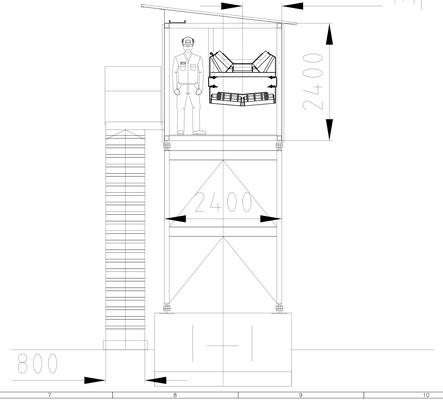
VALKEAJOEN YLITYS
1:1000 (A4)

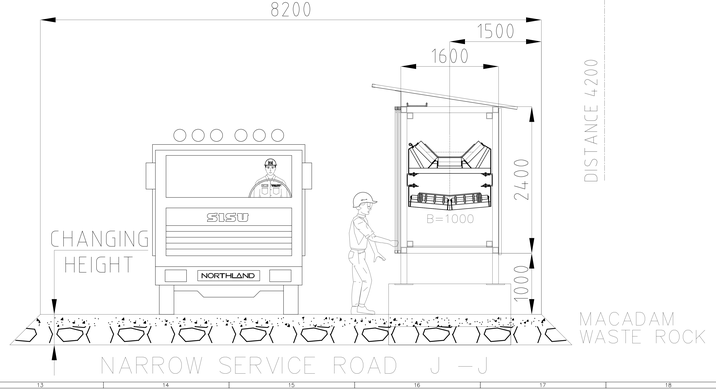
6.3.2017
kiinteistöt, pohjakartta (c) MML 2017



Rev	Date	Designed	Approved	Description





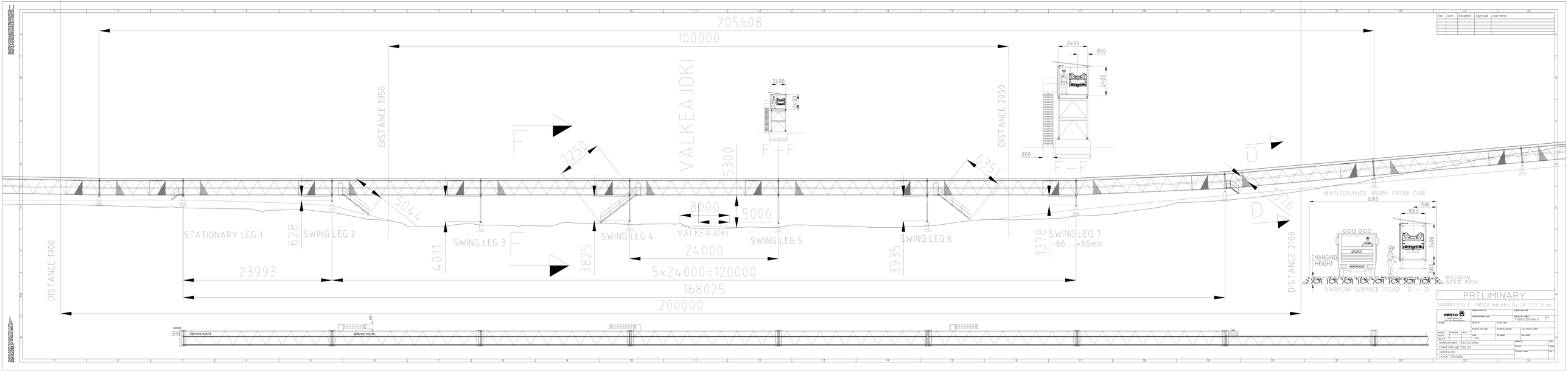


PRELIMINARY

SUUNNITTEILLA: SWECO Industry Oy 26.11.12 NLap

SWECO ZS (WEC-Industry) http://www.sweco-zs.com	Supplier project ID	Supplier Area code	
	Supplier document Type	Supplier doc. number F10872-200-004-4	Rev.
Customer	Project ID	Project name	
	Document class/code	Document area code	Tag / Position number
Designed 24.10.2012 NLAP			
Checked	Scale 1:500	ID number	Max number
Approved			
HANNUKAINEN - RAUTUVAARA			Refer to
CONVEYOR LINE 1220 t/h			Partner
AKÄSJOKI			Document number
LAYOUT DRAWING			

Size
Page
Rev.



Rev	Date	Designed	Approved	Description

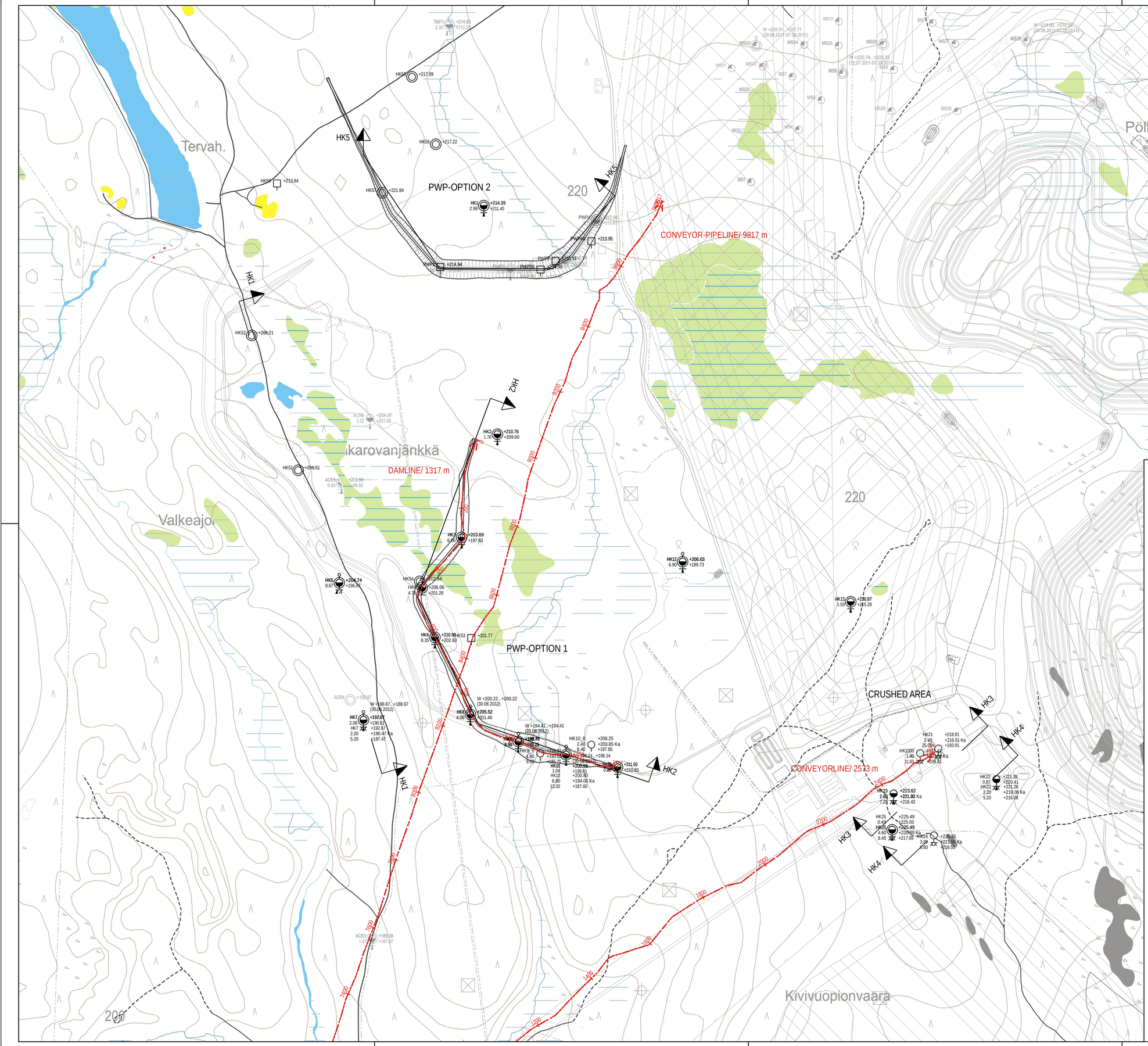
PRELIMINARY

SUUNNITTELLA: SWECO Industry Oy 28.11.12 NLop

SWECO
Sweco Industry Oy
Ala-Malmin tori 1, FI-00160 Helsinki

Customer	Project nr	Project name	
Drawed	16.09.2011	Drawed	Drawed size	Drawed scale	Sq. / Plotted scale
Approved		Scale	1:100	Old number	New number
HANNUKAINEN – RAUTUVAARA				Sheet nr.	Sign
CONVEYOR LINE 1220 t/h				Revised	Date
VALKEAJOKI				Drawed number	Rev.
LAYOUT DRAWING					

Liite 1



LEGEND AND AMOUNTS:

SWEDISH WEIGHT SOUNDING	29 PCS
RAM SOUNDING	4 PCS
FIELD VANE TEST	
TEMPORARY GROUND WATER OBSERVATION POINT	11 PCS
STANDPIPE, GW LEVEL MEASURING	
STANDPIPE/GROUND WATER SAMPLING+GW LEVEL MEASURING	
DISTURBED SOIL SAMPLING	19 PCS
UNDISTURBED SOIL SAMPLING	
DRILL SOUNDING (DRILLING 3M TO BEDROCK)	7 PCS

10m LUG — LUGEON TEST; OTHER DRILLING DEPTH

DISTURBED SOIL SAMPLING TO BEDROCK

PEAT THICKNESS DETERMINATION

TEST PIT FOR BORROW MATERIAL

STANDPIPES ARE EQUIPPED WITH PROTECTING TUBE OF STEEL

SR-CONVEYORLINE/ 2573 M — SOIL RADAR LINE, NUMBER /LENGHT

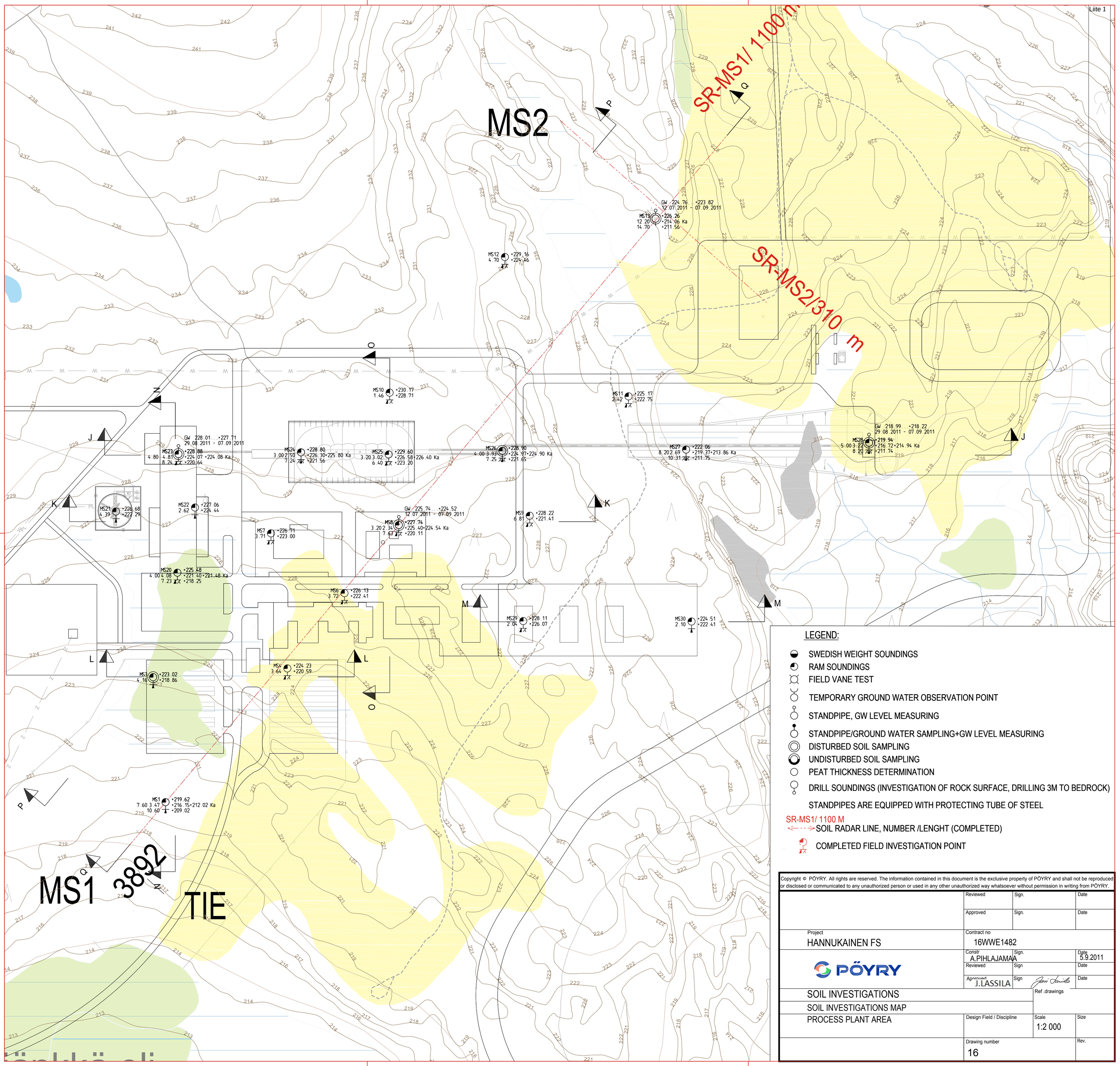
SRK's INVESTIGATION POINT (TEST PIT)

SRK's INVESTIGATION POINT (BORE HOLE)

Copyright © PÖYRY. All rights are reserved. The information contained in this document is the exclusive property of PÖYRY and shall not be reproduced or disclosed or communicated to any unauthorized person or used in any other unauthorized way whatsoever without permission in writing from PÖYRY.

	Reviewed	Sign.	Date
	Approved	Sign.	Date
	NorthIland Mine's drawing number		
Project: HANNUKAINEN DFS, PHASE 2	Contract no: 16UTS0149		
PÖYRY	Constr: LUN	Sign.	Date: 14.12.2012
	Reviewed: JLS	Sign	Date: 14.12.2012
	Approved: JLS	Sign	Date: 14.12.2012
			Ref .drawings
SOIL INVESTIGATIONS MAP HANNUKAINEN CRUSHER AREA, PWP PONDS	Design Field / Discipline	Scale: 1:5000	Size: A1
	Drawing number: 5		Rev.

Liite 1



LEGEND:

- SWEDISH WEIGHT SOUNDINGS
- RAM SOUNDINGS
- FIELD VANE TEST
- TEMPORARY GROUND WATER OBSERVATION POINT
- STANDPIPE, GW LEVEL MEASURING
- STANDPIPE/GROUND WATER SAMPLING+GW LEVEL MEASURING
- DISTURBED SOIL SAMPLING
- UNDISTURBED SOIL SAMPLING
- PEAT THICKNESS DETERMINATION
- DRILL SOUNDINGS (INVESTIGATION OF ROCK SURFACE, DRILLING 3M TO BEDROCK)

STANDPIPES ARE EQUIPPED WITH PROTECTING TUBE OF STEEL

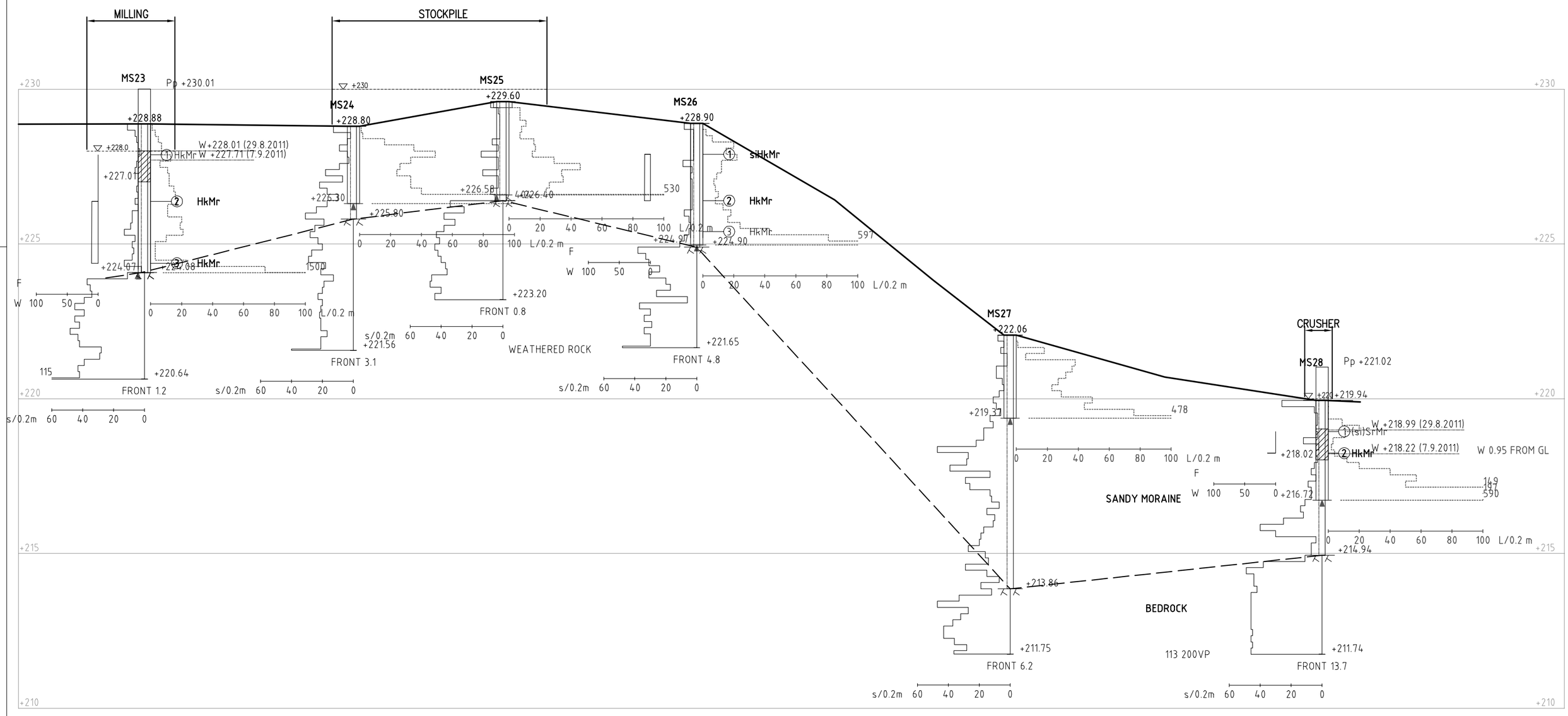
SR-MS1/ 1100 M
SOIL RADAR LINE, NUMBER /LENGHT (COMPLETED)

COMPLETED FIELD INVESTIGATION POINT

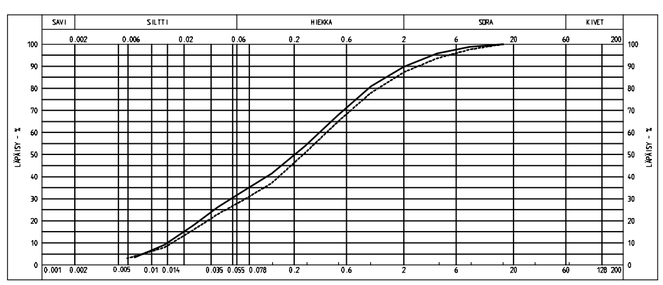
Copyright © PÖYRY. All rights are reserved. The information contained in this document is the exclusive property of PÖYRY and shall not be reproduced or disclosed or communicated to any unauthorized person or used in any other unauthorized way whatsoever without permission in writing from PÖYRY.

	Reviewed	Sign.	Date
	Approved	Sign.	Date
Project HANNUKAINEN FS	Contract no 16WWE1482		
PÖYRY	Constr A.PIHLAJAMAA	Sign.	Date 5.9.2011
	Reviewed	Sign	Date
	Approved J.LASSILA	Sign	Date
SOIL INVESTIGATIONS		Ref .drawings	
SOIL INVESTIGATIONS MAP			
PROCESS PLANT AREA	Design Field / Discipline	Scale 1:2 000	Size
	Drawing number 16		Rev.

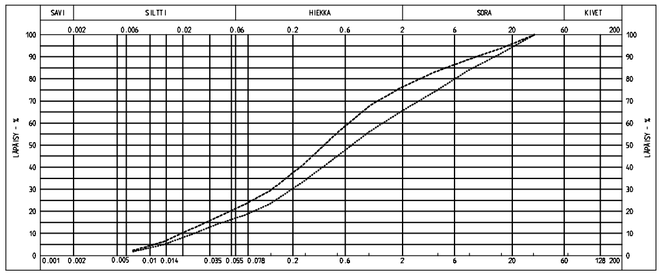
SECTION J - J
1:2000/1:100



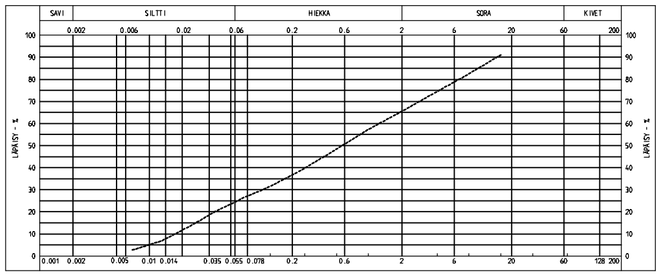
MS26
Näyte 1 _____ 2 .....



MS23
Näyte 2 ..... 3 .....



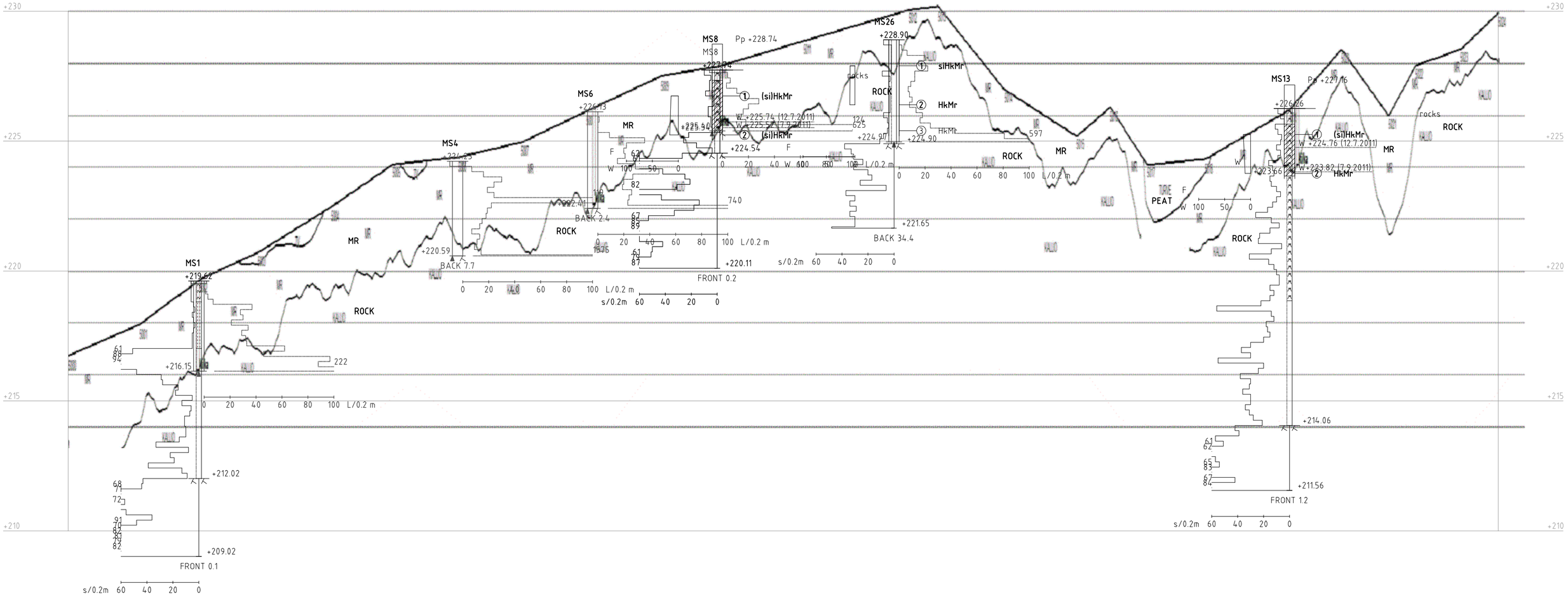
MS28
Näyte 2 .....



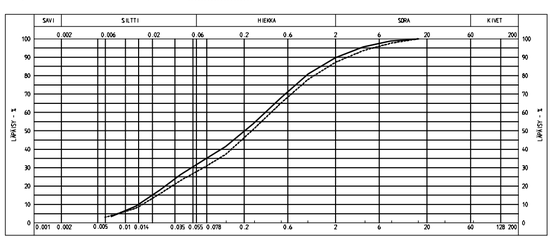
Copyright © PÖYRY. All rights are reserved. The information contained in this document is the exclusive property of PÖYRY and shall not be reproduced or disclosed or communicated to any unauthorized person or used in any other unauthorized way whatsoever without permission in writing from PÖYRY.

	Reviewed	Sign.	Date
	Approved	Sign.	Date
Project HANNUKAINEN FS	Contract no 16WWE1482		
PÖYRY	Constr A.PIHLAJAMAA	Sign.	Date 5.9.2011
	Reviewed	Sign	Date
	Approved J.LASSILA	Sign	Date
SOIL INVESTIGATIONS		Ref .drawings	
SECTION J-J			
PROCESS PLANT AREA	Design Field / Discipline	Scale 1:2000/1:100	Size
	Drawing number 17		Rev.

SECTION Q - Q
1:2000/1:100

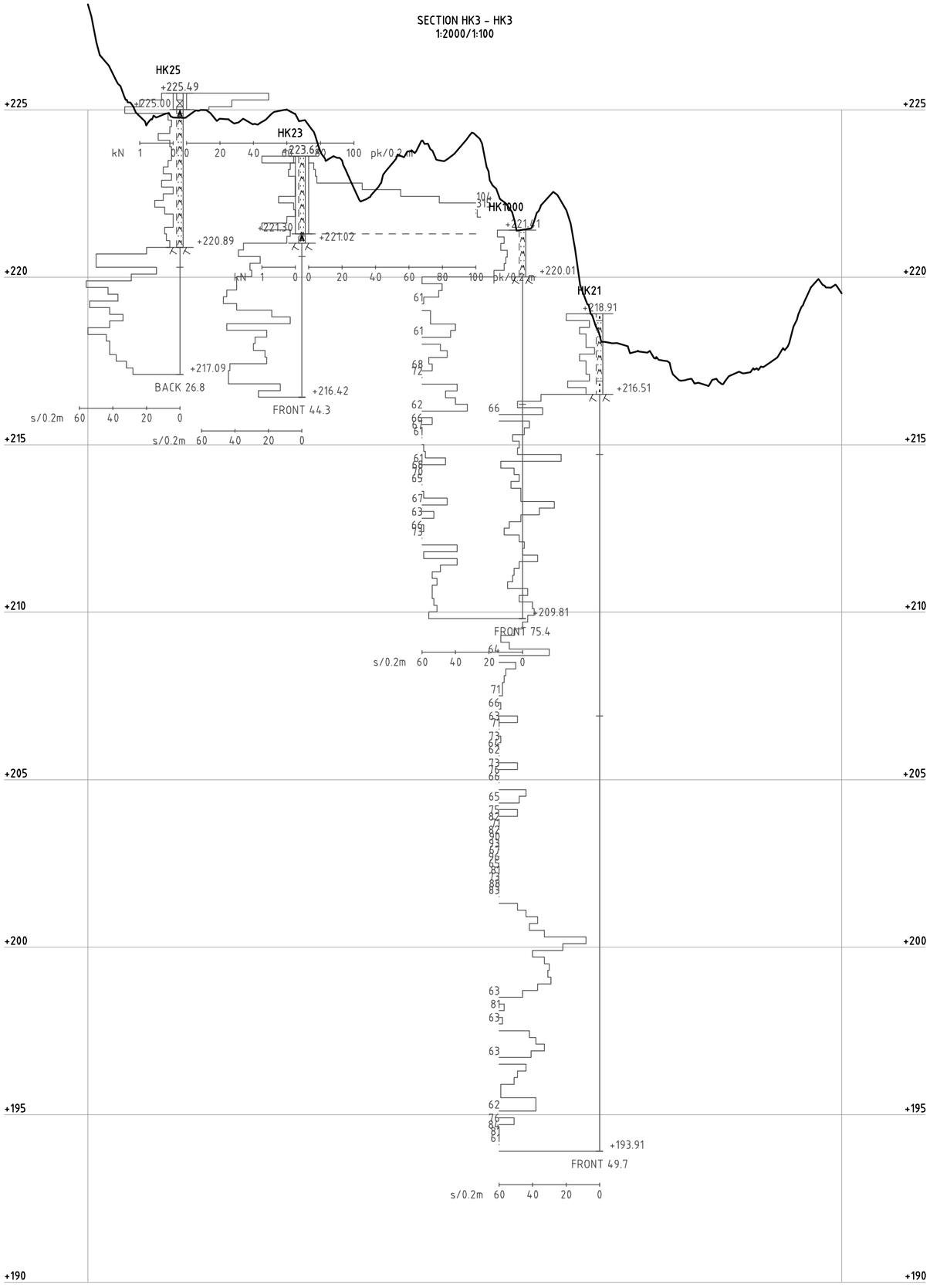


MS26
Näyte 1 _____ 2 _____



Copyright © PÖYRY. All rights are reserved. The information contained in this document is the exclusive property of PÖYRY and shall not be reproduced or disclosed or communicated to any unauthorized person or used in any other unauthorized way whatsoever without permission in writing from PÖYRY.

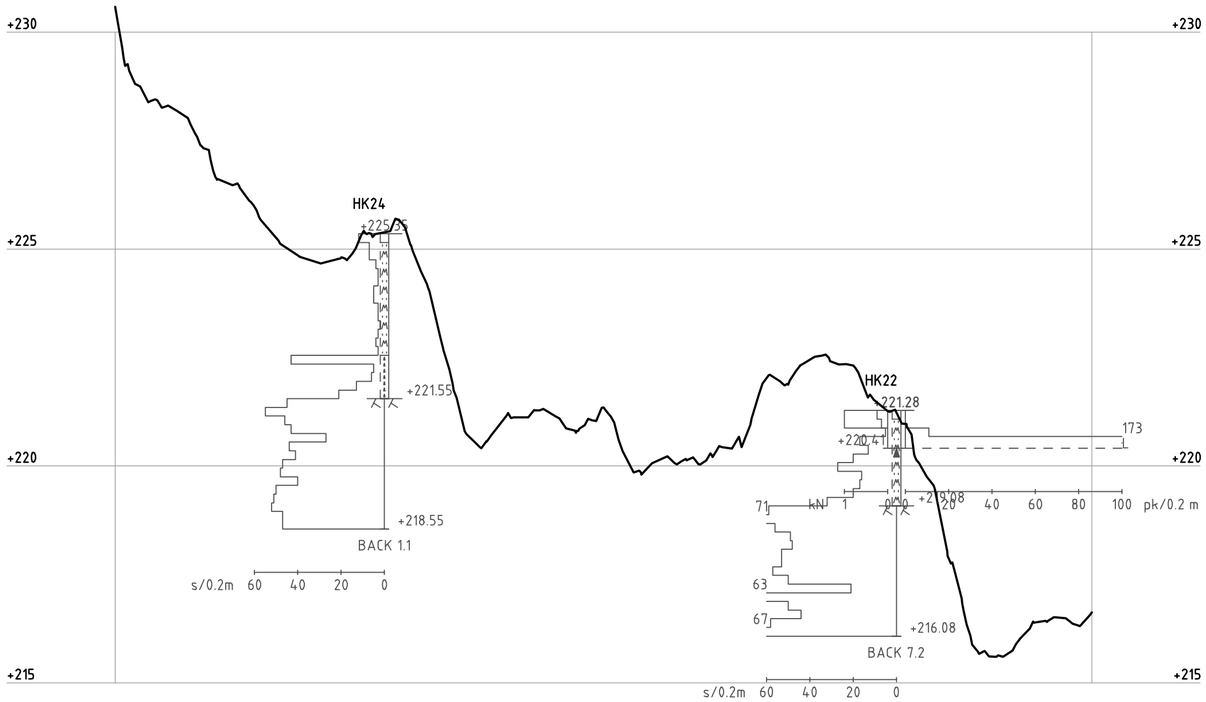
	Reviewed	Sign.	Date
	Approved	Sign.	Date
Project HANNUKAINEN FS	Contract no 16WWE1482		
PÖYRY	Constr A.PIHLAJAMAA	Sign.	Date 5.9.2011
	Reviewed	Sign	Date
	Approved J.LASSILA	Sign	Date
SOIL INVESTIGATIONS		Ref .drawings	
SECTION Q-Q			
PROCESS PLANT AREA	Design Field / Discipline	Scale 1:2000/1:100	Size
	Drawing number 24		Rev.



Copyright © PÖYRY. All rights are reserved. The information contained in this document is the exclusive property of PÖYRY and shall not be reproduced or disclosed or communicated to any unauthorized person or used in any other unauthorized way whatsoever without permission in writing from PÖYRY.

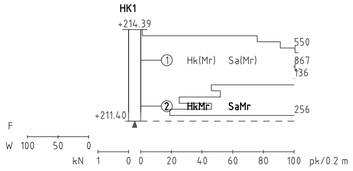
	Reviewed	Sign.	Date
	Approved	Sign.	Date
	Northland Mine's drawing number		
Project HANNUKAINEN DFS PHASE 2	Contract no 16UTS0149		
PÖYRY	Constr LUN	Sign.	Date 14.12.2012
	Reviewed JLS	Sign	Date 14.12.2012
	Approved JLS	Sign	Date 14.12.2012
		Ref .drawings	
SOIL INVESTIGATIONS HANNUKAINEN AREA, SECTION HK3-HK3	Design Field / Discipline	Scale 1:2000/1:100	Size A2
	Drawing number 302		Rev.

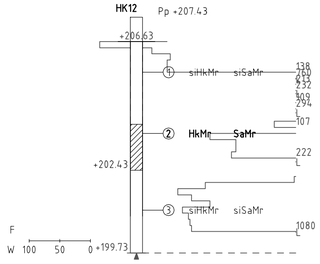
SECTION HK4 - HK4
1:2000/1:100

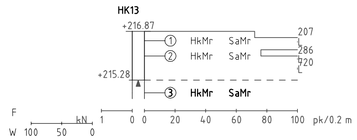


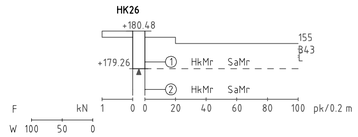
Copyright © PÖYRY. All rights are reserved. The information contained in this document is the exclusive property of PÖYRY and shall not be reproduced or disclosed or communicated to any unauthorized person or used in any other unauthorized way whatsoever without permission in writing from PÖYRY.

	Reviewed	Sign.	Date
	Approved	Sign.	Date
	Northland Mine's drawing number		
Project HANNUKAINEN DFS PHASE 2	Contract no 16UTS0149		
PÖYRY	Constr LUN	Sign.	Date 14.12.2012
	Reviewed JLS	Sign	Date 14.12.2012
	Approved JLS	Sign	Date 14.12.2012
		Ref .drawings	
SOIL INVESTIGATIONS HANNUKAINEN **AREA, SECTION HK4-HK4**	Design Field / Discipline	Scale 1:2000/1:100	Size A2
	Drawing number 303		Rev.

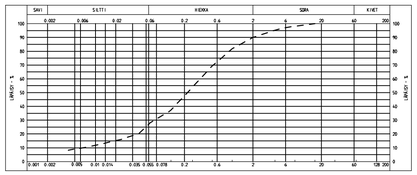




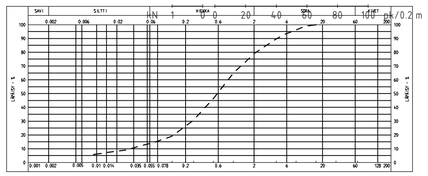




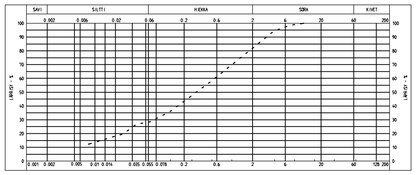
HK1
Sample 2

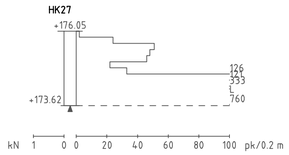


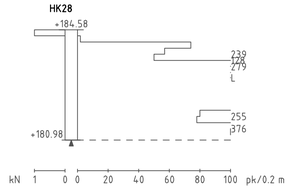
HK12
Sample 2

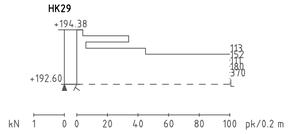


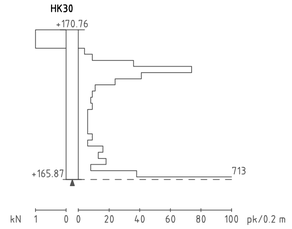
HK3
Sample 3

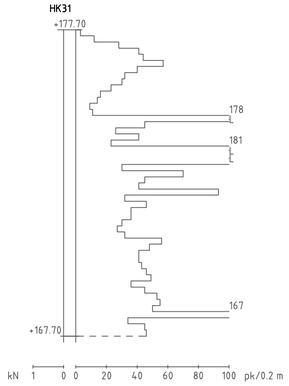


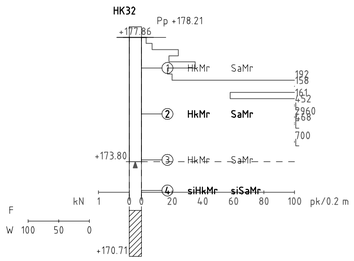


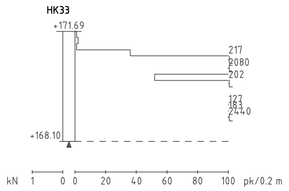


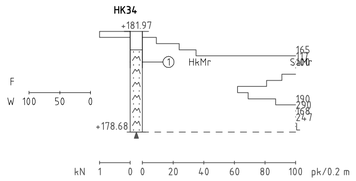


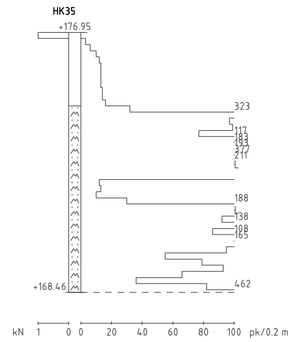




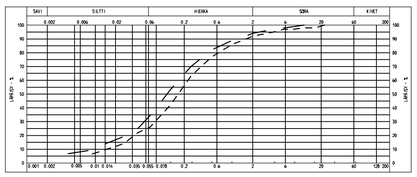






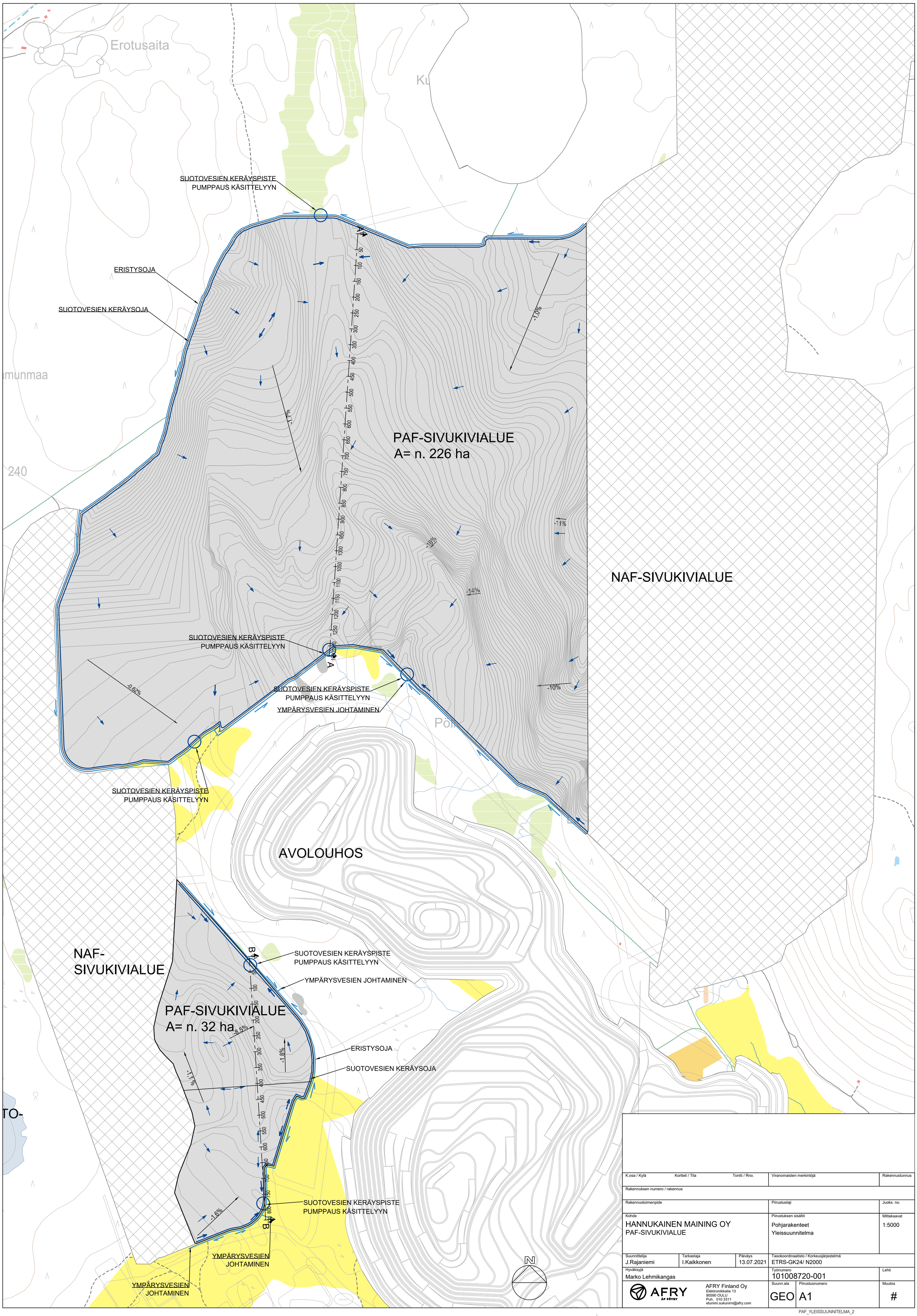


HK32
Sample 2 4

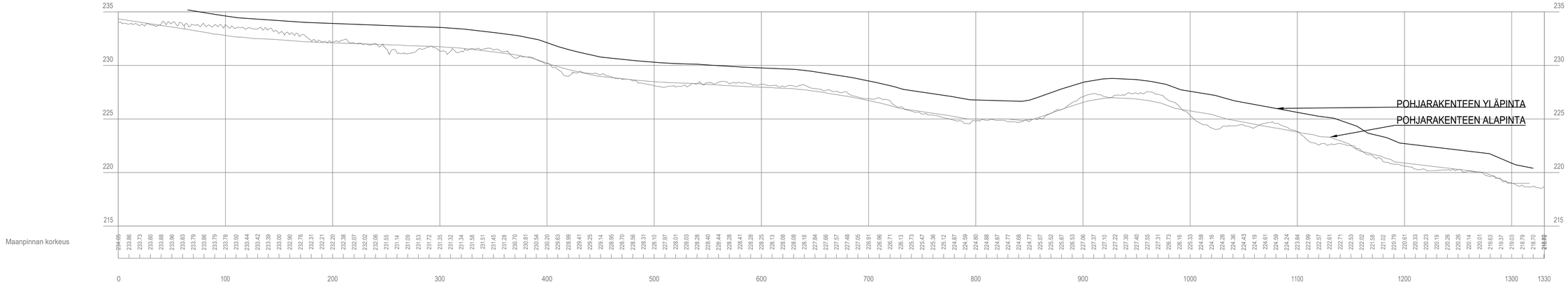


Copyright © PÖYRY. All rights are reserved. The information contained in this document is the exclusive property of PÖYRY and shall not be reproduced or disclosed or communicated to any unauthorized person or used in any other unauthorized way whatsoever without permission in writing from PÖYRY.

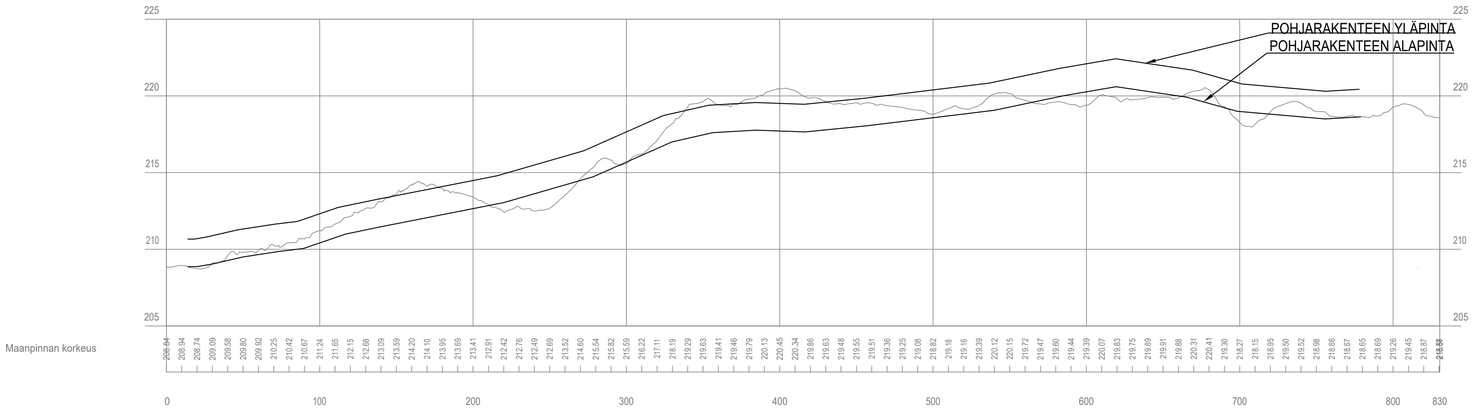
	Reviewed	Sign.	Date
	Approved	Sign.	Date
	NorthIsland Mine's drawing number		
Project: HANNUKAINEN DFS PHASE 2	Contract no: 16UTS0149		
PÖYRY	Consult: LUN	Sign.	Date: 14.12.2012
	Reviewed: JLS	Sign	Date: 14.12.2012
	Approved: JLS	Sign	Date: 14.12.2012
			Ref. drawings
SOIL INVESTIGATIONS			
SOIL INVESTIGATIONS HANNUKAINEN AREA INVESTIGATION POINTS HK1, HK12, HK13, HK26-HK35	Design Field / Discipline	Scale: 1:2000/1:100	Size: A1
	Drawing number: 305		Rev.

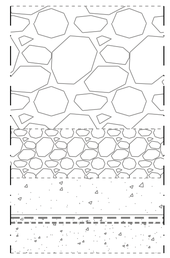

Erotusaita
SUOTOVESIEN KERÄYSPISTE
PUMPPAUS KÄSITTELYYN
ERISTYSOJA
SUOTOVESIEN KERÄYSOJA
PAF-SIVUKIVIALUE
A= n. 226 ha
NAF-SIVUKIVIALUE
SUOTOVESIEN KERÄYSPISTE
PUMPPAUS KÄSITTELYYN
SUOTOVESIEN KERÄYSPISTE
PUMPPAUS KÄSITTELYYN
YMPÄRYSVESIEN JOHTAMINEN
SUOTOVESIEN KERÄYSPISTE
PUMPPAUS KÄSITTELYYN
AVOLOUHOS
NAF-
SIVUKIVIALUE
SUOTOVESIEN KERÄYSPISTE
PUMPPAUS KÄSITTELYYN
YMPÄRYSVESIEN JOHTAMINEN
PAF-SIVUKIVIALUE
A= n. 32 ha
ERISTYSOJA
SUOTOVESIEN KERÄYSOJA
SUOTOVESIEN KERÄYSPISTE
PUMPPAUS KÄSITTELYYN
YMPÄRYSVESIEN
JOHTAMINEN
YMPÄRYSVESIEN
JOHTAMINEN
N
K.osa / Kylä
Kortteli / Tila
Tontti / Rno.
Viranomaisten merkintöjä
Rakennustunnus
Rakennuksen numero / rakennus
Rakennustoimenpide
Piirustuslaji
Juoks. no.
Kohde
HANNUKAINEN MAINING OY
PAF-SIVUKIVIALUE
Piirustuksen sisältö
Pohjarakenteet
Yleissuunnitelma
Mittakaavat
1:5000
Suunnittelija
J.Rajaniemi
Tarkastaja
I.Kaikkonen
Päiväys
13.07.2021
Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä
ETRS-GK24/ N2000
Hyväksyjä
Marko Lehmikangas
Työnumero
101008720-001
Lehti
AFRY
AFRY Finland Oy
Elektroniikkatie 13
90590 OULU
Puh. 010 3311
etunimi.sukunimi@afry.com
Suunn.ala
GEO
Piirustusnumero
A1
Muutos
#
PAF_YLEISSUUNNITELMA_2

PITUUSLEIKKAUS A-A:
1:2000/1:200



PITUUSLEIKKAUS B-B:
1:2000/1:200





RAKENNEKERROKSET STRUCTURE LAYERS
- LOUHETÄYTTÖ ROCK FILL #0/600 1000 mm
- LOUHETÄYTTÖ ROCK FILL #0/200 400 mm
- MURSKE CRUSHED ROCK #0/16 300 mm
- SUOJAGEOTEKSTIILI 800 g/m2
- HDPE-KALVO 1,5 mm JA BENTONIITTIMATTO 3,5 - 4 kg /m2, TAI VASTAAVAN SUOJAUSTASON OMAAVA TIIVISRAKENNE
- MOREENI

K.osa / Kylä	Korttteli / Tila	Tontti / Rno.	Viranomaisten merkintöjä	Rakennustunnus
Rakennuksen numero / rakennus				
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Juoks. no.
Kohde HANNUKAINEN MAINING OY PAF-SIVUKIVIALUE			Piirustuksen sisältö Pohjarakenteet Yleissuunnitelma	Mittakaavat 1:2000
Suunnittelija J.Rajaniemi	Tarkaastaja I.Kaikkonen	Päiväys 13.07.2021	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK24/ N2000	
Hyväksyjä Marko Lehmikangas			Työnumero 101008720-001	Lehti
AFRY AF PÖYRY	AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@afry.com		Suunn.ala GEO	Piirustusnumero / Muutos # Muutos

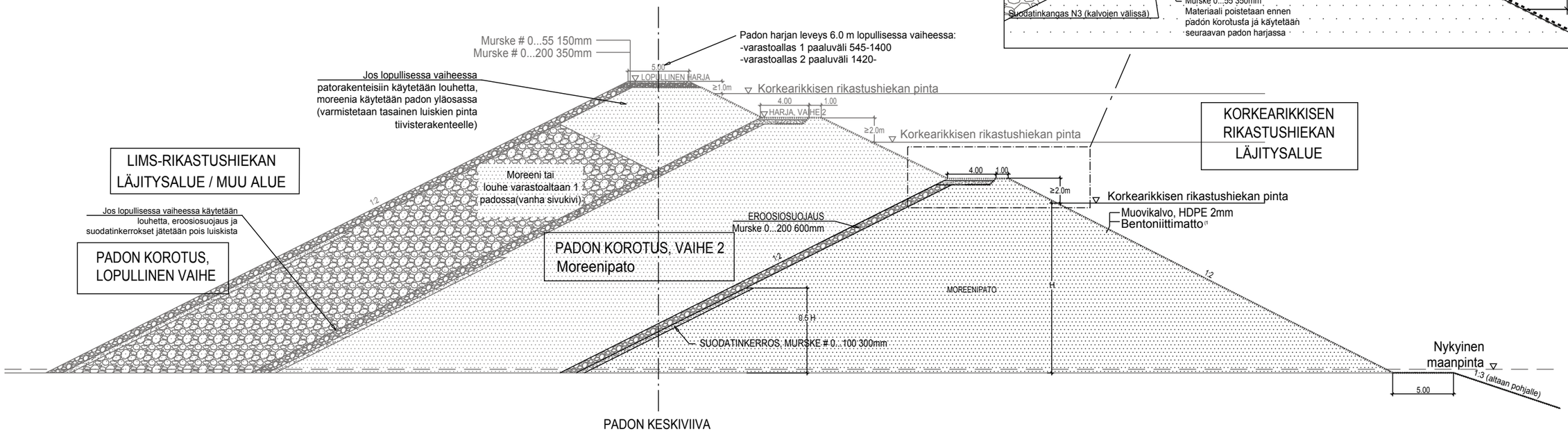
PÖYRY

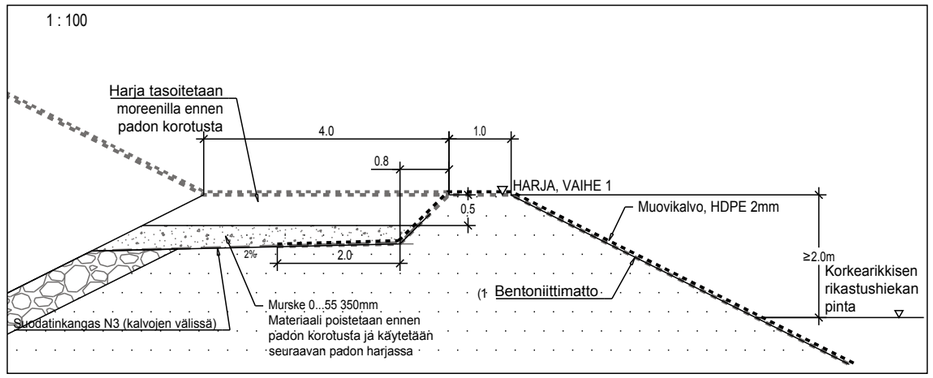
HANNUKAISEN KAIVOSHANKKEEN YMPÄRISTÖLUPA
PATOJEN POIKKILEIKKAUKSET

KORKEARIKKISEN RIKASTUSHIEKKA-ALUEEN PATO

1:350

Varastoallas 1 ja 2
Padon tyyppipoikkileikkaus 1

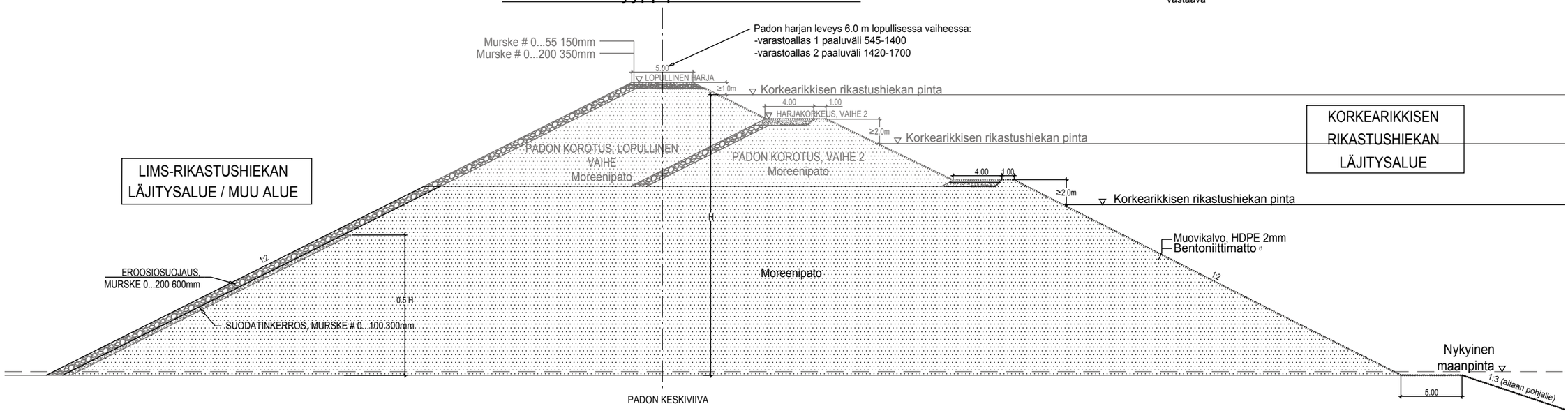




EROOSIOSUOJAUS- JA HARJAKERROKSET POISTETAAN ENNEN PADON KOROTUSTA JA KÄYTETÄÄN SEURAAVAN VAIHEEN PADON LUISKISSA

[1] Bentoniittimatto: Bentomat AS50 (bentoniitin määrä 3.5kg/m²) tai vastaava

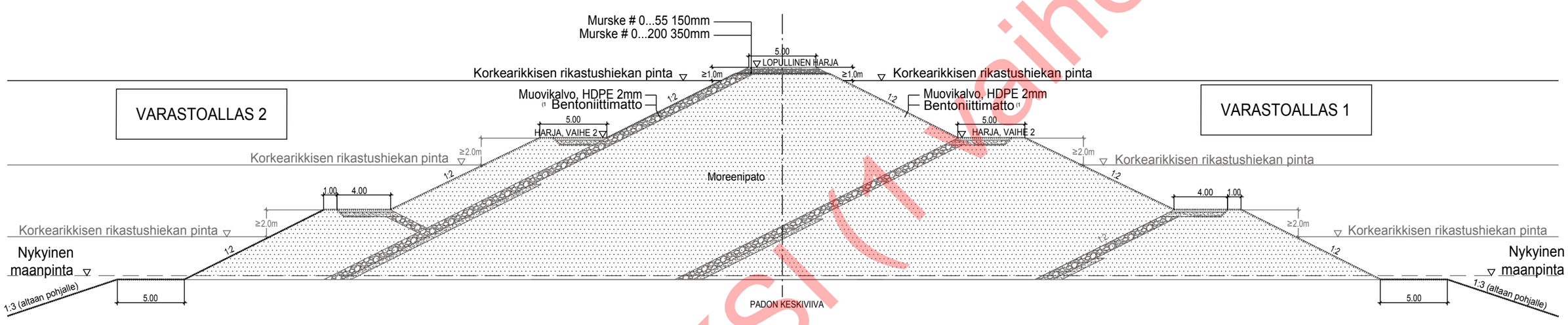
Varastoallas 2
Padon tyyppipoikkileikkaus 2



PÖYRY

KORKEARIKKISEN RIKASTUSHIEKKA-ALUEEN PATO 1:300

Varastoaltaiden 1 ja 2 välinen pato (lopullinen vaihe)
Padon tyyppipoikkileikkaus 3

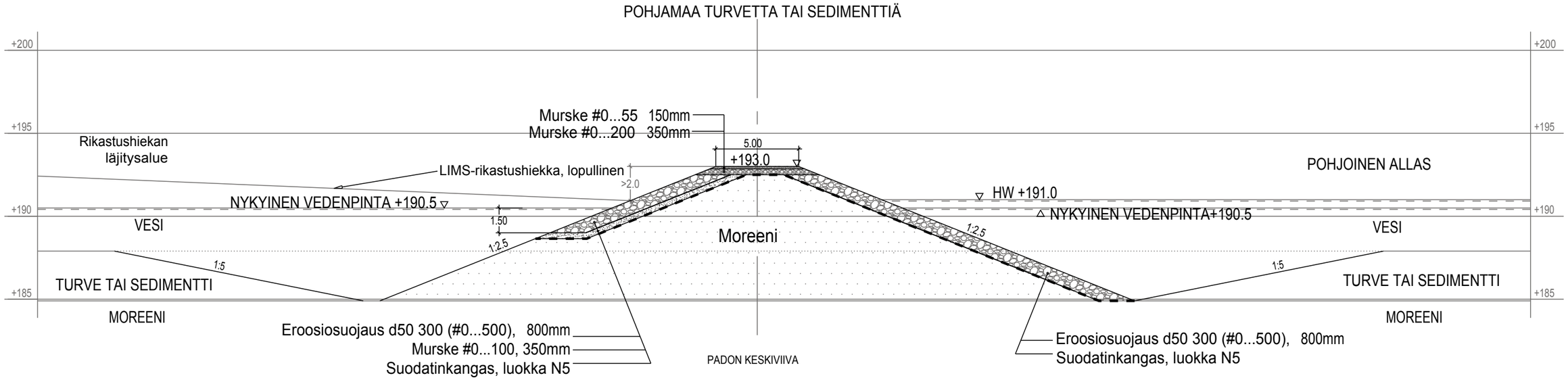


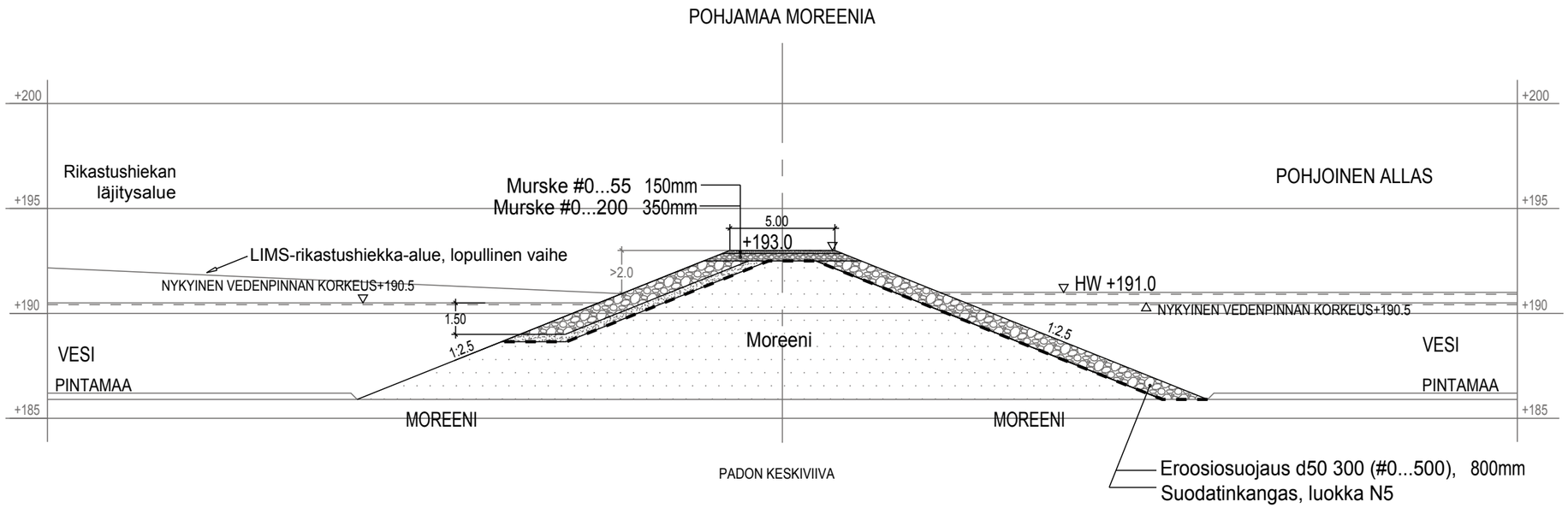
EROOSIOSUOJAUS- JA HARJAKERROKSET POISTETAAN ENNEN PADON KOROTUSTA JA KÄYTETÄÄN SEURAAVAN VAIHEEN PADON LUISKISSA

[1] Bentoniittimatto: Bentomat AS50 (bentoniitin määrä 3.5kg/m²) tai vastaava

TÄMÄ UUSIKSI (1 vaihe pois)

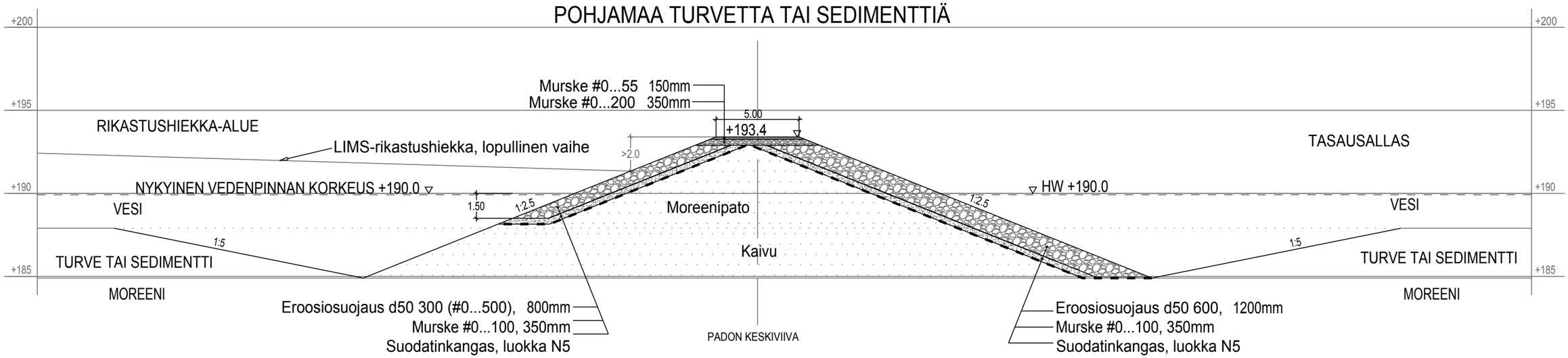
RIKASTUSHIEKKA-ALUEEN POHJOINEN PATO 1:250



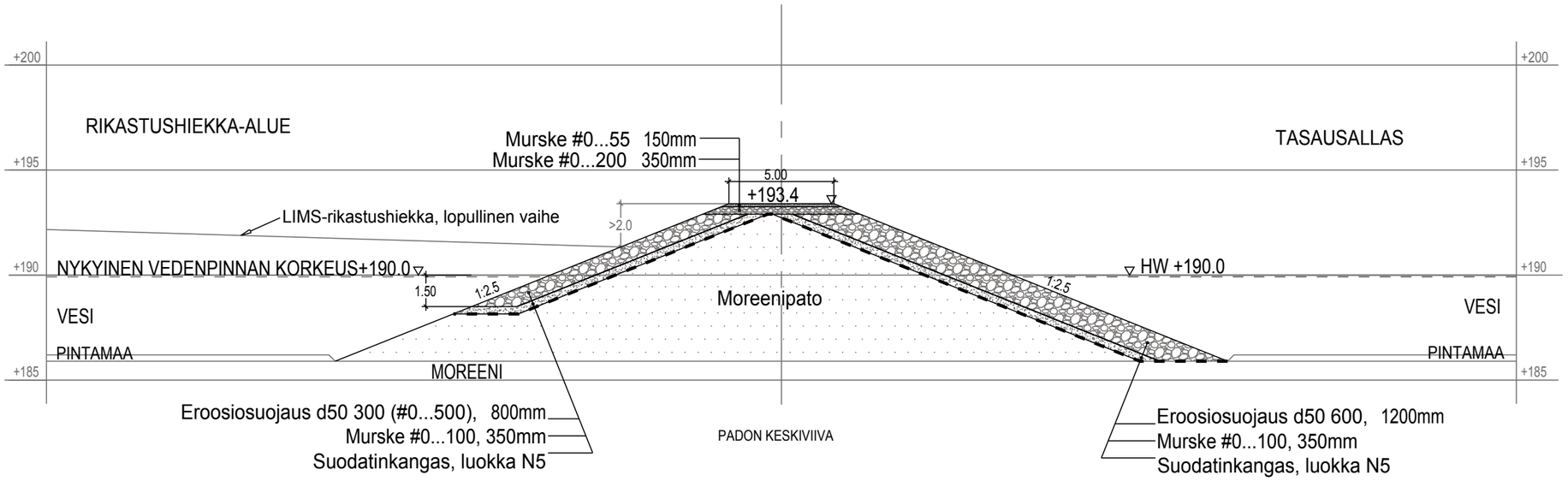


RIKASTUSHIEKKA-ALUEEN ETELÄINEN PATO 1:250

POHJAMAA TURVETTA TAI SEDIMENTTIÄ

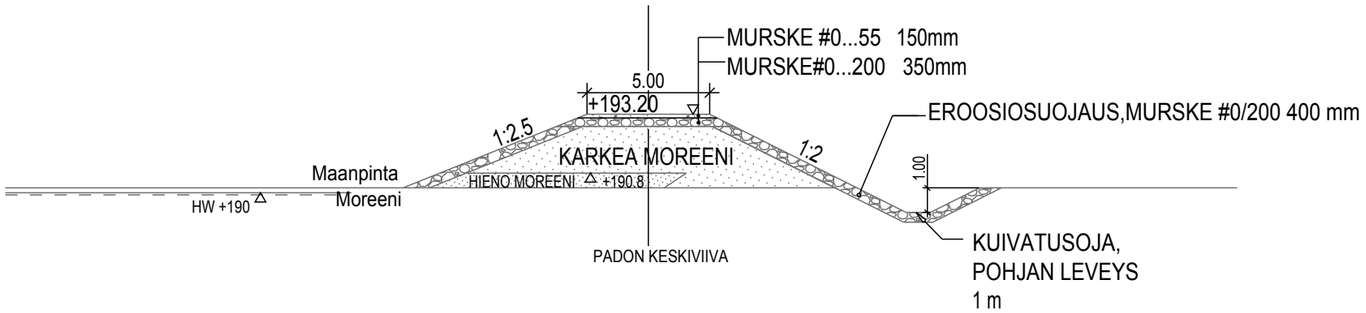


POHJAMAA MOREENIA

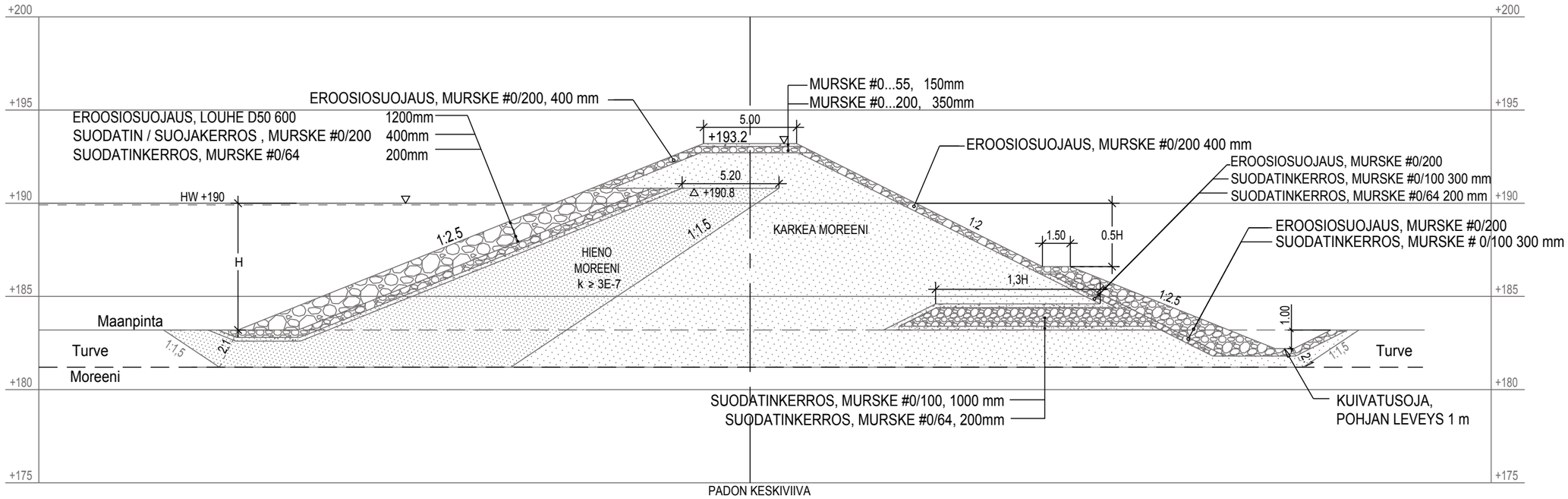


TASAUSALTAAN PATO 1:250

POHJAMAA MOREENIA

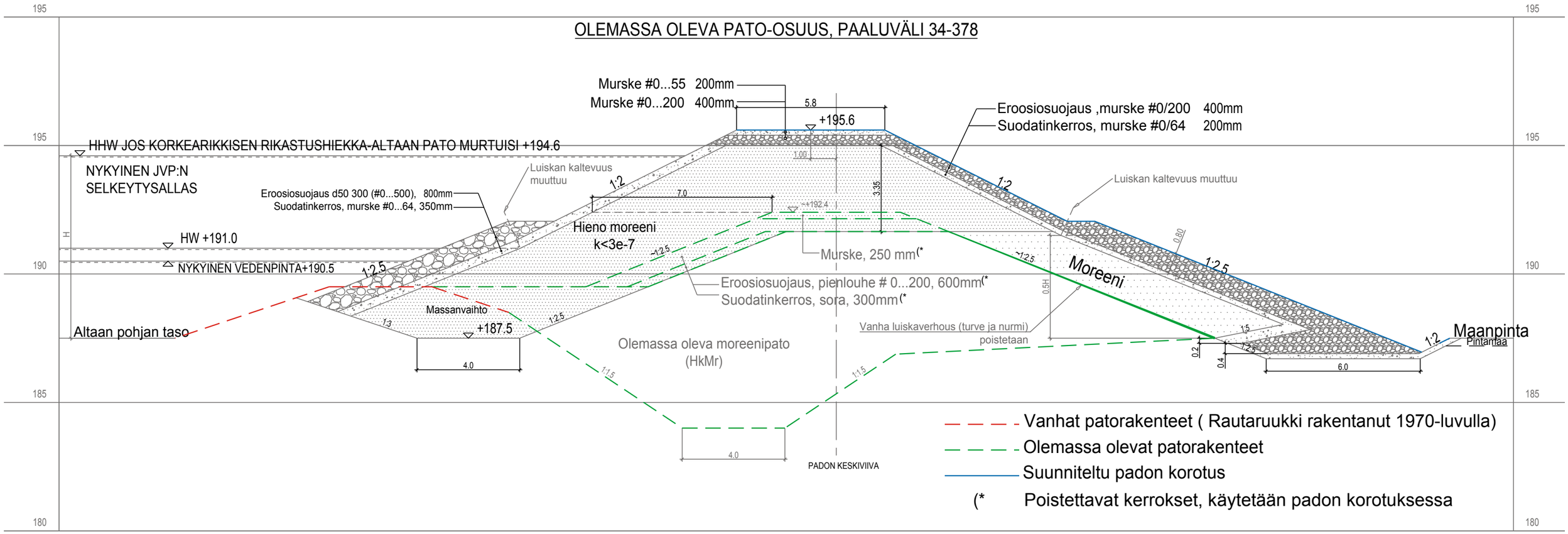


POHJAMAA TURVETTA

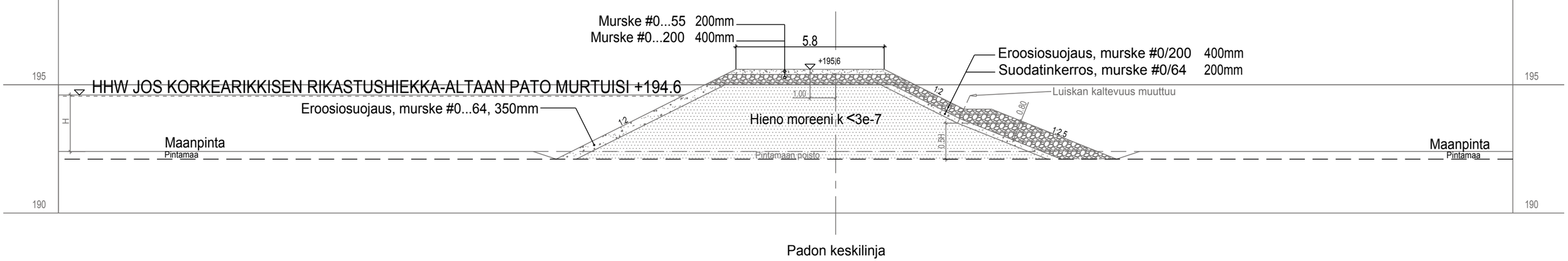


JÄTEVEDENPUHDISTAMON PADON KOROTUS 1:150

OLEMASSA OLEVA PATO-OSUUS, PAALUVÄLI 34-378

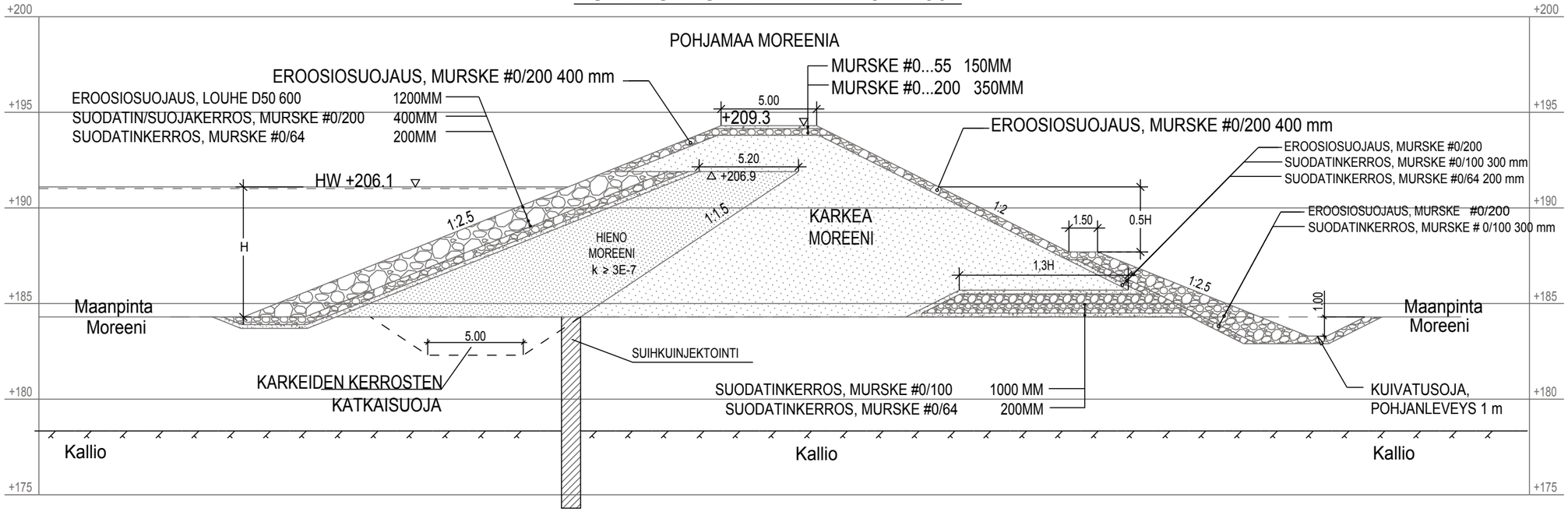


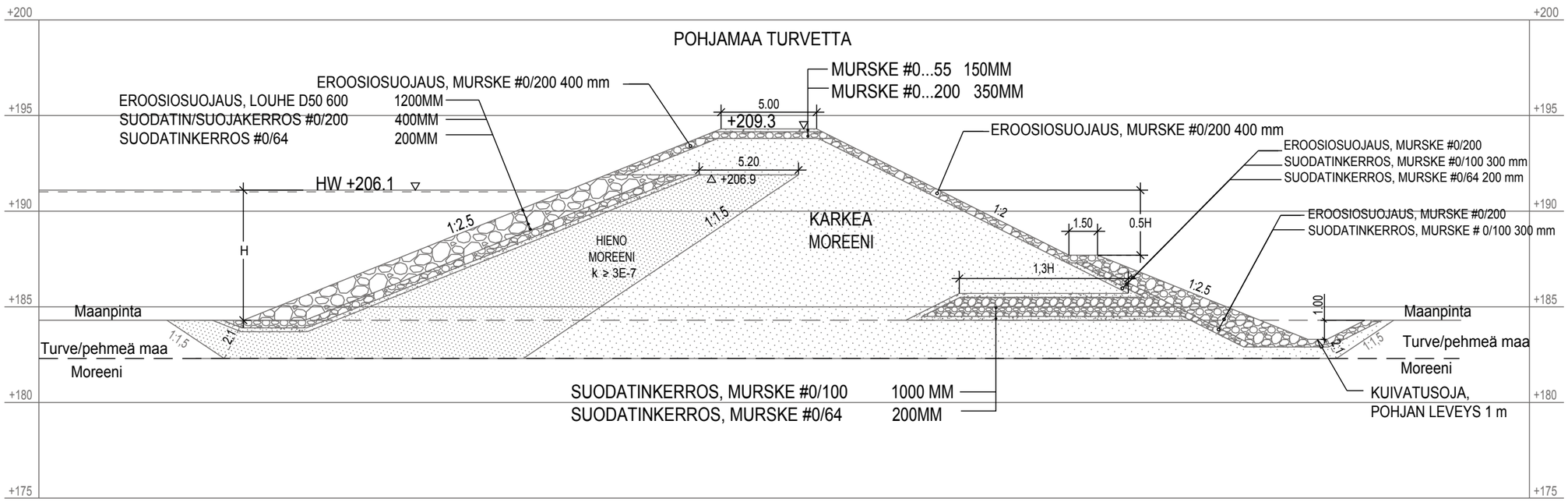
UUSI PATO-OSUUS, PAALUVÄLI 0-34 JA 378-462



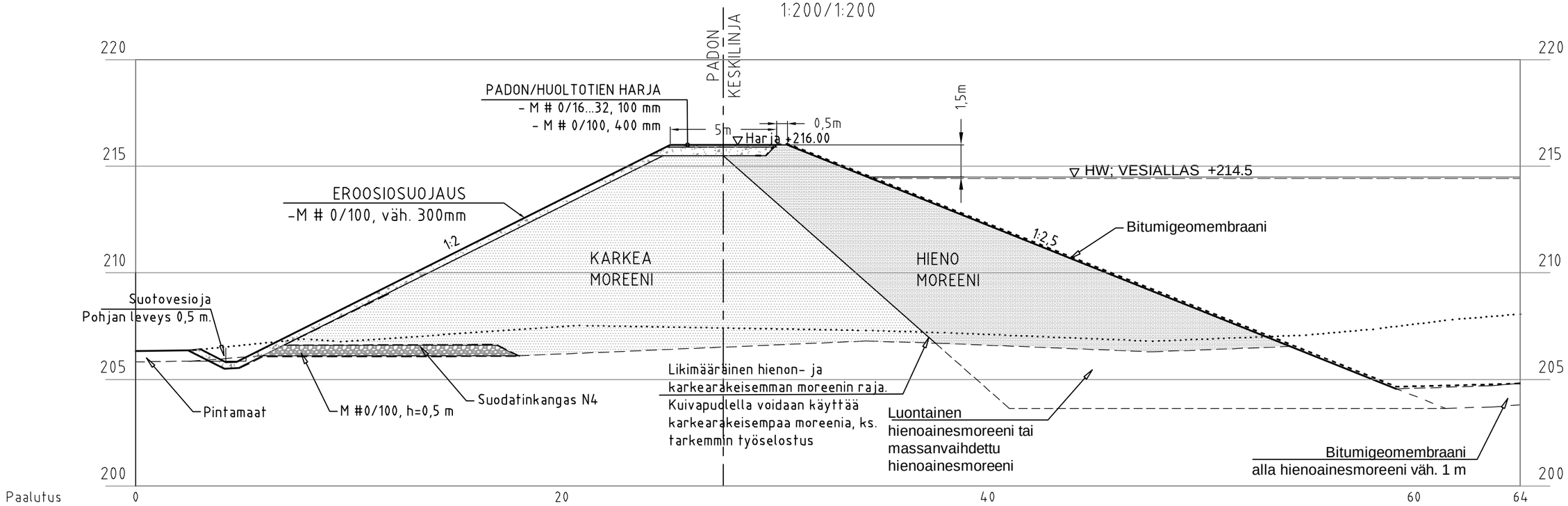
PÖYRY

PUHDASVESIALTAAN PATO 1:250



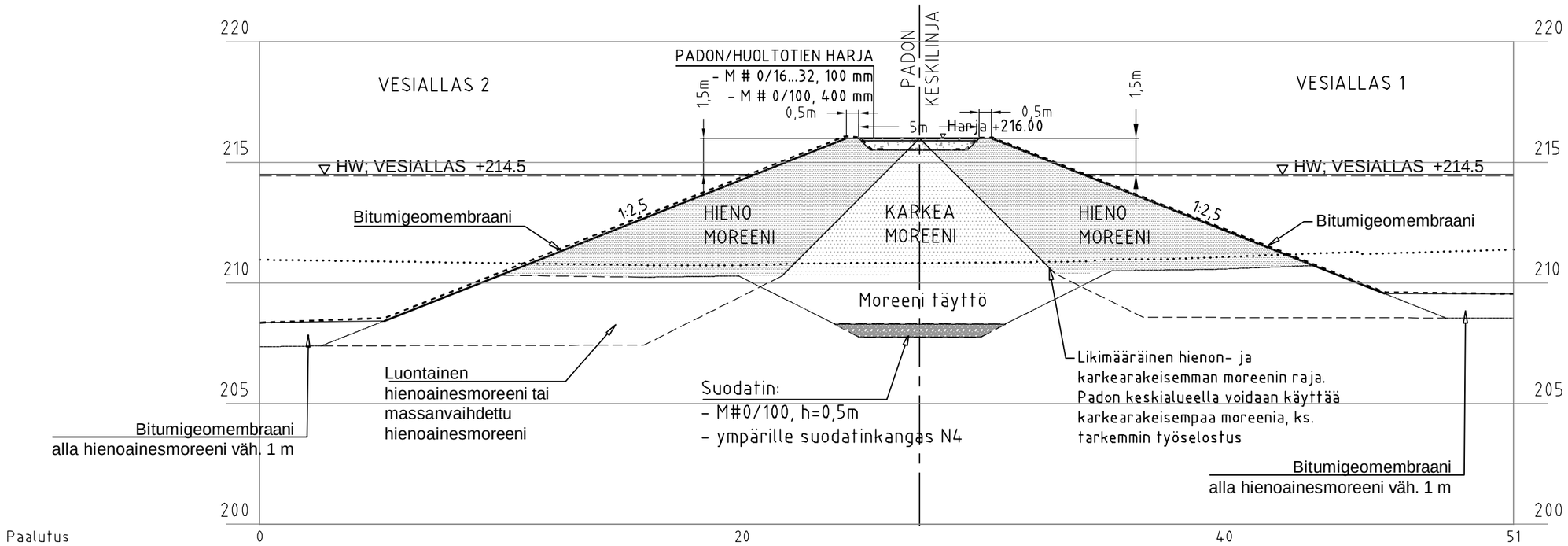


LEIKKAUS 1 – 1
1:200/1:200



Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
HANNUKAINEN MINING OY Käsiteltävien vesien altaat			VESIALTAIDEN REUNAPATO TYYPPIPOIKKILEIKKAUS 1-1	1:200
Suunnittelija Ali Jawad	Tarkastaja M.Lehmikangas	Päiväys 29.5.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä	
Hyväksyjä M.Lehmikangas			Työnumero 101008720-001	Lehti
AFRY AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala GEO Piirustusnumero 106	Muutos

LEIKKAUS 2 - 2
1:200/1:200



Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
HANNUKAINEN MINING OY Käsiteltävien vesien altaat			VESIALTAIDEN VÄLIPATO TYYPPIPOIKKILEIKKAUS 2-2	1:200
Suunnittelija Ali Jawad	Tarkastaja M.Lehmikangas	Päiväys 29.5.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä	
Hyväksyjä M.Lehmikangas			Työnumero 101008720-001	Lehti
AFRY AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 108
				Muutos

SUUNNITELMASELOSTUS

101004010
10.3.2017

Rev.12.8.2021 (terminvaihto:
selkeytysallas - tasausallas)

HANNUKAINEN MINING OY
Muonionjoen purkulinja

PÖYRY

Sisältö

1	**YLEISTÄ**	**3**
1.1	Hankkeen kuvaus	3
1.2	Suunnittelun lähtökohdat	3
1.3	Putken linjaus ja maanpinnan korkeusvaihtelut	3
1.4	Putkimateriaali	4
1.5	Putken mitoitus	4
1.6	Putkikaivanto	4
1.7	Varusteet	4
1.7.1	Paineenpitoventtiiliasema	4
1.7.2	Laitekaivot	4
1.8	Vesistöosuudet	5

Piirustukset

Piirustusluettelon mukaan

Copyright © Pöyry Finland Oy

1 YLEISTÄ

1.1 Hankkeen kuvaus

Tässä suunnitelmaselostus koskee Hannukainen Mining Oy:n Hannukaisen kaivoksen ylitevesiputken rakentamista. Purkuputkilinja alkaa kaivosalueella sijaitsevalta pumppaamolta rikastushiekka-alueen tasausaltaan läheisyydestä ja purkaa Muonionjokeen noin 1,5 km Niesajokisuun yläpuolelle.

Purkuputken suunnittelussa on käytetty KK2-koordinaatistoa. Korkeus on sidottu N60-korkeusjärjestelmään.

Vesistöosuuksien suunnitelmakartat, joissa esitetään maanomistukset vesistöasennuskohdissa (piirustukset 1001, 1004 ja 1005) on laadittu ERTS TM35FIN -koordinaatistoon ja N2000 -korkeusjärjestelmään.

1.2 Suunnittelun lähtökohdat

Johtolinja on tässä yleissuunnitelmassa pyritty mahdollisuuksien mukaan sijoittamaan tieurien ja muiden valmiiden maastoaukkojen kohdille, jotta luonnon muuttaminen olisi mahdollisimman vähäistä. Myös huoltotoimenpiteiden kannalta johtolinjat on edullista sijoittaa hyvien kulkuyhteyksien varrelle kantavalle maapohjalle.

Purkupaikka Muonionjokeen on valittu siten, että joen virtausnopeus on purkukohdassa riittävän suuri, jotta sekoittuminen tapahtuu tehokkaasti, jääpatojen muodostumisriski on pieni ja rannalla ei ole asutusta purkupaikan läheisyydessä. Myös muinaismuistoalueiden kiertäminen on huomioitu putken linjauksessa.

Johtolinjan suunnittelu on tehty ensisijaisesti karttatietojen pohjalta ja Muonionjoella tapahtuneiden maastokäyntien perusteella. Linjauksessa on huomioitu myös maanomistus.

Putkilinjan osalta on tehty maatutkaus ja maaperätutkimukset muutamista pisteistä.

Linjasuunnittelussa on käytetty Autodesk- ja Novapoint- ohjelmistoja.

1.3 Putken linjaus ja maanpinnan korkeusvaihtelut

Maanpinta vaihtelee linjalla noin +152…+203 metrin korkeustasossa, ja maanpinta laskee purkuputken linjalla noin 51 metriä. Johtolinjan pituusleikkaus on esitetty piirustuksessa 1009.

Purkuputken pituus on noin 10,6 km, josta kaivospiirin ulkopuolella sijaitsee noin 750 m. Piirustuksessa 1008 on esitetty purkuputken linjaus.

Purkuputken linjalla on kaksi vesistönalitusta (Kiimaoja ja Kortejängänoja), joiden alitukset tässä suunnitelmassa on esitetty tehtävän kaivamalla. Vesistöosuuksia koskeva suunnitelmaselostus on esitetty luvussa 2.6.

Purkuputken linjalla on myös teidenalituksia ja kaksi rautatienalitusta. Niiden sijainnit on esitetty piirustuksessa 1008 ja 1009. Teidenalitukset on suunniteltu tehtävän teräksisellä suojaputkella joko kaivamalla tai kaivamattomin menetelmin. Rautateidenalitukset tehdään teräksisellä suojaputkella kaivamattomin menetelmin.

Purkuputki purkaa Muonionjokeen. Putken päätä ei tuoda kovin etäälle rannasta, vaan putki jätetään rantapenkkaan. Asemakuva vesistöasennuksesta Muonionjokeen on esitetty piirustuksessa 1007.

Copyright © Pöyry Finland Oy

1.4 Putkimateriaali

Putkimateriaalin tulee olla korroosiota ja eroosiota kestävä tai veden syövyttävyys tulee huomioida putken pinnoituksessa.

Geodeettisestä korkeuserosta ja pumppauksen luonteesta johtuen putken paineen keston tulee olla vähintään 10 baria.

Valittavan putkimateriaalin tulee täyttää lähinnä SFS, DIN tai ISO standardien vaatimukset.

Tässä suunnitelmassa putkimateriaaliksi on valittu PEH- muovi, paineluokaltaan PN10. PEH – muovi on yleisin kaivosvesien pitkissä siirtolinjoissa käytetty materiaali.

1.5 Putken mitoitus

Purkuputken mitoituksen lähtökohtana on ollut se, että virtausnopeus johto-osilla on noin 1 m/s. Enimmillään virtausnopeus voi olla 1,5 m/s. Maksimi mitoitusvirtaama purkuputkelle on 4 000 m^3/h. Mitoitus on tehty PEH- muoviputkilla, PN10 SDR 17. Linja on mitoitettu PEH 710 PN10 putkeksi.

Purkuputken loppuosan hydraulisen toimivuuden varmistamiseksi on esitetty rakennettavaksi paineenpitoventtiiliasema paalulle 10585, juuri ennen linjan purkua Muonionjokeen. Sijoitus tarkistetaan toteutussuunnitteluvaiheessa.

1.6 Putkikaivanto

Purkuputki on suunniteltu asennettavan routarajan alapuolelle noin 3 metrin peittosyvyyteen putken laesta mitattuna. Putkilinjan muodostaman käytävän leveys on noin 10m.

1.7 Varusteet

1.7.1 Paineenpitoventtiiliasema

Purkulinjaan on suunniteltu rakennettavaksi paineenpitoventtiiliasema. Paineensäätelyn avulla toteutetaan putkilinjan hydraulinen toimivuus sekä estetään alipainetilanteita ja kavitaatiota pumppauksen eri vaiheissa.

Venttiilin tulee olla omatoiminen, automaattinen toimilaiteventtiili. Venttiiliä ennen tulee putkeen asennettuna olla paikallinen paineenmittaus, jolla varmistetaan painetaso putkessa. Venttiili säädetään siten, että se aukeaa kun saavutetaan haluttu vakio painetaso, jonka avulla hallitaan virtausnopeutta.

Paineensäätelyaseman mitoitus sekä varusteet mitoitetaan tarkemmin toteutussuunnittelun yhteydessä.

1.7.2 Laitekaivot

Johtolinjalle esitetään rakennettavan yksi kaksitoiminen automaattinen ilmanpoistoventtiili, joka sijoitetaan ø 2000 kaivoon. Kaksitoimisen ilmanpoistokaivon molemmin puolin asennetaan sulkuventtiilit. Kaksitoiminen ilmanpoistoventtiili on määritelty sellaiselle johtolinjan paikalle, johon pääsee muodostumaan alipainetilanne putkirikon tai laiterikon sattuessa.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Johtolinjalle esitetään lisäksi rakennettavan 3 kpl yksitoimisia, ensisijaisesti käsikäyttöisiä ilmanpoistoventtiilejä, jotka sijoitetaan ø 2000 kaivoon. Ilmanpoistojen jälkeen putkeen asennetaan sulkuventtiilit.

Lopullinen laitekaivojen määrä ja sijainti tulee tarkentumaan toteutussuunnittelun yhteydessä.

1.8 Vesistöosuudet

Alituskohdista ei ole olemassa tarkemittaustietoja. Kiimajoen ja Kortejängänojan alitusten kohdalla joen leveys ei karttatarkastelun perusteella ylitä kahta metriä. Muonionjoki on linjan purkupisteen kohdalla noin 100 metriä leveä. Jokien alitukset sekä vesistöasennus Muonionjokeen on esitetty piirustuksissa 1001, 1004 ja 1005. Tyyppikuva vesistönalituksesta on esitetty piirustuksessa 1006 ja pituusleikkaus vesistöasennuksesta Muonionjokeen piirustuksessa 1002.

Joenalituksissa käytetään polyeteeniputkea 710 PE100-10 (SDR 17).

Muonionjokeen purkavan putken päähän asennetaan supistusyhde D700-D400. Supistuksessa veden virtausnopeus kasvaa ja vesi suihkuaa siten etäämmälle rannasta ja laimenee suurempaan vesimassaan. Purkukohdassa pohja suojataan eroosiolta luonnonkivillä. Havainnekuva supistusyhteestä on esitetty piirustuksessa 1003.

Purkuputki asennetaan vesistöön kaivamalla. Virtauspaikan ollessa kyseessä putki upotetaan pohjan alapuolelle koko matkalta. Ranta-alueilla, jossa vedenkorkeus on alle 2,0 metriä, putki kaivetaan joen pohjan alapuolelle ja painotetaan. Painotus tehdään irtopainoilla vähintään 100 %:n mukaan sekä ranta-alueilla että koko vesistön matkalla. Rannassa painotus ulotetaan vähintään 10 m päähän vesirajasta. Painotus pitää putken pysyvästi vesistön pohjalla. Tarvittava vähimmäispainotus PEH710-10 putkelle on 530 kg/m netto (paino ilmassa 308 kg/m). Painojen suositeltava etäisyys on maksimissaan 4 metriä.

Painoina käytetään putken ympärille asennettavia betonipainoja. Putken ja painon väliin asennetaan painoon solumuovipehmike tai muu vastaava suojapehmuste, S > 3 mm + 3 mm. Painot kiilataan kiinni putkeen siten, etteivät ne pääse hankaamaan putkea. Painon kiilojen tulee olla sellaiset, että kiilat jäävät painon betonireunojen sisäpuolelle (esim. verkot eivät tartu tällöin niin helposti painoon). Painot ketjutetaan toisiinsa köydellä. Köysi estää painojen liikkumisen esim. laskun aikana. (Infra RYL 2006, Osa 2)

Ensisijainen asennustapa kaivamalla asennettaessa on se, että PEH-putki on hitsattu yhtenäiseksi ennen vesistön pohjaan asentamista. Putkea laskettaessa on tukipisteitä oltava riittävästi, jotta putken sallittua taivutussädettä ei missään vaiheessa ylitetä.

Putki täytetään asennuksen jälkeen vedellä ja jätetään vesitäytölle.

Ranta-alueilla kaivutyön aikana pintamaat erotellaan muista kaivumaista ja muotoillaan täytön lopussa kaivannon päälle pintakerrokseksi. Kaivettavalla osuudella kaivumaat läjitetään kaivantoon, joten kaivumaita ei jää läjitettäväksi. Työn suorittamisen ajaksi kaivumaat sijoitetaan rannoilla kaivannon reunalle niin, etteivät ne vyöry vesiuomaan eivätkä aiheuta kaivannon luiskan sortumisvaaraa.

Copyright © Pöyry Finland Oy

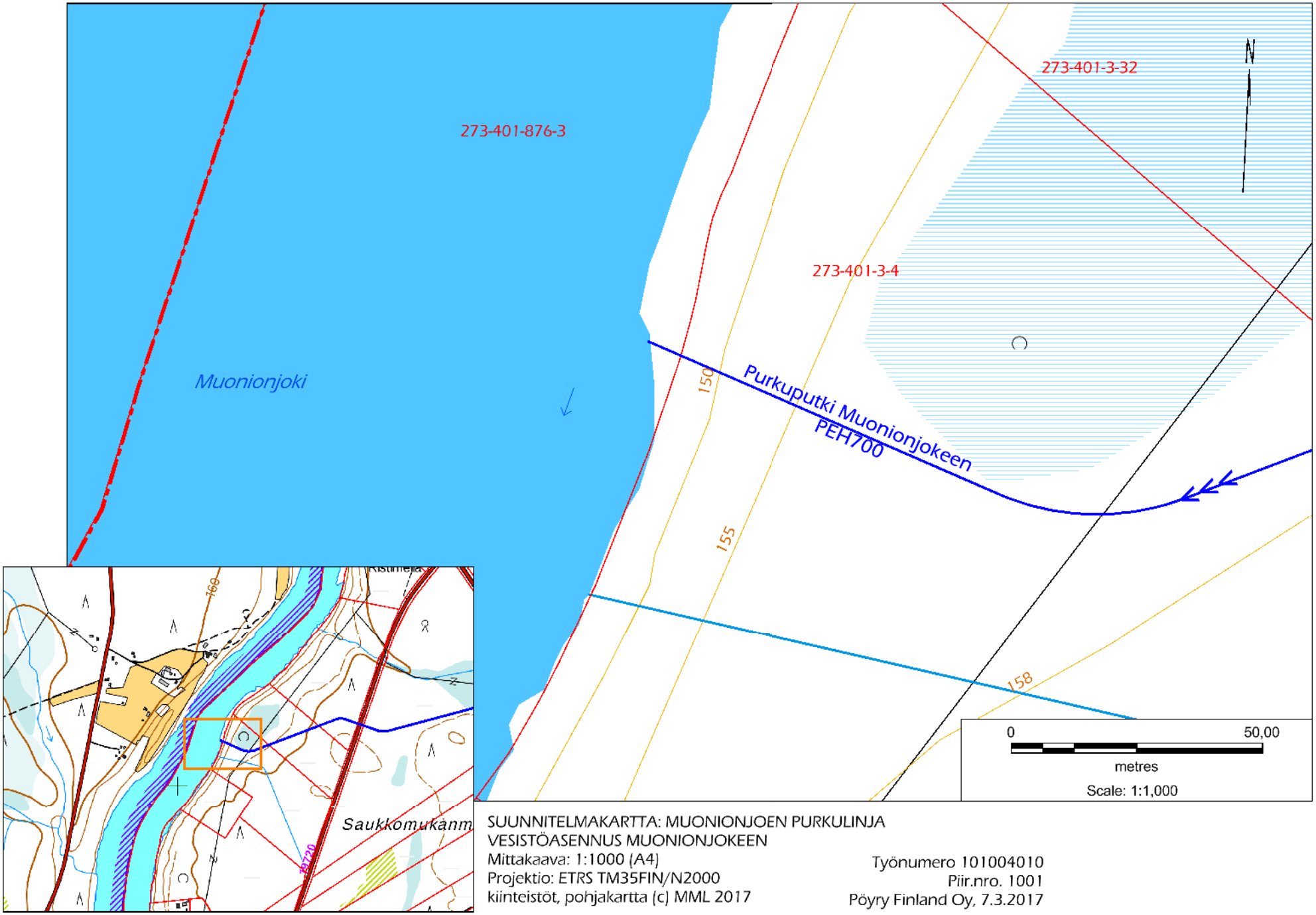
Oulussa, 10. maaliskuuta 2017

Pöyry Finland Oy

DI Kirsi Haanpää

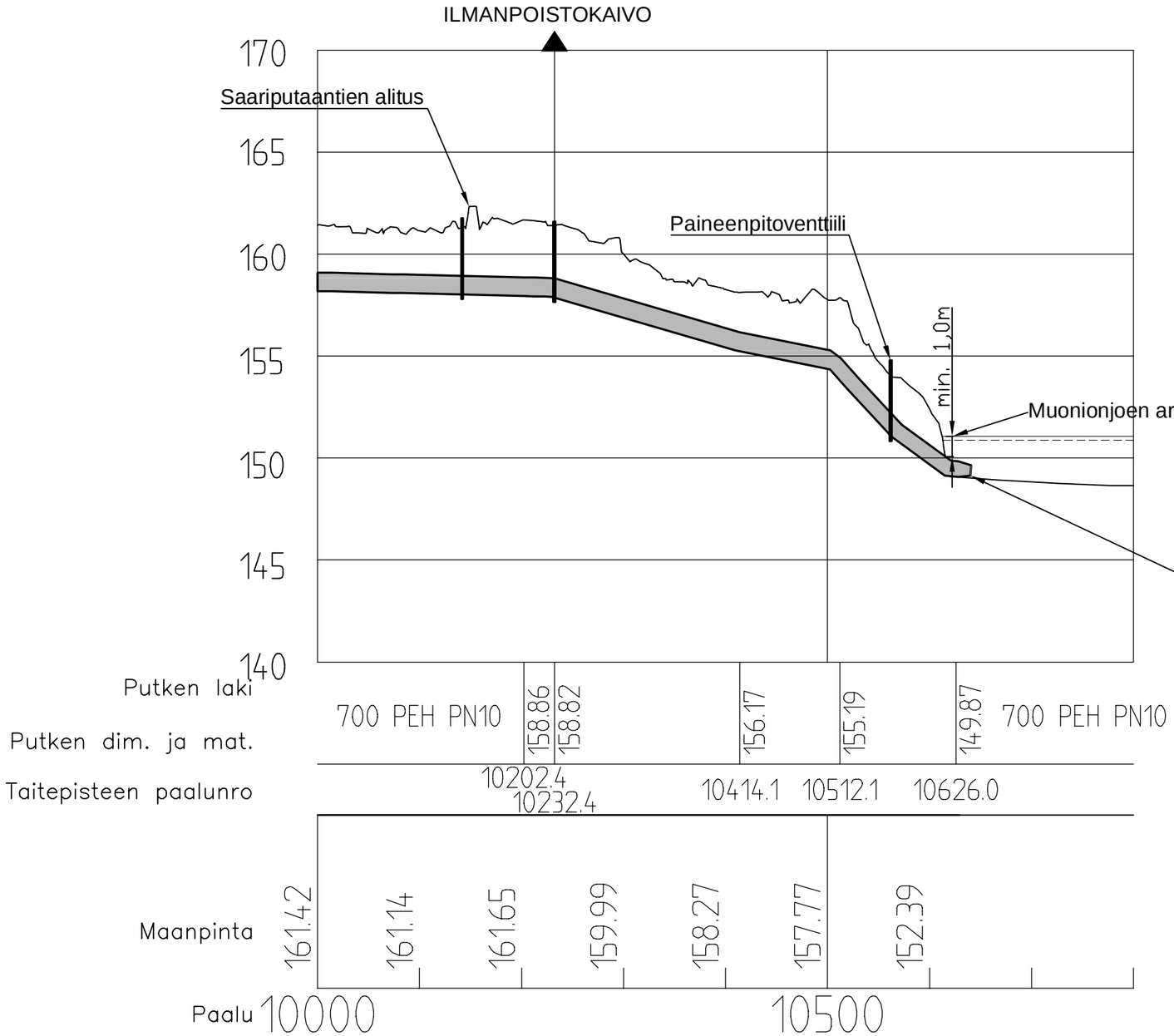
DI Hanna-Lotta Polvinen

Copyright © Pöyry Finland Oy



SUUNNITELMAKARTTA: MUONIONJOEN PURKULINJA
VESISTÖASENNUS MUONIONJOKEEN
Mittakaava: 1:1000 (A4)
Projektio: ETRS TM35FIN/N2000
kiinteistöt, pohjakartta (c) MML 2017

Työnumero 101004010
Piir.nro. 1001
Pöyry Finland Oy, 7.3.2017



VESISTÖASENNUS

- putki asennetaan koskipaikan alapuolelle
- putken päätä ei tuoda etäälle rannasta, vaan jätetään rantapenkkaan
- putken yläpinnan ja jääkannen alapinnan etäisyys vähintään 1 m
- putki painotetaan ranta-alueella
- painotettuna suoritettavassa asennuksessa painotus vähintään 150 % mukaan, PEH 700-10 putkille 750 kg/m
- painojen maksimiväli 4 m
- painot sidotaan ketjuksi
- putken ja painon väliin asennetaan solumuovipehmike
- asennuksessa noudatetaan InfraRYL kohdan 31100.3.5 ohjeita
- painotusta jatketaan vähintään 10 m uoman rannasta kuivan maan puolelle
- upotuskohta merkitään maastoon rantaan asennettavilla, selvästi näkyvillä tauluilla, joista tulee käydä ilmi johtojen omistaja

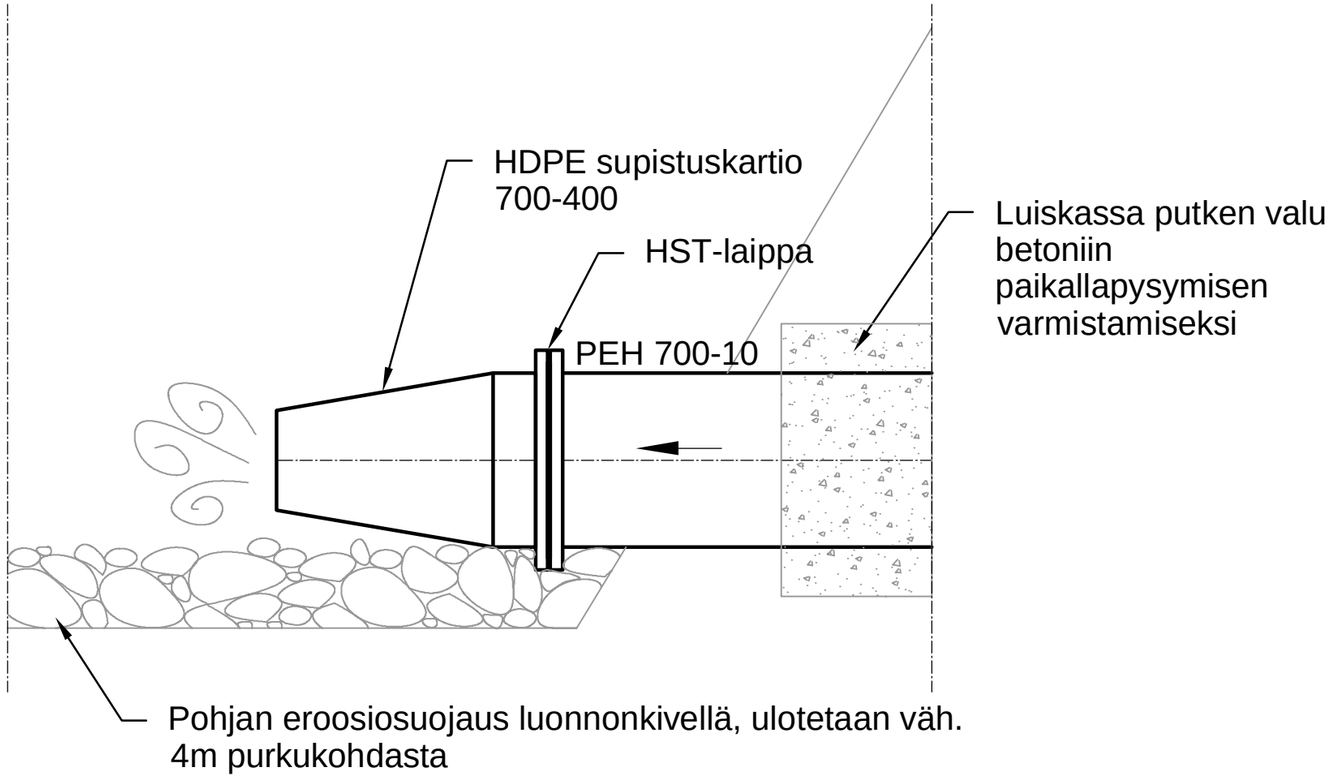
HUOM!

- veden leviämistä tehostetaan putken päähän asennettavalla suuttimella
- Muonionjoen vesipinnan vaihtelut ja jääpeitteen paksuus tulee varmistaa ennen rakennustöitä

KOORDINAATISTO KKJ2, KORKEUSJÄRJESTELMÄ N60

Merkki	Pvm.	Tekijä	Muutos

Kaup.osa / Kortteli / Tontti / Alue	Viranomaisen arkistointimerkintöjä
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji
Tilaaja HANNUKAINEN MINING OY	Työn nimi YMPÄRISTÖLUPAHAKEMUS TÄYDENNYSPYYNTÖ
PÖYRY Pöyry Finland Oy Tutkijantie 2A, PL20, 90590 OULU puh. 010 33280 fax. 010 33 28250 email: etunimi.sukunimi@poyry.com	Piirustuksen sisältö / Mittakaava MUONIONJOEN PURKULINJA VESISTÖASENNUS MUONIONJOKEEN PITUUSLEIKKAUS 1:5000 / 1:250
Suunn. K. Haanpää / Tark. E. Lukinmaa	Työnumero / Piirustusnumero / Muutos
Pvm. 10.3.2017 / Tiedosto HAN_MUONIONJOKI	101004010 / **1002**



Virtaama	Virt. nopeus suuttimessa
[m³/h]	[m/s]
250	0,6
500	1,1
700	1,5
1500	3,3
2000	4,4
4000	8,8

KOORDINAATISTO KKJ2, KORKEUSJÄRJESTELMÄ N60

Merkki	Pvm.	Tekijä	Muutos

Kaup.osa | Kortteli | Tontti | Alue

Viranomaisen arkistointimerkintöjä

Rakennustoimenpide

Piirustuslaji

Tilaaja
HANNUKAINEN MINING OY

Työn nimi
YMPÄRISTÖLUPAHAKEMUS
TÄYDENNYSPYYNTÖ

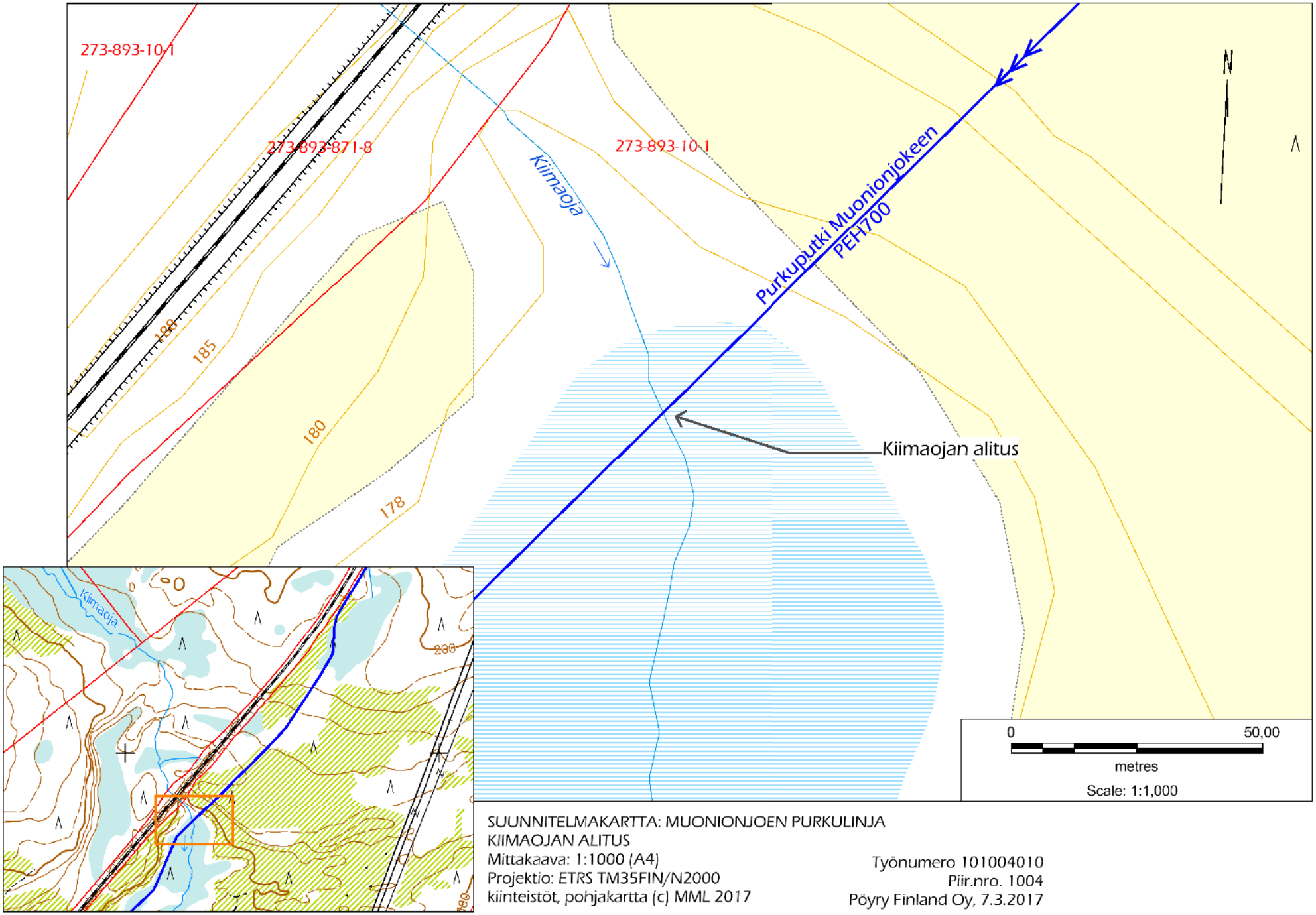
PÖYRY
Pöyry Finland Oy
Tutkijantie 2A, PL20, 90590 OULU
puh. 010 33280 fax. 010 33 28250
email: etunimi.sukunimi@poyry.com

Piirustuksen sisältö
MUONIONJOEN PURKULINJA
VESISTÖASENNUS MUONIONJOKEEN
HAVAINNEKUVA

Mittakaava 1:25

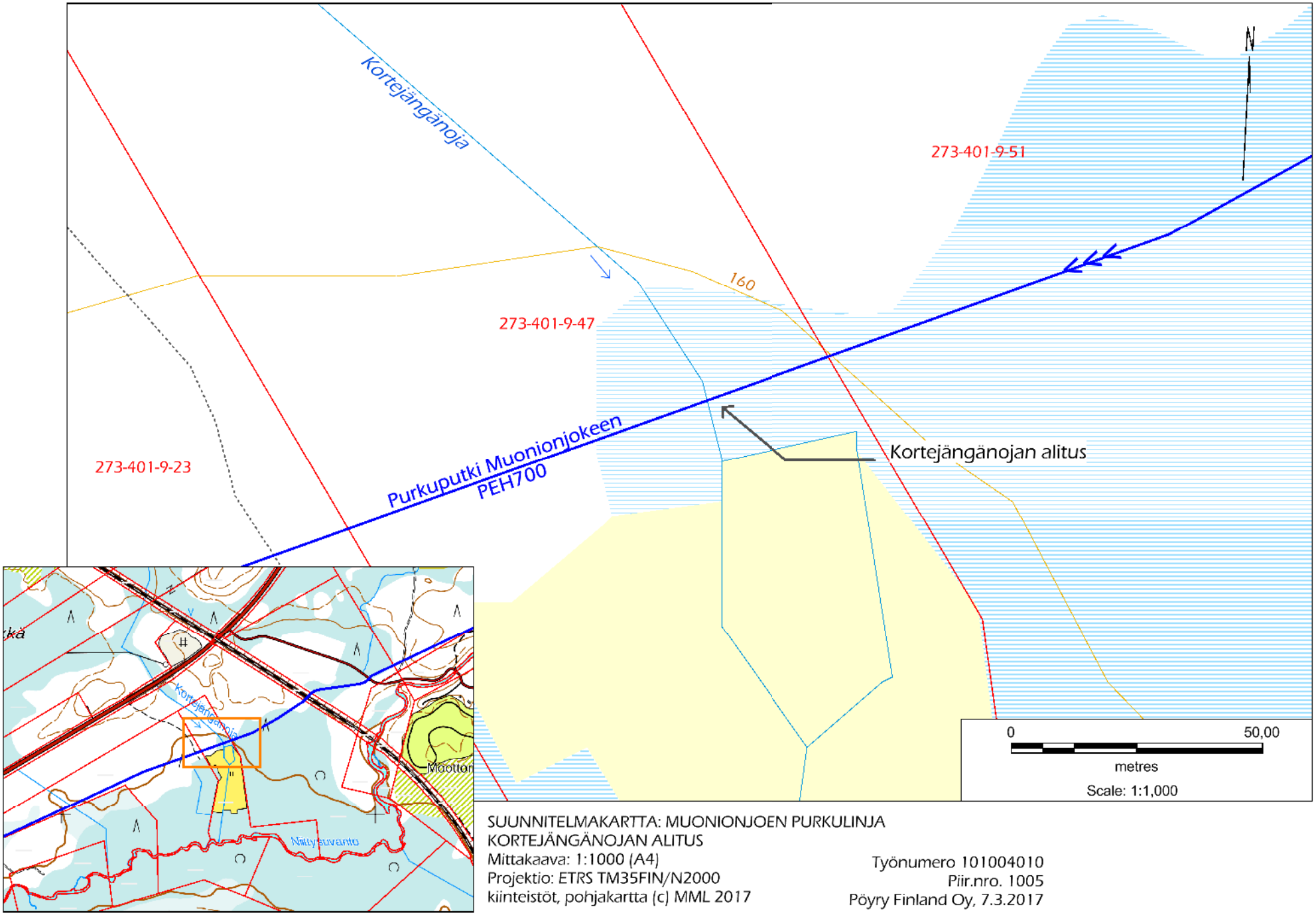
Suunn. K. Haanpää
Tark. E. Lukinmaa
Pvm. 10.3.2017
Pvm
Tiedosto HAN_MUONIONJOKI_PURKUPAA

Työnumero 101004010
Piirustusnumero 1003
Muutos



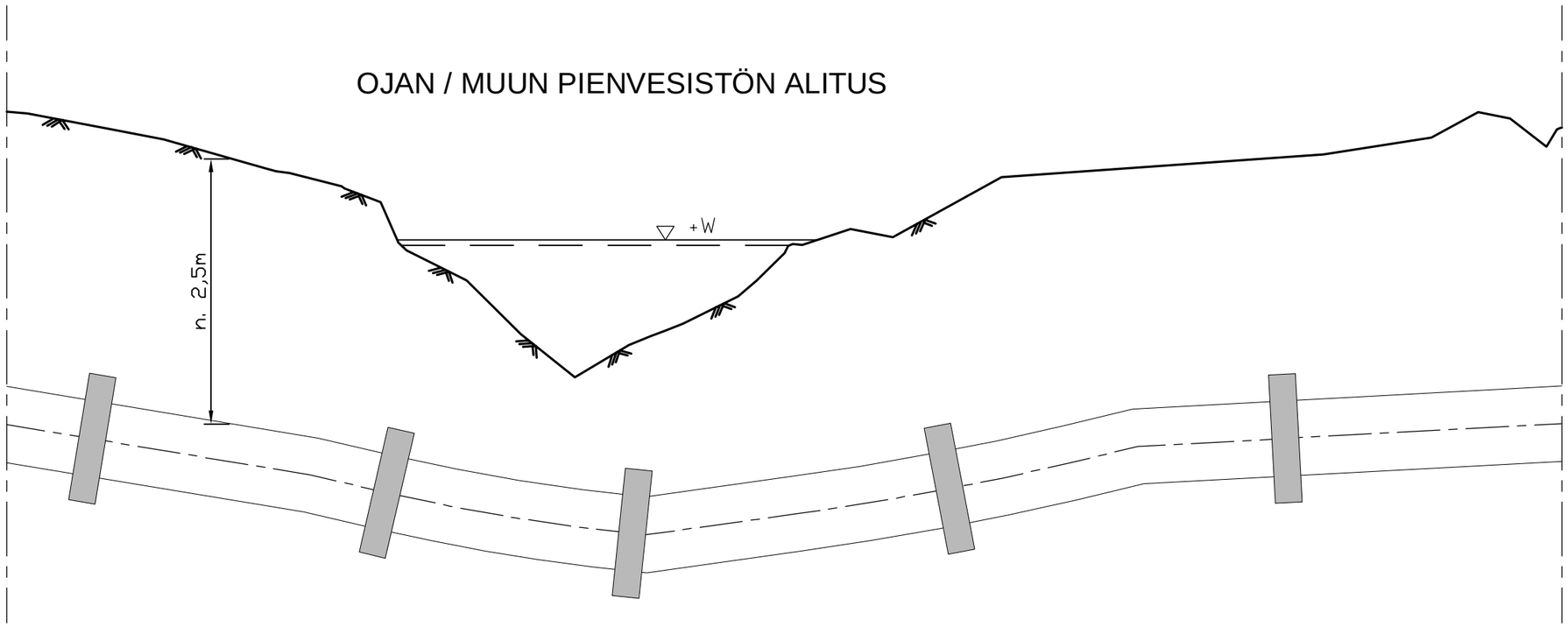
SUUNNITELMAKARTTA: MUONIONJOEN PURKULINJA
KIIMAOJAN ALITUS
Mittakaava: 1:1000 (A4)
Projektio: ETRS TM35FIN/N2000
kiinteistöt, pohjakartta (c) MML 2017

Työnumero 101004010
Piir.nro. 1004
Pöyry Finland Oy, 7.3.2017



SUUNNITELMAKARTTA: MUONIONJOEN PURKULINJA
KORTEJÄNGÄNOJAN ALITUS
Mittakaava: 1:1000 (A4)
Projektio: ETRS TM35FIN/N2000
kiinteistöt, pohjakartta (c) MML 2017

Työnumero 101004010
Piir.nro. 1005
Pöyry Finland Oy, 7.3.2017



VESISTÖJEN ALITUKSET

- alitusjohto sijoitetaan kokonaan kaivantoon
- putket peitetään niin, etteivät ne pääse liikkumaan eivätkä vaikeuta alueen käyttöä tai muuta virtausolosuhteita
- asennuksen tavoitesyvyys rannoilla 2,5 m
- asennukset suoritetaan painotettuina
- painotus 100 % mukaan, PEH 700-10 putkille 530 kg/m netto
- painojen maksimiväli 4 m
- painotusta jatketaan vähintään 10 m uoman rannasta kuivan maan puolelle
- alitukset merkitään maastoon rantaan asennettavilla, selvästi näkyvillä tauluilla, joista tulee käydä ilmi johtojen omistaja

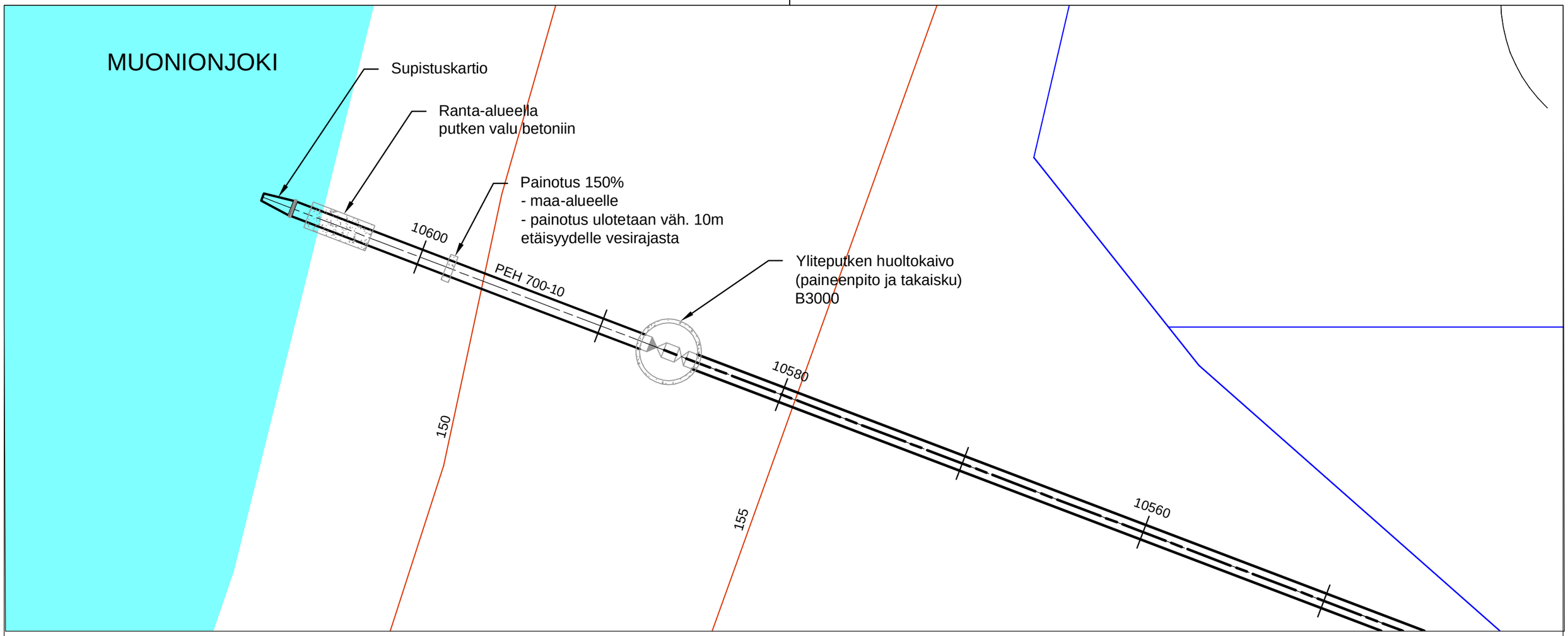
ALITUKSET

- Kiimaojan alitus, paalu 4100
- Kortejängänojan alitus, paalu 7950

KOORDINAATISTO KKJ2, KORKEUSJÄRJESTELMÄ N60

Merkki	Pvm.	Tekijä	Muutos

Kaup.osa / Kortteli / Tontti / Alue	Viranomaisen arkistointimerkintöjä
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji
Tilaaja HANNUKAINEN MINING OY	Työn nimi YMPÄRISTÖLUPAHAKEMUS TÄYDENNYSPYYNTÖ
PÖYRY Pöyry Finland Oy Tutkijantie 2A, PL20, 90590 OULU puh. 010 33280 fax. 010 33 28250 email: etunimi.sukunimi@poyry.com	Piirustuksen sisältö: MUONIONJOEN PURKULINJA VESISTÖNALITUS TYYPPIKUVA Mittakaava: 1:50
Suunn. K. Haanpää Tark. R. Honkaharju Pvm. 10.3.2017 Tiedosto HAN VESISTÖNALITUS	Työnumero: 101004010 Piirustusnumero: **1006** Muutos



KOORDINAATISTO KKJ2, KORKEUSJÄRJESTELMÄ N60

Merkki	Pvm.	Tekijä	Muutos

Kaup.osa | Kortteli | Tontti | Alue

Viranomaisen arkistointimerkintöjä

Rakennustoimenpide

Piirustuslaji

Tilaaja
HANNUKAINEN MINING OY

Työn nimi
YMPÄRISTÖLUPAHAKEMUS
TÄYDENNYSPYYNTÖ

PÖYRY
Pöyry Finland Oy
Tutkijantie 2A, PL20, 90590 OULU
puh. 010 33280 fax. 010 33 28250
email: etunimi.sukunimi@poyry.com

Piirustuksen sisältö
MUONIONJOEN PURKULINJA
VESISTÖASENNUS MUONIONJOKEEN
ASEMAKUVA

Mittakaava
1:200

Suunn.
K. Haanpää

Tark.
E. Lukinmaa

Pvm.
10.3.2017

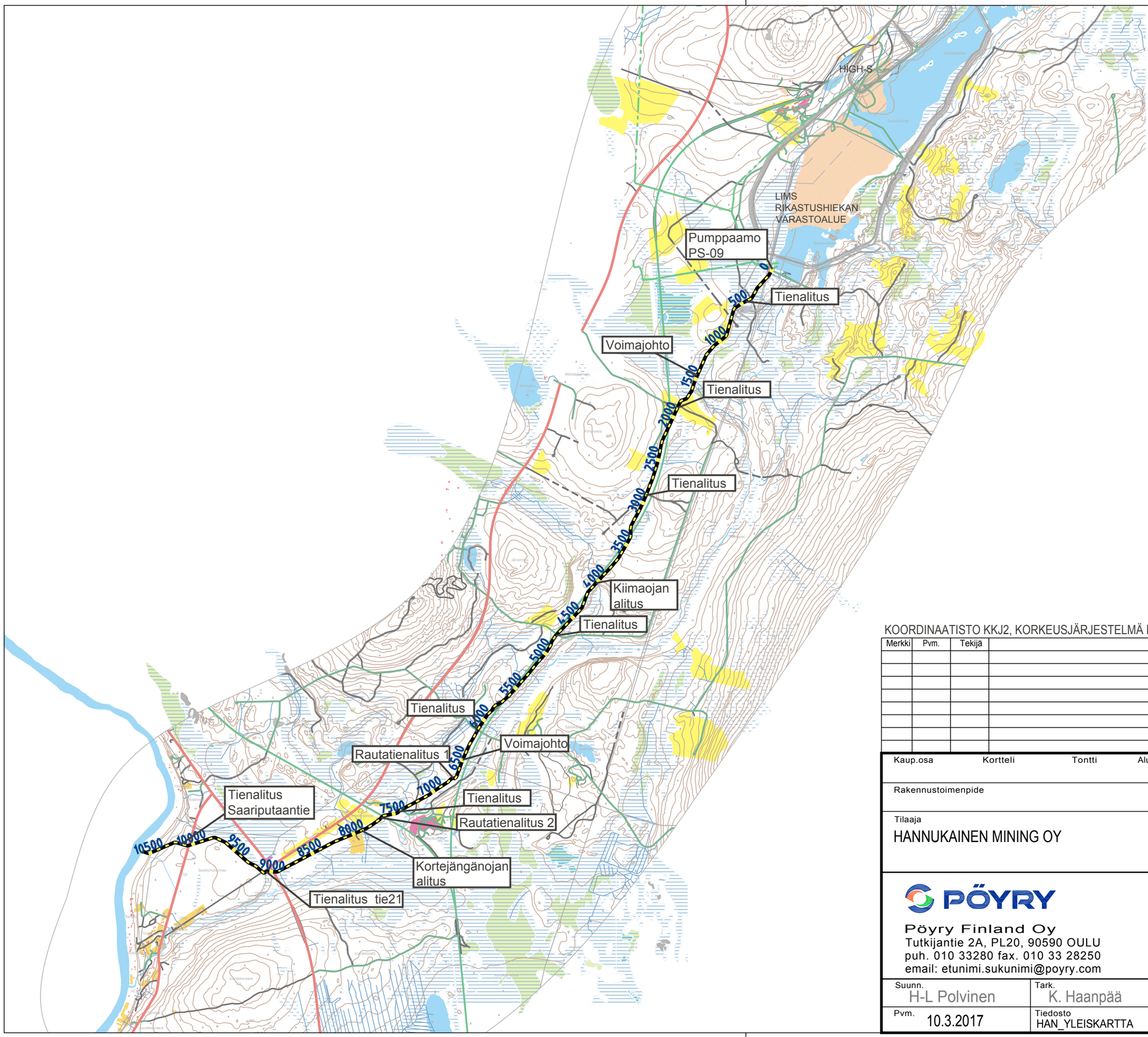
Pvm

Tiedosto
HAN_MUONIONJOKI_KARTTA

Työnumero
101004010

Piirustusnumero
1007

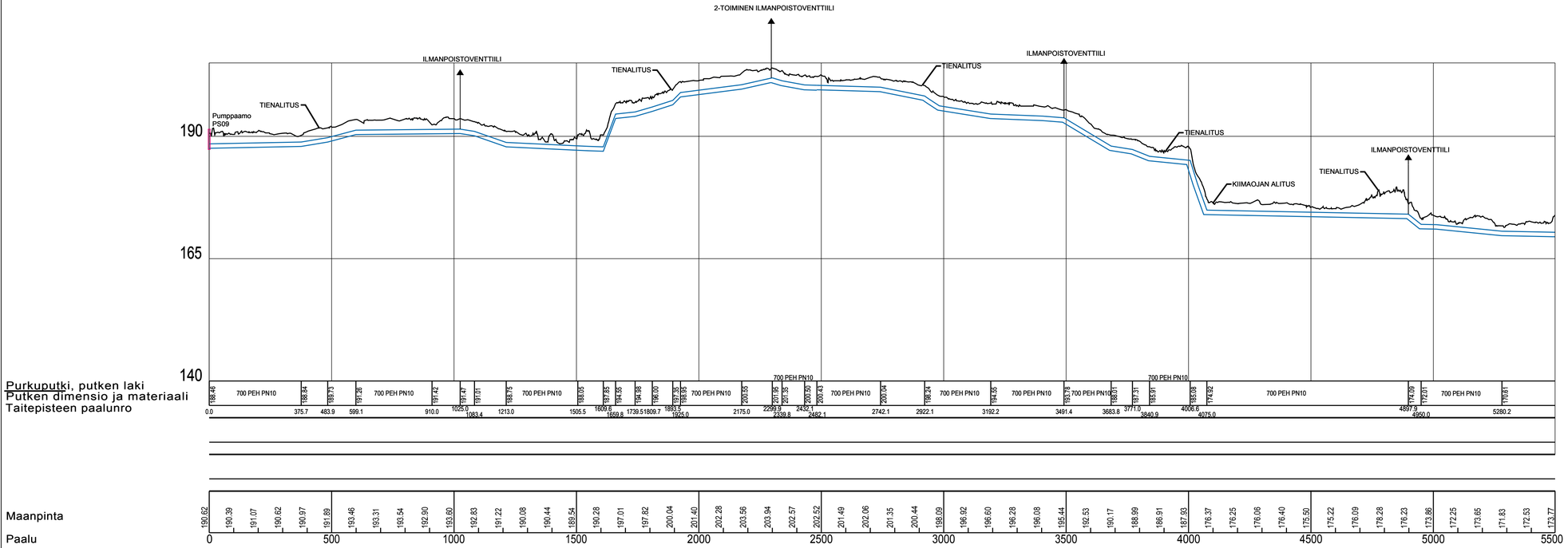
Muutos

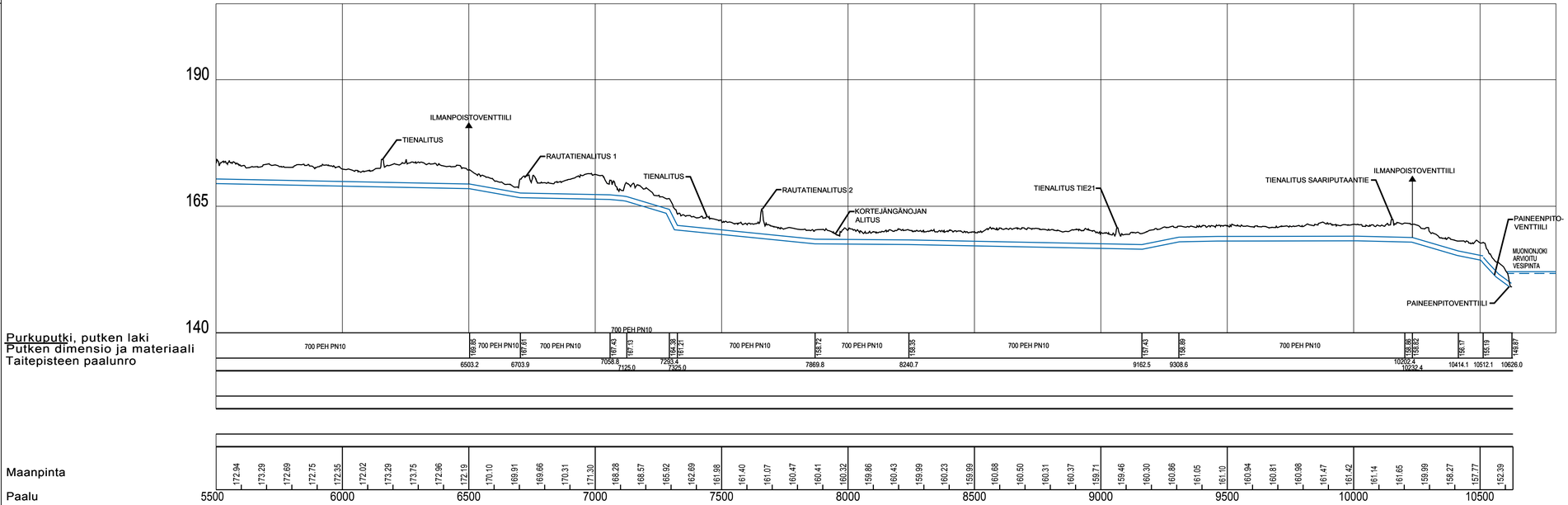


KOORDINAATISTO KKJ2, KORKEUSJÄRJESTELMÄ N60

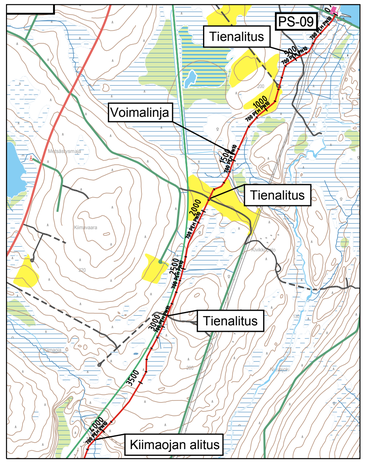
Merkki	Pvm.	Tekijä	Muutos

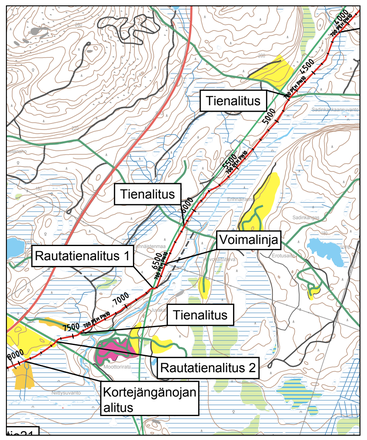
Kaup.osa / Kortteli / Tontti / Alue	Viranomaisen arkistointimerkintöjä
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji
Tilaaja HANNUKAINEN MINING OY	Työn nimi YMPÄRISTÖLUPAHAKEMUS TÄYDENNYSPYYNTÖ
PÖYRY Pöyry Finland Oy Tutkijantie 2A, PL20, 90590 OULU puh. 010 33280 fax. 010 33 28250 email: etunimi.sukunimi@poyry.com	Piirustuksen sisältö MUONIONJOEN PURKULINJA YLEISKARTTA Mittakaava 1:40 000
Suunn. H-L Polvinen / Tark. K. Haanpää Pvm. 10.3.2017 / Tiedosto HAN_YLEISKARTTA	Työnumero 101004010 / Piirustusnumero **1008** / Muutos

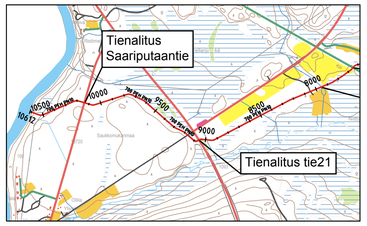




1:25000







KOORDINAATISTO KKJ2, KORKEUSJÄRJESTELMÄ N60

Merkki	Pvm.	Tekijä	Muutos

Kaup.osa / Kortteli / Tontti / Alue	Viranomaisen arkistointimerkintöjä
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji
Tilaaja HANNUKAINEN MINING OY	Työn nimi YMPÄRISTÖLUPAHAKEMUS TÄYDENNYSPYYNTÖ
PÖYRY Pöyry Finland Oy Tutkijantie 2A, PL20, 90590 OULU puh. 010 33280 fax. 010 33 28250 email: etunimi.sukunimi@poyry.com	Piirustuksen sisältö MUONIONJOEN PURKULINJA PITUUSLEIKKAUS Mittakaava 1:10 000 / 1:500
Suunn. A. Pesonen Pvm. 10.3.2017	Tark. K. Haanpää Tiedosto HAN_PURKUPUTKI_PITL
Työnumero 101004010	Piirustusnumero **1009**
Muutos	

YMPÄRISTÖ
& TERVEYS

HANNUKAINEN MINING SUOJAVALLIN RAKENTAMISEN ESISUUNNITELMA

Projekti	Suojavallin rakentaminen
Projekti nro	1510048226
Asiakas	Hannukainen Mining Oy
Versio	01
Vastaanottaja	Jaana Koivumaa/Hannukainen Mining Oy
Laatija	Mitja Päivinen, Essi Auvinen
Tarkastaja	Nathan Gaasenbeek
Hyväksyjä	Ville Nikkilä

Päivämäärä 22.5.2019

1 Tausta 1
2 Suojavalli ja rakentaminen 1
3 Geotekninen tarkastelu 2
3.1 Maaperä 2
3.2 Vallin vakavuus 3
4 Kasvillisuus ja maisemointi 3

Ramboll
Niemenkatu 73
15140 LAHTI

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
https://fi.ramboll.com

1 Tausta

Hannukaisen suunniteltu kaivoshanke sijaitsee Kolarin kunnassa, noin 20 kilometriä Kolarin keskustaajamasta koilliseen ja lähimmillään noin 8 kilometriä Yllästunturin länsipuolella.
Hannukainen mining Oy:n käynnistämä ympäristövaikutusten arviointi (YVA) on päättynyt vuonna 2014. Ympäristölupa ja vesitalouslupa on tullut vireille 11/2015 ja hakemuksen käsittely on kesken. Ympäristölupahakemus on täydennetty suojavallin osalta vuonna 2016. Suojavallin rakentamisesta on annettu muistutuksia ympäristölupaprosessissa, johon vastataan tällä esisuunnitelmalla.

Toiminnanharjoittaja laatii suojavallin varsinaiset rakennesuunnitelmat, maaperätutkimukset sekä geotekniset laskelmat ennen kaivoksen rakentamisen aloitusta.

2 Suojavalli ja rakentaminen

Kaivoksen eteläpuolelle Äksjoen ja tien 940 edustalle rakennetaan suojavalli mm. alentamaan kaivoksesta syntyviä melu- ja pölyhaittoja.
Suojavallin pinta-ala on yhteensä noin 39 ha, sen pituus on noin 3km ja leveys vaihtelee kapeimmillaan 60 metrin ja leveimmillään 175 metrin välillä. Vallin korkeus vaihtelee 15 ja 35 metrin välillä, kun luiskien kaltevuus vaihtelee 1:2 noin 1:3:een. Vallin rakentamisessa hyödynnetään yhteensä 4,1 milj. m³, eli noin 7.4 milj. tonnia Hannukaisen louhoksen alueelta poistettavia massoja.

Ramboll Finland Oy
Y-tunnus 0101197-5, ALV rek.
Kotipaikka Espoo

Suojavalli rakennetaan kaivosalueen maanpoistosta syntyvistä massoista ennen varsinaisen malmin louhintatyön aloitusta. Pintamateriaalina käytetään alueen pintamaita ja muuta kasvua edistävää materiaalia kuten turvetta. Vallin maisemointi on esitetty tarkemmin luvussa 4.

Kaivosalueen rakentaminen alkaa pintamaiden poistolla kallion päältä. Kaivoksen rakentaminen kestää yhteensä noin kaksi vuotta, jonka aikana kaivosalueen maanpoistosta syntyy noin 14 miljoonaa tonnia maamassoja. Nämä maa-ainekset läjitetään suojavallin yhteydessä olevalle pintamaiden läjitysalueelle sekä hyödynnetään suojavallin rakentamisessa. Suojavalliin hyödynnetään yhteensä noin 7,4 miljoonaa tonnia materiaalia, mikä vastaa noin 50% kaivoksen ensimmäisten kahden vuoden aikana syntyvien maamassoja.

Vallin rakenteisiin hyödynnetään soveltuvat kitkamaat sekä sen pintaan humuspitoiset pintamaat ja turvepitoiset maa-ainekset. Geoteknisen tarkastelun perusteella (Luku 3.2) vallin jyrkemmän osan kohdalla vallin alareunaan rakennetaan tarvittaessa louheesta tukipenger stabiliteetin parantamiseksi.

Suojavallin rakentaminen kestää yhteensä noin kaksi vuotta. Vallin rakentaminen aloitetaan ojien, rumpujen sekä laskeutusaltaiden rakentamisella, jolla estetään rakentamisen aikainen kiintoaineen pääsy vesistöön. Vesienhallintaa ja altaiden mitoitusta on esitetty suojavallin suunnitelmissa ja sen täydennyspyynnöissä. Altaiden ja ojien ohjeelliset sijainnit on esitetty Liitteessä 1.

Valli rakennetaan kerrostäyttönä, jossa kerrokset tiivistetään huolellisesti rakentamisen edettäessä. Suojavallin rakentamisen periaate on esitetty liitteessä 2.
Rakentaminen aloitetaan asutuksen puolelta ja valli pyritään saamaan suunniteltuun korkeuteen mahdollisimman nopeasti. Tällöin suojavallin melu- ja pölysuoja on asutusten suuntaan valmiina mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Vallin rakentamiseen liittyvät pölyhaitat minimoidaan tehokkaalla kastelulla ja nopealla kasvien istutuksella. Pölyn muodostumista suojavallin lähistölle seurataan kaivoksen pölynseurannan yhteydessä. Meluhaitat minimoidaan mm. rakentamisvaiheistuksella, rakentamalla asutuksen puolella vallin korkeuden mukaan aloituspenkereet. Tällöin toimii itse valli jo rakentamisen aikana vaimentavana rakenteena. Lisäksi meluhaitat minimoidaan mm. ajoreittien valinnoilla ja pitämällä työkoneet kunnossa.

3 Geotekninen tarkastelu

3.1 Maaperä

Hannukaisen kaivosalueelta on vuonna 2011 tehty maaperäkairauksia 16:sta tutkimuspisteestä kaivoksen kannattavuusselvityksen ja YVA:n yhteydessä. Maaperätietoa ei ole koko suojavallin matkalta, ja maaperätietoa tahdotaan tarkentaa luotettavan toteutussuunnitelman tekoa varten. Arvio maaperän laadusta perustuu läheisiin kairauksiin ja karttatarkasteluun. Kaivosalueella maalajit vaihtelevat silttisen hiekan ja humuspitoisen maan välillä.
Yleinen maalaji kaivosalueella tehtyjen tutkimusten (SRK 2011) perusteella on silttinen hiekka ja hiekkamoreenia.

Maaperän arvioidaan olevan vallin kohdalla pääasiassa silttistä hiekkaa ja hiekkamoreenia. Paikoin kallio voi olla lähellä maanpintaa. Turvetta voi paikoin esiintyä ylimpänä maakerroksena. Liitteessä 3 on esitetty yleiskartta alueen maaperästä (Pöyry, 2011).

3.2 Vallin vakavuus

Valli rakennetaan kaivosalueelta poistetulla kaivumaita, jotka ovat pääasiassa silttistä hiekkaa ja hiekkamoreenia. Vallin yleissuunnitelman mukaan vallin luiskakaltevuus vaihtelee välillä 1:2 ja 1:3 josta jyrkempi luiska on esitetty varsinaisen louhoksen kohdalla.
Vakavuustarkastelu keskittyy 1:2 luiskan valliosuuteen, jolloin myös loivempi osuus katsotaan olevan rakennettavissa.

Kirjallisuuden mukaan hiekan ja hiekkamoreenin kitkakulman arvot vaihtelevat välillä 30 - 38°. Alustavissa laskennoissa pohjamaalle annettiin kitkakulman arvo 32°.

Laskennat tehtiin käyttäen täytölle kahta kitkakulman arvoa riippuen käytetystä materiaalista ja tiivistyksestä. Mikäli vallin materiaali on hienorakeisempaa, voidaan tiivistetyn vallirakenteen täytön kitkakulmana käyttää 33°. Mikäli materiaali on hyvin tiivistettyä karkeaa moreenia, käytetään kitkakulman arvoa 35°.

Kun täytön kitkakulman arvona käytettiin 33°, saatiin laskentojen tuloksena vallille vakavuus 1,432 – 1,439. Stabiliteettitarkastelussa vallin vakavuuden tulee olla suurempi kuin 1,5, joten saatua arvoa voidaan pitää riittämättömänä.

Vallin vakavuutta voidaan parantaa tukipenkerein. Kun vallin reunoille sijoitetaan 3 – 5 m korkeat louhepenkereet, saadaan vakavuudeksi hyväksyttävä 1,540 – 1,578.

Vaihtoehtoisesti valli rakennetaan paremmasta materiaalista, jonka kitkakulmana voidaan käyttää 35°. Tällöin saadut vakavuudet ilman louhetukipengertä olivat riittävät 1,542 - 1,550.

Alustavat laskentatulokset on esitetty liitteessä 3.

Valli voidaan rakentaa suunnitellusti, kun vallin reunoille rakennetaan louheesta arviolta 3 – 5 m korkeat louhetukipenkereet tai täyttömateriaalina käytetään karkeaa, hyvin tiivistettyä moreenia.

Jatkosuunnittelussa tarkastellaan tarkemmin mahdollinen louheverhouksen tarve ja erilaatuisten täyttömaiden sijoitus vallirakenteeseen. Lisäksi pohjamaan laatu tulee selvittää ennen jatkosuunnittelua koko suojavallin matkalta.
Mikäli vallin kohdalla pohjamaa on turvetta tai muuta heikosti kantavaa, tulee tehdä massanvaihto tms. pohjavahvistus.

4 Kasvillisuus ja maisemointi

Maavallin maisemointitapa ja aluerajat suunnitellaan ympäröivän maiseman, kasvuolosuhteiden ja luiskan kaltevuuksien mukaan, ensisijaisesti kerättyä pintamaata hyödyntäen. Maisemointia täydennetään kaupallisella siemenseoksella ja metsityksellä. Toiminnanharjoittaja täydentää vallin maisemointisuunnitelmaa ennen kaivoksen rakentamisen aloitusta.

Hankealueelta kerätään metsän pintamaat talteen, seulotaan, varastoidaan ja levitetään luiskien pintaan 10-20 cm:n paksuisena kerroksena. Uudelleen käytettävät pintamaat tarkastetaan etteivät ne sisällä haitallisia vieraslajeja. Lähtötiedon mukaan olemassa oleva pintamaa on kuitenkin hyvin kerättäväksi kelpaavaa, köyhää eloperäistä maata, jossa kasvaa mm. erilaisia varpukasveja. Seulottu pintamaa sisältää oman siemenpankin. Näin luiskiin kehittyy paikalle ominainen kasvillisuus ja uuden vallin pinta muistuttaa parhaiten nykyistä metsänpohjaa. Kerätyn pintamaan kasvuun lähtö kestää 1-3 vuotta.

Täydellinen pintojen maisemoituminen kestää kuitenkin selvästi kauemmin, minkä vuoksi käytetään myös kaupallisia siemenseoksia. Niiltä osin kuin kerättyä pintamaata ei riitä, levitetään pintaan ohut kerros köyhäravinteista multaa ja kylvetään heinävoittoinen siemenseos. Sopivassa heinäseoksessa on nopeakasvuisia lajikkeita esim. raiheinää, joka vihertyy nopeasti, mutta antaa myöhemmin tilaa hitaammin kasvaville kestävämmille heinälajikkeita kuten esim. punanata, nurmirölli ja jäykkänata (GTK:n työraportti 79/2018; Kaivannaisjätealueiden peittomateriaalivalinnan koerakenteet ja -järjestelyt).

Heinäsiementen lisäksi tehdään laikkukylvöjä muiden alueelle luontaisten alueella kasvien siemenillä, siementen saatavuuden mukaan. Heinäsiemenseos levitetään rinteisiin emulsiokylvönä, mikä antaa pinnalle eroosionkestoa. Kylvöpinta alkaa vihertyä parhaimmillaan jo pari viikkoa levityksestä.
Iso maavalli tarvitsee maisemoitumiseen myös puustoa. Vallia metsitetään alueen kasvillisuuteen luontevalla puustolla mm. metsämännyllä. Metsitys voidaan tehdä suoraan pohjamaahan.

Jyrkimmissä luiskissa käytetään harkitusti kivilouhetta, joka estää tehokkaasti luiskan eroosiota.

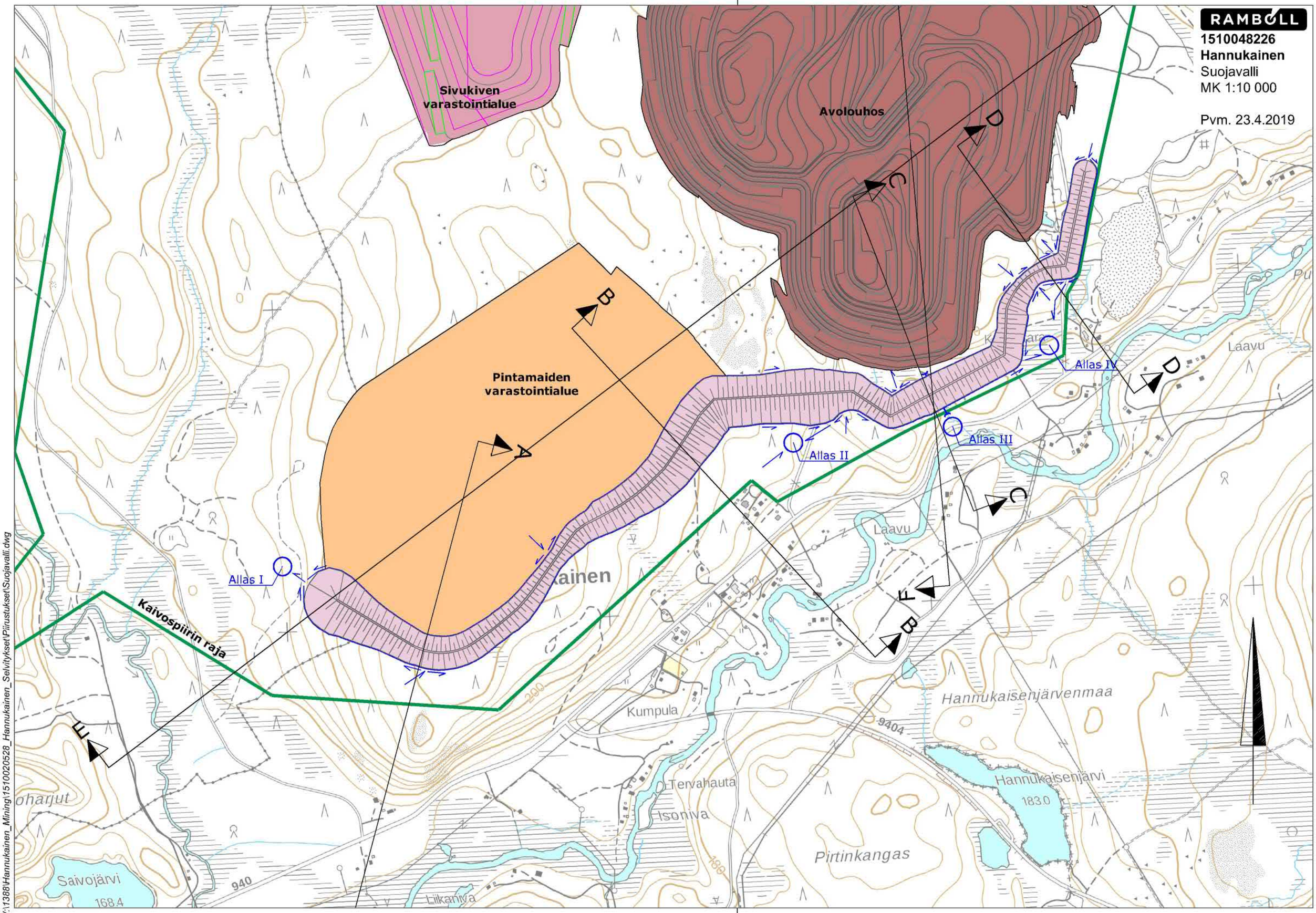
Liitteet

Liite 1 – Asemakuva
Liite 2 – Täyttötekniikat
Liite 3 – Maaperäkartta
Liite 4 – Geotekninen laskentaliite

RAMBOLL

1510048226
Hannukainen
Suojavalli
MK 1:10 000

Pvm. 23.4.2019

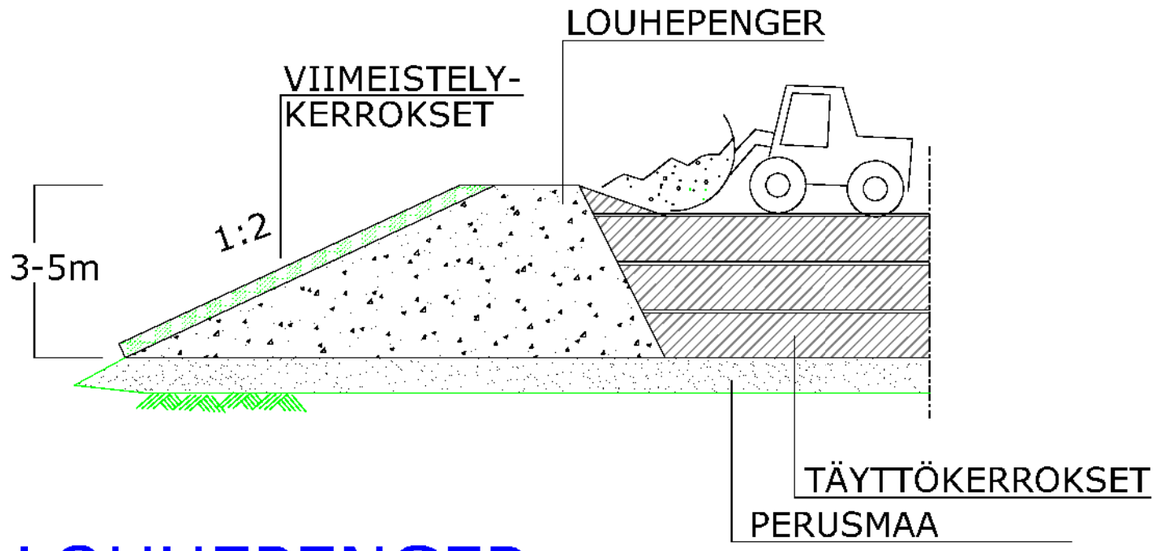


W:\1388\Hannukainen_Mining\1510020528_Hannukainen_Selvitykset\Piirustukset\Suojavalli.dwg

1510048226
Mk -

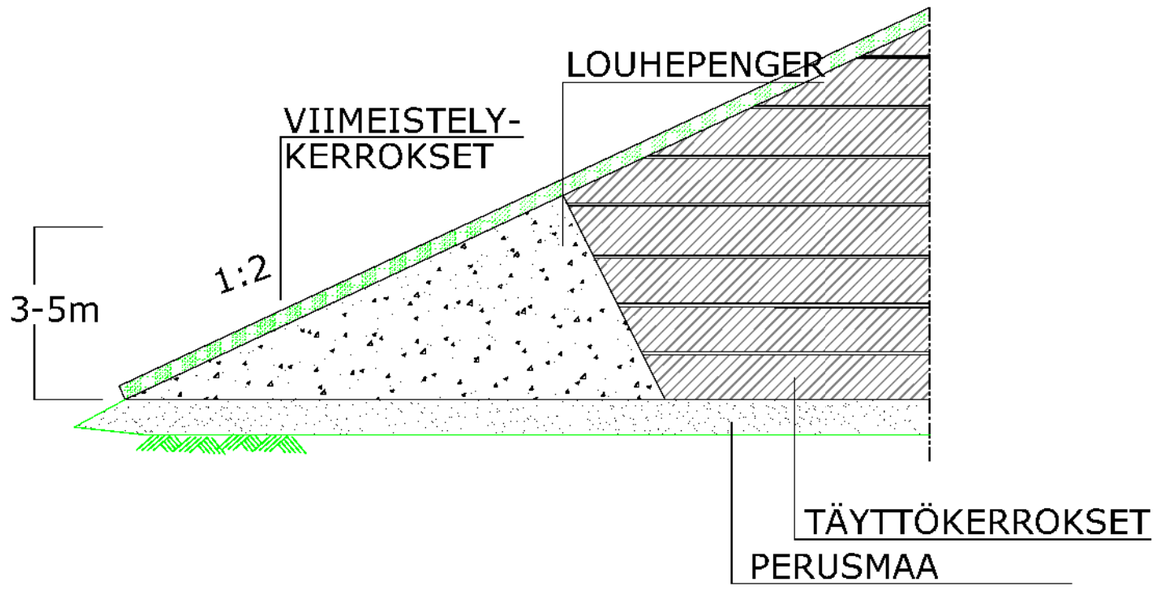
LOUHEPENGER

PERIAATEPIIRUSTUS



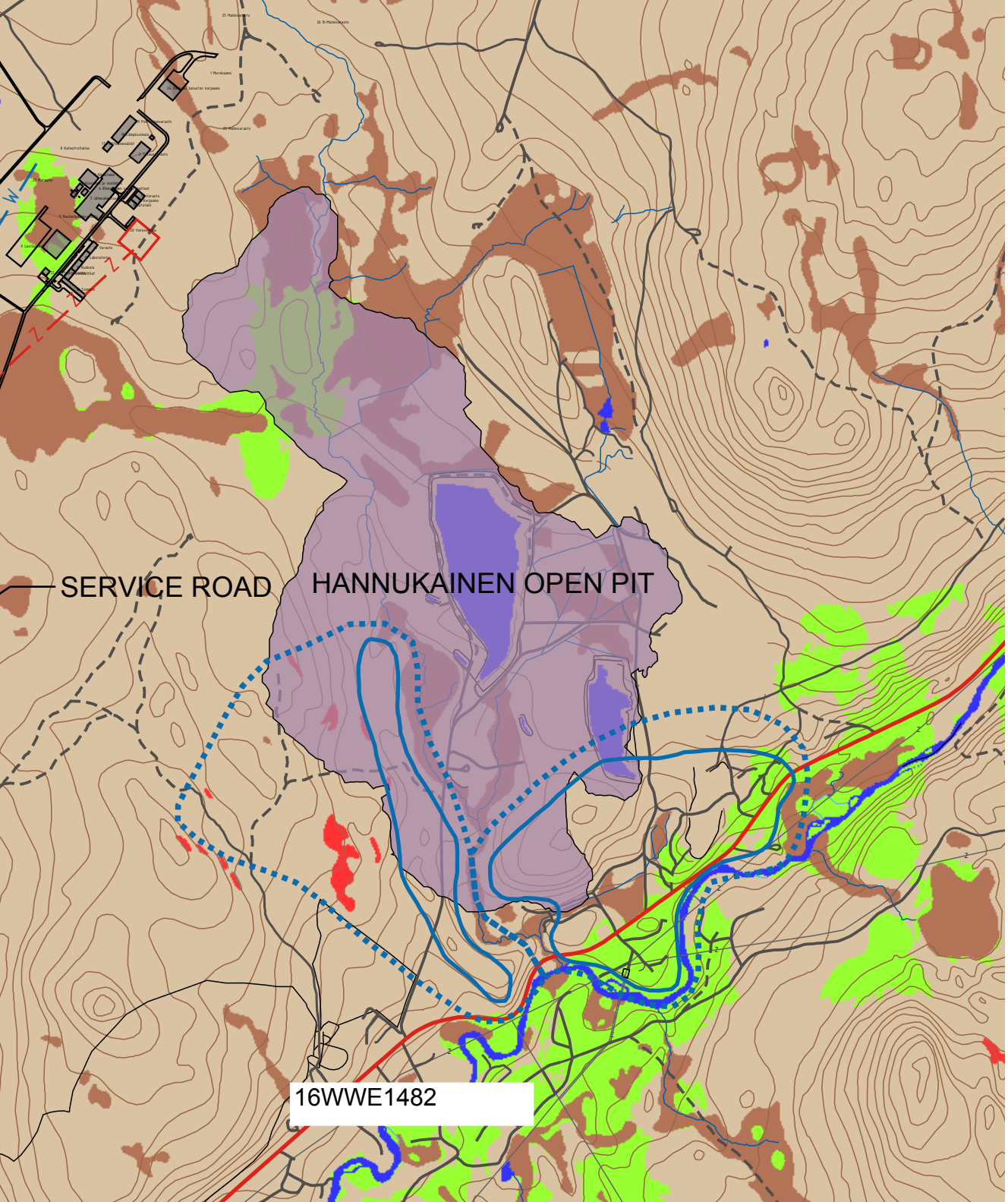
LOUHEPENGER

PERIAATEPIIRUSTUS



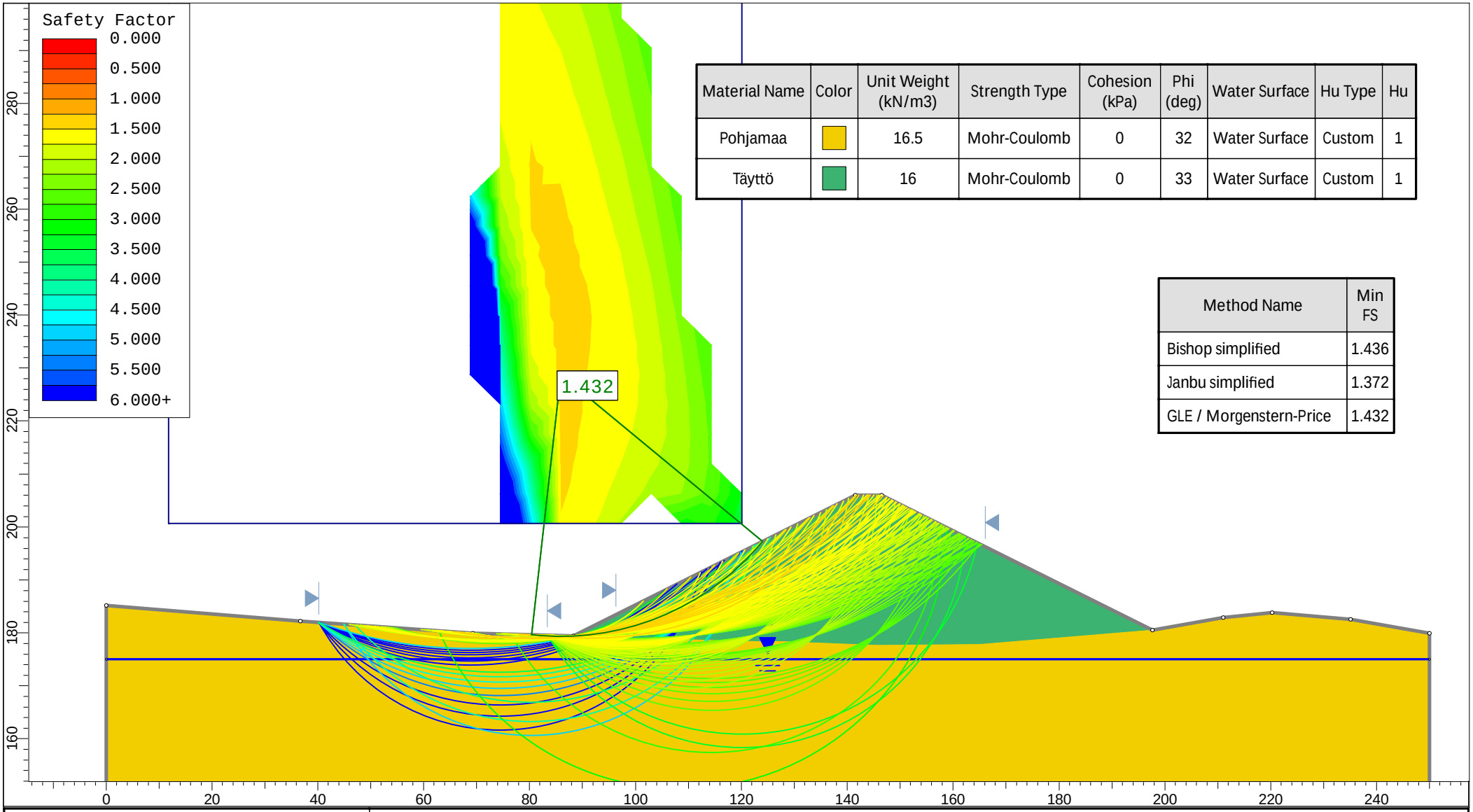
RAMBOLL
Ramboll
Niemenkatu 73
15140 Lahti
puh. 020 755 611

W:\1395\HannukainenMining\1510048226_Ympäristölupavastineet\Työkansio\Mitja\Täyttötekniikat.dwg



Turve
Sedimentti
Hiekka
Moreeni
Kallioperä
Rikastushiekka
Vesi

Mahdollinen hienoainesmoreenialue
Pohjavesialueen raja
Pohjaveden varsinainen muodostumisalue

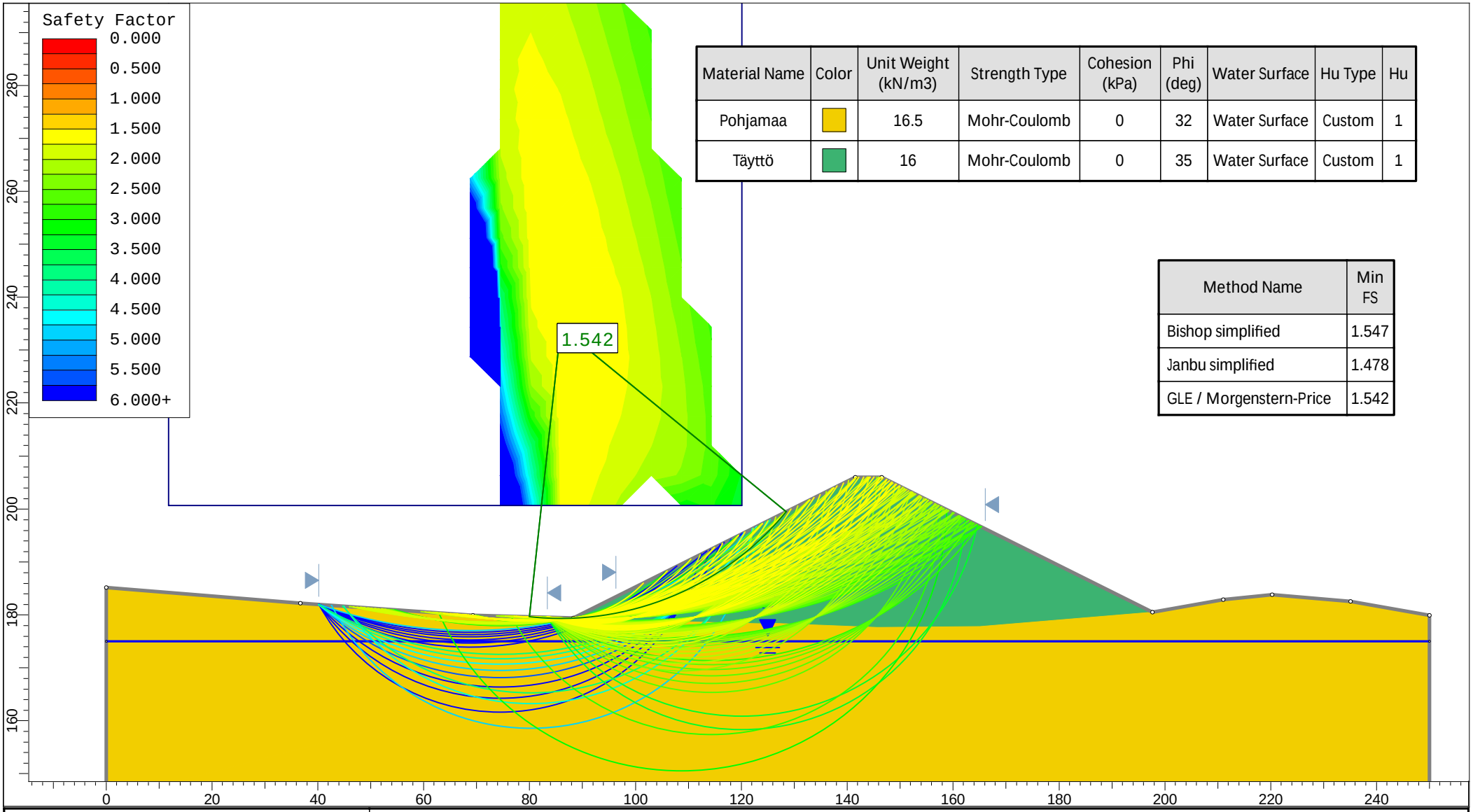


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type	Hu
Pohjamaa		16.5	Mohr-Coulomb	0	32	Water Surface	Custom	1
Täyttö		16	Mohr-Coulomb	0	33	Water Surface	Custom	1

Method Name	Min FS
Bishop simplified	1.436
Janbu simplified	1.372
GLE / Morgenstern-Price	1.432

SLIDEINTERPRET 7.038

Project	Hannukainen Mining, 151004822		
Analysis Description	Vallin vakavuus		
Drawn By	EAu	*Scale* 1:1000	*Company* Ramboll
Date	16.4.2019, 14:25:09		*File Name* Leikkaus_A-A.slim

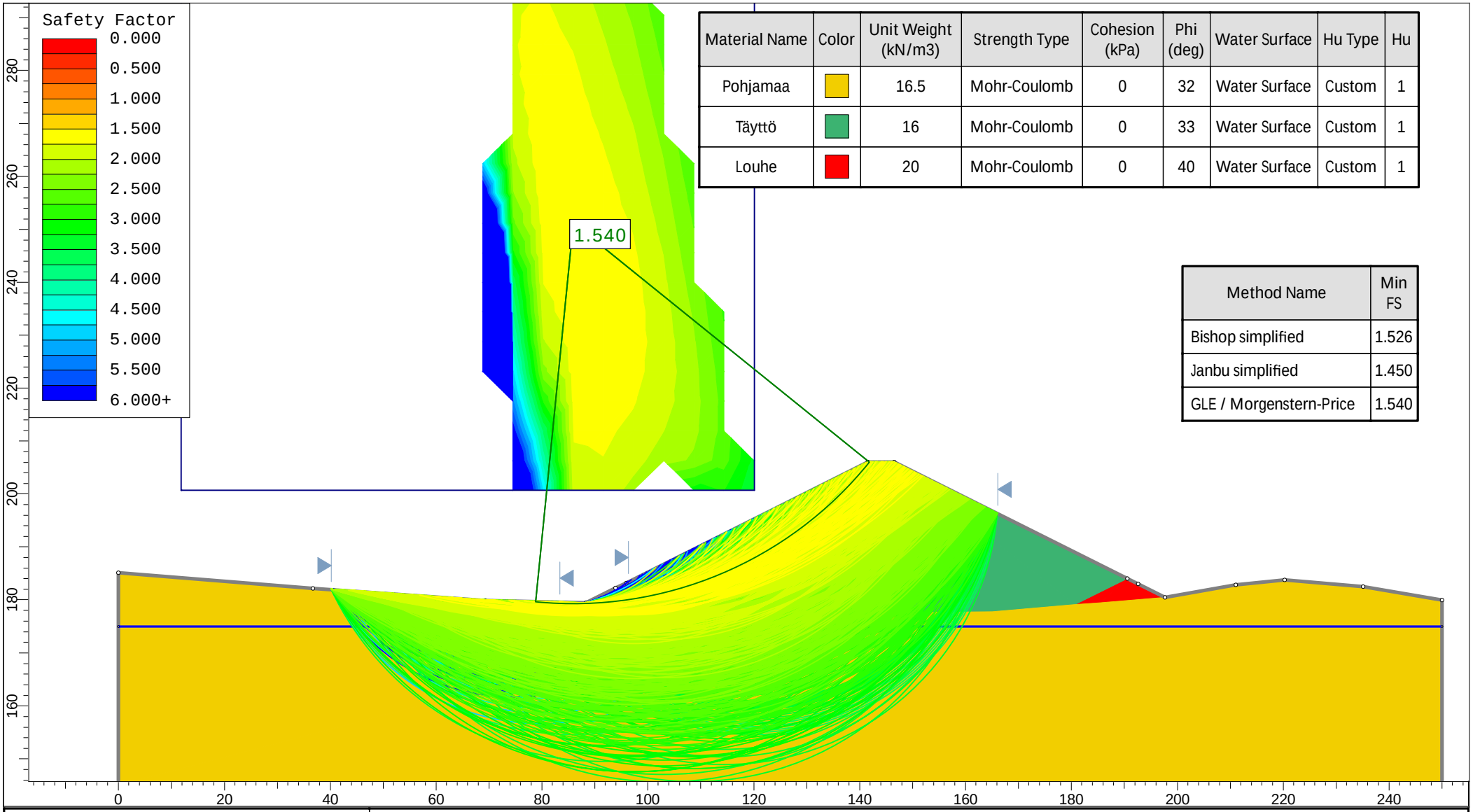


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type	Hu
Pohjamaa		16.5	Mohr-Coulomb	0	32	Water Surface	Custom	1
Täyttö		16	Mohr-Coulomb	0	35	Water Surface	Custom	1

Method Name	Min FS
Bishop simplified	1.547
Janbu simplified	1.478
GLE / Morgenstern-Price	1.542

SLIDEINTERPRET 7.038

Project	Hannukainen Mining, 151004822		
Analysis Description	Vallin vakavuus		
Drawn By	EAu	*Scale* 1:1000	*Company* Ramboll
Date	16.4.2019, 14:25:09		*File Name* Leikkaus_A-A.slim

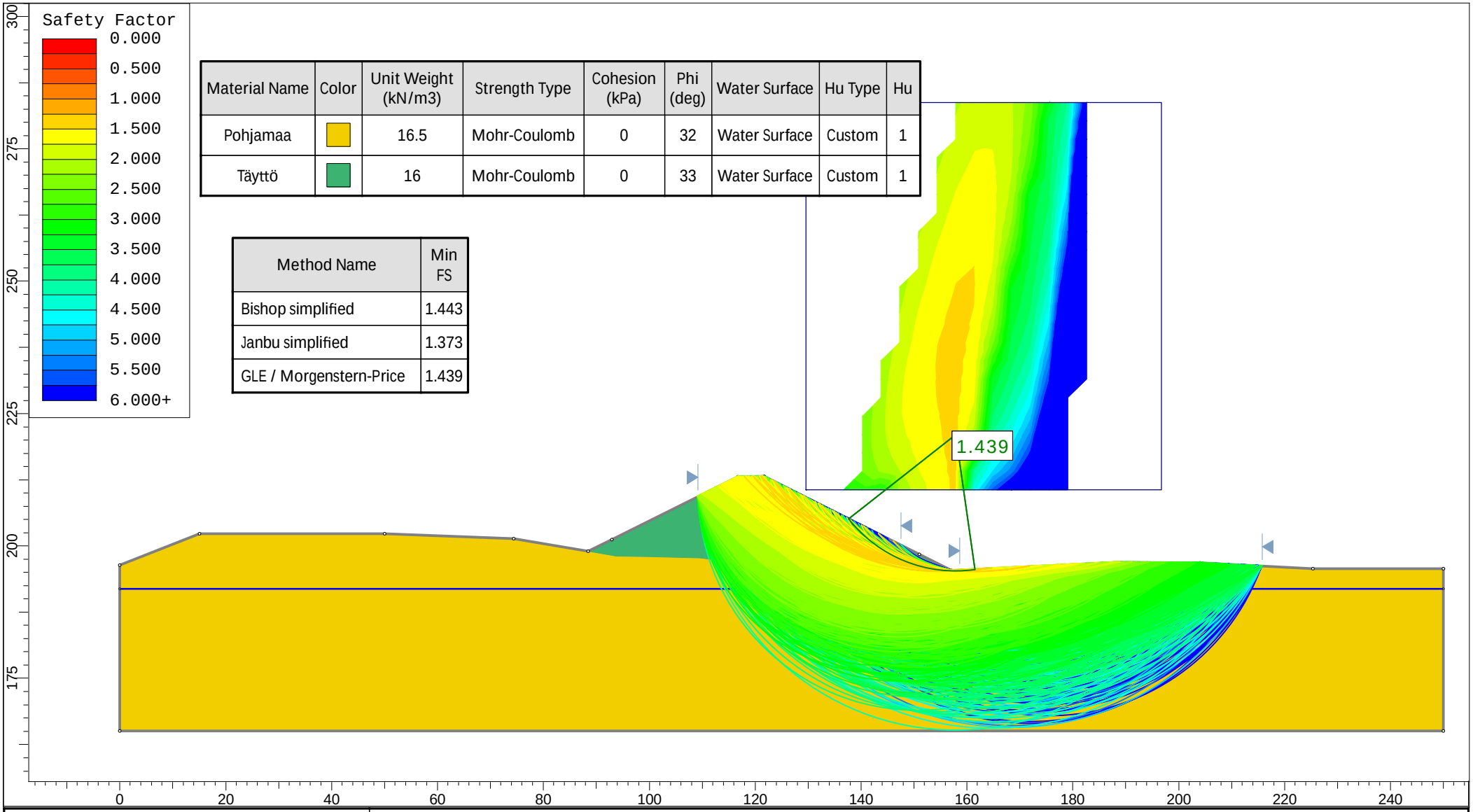


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type	Hu
Pohjamaa		16.5	Mohr-Coulomb	0	32	Water Surface	Custom	1
Täyttö		16	Mohr-Coulomb	0	33	Water Surface	Custom	1
Louhe		20	Mohr-Coulomb	0	40	Water Surface	Custom	1

Method Name	Min FS
Bishop simplified	1.526
Janbu simplified	1.450
GLE / Morgenstern-Price	1.540

SLIDEINTERPRET 7.038

Project	Hannukainen Mining, 151004822		
Analysis Description	Vallin vakavuus		
Drawn By	EAu	*Scale* 1:1000	*Company* Ramboll
Date	16.4.2019, 14:25:09		*File Name* Leikkaus_A-A_louhetukipenkereilld.slim

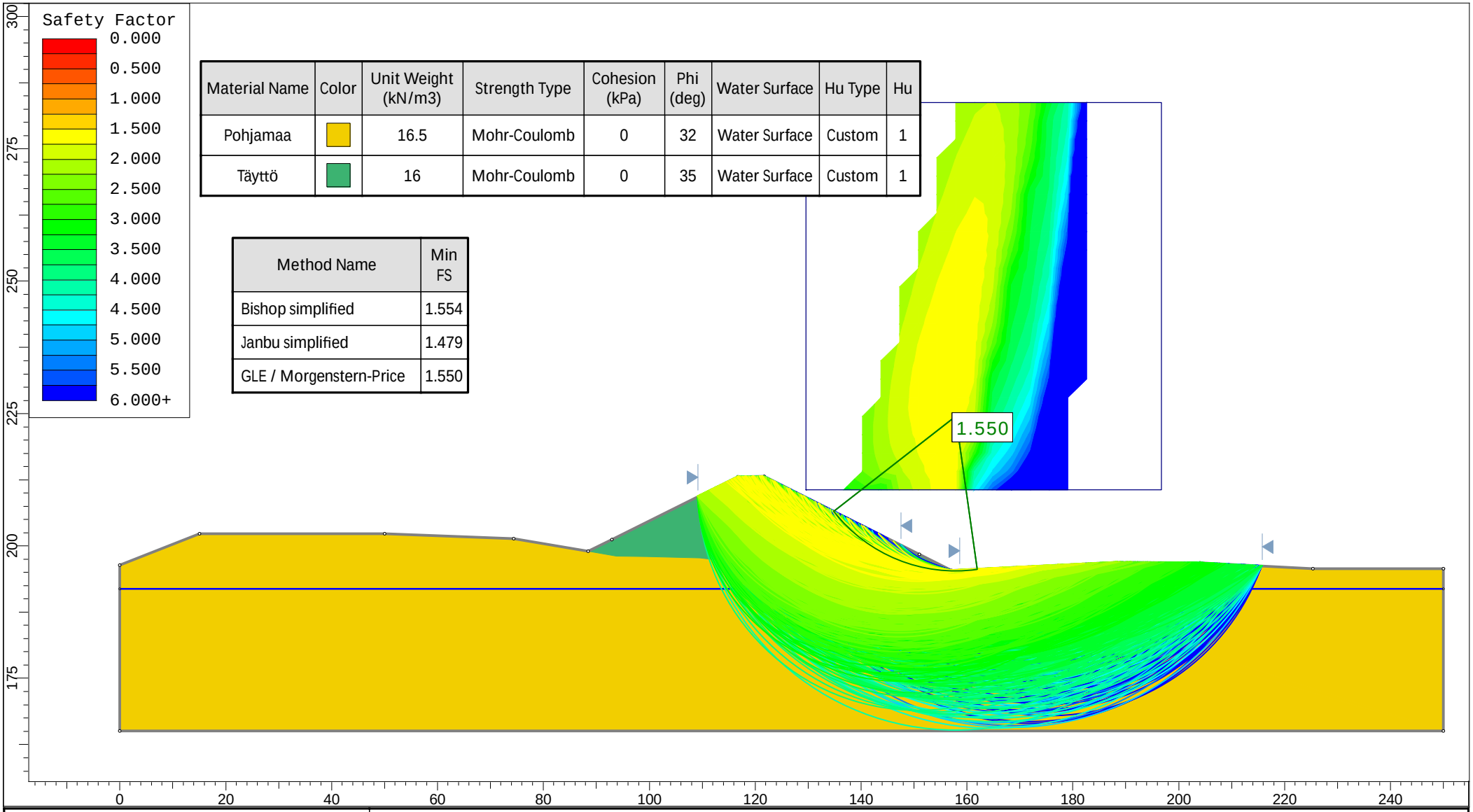


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type	Hu
Pohjamaa		16.5	Mohr-Coulomb	0	32	Water Surface	Custom	1
Täyttö		16	Mohr-Coulomb	0	33	Water Surface	Custom	1

Method Name	Min FS
Bishop simplified	1.443
Janbu simplified	1.373
GLE / Morgenstern-Price	1.439

SLIDEINTERPRET 7.038

Project	Hannukainen Mining, 151004822		
Analysis Description	Vallin vakavuus		
Drawn By	EAu	*Scale* 1:1000	*Company* Ramboll
Date	16.4.2019, 14:25:09		*File Name* Leikkaus_C-C.slim

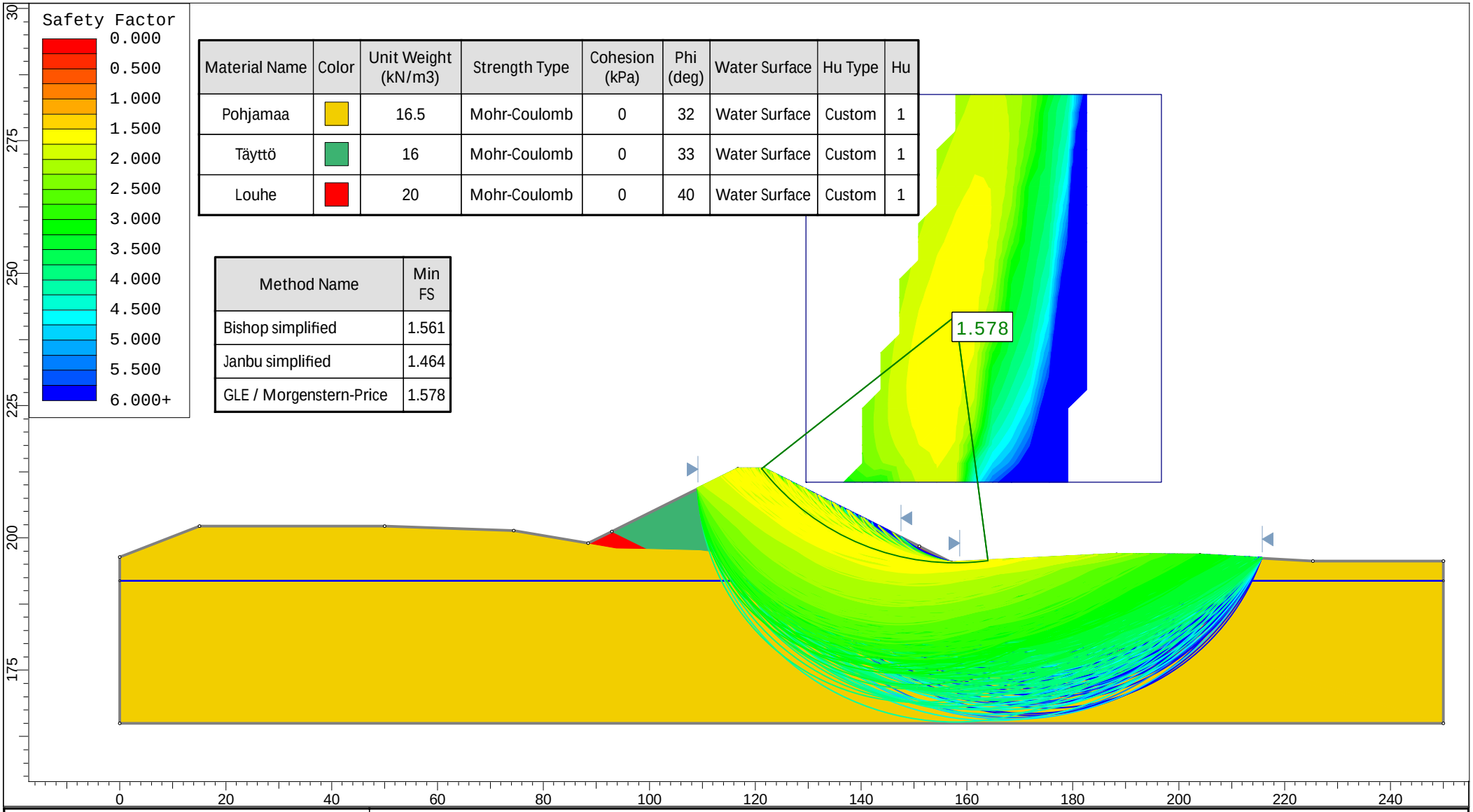


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type	Hu
Pohjamaa		16.5	Mohr-Coulomb	0	32	Water Surface	Custom	1
Täyttö		16	Mohr-Coulomb	0	35	Water Surface	Custom	1

Method Name	Min FS
Bishop simplified	1.554
Janbu simplified	1.479
GLE / Morgenstern-Price	1.550

SLIDEINTERPRET 7.038

Project	Hannukainen Mining, 151004822		
Analysis Description	Vallin vakavuus		
Drawn By	EAu	*Scale* 1:1000	*Company* Ramboll
Date	16.4.2019, 14:25:09		*File Name* Leikkaus_C-C.slim



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type	Hu
Pohjamaa		16.5	Mohr-Coulomb	0	32	Water Surface	Custom	1
Täyttö		16	Mohr-Coulomb	0	33	Water Surface	Custom	1
Louhe		20	Mohr-Coulomb	0	40	Water Surface	Custom	1

Method Name	Min FS
Bishop simplified	1.561
Janbu simplified	1.464
GLE / Morgenstern-Price	1.578

SLIDEINTERPRET 7.038

Project	Hannukainen Mining, 151004822		
Analysis Description	Vallin vakavuus		
Drawn By	EAu	*Scale* 1:1000	*Company* Ramboll
Date	16.4.2019, 14:25:09		*File Name* Leikkaus_C-C_louhetukipenkereilld.slim

Vastaanottaja
Hannukainen Mining Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
9.11.2016

Työnumero
1510020528

HANNUKAINEN MINING OY
SUOJAVALLIN TARKEN-NETTU SUUNNITELMA

RAMBOLL

HANNUKAINEN MINING OY
SUOJAVALLIN TARKENNETTU SUUNNITELMA

Päivämäärä **9.11.2016**
Laatija **Anna Koskimaa, Osmo Niiranen, Essi Auvinen**
Tarkastaja **Nathan Gaasenbeek**

Viite 1510020528

Ramboll
Niemenkatu 73
15140 LAHTI
P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
www.ramboll.fi

SISÄLTÖ

1.	**JOHDANTO**	**1**
2.	**SUUNNITTELUALUEEN NYKYTILANNE**	**1**
2.1	Maaperä	1
2.2	Pintavedet	1
3.	**SUOJAVALLIN RAKENTAMINEN**	**1**
3.1	Rakentamisperiaatteet	1
3.2	Suojavallin vakavuus	2
3.3	Rakennusjärjestys	2
4.	**VESIEN JOHTAMINEN**	**3**
4.1	Alueella muodostuvat pintavedet	3
4.2	Selkeytysaltaiden mitoitusperusteet	4
4.3	Selkeytysaltaat ja ympärysojat	5
4.3.1	Selkeytysaltaiden rakenne	5
4.3.2	Selkeytysaltaiden tilavuus	6
5.	**ARVIO PÄÄSTÖISTÄ JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSISTA**	**7**
6.	**TARKKAILU**	**7**
7.	**YHTEENVETO**	**7**

LIITTEET

1/1510020528	Kartta tutkimuspisteistä
2/1510020528	Suojavallin asemapiirustus
3/1510020528	Suojavallin leikkauspiirustukset A-A ja B-B

1. JOHDANTO

Hannukainen Mining Oy:n Hannukaisen ja Rautavaaran kaivoshankkeen ympäristö- ja vesilupahakemus (Dnro PSAVI/3224/2015) on tullut vireille 27.11.2015 Pohjois-Suomen aluehallintovirastossa.

Lupahakemuksen käsittelyn etenemiseksi lupaviranomaisena toimivat Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on pyytänyt täydentämään lupahakemusta mm. suunnitellun suojavallin rakentamiseen liittyen.

Lupaviranomainen on toimittanut 1.7.2016 päivätyn hakemuksen täydennyspyynnön, jonka kohdassa 10. toivoo hakemusta täydennettävän seuraavasti:

- *"Yksityiskohtainen suunnitelma suojavallista poikkileikkauksineen ja käytettävine materiaaleineen ja niiden määrineen.*
- *Arvio meluvallin rakentamisesta ja käytettävistä maamassoista aiheutuvista päästöistä vesiin ja esitys niiden rajoittamisesta sekä käytettävien massojen laatukriteereistä."*

Seuraavassa on esitetty täydennykset liittyen kaivoksen suojavallin suunnitelmiin.

2. SUUNNITTELUALUEEN NYKYTILANNE

2.1 Maaperä

Kaivosalueen maaperä on soramoreenia, hiekkamoreenia ja hienoainesmoreenia, myös suunnitellun suojavallin alueella. Alueella on paikoin soistumia, joissa kohdin maalaji on turvetta. Mahdollisesti turvetta sisältävät kohdat on poistettava.

Hankesuunnitteluvaiheessa alueella on tehty muutamia kairauksia, jotka on esitetty liitteessä 1/1510020528.

2.2 Pintavedet

Osa suojavallin suunnittelualueen ja kaivosalueen vesistä ohjautuu Laurinojaan, joka tulee jäämään kaivoksen alle. Suunnittelualueen pintavedet laskevat luontaisesti alueen eteläpuolella kulkevaan Äkäsjokeen, joka laskee lounaan suuntaan Muonionjokeen ja edelleen Tornionjokeen kohti etelää. Lopulta pintavedet päätyvät Perämereen.

3. SUOJAVALLIN RAKENTAMINEN

3.1 Rakentamisperiaatteet

Suunniteltu suojavalli on pituudeltaan noin 3340 m, maksimileveydeltään noin 115 m ja maksimikorkeudeltaan noin 30 m.

Suojavalli rakennetaan kaivosalueelta kuorittavista pintamaista, kuten sora-/hiekkamoreenista. Kaivosalueella tehtyjen kairausten perusteella kallion päällä on vähintään 15 metrin paksuudelta suojavalliin soveltuvia pintamaita. Lisäksi suojavallissa hyödynnettäviä pintamaita saadaan suunnitellun kenttä 5C:n alueelta.

Hankesuunnitteluvaiheessa alueella on tehty kairauksia, joiden sijainti on esitetty liitteessä 1/1510020528. Kairauksien perusteella maaperä on pääosin hiekka- ja soramoreenia. Tämä alueelta kaivettu maa-aines käytetään suojavallin rakennusmateriaalina. Rakennussuunnitteluvaiheen alkaessa tehdään suojavallin kohdalla sekä laajemmin kaivosalueella lisää kairauksia.

Alueelta kuorittavia huonosti koossapysyviä savisia ja eloperäisiä maita (humusmaa ja turve) hyödynnetään suojavallin kasvukerroksessa ja tarvittaessa sijoitetaan karkeampien massojen

väliin vallin keskivaiheelle. Vallin reuna-alueille sijoitetaan parempia ja karkeampia maamassoja luiskien pysyvyyden varmistamiseksi. Tarvittaessa tehdään massanvaihto syvempien turvekerrosten alueella.

Suojavalli rakennetaan kerrospengertäyttönä vaakasuorina kerroksina. Penkereen kerrospaksuus on noin 1-2 metriä. Suojavalliin tuotavat pintamaakuormat tyhjennetään alueelle ja työnnetään kauhakuormaajalla penkereeseen. Tämän jälkeen penger tasataan ja tiivistetään huolellisesti useaan kertaan päältä ajamalla. Tarvittaessa voidaan rakentaa vallin reunoille vastapenger kivistä ja louheesta.

Suojavallin luiskat tehdään suunnitelman mukaisesti kaltevuuteen 1:2…1:3. Alueella, jossa käytettävissä oleva tila on rajallinen (esim. paaluvälillä 2300-2800) suojavalli toteutetaan tarvittaessa louhetukipenkereenä. Lakialueen taso vaihtelee välillä +206…+237. Oikean luiskakaltevuuden takaamiseksi suojavallin rakentamisessa voidaan käyttää apuna puurimoista rakennettuja luiskamalleja.

Suojavallissa hyödynnetään yhteensä noin 2 700 000 m^3 pintamaita ja kiviä sekä soveltuvin osin louhetta tarvikelouhimosta tai ei-happoa muodostavaa sivukiveä.

Suojavallin periaatteelliset suunnitelmapiirustukset on esitetty liitteissä 2/1510020528 ja 3/1510020528.

3.2 Suojavallin vakavuus

Suunnitellun vallin kohdalta ei ole tehty pohjatutkimuksia. Lähin tehty pohjatutkimus on noin 280 m etäisyydellä oleva koekuoppa TP-408. Maaperäkartan mukaan alueen maaperä on suojavallin paaluvälillä n. 0 – 2000 kalliomaata tai sekalajitteista maalajia. Paaluvälillä n. 2000 – 3600 maaperä on karkearakeista.

Koska alueen maaperästä ei ole tarkempaa tietoa, tulee alueelle tehdä pohjatutkimuksia ennen vallin rakentamista. Mikäli alueen maaperä on keskitiivistä – tiivistä soraa/moreenia, on maaperän kitkakulma 37 - 40°. Suojavallin pohjamaata voidaan tällöin pitää kantavana eikä ongelmia stabiliteetin suhteen ole, mikäli maanpinta on tasainen. Sivukaltevalla pohjamaalla voi kallion ja karkearakeisen maan väliin syntyä liukupinta. Hienorakeisemmalla / pehmeämmällä pohjamaalla tulee stabiliteetti tarkastaa sekä on varauduttava pohjanvahvistuksiin tai massanvaihtoihin.

Louhetukipenkereellä suojavalli voidaan toteuttaa luiskakaltevuuteen 1:2. Mikäli suojavallin korkeus on alustavasti alle 5 m, voidaan valli toteuttaa sorasta / soramoreenista kaltevuuteen 1:2. Muussa tapauksessa suojavalli on luiskattava vähintään kaltevuuteen 1:3.

Savi ja turvemaat tulee sijoittaa vallin keskelle ja yläosaan, jolloin niitä ei kuormiteta eikä vakavuusongelmia synny. Lisäksi humuspitoista maa-ainesta voidaan hyödyntää pintakerroksessa kasvukerroksena.

3.3 Rakennusjärjestys

Ennen suojavallin rakentamista tehdään vallin ympärysojat sekä selkeytysaltaat. Tätä rakennusjärjestystä noudattamalla saadaan jo vallin rakentamisen aikana syntyvät pintavedet johdettua hallitusti ympärysojiin ja selkeytysaltaiden kautta edelleen Äkäsjokeen. On odotettavissa, että varsinkin rakentamisaikana kiintoaineen erotus on tarpeellista. Selkeytysaltaissa pintavesien kiintoaines erottuu laskeutumalla altaiden pohjalle.

4. VESIEN JOHTAMINEN

4.1 Alueella muodostuvat pintavedet

Luontaisesti pintavedet ovat valuneet pintavaluntana tai pienten ojien kautta edelleen Äkäsjokeen. Suojavallin rakentamisen myötä vallialueen pintavedet johdetaan ympärysojien avulla rakennettaviin selkeytysaltaisiin I-IV ja selkeytyksen jälkeen Äkäsjokeen.
Altaiden valuma-alueiden pinta-alat ovat seuraavat:

- Allas I 83 ha
- Allas II 16,6 ha
- Allas III 8 ha
- Allas IV 17,2 ha

Suojavallin rakentamisen jälkeen Äkäsjoen ja vallin ympärysojien välisen alueen pintavedet valuvat edelleen suoraan Äkäsjokeen. Suojavallin ulkoluiskan valumavedet johdetaan ympärysojien ja selkeytysaltaiden kautta jokeen.

Valunta alueelta nuodostuu sadannan ja haihdunnan erotuksesta. Keskivaluman alueella voidaan arvioida olevan 13 l/s/km^2. Valunta eri valuma-alueilla ja sen jakaantuminen kuukausittain altaisiin 1-4 on arviolta taulukossa 1 esitetyn mukainen.

Taulukko 1. Valunnan jakautuminen kuukausittain neljään eri altaaseen.

Valunnan jakaantuminen kuukausittain					m3/kk
Arvioitu keskivaluma			13,0 l/s/km2		
		Allas 1	Allas 2	Allas 3	Allas 4
Valuma-alue (ha)		83,0	16,6	8,0	17,2
	Valunnan		m3/kk		
Kuukausi	osuus %	Allas 1	Allas 2	Allas 3	Allas 4
I	0,5 %	1 701	340	164	353
II	0,5 %	1 701	340	164	353
III	1,0 %	3 404	681	328	705
IV	50,0 %	170 137	34 027	16 399	35 257
V	7,5 %	25 516	5 103	2 459	5 288
VI	5,0 %	17 005	3 401	1 639	3 524
VII	1,2 %	4 233	847	408	877
VIII	3,7 %	12 742	2 548	1 228	2 641
IX	10,0 %	34 023	6 805	3 279	7 051
X	11,0 %	37 436	7 487	3 608	7 758
XI	8,3 %	28 080	5 616	2 706	5 819
XII	1,3 %	4 254	851	410	882
Yhteensä	m3/a	340 233	68 047	32 794	70 506
Yhteensä	m3/d	932	186	90	193
Yhteensä	l/s	10,8	2,2	1,0	2,2

Lyhytaikaisen sadantahuipun mitoituksessa voidaan käyttää taulukko 2:ta, jossa on huomioitu ilmastonmuutoksen vaikutus.

Taulukko 2. Sateen intensiteetit [l/s*ha] keskimäärin noin 1 km²:n aluesadannalle ottaen huomioon ilmastonmuutoksen ennakoitu vaikutus (lähde: Hulevesiopas 2012, Kaupunkiliitto)

Keskimääräinen intensiteetti (l/s*ha)									
	Sateen kesto								
Toistuvuus	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1/1 a	140	96	94	60	40	22	13	8,3	5,0
1/2 a	200	144	120	73	50	25	16	10,0	6,0
1/3 a	220	156	133	86	56,4	28	17	10,6	6,2
1/5 a	260	180	146	100	64	30	19	11,6	7,0
1/10 a	280	216	187	120	77	36	23	13,1	8,3

4.2 Selkeytysaltaiden mitoitusperusteet

Kiintoaineen suhteen otetaan tavoitteeksi laskeuttaa hiesumainen maa-aines raekokoon d = 0,003 mm asti, joka edellyttää noin 2 vuorokauden viipymää. Kiintoaineen liikkeellelähdön estämiseksi virtausnopeuden altaan virtauspoikkileikkauksessa maksimivirtaamalla tulisi olla enintään 25 mm/s.

Taulukko 7. Eri kokoisten mineraalipartikkeleiden laskeutumisnopeuksia ja liikkeellelähdön rajanopeuksia, kun veden lämpötila on 10 °C ja partikkelien tiheys 2650 kg m^{-3}. (Häikiö 1998).

Maalajiluokka (Rt)	d (mm)	Laskeutumisnopeus (mm s^{-1})	Laskeutumisaika 1 m kohden [1]		Liikkeellelähdön rajanopeus (mm s^{-1})
Sora	10	736	1	s	470
Hiekka	1	149	7	s	320
	0.8	125	8	s	300
	0.6	97	10	s	280
	0.5	75	13	s	270
	0.4	55	18	s	250
	0.3	37	27	s	220
Hieta	0.2	21	48	s	190
	0.15	14	1	min	180
	0.1	6.9	2	min	150
	0.08	4.4	4	min	130
	0.06	2.5	7	min	110
	0.05	1.7	10	min	100
	0.04	1.1	15	min	93
	0.03	0.62	27	min	80
Hiesu	0.02	0.27	1	h	66
	0.015	0.15	2	h	57
	0.01	0.069	4	h	46
	0.008	0.044	6	h	42
	0.006	0.025	11	h	36
	0.005	0.017	16	h	33
	0.004	0.011	1	d	29
	0.003	0.0062	2	d	25
Savi	0.002	0.0027	4	d	21
	0.0015	0.0015	8	d	18
	0.001	0.00069	17	d	15
	0.0001	0.0000069	1677	d	4.6
Kolloidit	0.00001	0.000000069	460	a	1.5

1) Laskettu laskeutumisnopeuden perusteella

Mitoittavien sadantatilanteiden pintavalunnan tuotantoalueelta tasausaltaalle arvioidaan tapahtuvan keskimääräisellä virtausnopeudella 0,2 m/s, joka määrää mitoittavan sadantatilanteen kestoajan.

Taulukossa on alueen pisimmän virtausmatkan mukaan määritetyn virtausajan perusteella valitun mitoitussadannan intensiteetti toistuvuudella 1/5 vuotta ja 1/10 vuotta.

	Virtaus-matka	**Virtauksen kesto**		**Pinta-ala (ha)**	**sateen intensiteetti l/s*ha**	
	m	min	h		1/5v	1/10v
Allas 1	1200	100	1,67	83,0	34	63
Allas 2	1000	83	1,39	16,6	36	68
Allas 3	400	33	0,56	8,0	38	85
Allas 4	700	58	0,97	17,2	37	78

Valitaan mitoitussateeksi kerran 5 vuodessa toistuva sade.

Valuma-alueella sijaitsevien läjitysalueiden voidaan katsoa olevan pinnoiltaan hyvin vettä läpäiseviä ja virtaamaa pidättäviä, jolloin sadantatilanteiden valumakertoimen arvioidaan olevan 0,1.

Edellisin perustein alueiden mitoittaviksi vesimääriksi sadantatilanteessa saadaan:

	vesimäärä m3/sadantatilanne		**Tulovirtaama l/s**	
	1/5v	**1/10v**	**1/5v**	**1/10v**
Allas 1	1 693	3 137	282	523
Allas 2	299	564	60	113
Allas 3	61	136	30	68
Allas 4	223	470	64	134

4.3 Selkeytysaltaat ja ympärysojat

Suojavallin pintavedet kerätään vallin ympärysojiin ja johdetaan neljään alueelle rakennettavaan selkeytysaltaaseen, jossa pintavesien mukana kulkeutunut kiintoaines laskeutuu altaan pohjalle. Altaan pohjalta poistetaan kiintoaines säännöllisesti, jotta altaan tilavuus ei pienenisi. On odotettavissa, että selkeytysaltaan tarve vähenee huomattavasti suojavallin valmistumisen jälkeen, kun vallin pintaan on alkanut kasvaa kasvillisuutta.

Tarvittaessa ympärysojaan tehdään levennys, joka toimii selkeytysaltaan tavoin eli ojan avulla saadaan poistettua pintavesistä kiintoainesta. Levennettyä ojaa ei tarvita, mikäli kaikki suojavallialueen pintavedet saadaan johdettua selkeytysaltaiden kautta.

Mikäli on tarpeellista vesienohjaamisen kannalta, tehdään maisemavallin alitse 1-2 rumpua, jotta kaikki suojavallin pintavedet saadaan ohjattua hallitusti selkeytysaltaiden kautta. Yksi rumpu on suunniteltu rakennettavan pituusleikkauksen paalulukeman 2500 kohdalle.

Altaiden sijainnit on esitetty asemapiirustuksessa liitteessä 2/1510020528.

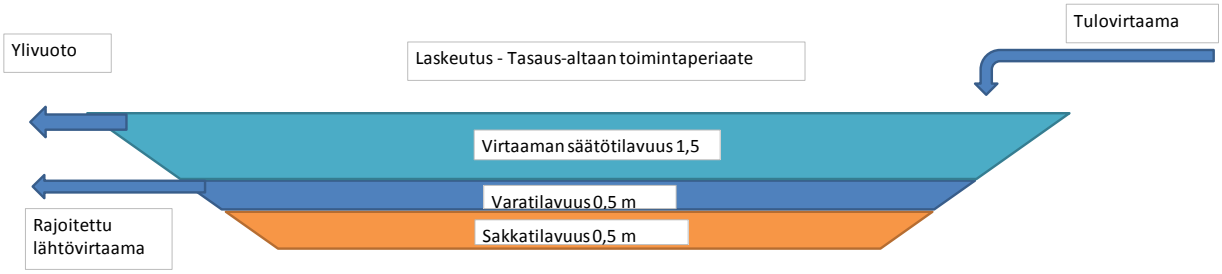
4.3.1 Selkeytysaltaiden rakenne

Selkeytysaltaat on tarkoitus rakentaa maapohjaisina/sorapinnoitteisina. Selkeytysaltaat varustetaan sakkatilavuudella, joka on noin 0,5 m ja sen yläpuolella olevalla vapaalla vesitilavuudella 0,5 m, jonka jälkeen on virtaaman tasauksessa käytettävissä olevaa tilavuutta niin, että altaan vesisyvyys on noin 2,5 m (Kuva 1).

Poistoputken koko valitaan rajoittamaan lähtövirtaamaa ja se varustetaan säätömahdollisuudella.

Poistoputken jälkeisessä uomassa varmistetaan riittävä eroosiosuojaus.

Altaat suositellaan rakennettavaksi kaksiosaisina, jolloin toinen allas voidaan tyhjentää pohjalietteestä kun toista käytetään. Pohjalietteen poisto voidaan tehdä aikana, jolloin virtaama on vähäistä.



Kuva 1. Suunniteltujen altaiden toimintaperiaate.

4.3.2 Selkeytysaltaiden tilavuus

Altaiden mitoitus kiintoaineen laskeutuksen perusteella perustuu 2 vrk viipymään. Voidaan päätellä, että mitoitussateella noin 0,03 mm partkkelit jäävät altaaseen (Hiesu). Suurimman osan ajasta virtaus on huomattavasti pienempi ja saviaineskin laskeutuu.

Hienoaineksen liikkellelähdön rajanopeutena käytetään arvoa 25 mm/s.

Kiintoaineen erotuskyvyn arvioidaan tämän perusteella olevan 80-90 %.

Virtaaman mitoitusperusteeksi valitaan joko huippukuukauden virtaama tai tai keskimääräinen virtaama. Riittävän erotusasteen varmistamiseksi suositellaan mitoitusta suurimman kuukausivirtaaman perusteella.

Vesitilavuus 2 d viipymällä m^3

	Allas 1	Allas 2	Allas 3	Allas 4
Tilavuus / Q max kk	11 342	2 268	1 093	2 350
Tilavuus / Q kesk	1 864	373	180	386

Mitat suurimman kuukausivirtaaman perusteella

Vesisyvyys **2,00 m**				
pinta-ala (huhtikuu)	5 671	1 134	547	1 175
Pituus	151	67	47	69
Leveys	38	17	12	17
Virtauspoikkileikkaus	75	34	23	34

Mitat keskimääräisen virtaaman perusteella

Vesisyvyys **1,50 m**				
Pinta-ala (koko vuosi)	1 243	249	120	258
Pituus	71	32	22	32
Leveys	18	8	5	8
Virtauspoikkileikkaus	26	12	8	12

Mitat ovat suuntaa-antavia ja altaat voidaan muotoilla maaston muotoja hyödyntäen.

5. ARVIO PÄÄSTÖISTÄ JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSISTA

Suojavallin rakentamisesta aiheutuvat ympäristövaikutukset arvioidaan vähäisiksi. Suojavallien ympärysojiin kerätään hallitusti alueen mahdollisesti maa-aineksia sisältävät pintavedet, jotka johdetaan edelleen selkeytysaltaiden kautta Äkäsjokeen. Selkeytysaltaiden kiintoaineiden erotusteho on hyvin tehokas, ollen noin 80-90 %. Tästä syystä suojavallin alueelta ympäröivään vesistöön joutuva kiintoaineskuorma arvioidaan vähäiseksi. Rakentamisen jälkeen suojavallin pintakerroksen kasvillisuus pienentää entisestään kiintoainekuormitusta Äkäsjokeen.

Suojavallissa käytettävä rakennusmateriaali koostuu kaivosalueelta kaivetuista maa-aineksista ja pintamaista. Tällöin arvioidaan, ettei alueen maaperään aiheudu nykyisestä poikkeavia ympäristövaikutuksia.

Suojavallin rakentamisen positiiviseksi ympäristövaikutukseksi arvioidaan lähimpien häiriintyvien kohteiden kohdalla mahdolliset pöly- ja melupäästöjä ehkäisevät vaikutukset, louhinnan aiheuttama ilmanpaineen vaikutus sekä maisemalliset tekijät.

6. TARKKAILU

Suunniteltujen selkeytysaltaiden alapuolelle sijoitetaan tarkkailupisteet, joista tullaan seuraamaan säännöllisesti tarkkailuohjelman mukaisesti Äkäsjokeen laskettavien vesien laatua.

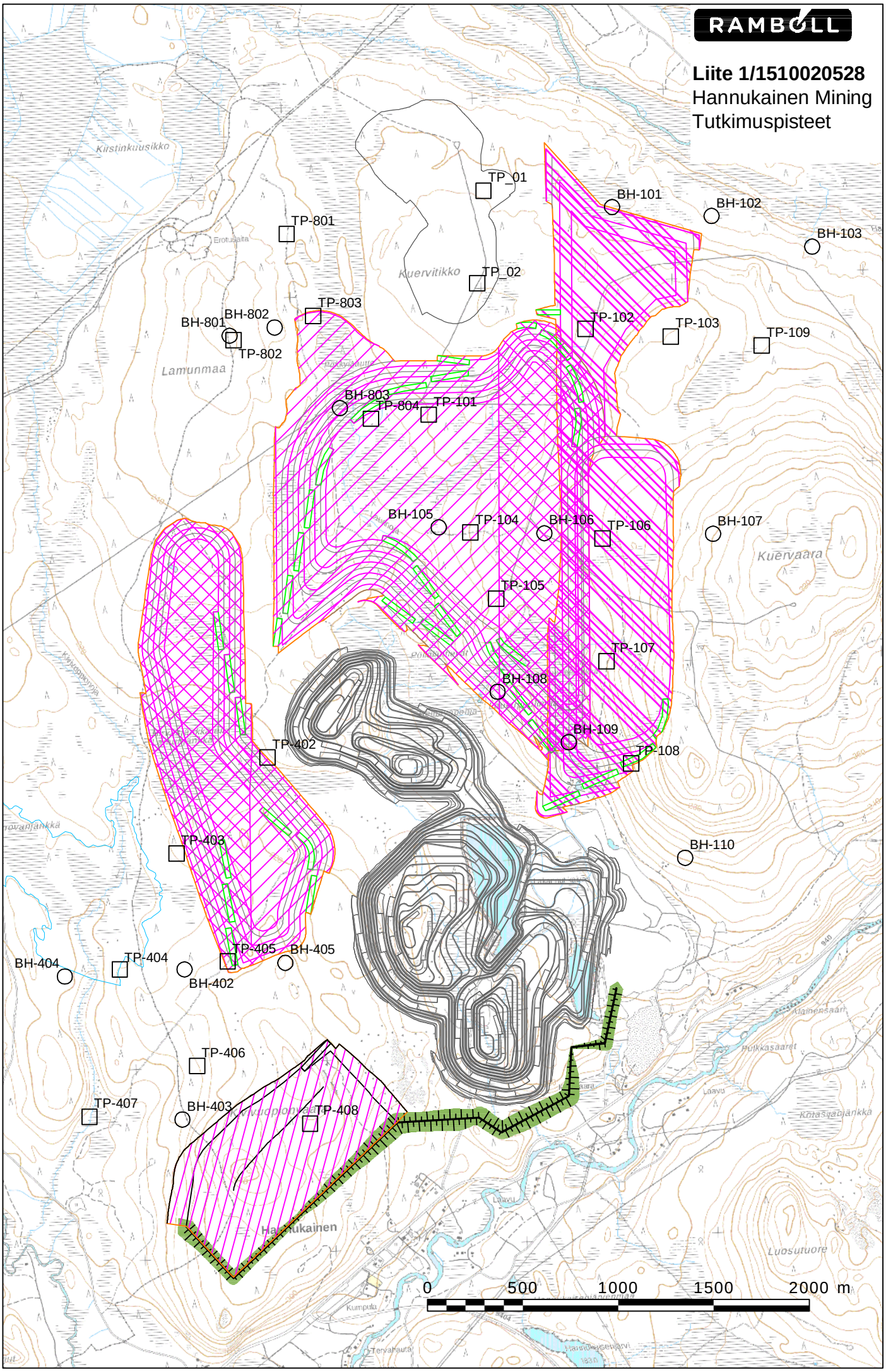
7. YHTEENVETO

Hannukainen Mining Oy:n kaivosalueen eteläpuolelle on suunniteltu rakennettavan suojavalli, joka on pituudeltaan noin 3340 m ja maksimikorkeudeltaan noin 30 m. Suojavallin rakennusmateriaalina käytetään pääosin kaivosalueelta kaivettavia maa-aineksia sekä soveltuvin osin louhetta.

Suojavallialueen pintavesien johtaminen ja niissä olevan kiintoaineksen laskeutus on suunniteltu siten, että toiminnasta aiheutuvat negatiiviset ympäristövaikutukset ovat mahdollisimman vähäiset. Alueelle on tarkoitus rakentaa ympärysojat ja neljä selkeytysallasta, joiden kautta johdetaan suunnittelualueen pintavedet. Selkeytysaltaiden erotuskyky on arviolta noin 80-90%.

Suojavallin avulla minimoidaan kaivosalueesta etelään sijaitsevan Äkäsjoen rannalla sijaitseville loma-asunnoille ja vakituisesti käytössä oleville asunnoille mahdollisesti aiheutuvat melu-, pöly- ja maisemahaitat. Suojavalli vähentää myös louhintatyön ilmanpaineaallon vaikutuksia.

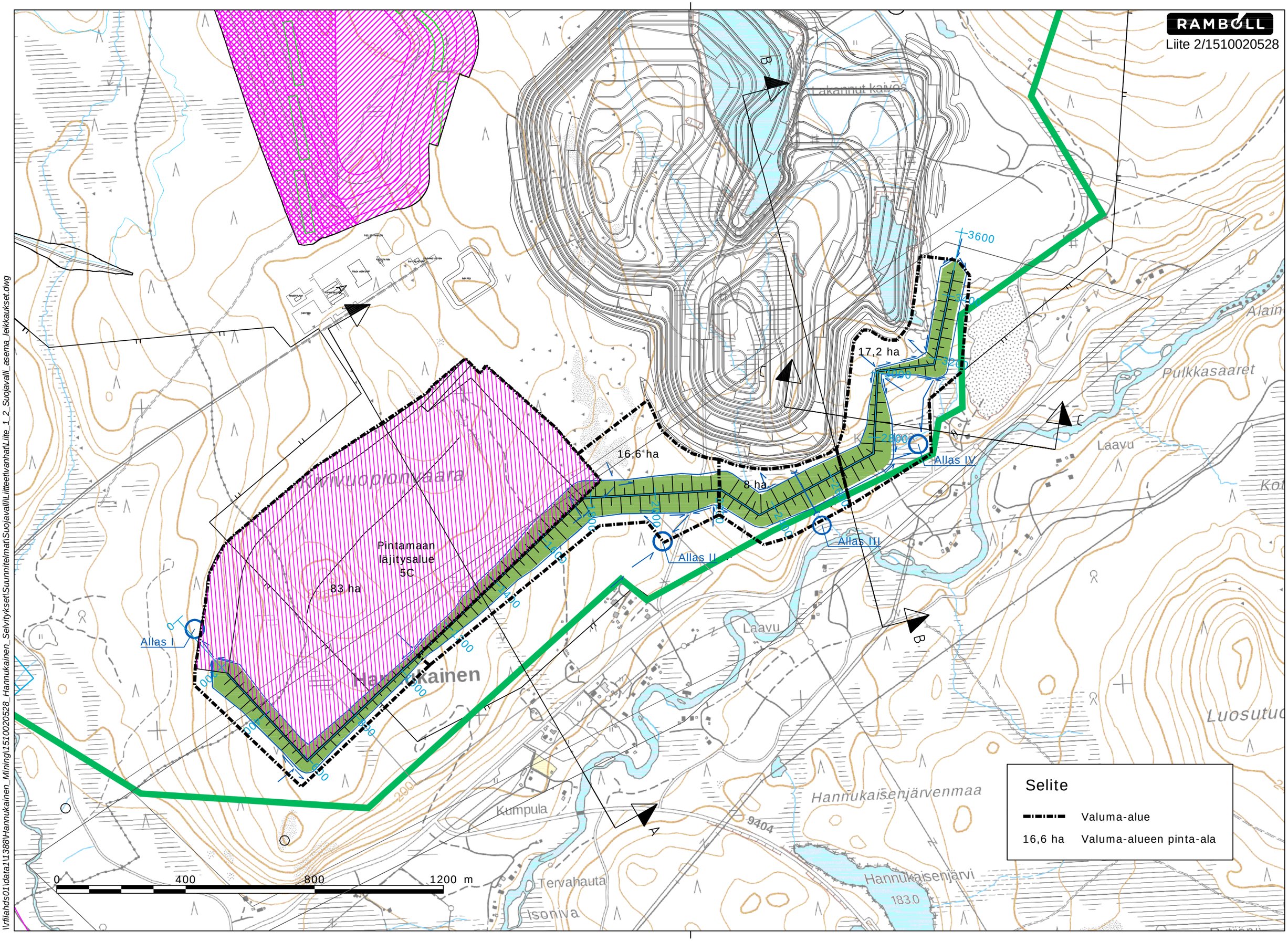
Ennen suojavallin rakentamisen aloittamista alueella tehdään lisätutkimuksia, mm. maaperätutkimuksia ja laaditaan yleissuunnitelmaa tarkempi rakennussuunnitelma ja geotekninen selvitys.



\\rflahds01\data1\1388\Hannukainen_Mining\1510020528_Hannukainen_Selvitykset\Suunnitelmat\Suojavali\Liitteet\Liite 1_Kartta_tutkimuspisteistä.dwg

RAMBOLL

Liite 2/1510020528

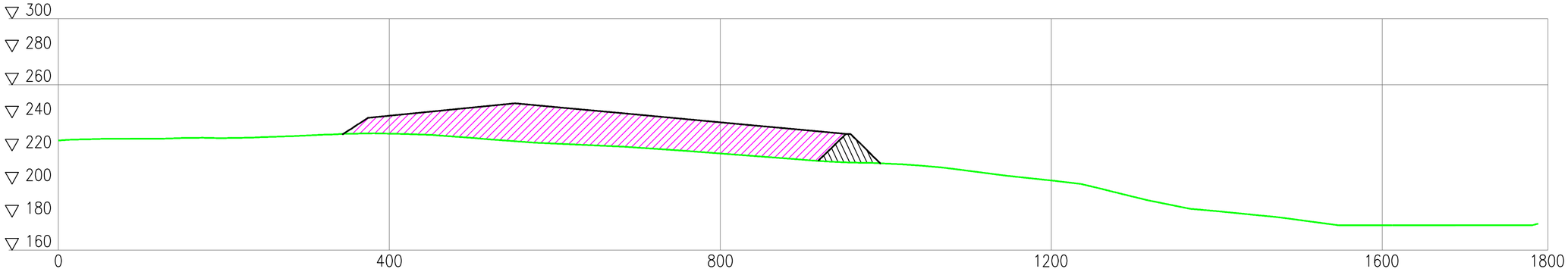


\\rflahds01\data1\11388\Hannukainen_Mining\1510020528_Hannukainen_Selvitykset\Suunnitelmat\Suojavalli\Litteet\vanhat\Liite_1_2_Suojavalli_asema_leikkaukset.dwg

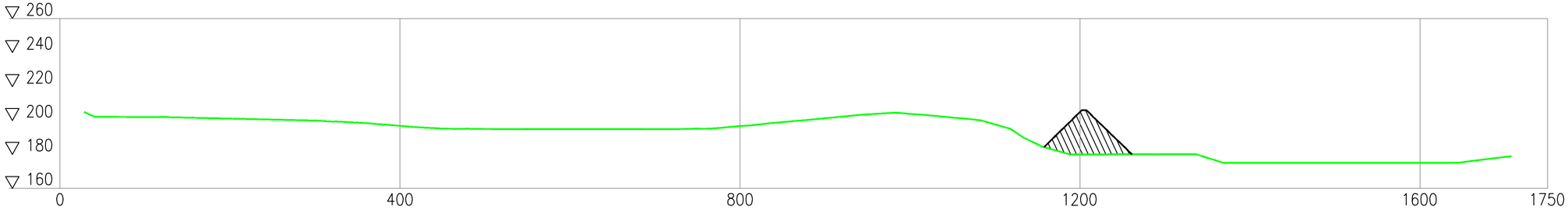
RAMBOLL

Liite 3/1510020528

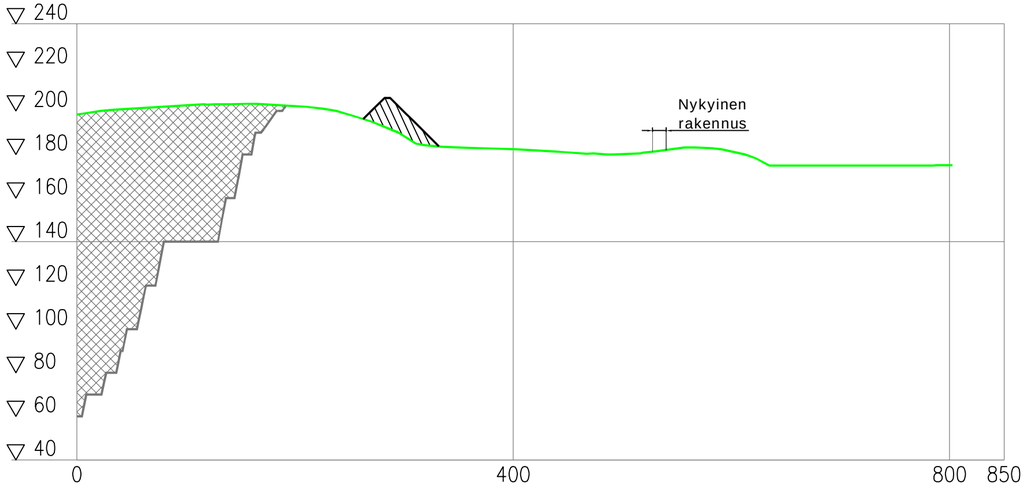
A



B



C



\\rflahds01\data11388\Hannukainen_Mining\1510020528_Hannukainen_SelvityksetSuunnitelmatSuojavalliLiitteeltvarhatLiite_1_2_Suojavalli_asema_leikkaukset.dwg

Asiakas: Hannukainen Mining Oy

Projekti: Käsiteltävien vesien altaat ja kivivuopionojan siirto

Asiakirja: Suunnitelmaselostus

Projektinumero: 101008720-002

AFRY
ÅF PÖYRY

Suunnitelmaselostus

Yhteyshenkilö
Marko Lehmikangas
Puhelin
010 33 28245
Matkapuhelin
050 412 3100
Sähköposti
marko.lehmikangas@afry.com

Pvm.
29/05/2020
Projektiviite
101008720-002

Raportin numero

Asiakas
Hannukainen Mining Oy

AFRY Finland Oy
Infrapalvelut, Oulu
Elektroniikkatie 13
FI-90590 Oulu
Tel. +358 10 3311
E-mail: etunimi.sukunimi@poyry.com
www.afry.com

Marko Lehmikangas
DI, projektipäällikkö

Iida Kaikkonen
DI, Suunnittelija

Sisältö

1 Yleistä 1

2 Tehdyt tutkimukset 1

2.1 Maastotutkimukset 1

2.2 Laboratoriotutkimukset 1

2.3 Maaperäolosuhteet 1

3 Käsiteltävien vesien varastoaltaat 2

3.1 Lähtötiedot 2

3.2 Altaiden rakentamisen vaiheistus 2

3.3 Altaan kaivu ja muotoilu 2

3.4 Pohjarakenne 2

3.5 Patorakenteet 3

3.6 Arvio patojen vahingonvaarasta 3

Kivivuopionojan kääntöuoma 4

3.7 Lähtökohta 4

3.8 Hydrologia ja mitoitusvirtaamat ja vedenkorkeudet 4

3.9 Uoman mitoitus ja vedenkorkeudet 5

3.10 Uoman kaivu ja verhoilu 5

Piirustukset erillisen piirustusluettelon mukaan

copyright © AFRY

1 Yleistä

Tämä suunnitelmaselostus sisältää Hannukainen Mining Oy:n Hannukaiseen sijoittuvien käsiteltävien vesien altaiden suunnittelun sekä Kivivuopionojan uoman siirron. Käsiteltävien vesien altaat sijoittuvat Pakarovajänkkän pohjoispuolelle Kivivuopionojan ja Valkeajoen väliin. Käsiteltävien vesien altaita on suunniteltu kaksi erillistä rinnakkaista allasta, joiden molempien tilavuus on noin 0,5 Mm^3. Altaat rakennetaan tiiviinä kalvotettuina altaina. Kivivuopionoja käännetään uutta uomaa pitkin suunniteltavien altaiden pohjoispuolelta Valkeajokeen.

2 Tehdyt tutkimukset

2.1 Maastotutkimukset

Käsiteltävien vesien altaiden ja Kivivuopionojan alueella on tehty maaperätutkimuksia maatutkauksella, painokairauksin ja näytteenotoin talvella 2019-2020. Pohjatutkimuspisteitä alueella oli yhteensä 42 pistettä, joista kaikille tehtiin painokairaus. Näytteet otettiin augerkairalla 21 pisteeltä ja 3 pisteelle asennettiin pohjavesiputki.

Maatutkauksia tehtiin yhteensä 13 tutkimuslinjalla. Maatutkauksen tavoitteena oli arvioida kallion tasoa ja sen mahdollista esiintymistä lähellä maanpintaa.

2.2 Laboratoriotutkimukset

Maaperänäytteitä otettiin yhteensä 59 näytettä, joille kaikille tehtiin silmämääräinen maalajiarvio. Vesipitoisuus ja rakeisuus määritettiin 21 näytteelle.

2.3 Maaperäolosuhteet

Maanpinnan taso suunnitellun altaan alueella on korkeimmillaan noin tasolla +214,50 ja alimmillaan reuna-alueilla suunnitellun padon kohdalla noin tasolla +206.

Maaperä alueella on moreenia, jonka tiiveys vaihtelee keskitiiviistä tiiviiseen. Maanäytetutkimusten perusteella alueen moreeni vaihtelee silttisestä hiekkamoreenista hiekkamoreeniin, missä hienoainepitoisuus on välillä 20 – 35 %. Rakeisuuden perusteelle moreeni soveltuu allas- ja patorakentamiseen. Tutkimusalueen reunalla alavimmilla alueilla on paikoin pinnassa lajittuneita hiekkakerroksia.

Alueella kallionpinnan todellisesta sijainnista ei ole näiden tutkimusten perusteella täysin varmaa tietoa. Maaperän ominaisuuksista johtuen maatutkaluotaus ei anna täysin luotettavaa kallionpinnan tasoa, sillä moreenin ja kallion rajapinta eivät ole muodostanut selkeää ja yksiselitteistä heijastavaa rajapintaa. Maatutkauksesta tulkittu kallionpintaa voidaan pitää

ylimpänä mahdollisena kallionpinnan tasona. Kallionpinnan taso tullaan varmistamaan jatkotutkimuksissa kallioperäkairauksella.

Asennuksen jälkeen mitatut pohjavedenkorkeudet putkissa vaihtelivat välillä +204,7 … +205,7 noin 3,8 – 4,6 m syvyydessä maanpinnasta. Ylhäällä rinteessä sijaitseva havaintoputki oli kuiva, pohjavedenpinnan syvyys yli 3 m maanpinnasta tason +211,50 alapuolella.

3 Käsiteltävien vesien varastoaltaat

3.1 Lähtötiedot

Altaiden suunnittelun lähtökohtana on ollut kaksi erillistä allasta, joiden molempien tilavuus on noin 0,5 Mm^3. Altaisiin varastoidaan louhoksen kuivanapitovesiä sekä sivukivialueen valumavesiä. Altaan pohjalle ja patoon asennetaan ympäristönsuojelurakenteena bitumigeomembraani tai vastaavan suojaustason tiivisterakenne.

3.2 Altaiden rakentamisen vaiheistus

Käsiteltävien vesien altaita on suunniteltu kaksi erillistä rinnakkaista allasta, joiden molempien tilavuus on noin 0,5 Mm3. Altaan 1 enimmäispinta-ala HW-tasossa on noin 13,8 hehtaaria ja altaan 2 pinta-ala noin 9,4 hehtaaria. Altaat on mahdollista rakentaa yhtä aikaa tai vaiheittain esimerkiksi siten, että ensin rakennetaan ja otetaan käyttöön allas 2, jonka pinta-ala on pienempi. Altaiden välisen välipadon tiivisterakenteet ovat vastaavat kuin molempia altaita ympäröivässä reunapadossa, joten välipato voi toimia väliaikaisena reunapatona vaiheittaisessa rakentamisessa.

3.3 Altaan kaivu ja muotoilu

Altaiden pohjille on tehty alustava tasaussuunnitelma, jota tarkennetaan ennen rakentamista täydentävien pohjatutkimusten perusteella. Lähtökohtana on, että altaan pohjalle jää vähintään 1,0 metrin tiivis kerros riittävän (min. 20%) hienoainespitoisuuden omaavaa moreenia. Alustava tasaussuunnitelma on tehty siten, että maatutkauksella arvioidun ylimmän mahdollisen kallionpinnan mukaan moreenikerroksen paksuus on kuitenkin vähintään 1,50 metriä pohjavedenpinnan mahdollisen vaihtelun ja muiden epävarmuustekijöiden vuoksi. Altaiden pohjalta kaivettava moreeni käytetään patorakenteisiin. Kaivettu moreeni läjitetään siten, että hienoainesmoreeni ja karkearakeisempi moreeni erotellaan silmämääräisesti eri kasoihin.

3.4 Pohjarakenne

Pohjarakenteeksi esitetään yhdistelmärakennetta, joka koostuu hienoainesmoreenikerroksen lisäksi keinotekoisesta eristeestä. Altaiden pohjan tiivisterakenne jatketaan yhtenäisenä rakenteena myös patojen luiskaan. Altaiden pohjalla oleva moreeni toimii keinotekoisen

copyright © AFRY

tiivisteen asennusalustana. Alustan tulee olla tasainen ja tiivistetty sekä isot ja/tai terävät kivet tulee poistaa keinotekoista tiivistettä käytettäessä valmistajan ohjeiden mukaisesti. Tiivisterakenteena käytetään esimerkiksi bitumigeomembraania (esim. Coletanche ES 1 tai vastaavaa) tai vastaavan suojaustason keinotekoista eristettä.

3.5 Patorakenteet

Reunapatojen ja välipadon harjan leveys on suunnitelmien mukaan vähintään 5 metriä. Sisäpuolisen luiskan kaltevuus on 1:2,5 ja ulkopuolisen 1:2. Padon harjalle tehdään 500 mm vahvuinen liikennöintikerros ja ulkoluiskaan 300 mm vahvuinen eroosiosuojaus. Patojen kuivavara on 1,5 metriä.

Vesialtaiden reunapadot ja välipato rakennetaan moreenista siten, että padon altaan puoleisessa osassa eli nk. märkäpuolella käytetään riittävän (min. 20%) hienoainespitoisuuden omaavaa moreenia, jolla on tiivistettynä riittävän pieni vedenläpäisevyysarvo. Hienoainemoreenikerros toimii padossa mineraalisena tiivistyskerroksena. Patoturvallisuuden kannalta tiivistekerros vähentää suotoveden määrää ja laskee suotovesipinnan tasoa. Suotoveden määrää vähentävän vaikutuksen myötä tiivistekerros toimii myös toissijaisena ympäristönsuojelurakenteena. Padon tukirakenteena nk. kuivapuolella voidaan käyttää kaivumaista saatavaa karkeampaa moreenia. Karkeammalle moreenille ei ole erillisiä vaatimuksia hienoaineksen määrälle. Välipadossa karkeampaa moreenia käytetään padon keskellä tyyppipoikkileikkauksen mukaisesti. Moreeni tiivistetään kerroksittain vähintään 92% tiiveysasteeseen. Patorakenteen alta poistetaan turve ja muut eloperäiset ainekset sekä lajittuneet kerrokset. Kaivu ulotetaan tiiviiseen moreenipohjaan asti.

Reunapatojen ulkoreunaan ja välipadon keskelle tehdään vaakasuodatin tyyppipoikkileikkauksen mukaisesti. Vaakasuodattimen kautta mahdolliset tiivistevuodon kautta suotautuvat suotovedet ohjataan hallitusti suoto-ojaan. Välipadon vaakasuodatin kerää myös mahdollisia patorakenteen alapuolisia pohjavesiä ja vähentää padon luiskassa olevaan tiivisteeseen mahdollisesti kohdistuvan vesipaineen riskiä. Lähtökohtaisesti altaan pohjan taso suunnitellaan pohjavedenpinnan tason yläpuolelle.

Reunapatojen ja välipadon nk. märkäpuolen luiskaan asennetaan ympäristönsuojelurakenteena toimiva keinotekoinen eriste. Keinotekoinen eriste ankkuroidaan padon harjalle. Tiivisrakenteen yhtenäinen jatkuminen luiskasta altaan pohjalle varmistetaan riittävällä limityksellä ja saumakohtien huolellisella saumauksella. Padon luiskassa käytetään vastaavaa keinotekoista eristettä ja asennusalustan vaatimukset ovat luiskassa vastaavat kuin altaan pohjalla valmistajan ohjeiden mukaisesti.

3.6 Arvio patojen vahingonvaarasta

Altaisiin varastoidaan louhoksen kuivanapitovesiä ja PAF-sivukivialueen vesiä. Altaisiin kertyy myös sadevesiä. Todennäköisin ja vaarallisin patojen sortumasuunta on kaakkoon/etelään/länteen vesivarastoaltaan suuntaan, missä reunapato on korkeimmillaan. Kaikissa tapauksissa vesi purkautuu vesivarastoaltaaseen. Käsiteltävien vesien altaat ovat matalimmilta osin syvempiä kuin ulkopuolien maanpinta, joten kaikki altaan vesi ei missään tilanteessa pääse purkautumaan altaista.

copyright © AFRY

Molempien altaiden ollessa käytössä on pahimmassa mahdollisessa tapauksessa olemassa riski molempien altaiden tyhjenemisestä. Tällöin esimerkiksi toisen altaan reunapadon sortuma ja altaan nopea tyhjeneminen voi aiheuttaa riskin välipadon sortumiselle.

Mikäli molemmat uudet käsiteltävien vesien altaat tyhjenevät patosortuman seurauksena HW-tilanteessa, purkautuvan veden määrä on lähes 1 Mm^3. Vesi purkautuu vesivarastoaltaaseen, jonka pinta-ala HW-tasossa +206,10 on noin 66 ha. Padon suunniteltu harjan taso on +209,3 ja kuivavara täten 3,2 m. Laskettaessa käsiteltävien vesien altaista purkautuvan maksimivesimäärän ja vesivarastoaltaan pinta-alan mukaan, vesipinta vesivarastoaltaassa nousisi noin 1,5 m. Tässäkin tilanteessa vesipinnan taso vesivarastoaltaassa jäisi selvästi padon harjan alapuolelle, vaikka vesivarastoallas olisi HW-tasossa. Todellisuudessa vedenpinnan nousu jäisi pienemmäksi, sillä vesivarastoaltaan pinta-ala kasvaa vedenpinnan noustessa.

Käsiteltävien vesien allas 1 sijoittuu pohjoisosassa lähelle suunniteltua Kivivuopionojan kääntöuomaa. Tällä osalla vesivarastoallas on pääosin kaivettuna altaana ja HW-tason ero luontaiseen maanpintaan on alle 1 m. Patosortuman/-vuodon sattuessa vettä purkautuu suoto-ojan kautta vesivarastoaltaaseen. Veden purkautumisen voimakkuudesta riippuen vettä purkautuu myös Kivivuopionojan kääntöuomaan ja edelleen Valkeajokeen. Altaan HW-tasolla purkautuvan veden määrä on enimmillään noin 100 000 m^3.

Käsiteltävien vesien altaiden patosortuman ei arvioida aiheuttavan vaaraa ihmishengelle tai huomattavan vaaraa ympäristölle tai omaisuudelle. Sortuma voi kuitenkin aiheuttaa vähäistä suurempaa vaaraa ympäristölle, joten käsiteltävien vesien altaat esitetään alustavasti luokiteltavan 2-luokan padoiksi. Käsiteltävien vesien altaiden ei arvioida aiheuttavan muutostarvetta vesivarastoaltaan alustavaan patoluokkaesitykseen.

Kivivuopionojan kääntöuoma

3.7 Lähtökohta

Kivivuopionojan kääntöuoman suunnittelun lähtökohtana on ohjata Kivivuopionojan latvaalueen vedet allasalueen pohjoispuolelta Valkeajokeen ja edelleen Valkeajokea pitkin vesivarastoaltaan ohi länsipuolelta. Aiemmissa suunnitelmissa Kivivuopionojan kääntöuoma sijoittui raakavesialtaan itäpuolelle rikastamoalueen ja altaan väliin. Nyt esitetyllä sijainnilla Kivivuopionoja kiertää alueen siten, ettei kääntöuoma risteää altaille johtavien putkiyhteyksien kanssa.

3.8 Hydrologia ja mitoitusvirtaamat ja vedenkorkeudet

Suunnitellun kääntöuoman yläpuolisen Kivivuopionojan valuma-alueen koko on 3,41 km^2. Kääntöuoman mitoitusvirtaamia on arvioitu nomogrammien sekä vesistömallin simuloitujen valuma-arvojen perusteella. Uuden kääntöuoman virtaaman tunnusluvut on esitetty alla taulukossa.

Mitoitukset	l/s*km2	Tunnusluvut	Uusi uoma (m3/s)
Mq	10,5	MQ	0,04
MHq	486,7	MHQ	1,66
Hq1/100 (kerroin) kevät	825	HQ 1/100 kevät	2,81
Hq 1/100 (Gumbel, max) toukokuu	1000,0	HQ 1/100 Gumbel max touko	3,41

copyright © AFRY

3.9 Uoman mitoitus ja vedenkorkeudet

Uoman virtaamavaihtelut vuoden aikana voivat olla suuret, joten myös vedenkorkeuden vaihtelut ovat merkittävät. Uoman vedenkorkeuksia eri virtaamilla voidaan arvioida Manningin avouomavirtauskaavalla. Vedenkorkeuteen vaikuttavat uoman poikkipinta-ala, muoto, kaltevuus ja pohjan karkeuskerroin. Uoman suunniteltu kaltevuus on minimissään 0,5 %. Mikäli uoman pohjan verhoilussa käytetään myös luonnonkiveä uoman luonnonmukaistamiseksi ja virtaaman monipuolistamiseksi, uoman pohjan karkeuskertoimena voidaan käyttää arvoa 0,045 – 0,05. Mitoitusvirtaamia vastaavat vedenkorkeudet uoman pohjan leveydellä 1,5 m ja luiskakaltevuudella 1:2 on esitetty alla taulukossa.

Taulukko 2.

Tunnusluvut	Uusi uoma (m3/s)	Vedenkorkeus (m)
MQ	0,04	0,1
MHQ	1,66	0,65
HQ 1/100 kevät	2,81	0,85
HQ 1/100 Gumbel max touko	3,41	1,0

Yllä esitetyssä laskemassa ei ole huomioitu pohjalle asennettavien luonnonkivien padottavaa vaikutusta. Kivien yhtenä tarkoituksena on pitää vesisyvyyttä uomassa myös alivirtaamien aikana. Huomioiden padotus todelliset vedenkorkeudet uomassa ovat arviolta 0,1 – 0,2 m suuremmat kuin yllä taulukossa on esitetty. Uoman pohjalle asennetut luonnonkivet parantava kalojen elinolosuhteita ja nousumahdollisuuksia.

Kivivuopionoja nousee latvaosalle huomattavasti. Edellä esitettyjen vedenkorkeusarvioiden perusteella uuden kääntöuoman ei arvioida aiheuttavan vedenpinnan haitallista nousua Kivivuopionojan latvaosalla.

3.10 Uoman kaivu ja verhoilu

Kivivuopionojan kääntöuoma kaivetaan moreeniharjanteen läpi. Perusuoman pohjan leveys on 1,5 m ja maakaivannon luiskakaltevuudet enintään 1:2. Syvässä kaivannossa luiskaan voidaan tehdä terassimainen porrastus.

Maatutkauksen perusteella kallio voi nousta uoman kaivutason yläpuolelle. Maatutkaustulkinnan kalliopinta on kuitenkin tiiviissä moreenista johtuen epävarma, sillä talvella 2019/2020 ei kohteelle tehty porakonekairauksia kalliopinnan varmistamiseksi. Mikäli uoman tasaus ulottuu kallionpinnan alapuolelle, uoma louhitaan poikkileikkaukseltaan muuta uomaa vastaavaksi.

Kääntöuoman luiskat eroosiosuojataan murskeella ja/tai seulotuilla luonnonkivillä. Lähtökohtaisesti uoman pohja ja vesivyöhykkeen luiskat verhoillaan luonnonkivillä. Yläosan luiskissa verhouksessa voidaan käyttää murskettа. Verhousten alle asennetaan tarvittaessa suodatinkangas.

copyright © AFRY

AFRY ÅF PÖYRY	**PIIRUSTUSLUETTELO**	Asiakas **Hannukainen Mining Oy**	Työ n:o **101008720-002**	sivu n:o 1

Käsiteltävien vesien altaat, Kivivuopionoja ja Rautuvaaran rikastushiekka-alue

PVM 29.5.2020

Asiakirjan numero	Pvm.	Sisältö	Tiedoston nimi	Mittakaava	Muutos Pvm.	Muutos Merk.	Huomautuksia
TUTKIMUSPIIRUSTUKSET							
101008720-G-1	30.4.2020	Pohjatutkimuskartta, Hannukainen		1:3000			
101008720-G-2	30.4.2020	Pohjatutkimusleikkaus_L1-L1		1:1000/1:100			
101008720-G-3	30.4.2020	Pohjatutkimusleikkaus_L2-L2		1:1000/1:100			
101008720-G-4	30.4.2020	Pohjatutkimusleikkaus_L3-L3		1:1000/1:100			
101008720-G-5	30.4.2020	Pohjatutkimusleikkaus_L4-L4		1:1000/1:100			
101008720-G-6	30.4.2020	Pohjatutkimusleikkaus_L5-L5		1:1000/1:100			
101008720-G-7	30.4.2020	Pohjatutkimusleikkaus_L6-L6		1:1000/1:100			
101008720-G-8	30.4.2020	Pohjatutkimusleikkaus_L7-L7		1:1000/1:100			
101008720-G-9	30.4.2020	Pohjatutkimusleikkaus_L8-L8		1:1000/1:100			
101008720-G-10	30.4.2020	Pohjatutkimusleikkaus_L9-L9		1:1000/1:100			
101008720-G-11	30.4.2020	Pohjatutkimusleikkaus_L10-L10		1:1000/1:100			
101008720-G-12	30.4.2020	Pohjatutkimusleikkaus_L11-L11		1:1000/1:100			
101008720-G-13	30.4.2020	Pohjatutkimusleikkaus_L12-L12		1:1000/1:100			
101008720-G-14	30.4.2020	Pohjatutkimusleikkaus_L13-L13		1:1000/1:100			

AFRY ÅF PÖYRY	**PIIRUSTUSLUETTELO**	Asiakas **Hannukainen Mining Oy**	Työ n:o **101008720-002**	sivu n:o 2

Käsiteltävien vesien altaat, Kivivuopionoja ja Rautuvaaran rikastushiekka-alue

PVM 29.5.2020

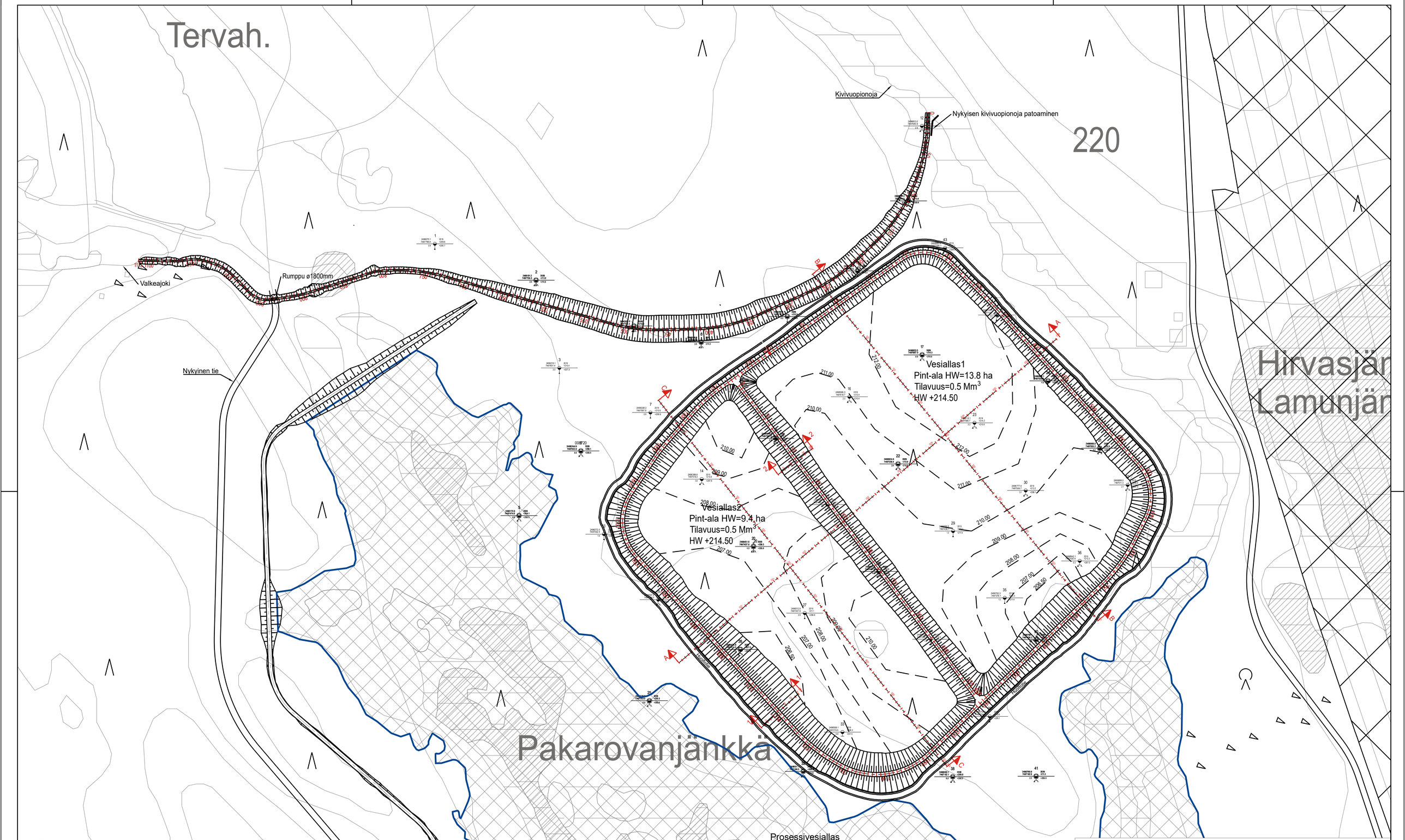
Asiakirjan numero	Pvm.	Sisältö	Tiedoston nimi	Mittakaava	Muutos		Huomautuksia
					Pvm.	Merk.	
KÄSITELTÄVIEN VESIEN ALTAAT JA KIVIVUOPIONOJA							
101008720-101	29.5.2020	Suunnitelmakartta, vesialtaat ja Kivivuopionoja		1:2000			
101008720-102	29.5.2020	Yleisleikkaus A – A		1:1000/1:100			
101008720-103	29.5.2020	Yleisleikkaus B – B		1:1000/1:100			
101008720-104	29.5.2020	Yleisleikkaus C – C		1:1000/1:100			
101008720-105	29.5.2020	Reunapadon pituusleikkaus		1:1000/1:100			
101008720-106	29.5.2020	Reunapadon tyyppipoikkkileikkaus_1-1		1:200			
101008720-107	29.5.2020	Välipadon pituusleikkaus		1:1000/1:100			
101008720-108	29.5.2020	Välipadon tyyppipoikkkileikkaus_2-2		1:200			
101008720-109	29.5.2020	Kivivuopionojan pituusleikkaus		1:1000/1:100			
101008720-110	29.5.2020	Kivivuopionojan tyyppipoikkileikkaukset		1:100			

AFRY ÅF PÖYRY	**PIIRUSTUSLUETTELO**	Asiakas **Hannukainen Mining Oy**	Työ n:o **101008720-002**	sivu n:o 3

Käsiteltävien vesien altaat, Kivivuopionoja ja Rautuvaaran rikastushiekka-alue

PVM 29.5.2020

Asiakirjan numero	Pvm.	Sisältö	Tiedoston nimi	Mittakaava	Muutos Pvm.	Muutos Merk.	Huomautuksia
RIKASTUSHIEKKA-ALTAAT, RAUTUVAARA							
101008720-201	29.5.2020	Yleiskartta, Rautuvaara		1:10 000			
101008720-202	29.5.2020	Suunnitelmakartta, High-S -allas, vaiheet 1 ja 2		1:3000			
101008720-203	29.5.2020	Suunnitelmakartta, High-S -allas, vaihe 3		1:3000			
101008720-204	29.5.2020	Suunnitelmakartta, High-S -allas, vaihe 4		1:3000			
101008720-205	29.5.2020	Yleisleikkaukset A-A, B-B ja C-C		1:2500/1:250			
101008720-206	29.5.2020	Reunapadon pituusleikkaus		1:2500/1:250			
101008720-207	29.5.2020	Reunapadon tyyppipoikkileikkaus		1:200			
101008720-208	29.5.2020	Välipadon pituusleikkaus		1:2500/1:250			
101008720-209	29.5.2020	Välipadon tyyppipoikkileikkaus		1:200			
101008720-210	29.5.2020	Suunnitelmakartta, LIMS-allas		1:7500			



Rev.	Muutos	Suun.	Tark.	Hyv.	Pvm

Kohde
HANNUKAINEN MINING OY
Kivivuopionojan siirto ja käsiteltävien vesien altaat

Piirustuksen sisältö
SUUNNITELMAKARTTA

Mittakaavat
1:2000

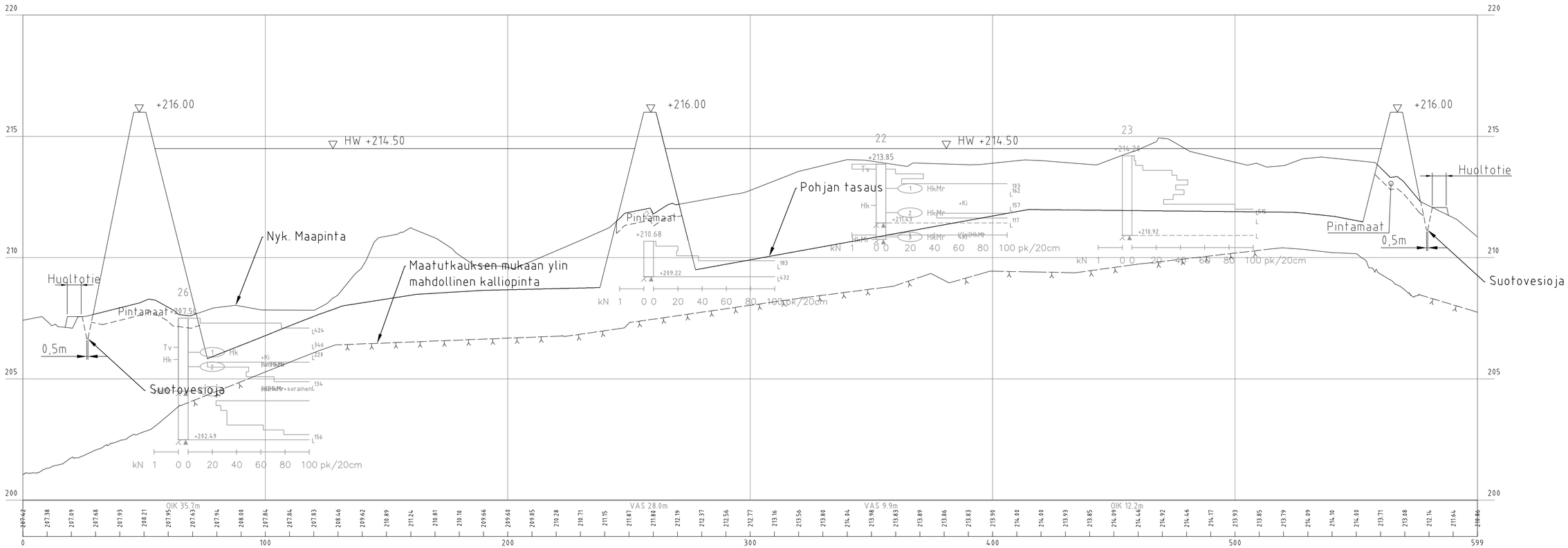
Suunnittelija: Ali Jawad
Tarkastaja: M.Lehmikangas
Päväys: 29.5.2020
Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä: KKJ2/N60
Hyväksyjä: M.Lehmikangas
Työnumero: 101008720-001
Lehti:

AFRY
AFRY Finland Oy
Elektroniikkatie 13
90590 OULU
Puh. 010 3311
etunimi.sukunimi@pöyry.com

Suunn.ala: GEO
Piirustusnumero: 101
Muutos:

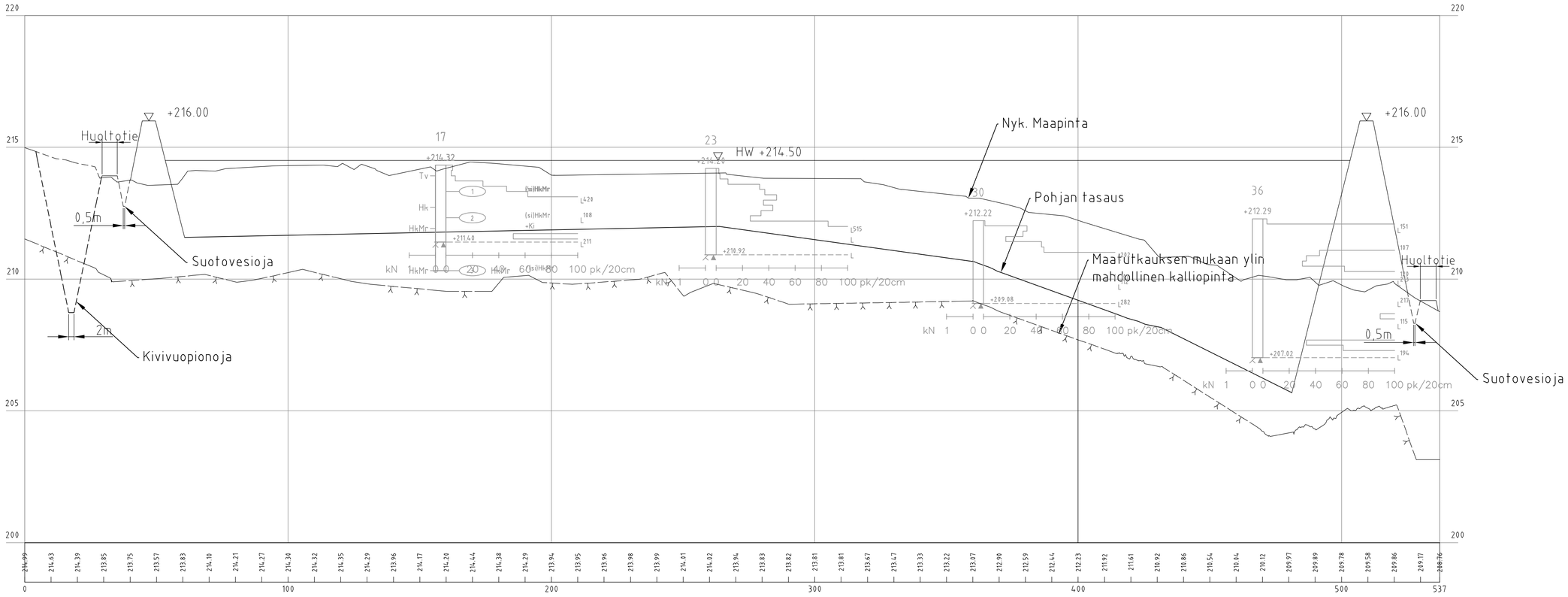
SUUNNITELMAKARTTA_FINAL_ESITTELY

LEIKKAUS A-A:
1:1000/1:100



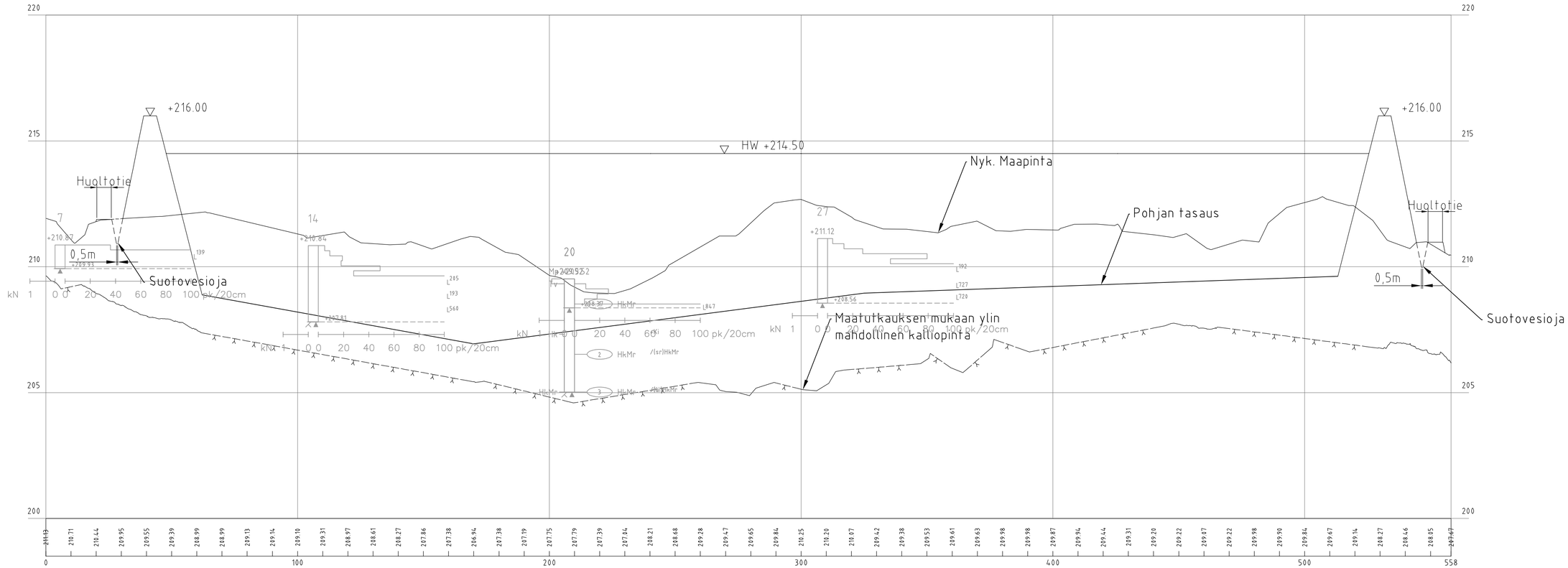
Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
HANNUKAINEN MINING OY Käsiteltävien vesien altaat			LEIKKAUS A-A	1:1000/1:100
Suunnittelija Ali Jawad	Tarkastaja M.Lehmikangas	Päiväys 29.5.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä	
Hyväksyjä M.Lehmikangas			Työnumero 101008720-001	Lehti
AFRY AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 102	Muutos

LEIKKAUS B-B:
1:1000/1:100



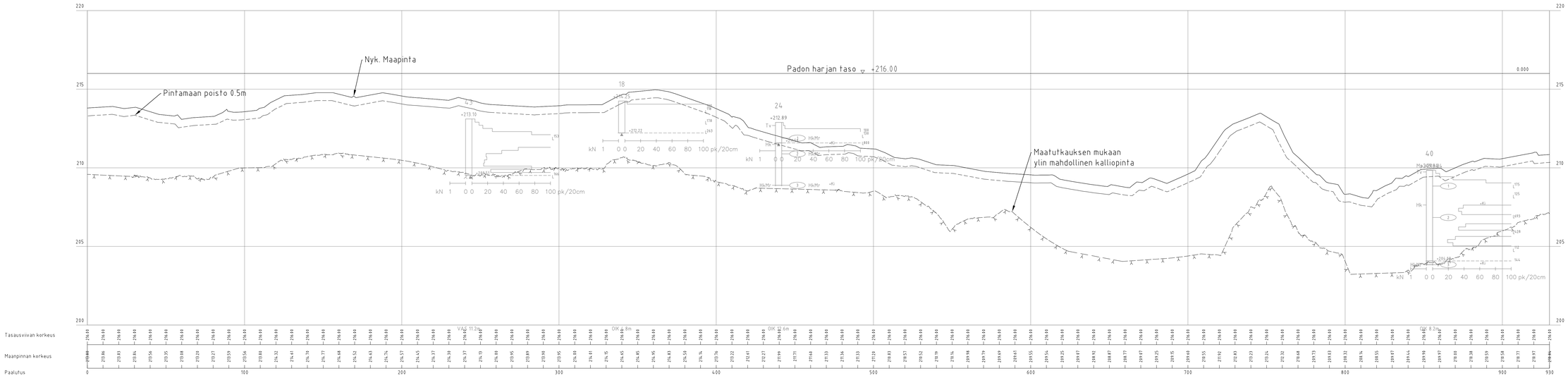
Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
HANNUKAINEN MINING OY Käsiteltävien vesien altaat			LEIKKAUS B-B	1:1000/1:100
Suunnittelija Ali Jawad	Tarkastaja M.Lehmikangas	Päiväys 29.5.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä	
Hyväksyjä M.Lehmikangas			Työnumero 101008720-001	Lehti
AFRY AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 103
				Muutos

LEIKKAUS C-C:
1:1000/1:100

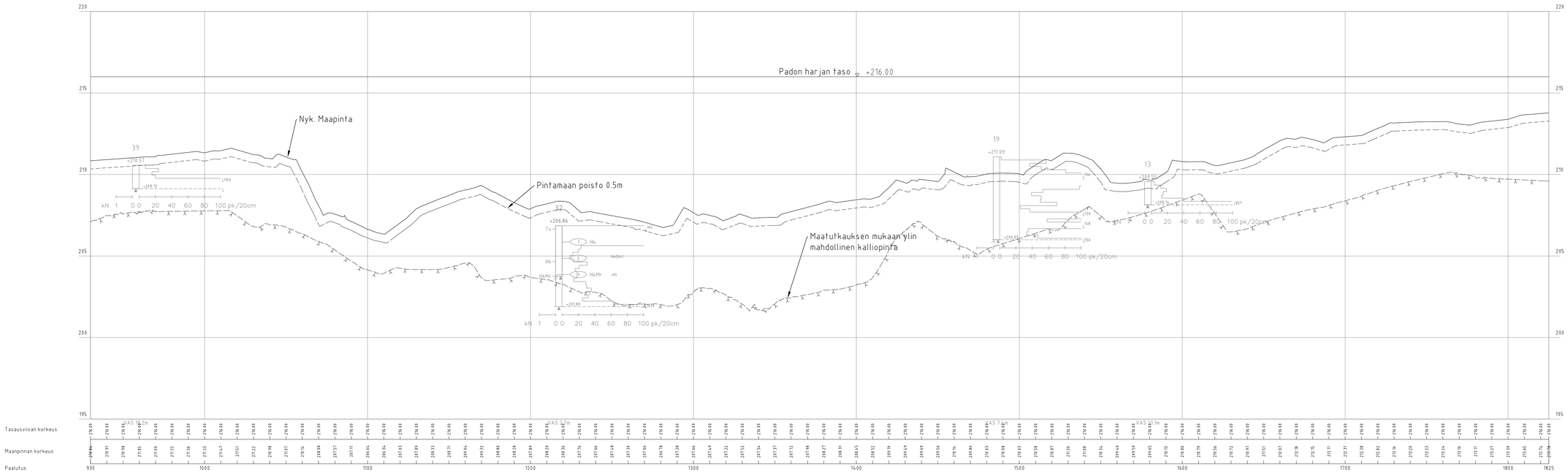


Kohde HANNUKAINEN MINING OY Käsiteltävien vesien altaat		Piirustuksen sisältö LEIKKAUS C-C	Mittakaavat 1:1000/1:100
Suunnittelija Ali Jawad	Tarkastaja M.Lehmikangas	Päiväys 29.5.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä
Hyväksyjä M.Lehmikangas		Työnumero 101008720-001	Lehti
AFRY AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 104
			Muutos

PITUUSLEIKKAUS Reunapato:
1:1000/1:100

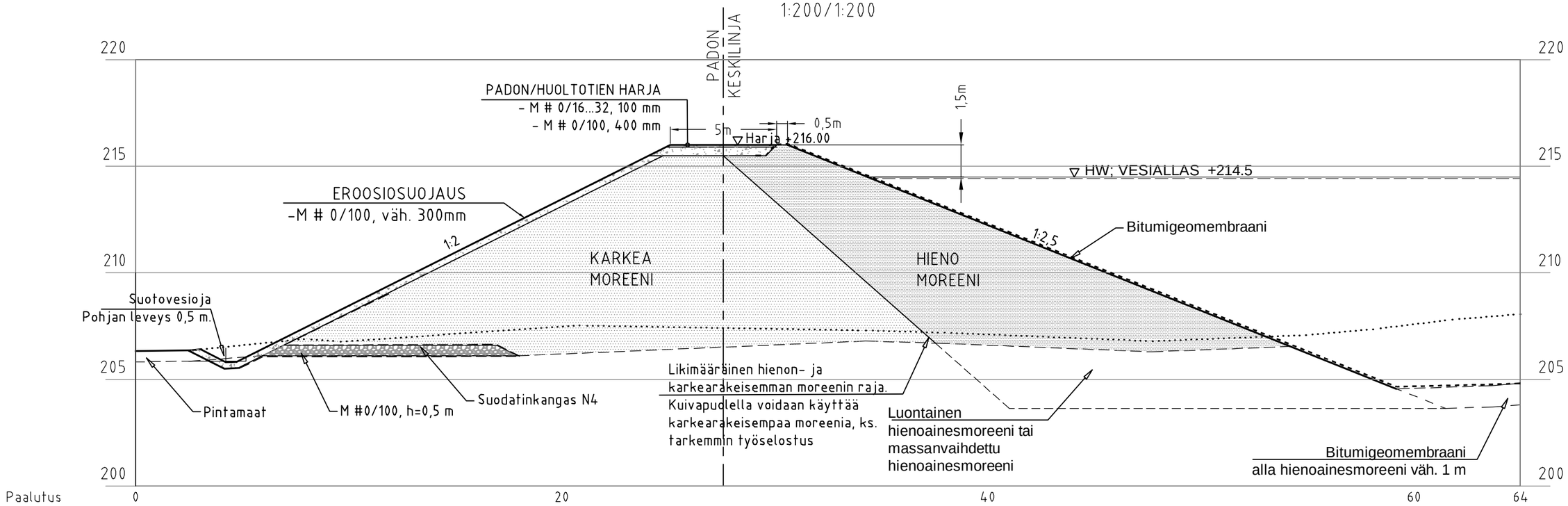


PITUUSLEIKKAUS Reunapato:
1:1000/1:100



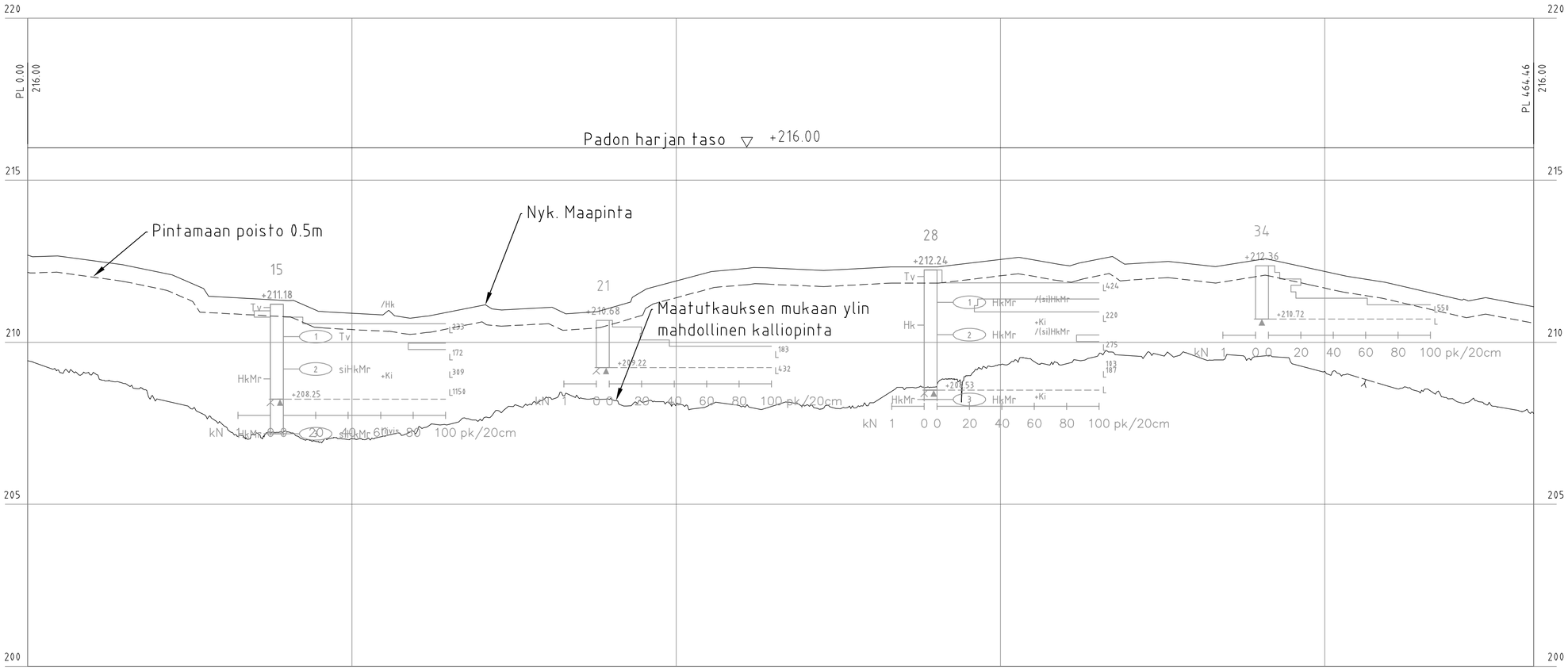
Kohde HANNUKAINEN MINING OY Käsiteltävien vesien altaat		Piirustuksen sisältö REUNAPATO PITUUSLEIKKAUS	Mittakaavat 1:1000/1:100
Suunnittelija Ali Jawad	Tarkastaja M.Lehmikangas	Päväys 29.5.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä
Hyväksyjä M.Lehmikangas		Työnumero 101008720-001	Leht
AFRY AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala / Piirustusnumero GEO 105	Muutos

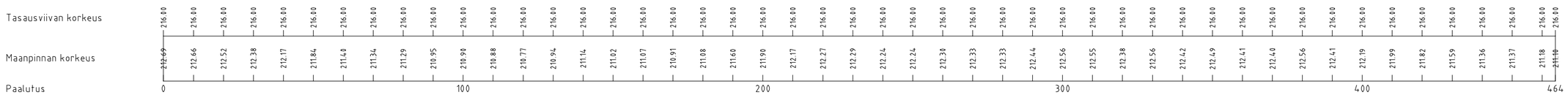
LEIKKAUS 1 – 1
1:200/1:200



Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
HANNUKAINEN MINING OY Käsiteltävien vesien altaat			VESIALTAIDEN REUNAPATO TYYPPIPOIKKILEIKKAUS 1-1	1:200
Suunnittelija Ali Jawad	Tarkastaja M.Lehmikangas	Päiväys 29.5.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä	
Hyväksyjä M.Lehmikangas			Työnumero 101008720-001	Lehti
AFRY AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala GEO Piirustusnumero 106	Muutos

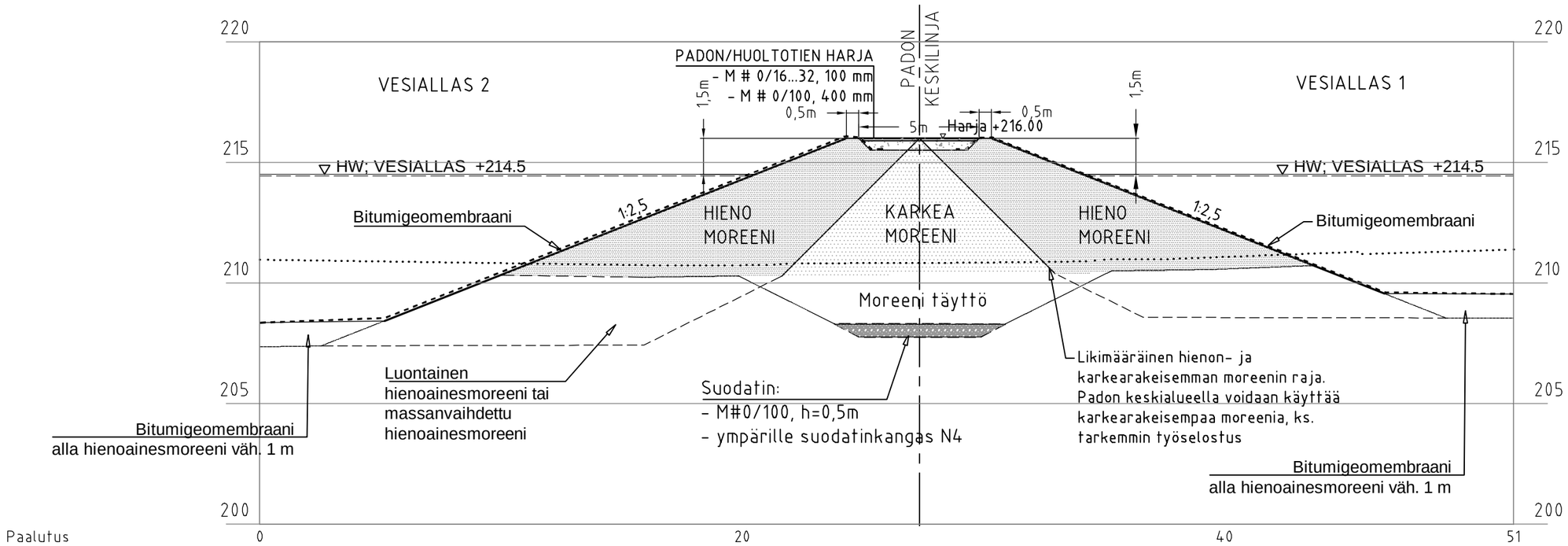
PITUUSLEIKKAUS Välipato:
1:1000/1:100





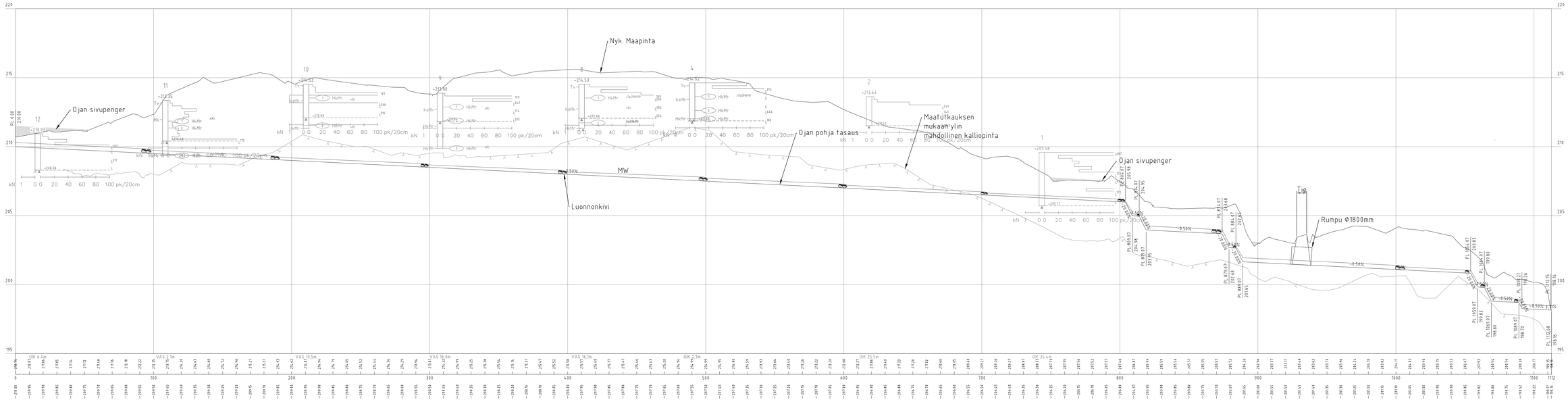
Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
HANNUKAINEN MINING OY Käsiteltävien vesien altaat			VÄLIPATO PITUUSLEIKKAUS	1:1000/1:100
Suunnittelija Ali Jawad	Tarkastaja M.Lehmikangas	Päiväys 29.5.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä	
Hyväksyjä M.Lehmikangas			Työnumero 101008720-001	Lehti
AFRY	AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala GEO / Piirustusnumero 107	Muutos

LEIKKAUS 2 - 2
1:200/1:200



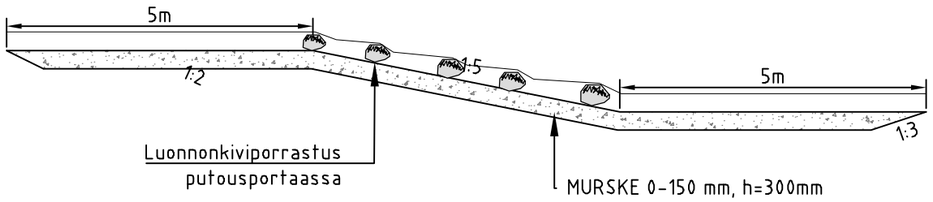
Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
HANNUKAINEN MINING OY Käsiteltävien vesien altaat			VESIALTAIDEN VÄLIPATO TYYPPIPOIKKILEIKKAUS 2-2	1:200
Suunnittelija Ali Jawad	Tarkastaja M.Lehmikangas	Päiväys 29.5.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä	
Hyväksyjä M.Lehmikangas			Työnumero 101008720-001	Lehti
AFRY AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 108
				Muutos

PITUUSLEIKKAUS Oja:
1:1000/1:100



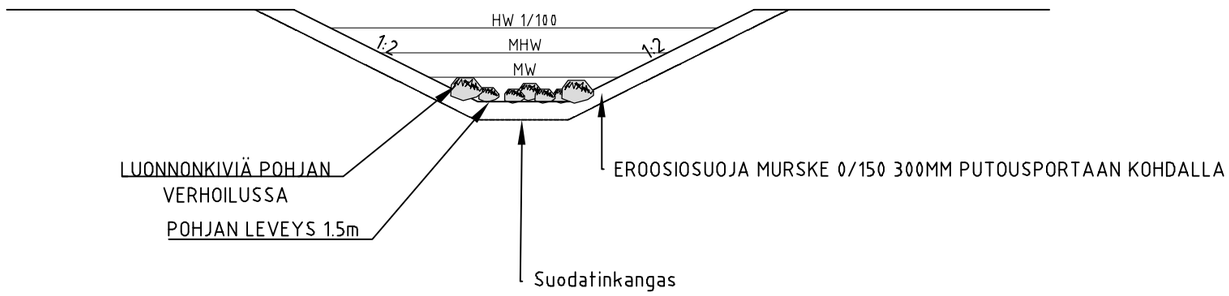
Kohde HANNUKAINEN MINING OY Kivivuopionojan siirto		Piirustuksen sisältö KIVIVUOPIONOJA PITUUSLEIKKAUS	Mittakaavat 1:1000/1:100
Suunnittelija Ali Jawad	Tarkastaja M.Lehmikangas	Pitävyys 29.5.2020	Tasakoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä
Hyväksyjä M.Lehmikangas		Työnumero 101008720-001	Laitd
AFRY	AFRY Finland Oy Elektronintie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@pöyry.com	Suunn.ala / Piirustusnumero GEO 109	Muutos

TYYPPILEIKKAUS
PUTOUSPORTAAN EROOSIOSUOJAUS

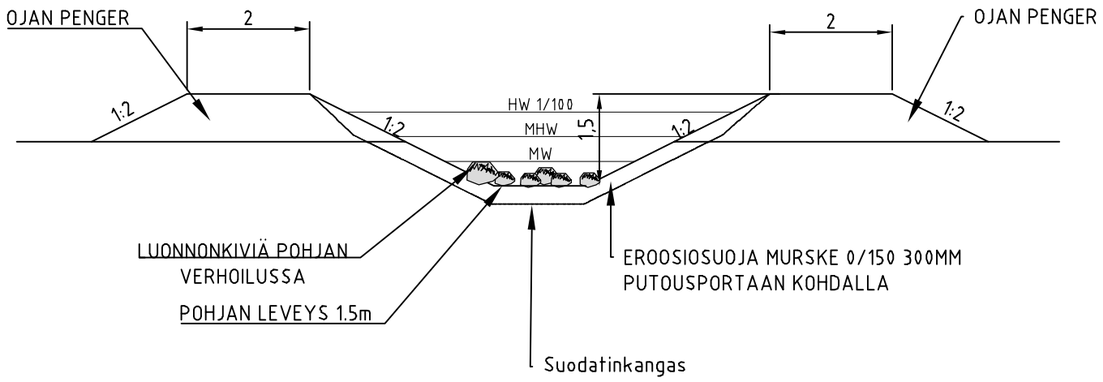


OJAN POIKKILEIKKAUKSET:

OJA SYVÄSSÄ LEIKKAUKSESSA (SYVYYS >1.5m)



OJA MATALASSA LEIKKAUKSESSA (SYVYYS <1.5m)



Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
HANNUKAINEN MINING OY Kivivuopionojan siirto			KIVIVUOPIONOJA TYYPPIPOIKKILEIKKAUSET	1:100
Suunnittelija Ali Jawad	Tarkastaja M.Lehmikangas	Päiväys 29.5.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä	
Hyväksyjä M.Lehmikangas			Työnumero 101008720-001	Lehti
AFRY	AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 110
				Muutos

Asiakas: Hannukainen Mining Oy

Projekti: Rautuvaaran rikastushiekka-altaat

Asiakirja: Suunnitelmaselostus

Projektinumero: 101008720-002

Suunnitelmaselostus

Yhteyshenkilö
Marko Lehmikangas
Puhelin
010 33 28245
Matkapuhelin
050 412 3100
Sähköposti
marko.lehmikangas@afry.com

Pvm.
26/07/2021
Projektiviite
101008720-002

Raportin numero

Asiakas
Hannukainen Mining Oy

AFRY Finland Oy
Infrapalvelut, Oulu
Elektroniikkatie 13
FI-90590 Oulu
Tel. +358 10 3311
E-mail: etunimi.sukunimi@poyry.com
www.afry.com

Marko Lehmikangas
DI, projektipäällikkö

Iida Kaikkonen
DI, Suunnittelija

Sisältö

1 Yleistä 1

2 Tehdyt tutkimukset 1

2.1 Maastotutkimukset 1

2.2 Laboratoriotutkimukset 1

2.3 Maaperäolosuhteet 1

3 Korkearikkisen rikastushiekan läjitysallas 2

3.1 Läjitystilavuus ja rakentamisen vaiheistus 2

3.2 Altaan kaivu ja muotoilu 2

3.3 Pohjarakenne 2

3.4 Pohjan kuivatusrakenteet 3

3.5 Patorakenteet 3

3.6 Arvio patojen vahingonvaarasta 3

4 LIMS -rikastushiekka-allas 4

4.1 Altaan täyttökapasiteetti 4

4.2 Arvio vahingonvaarasta 4

Piirustuksen erillisen piirustusluettelon mukaan

copyright © AFRY

1 Yleistä

Tämä suunnitelmaselostus koskee Hannukainen Mining Oy:n rikastushiekka-alueiden suunnitelmapäivitystä Rautuvaaran vanhalle rikastushiekka-alueelle. Alueelle tullaan läjittämään kahdenlaista rikastushiekkaa, LIMS- ja high-S -rikastushiekkaa. Aiempiin suunnitelmiin verrattuna korkearikkisen rikastushiekan (high-S) läjitystilavuustarve on kasvanut ja vastaavasti matalarikkisen LIMS -rikastushiekan pienentynyt. Muutoin toteutus vastaa aiempia suunnitelmia ja rakenteita.

2 Tehdyt tutkimukset

2.1 Maastotutkimukset

Korkearikkisen rikastushiekan suunnitellulle alueelle on tehty täydentäviä maaperätutkimuksia painokairauksin, maanäytteenotoin talvella 2019 – 2020. Uusia pohjatutkimuspisteitä alueella oli yhteensä 8 pistettä. Kaikille pisteille tehtiin painokairaus ja otettiin häiriintyneet maanäytteet sekä asennettiin kaksi uutta pohjavesiputkea.

2.2 Laboratoriotutkimukset

Maaperänäytteitä otettiin yhteensä 26 kappaletta, joille kaikille tehtiin silmämääräinen maalajiarvio. Vesipitoisuus ja rakeisuus määritettiin 9 näytteelle.

2.3 Maaperäolosuhteet

Suunniteltu allasalue sijoittuu rinteeseen, missä yläosassa maanpinta on korkeimmillaan noin tasolla +220. Alaosassa alue rajoittuu vanhaan saostusaltaaseen, missä vedenpinnan taso noin +190.

Maaperä alueella on enimmäkseen moreenia, jonka tiiveys vaihtelee keskitiiviistä tiiviiseen. Rinteen yläosassa pinnassa on myös löyhempiä lajittuneita hiekkakerroksia. Uusien maanäytetutkimusten perusteella alueen moreeni vaihtelee silttisestä hiekkamoreenista soraiseen hiekkamoreeniin, missä hienoainepitoisuus on välillä 20 – 35 %. Rakeisuuden perusteelle moreeni soveltuu allas- ja patorakentamiseen.

Altaan puolella ranta-alueella on myös turvetta ja liejua moreenin päällä, mikä tulee poistaa ennen altaiden rakentamista.

Uusissa asennettavissa pohjavesiputkissa pohjavedenpinnan taso oli asennuksen jälkeen tasoilla +201,7 ja +206,5. Pohjavedenpinnan syvyys maanpinnasta oli 4,4 – 5,8 m. Vanhoissa putkissa aiempine mittausten perusteella pohjavedenpinnan taso on vaihdellut suunnitellun High-S altaan kohdalla noin välillä +194,3 … +204.

3 Korkearikkisen rikastushiekan läjitysallas

3.1 Läjitystilavuus ja rakentamisen vaiheistus

Läjitysaltaan suunniteltu lopputilanteen kokonaistilavuus HW-tasossa on 9,6 Mm^3. Allas esitetään rakennettavan neljässä vaiheessa toiminnan etenemisen mukaan. Ensimmäisessä vaiheessa rakennetaan eteläinen allasosuus ja noin puolet kokonaisalueesta, padon harjan taso +207. Toinen vaihe tulee ensimmäisen vaiheen jatkoksi padon harjan tasolla +207. Näiden altaiden välissä ensimmäisen vaiheen reunapato jää välipatorakenteeksi.

Kolmas vaihe rakennetaan korottamalla reunapatoa ulospäin koko alueen ympäri tasoon +212. Tässä vaiheessa altaiden välipatoa ei koroteta, vaan se jää täytön sisään. Välipadon harjan yli rakennetaan yhtenäinen pohja- ja patorakenteita vastaava tiivisrakenne. Neljäs vaihe rakennetaan korottamalla reunapatoa tasoon +215.

Eri vaiheiden tilavuudet sekä kokonaistilavuudet HW-tasoon mukaan arvioituna on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Korkearikkisen altaan tilavuus eri täyttövaiheissa

Vaihe	Tilavuus (m^3)	Kokonais-tilavuus (m^3)
1	2 400 000	2 400 000
2	1 200 000	3 600 000
3	3 300 000	6 900 000
4	2 600 000	9 500 000
Yhteensä	9 600 000	

3.2 Altaan kaivu ja muotoilu

Altaiden pohjille on tehty alustava tasaussuunnitelma, jota tarkennetaan ennen rakentamista täydentävien pohjatutkimusten perusteella. Lähtökohtana on, että altaan pohjalle jää vähintään 1,0 metrin tiivis kerros riittävän (min. 20%) hienoainespitoisuuden omaavaa moreenia ja pohjavedenpaine on hallittavissa. Mikäli jollain alueella ei luonnostaan ole hienoainespitoista moreenia pinnassa tehdään näiltä osin tarvittaessa massanvaihto.

Altaiden pohjalta kaivettavaa moreenia käytetään patorakenteisiin. Kaivettu moreeni läjitetään siten, että hienoainesmoreeni ja karkearakeisempi moreeni erotellaan silmämääräisesti eri kasoihin.

3.3 Pohjarakenne

Hienoainesmoreenikerroksen lisäksi altaiden pohjan tiivisterakenteeksi asennetaan ympäristönsuojelurakenne, joka koostuu 2 mm HDPE-kalvosta ja sen alle asennettavasta bentoniittimatosta. Rakenne jatkuu yhtenäisenä myös patojen luiskaan. Bentoniittimaton asennusalustana toimii tasattu ja tiivistetty pohjan hienoainesmoreeni.

copyright © AFRY

Allasalueen yläpuolelle asennetaan altaan ulkopuolinen salaoja, jolla esitetään pohjavedenpinnan liiallinen nousu altaan kohdalla. Alkuvaiheessa altaiden ollessa tyhjänä, on olemassa riski pohjarakenteen pullahtamiselle, jos pohjavedenpinta nousee pohjarakennetta vasten.

3.4 Pohjan kuivatusrakenteet

Altaan pohjalle on suunniteltu täytön kuivatusrakenteet. Suunnitelmapiirustuksissa on pohjalle esitetty 160 mm:n salaojaputkiverkosto 40 m:n välein. Kuivatusrakenteella voidaan kuivattaa rikastushiekkatäyttöä, mikä edistää täytön konsolidoitumista. Konsolidoitunut rikastushiekkakerros pohjalla toimii osaltaan myös huonosti vettä johtavana tiivisrakenteena mahdollisessa vuototilanteessa. Salaojin vedet ohjataan matalimpiin kohtiin, mistä vedet voidaan pumpata. Salaojaputkien päihin tehdään huuhteluhaarat.

3.5 Patorakenteet

Reunapatojen ja välipadon harjan leveys on suunnitelmien mukaan vähintään 5 metriä ja luiskakaltevuus on enintään 1:2. Padon harjalle tehdään 500 mm vahvuinen liikennöintikerros ja ulkoluiskaan 300 mm vahvuinen eroosiosuojaus. Patojen kuivavara on vähintään 1,0 metri.

Patojen runko on esitetty rakennettavan moreenista. Moreenipato voidaan rakentaa siten, että padon altaan puoleisessa osassa eli nk. märkäpuolella käytetään riittävän (min. 20%) hienoainespitoisuuden omaavaa moreenia, jolla on tiivistettynä riittävän pieni vedenläpäisevyysarvo. Hienoainemoreenikerros toimii padossa mineraalisena tiivistyskerroksena ja sen osuus patorakenteesta tulee olla vähintään noin kolmasosa. Patoturvallisuuden kannalta tiivistekerros vähentää mahdollisessa vuototilanteessa suotoveden määrää ja laskee suotovesipinnan tasoa. Suotoveden määrää vähentävän vaikutuksen myötä tiivistekerros toimii myös toissijaisena ympäristönsuojelurakenteena. Padon tukirakenteena nk. kuivapuolella voidaan käyttää kaivumaista saatavaa karkeampaa moreenia. Karkeammalle moreenille ei ole erillisiä vaatimuksia hienoaineksen määrälle. Välipadossa karkeampaa moreenia voidaan käyttää padon keskellä siten, että molempien luiskien puolella on hienoainesmoreeni. Moreeni tiivistetään kerroksittain vähintään 92% tiiveysasteeseen. Patorakenteen alta poistetaan turve ja muut eloperäiset ainekset sekä lajittuneet kerrokset. Massanvaihtokaivu ulotetaan tiiviiseen moreenipohjaan asti.

Reunapatojen ja välipadon nk. märkäpuolen luiskaan asennetaan ympäristönsuojelurakenteena toimiva HDPE-kalvo- ja bentonittimattorakenne. Nämä ankkuroidaan padon harjalle. Tiivisteen yhtenäinen jatkuminen luiskasta altaan pohjalle varmistetaan riittävällä limityksellä ja saumakohtien huolellisella hitsaamisella. Patokorotusten osalta rakenne toteutetaan siten, että tiivisrakenne jatkuu yhtenäisenä ja kalvon osalta hitsattuna rakenteena.

Bentoniittimaton asennusalustan vaatimukset ovat luiskassa vastaavat kuin altaan pohjalla, eli isot ja/tai terävät kivet tulee poistaa ja moreeni tiivistää ja tasata bentoniittimaton valmistajan ohjeiden mukaisesti.

3.6 Arvio patojen vahingonvaarasta

Korkearikkisen rikastushiekka-altaan padoille on tehty vahingonvaara-arvio vuonna 2014 ja sitä on tarkistettu vuonna 2016. Tuolloin korkearikkisen altaan padot on padotun aineen

copyright © AFRY

laadun perusteella esitetty luokiteltavan 1-luokan padoksi. Padotun aineen laatu ei muutu, joten siltä osin patojen luokitusesitys säilyy.

Vahingonvaara-arvion kannalta vaarallisin sortumasuunta on koilliseen, jolloin rikastushiekka leviää koillispuolen vesialtaaseen. Vesialtaan koillispuolen pato on suunniteltu korotettavan siten, että vesiallas toimii varoaltaana mahdollisen patosortuman vuoksi.

Aiemmin laaditussa vahingonvaaraselvityksessä on arvioitu, että varoaltaan suuntaan voi purkautua noin 6 Mm^3 rikastushiekkaa. Uuden korkearikkisen rikastushiekka-altaan kokonaistilavuus on enintään 9,6 Mm^3.

Rikastushiekka käyttäytyy patosortumassa nestemäisesti aineen tavoin. Koko määrä ei kuitenkaan pääse purkautumaan altaasta. Välipato rajoittaa purkautumisen siten, ettei ensimmäisen vaiheen täyttöalueen välipadon harjan tason alapuolelta pääse purkautumaan altaasta. Vaiheen 1 altaassa myös pohjan taso on suurelta osin alempana kuin luontainen maanpinta mahdollisen sortuma-aukon kohdalla. Sortumatapauksessa altaaseen muodostuu rikastushiekkaan kalteva murtopinta purkautumiskohdasta altaaseen päin. Sortumaluiskan kaltevuus riippuu rikastushiekan koostumuksesta, kuten vesipitoisuudesta ja kitkaominaisuuksista. Sortumakohdan sijoittuessa koilliskulmalle, altaasta ei arvioida purkautuvan sellaista määrää rikastushiekkaa, että varoaltaan tilavuus ei riittäisi. Purkautuvan rikastushiekan arvioidaan jäävän kokonaisuudessaan varoaltaaseen. Padotun aineen laadun perusteella korkearikkisen rikastushiekka-altaan padot esitetään luokiteltavan 1-luokan padoiksi.

4 LIMS -rikastushiekka-allas

4.1 Altaan täyttökapasiteetti

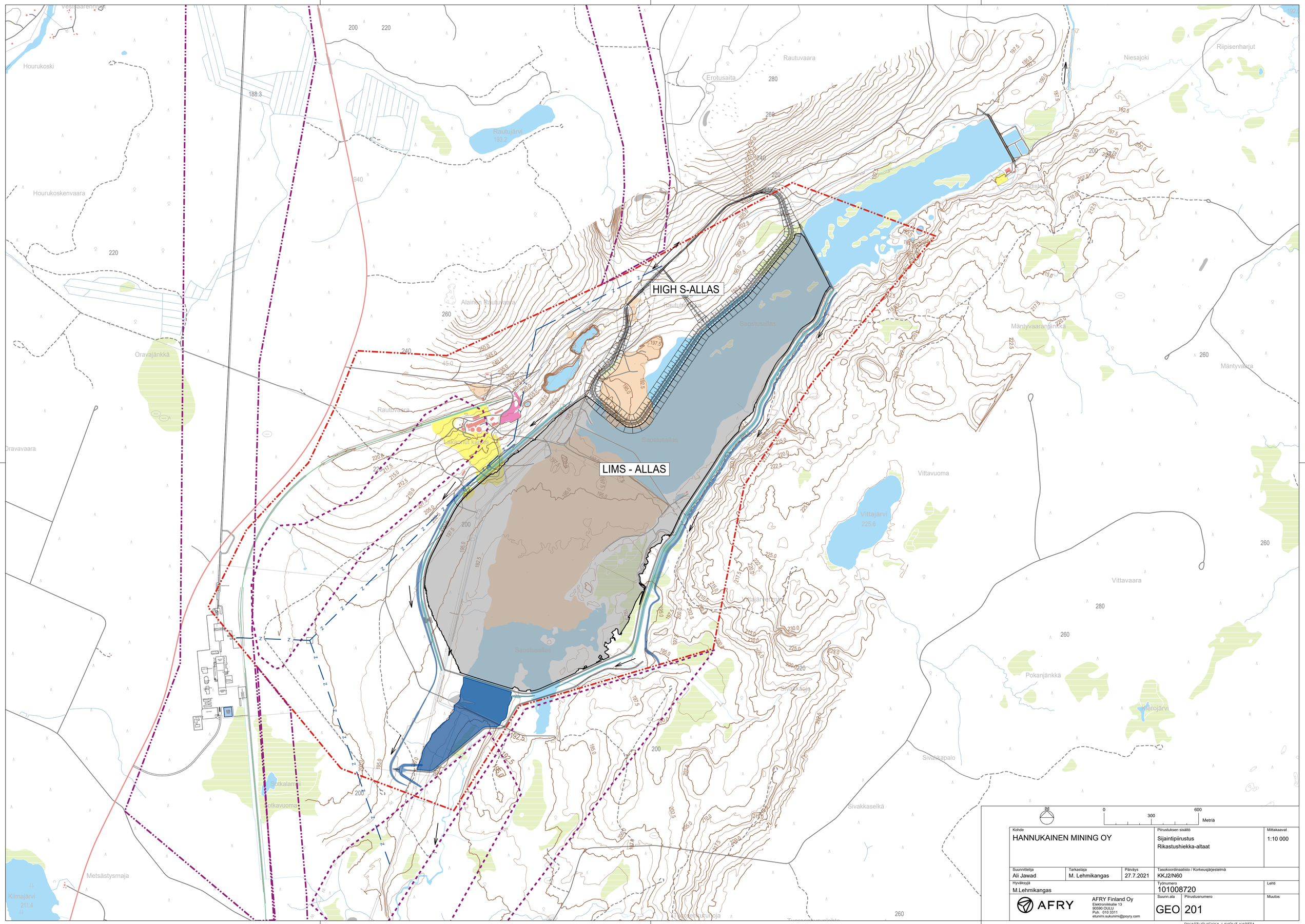
LIMS -rikastushiekka koko pienenee hieman aiemmasta johtuen korkearikkisen rikastushiekka-altaan laajenemisesta. Vastaavasti LIMS-rikastushiekan määrän arvioitu määrä on pienentynyt ja läjitystilavuustarpeeksi nykytiedoilla on arvioitu noin 35 Mm^3.

Huomioiden altaan pieneneminen ja liitepiirustuksen mukainen loppuvaiheen läjitys, altaan läjityskapasiteetti on noin 37,8 Mm^3. Tilavuuslaskennassa on huomioitu vanhan rikastushiekka-alueen sulkeminen ja sulkemisrakenteet tarketietojen mukaisesti.

4.2 Arvio vahingonvaarasta

LIMS -altaan padot on aiemmassa vahingonvaara-arviossa esitetty luokiteltavan 2-luokan padoiksi. Nyt esitetyt suunnitelmamuutokset eivät aiheuta sellaisia muutoksia patojen vahingonvaaraan, että luokitusesitystä tulisi muuttaa. Padot esitetään edelleen 2-luokan padoiksi.

copyright © AFRY



0 300 600 Metria

Kohde	Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
HANNUKAINEN MINING OY	Sijaintipiirustus Rikastushiekka-altaat	1:10 000

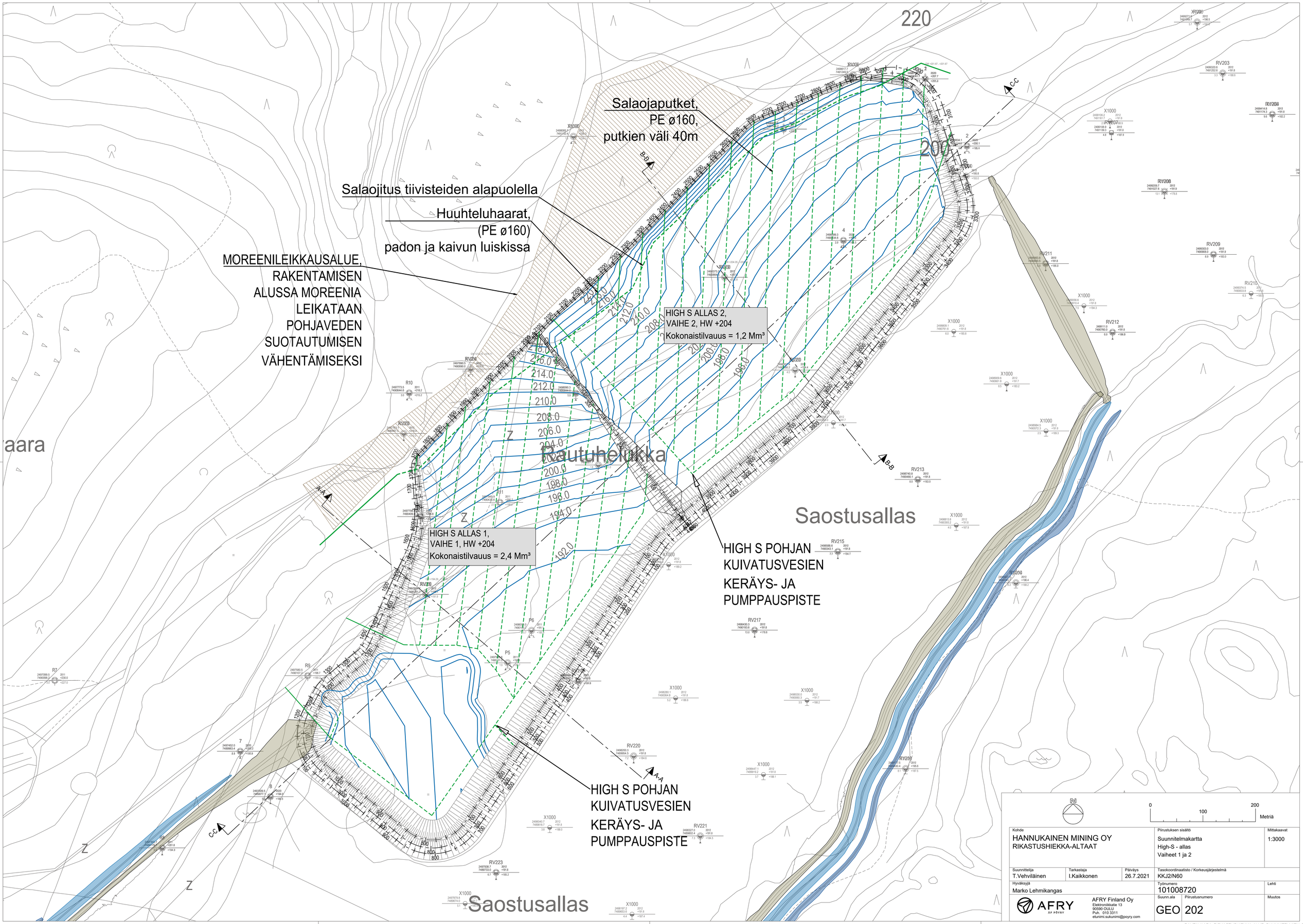
Suunnittelija	Tarkastaja	Päiväys	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä
Ali Jawad	M. Lehmikangas	27.7.2021	KKJ2/N60

Hyväksyjä	Työnumero	Lehti
M.Lehmikangas	101008720	

AFRY
AFRY Finland Oy
Elektroniikkatie 13
90590 OULU
Puh. 010 3311
etunimi.sukunimi@pöyry.com

Suunn.ala	Piirustusnumero	Muutos
GEO	201	

RIKASTUSHIEKKA_LAYOUT-KARTTA



Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
HANNUKAINEN MINING OY RIKASTUSHIEKKA-ALTAAT			Suunnitelmakartta High-S - allas Vaiheet 1 ja 2	1:3000
Suunnittelija T.Vehviläinen	Tarkastaja I.Kaikkonen	Päväys 26.7.2021	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ2/N60	
Hyväksyjä Marko Lehmikangas			Työnumero 101008720	Lehti
AFRY AF POYRY	AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 202

Muutos

Salaojaputket,
PE ø160,
putkien väli 40m

Salaojitus tiivisteiden alapuolella

Huuhteluhaarat,
(PE ø160)
padon ja kaivun luiskissa

MOREENILEIKKAUSALUE,
RAKENTAMISEN
ALUSSA MOREENIA
LEIKATAAN
POHJAVEDEN
SUOTAUTUMISEN
VÄHENTÄMISEKSI

HIGH S ALLAS,
VAIHE 3, HW +210
Kokonaistilavuus = 6,9 Mm³

Rautuhelukka

Saostusallas

HIGH S POHJAN
KUIVATUSVESIEN
KERÄYS- JA
PUMPPAUSPISTE

HIGH S POHJAN
KUIVATUSVESIEN
KERÄYS- JA
PUMPPAUSPISTE

Saostusallas

aara

N

0 100 200
Metriä

Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
HANNUKAINEN MINING OY RIKASTUSHIEKKA-ALTAAT			Suunnitelmakartta High-S - allas Vaihe 3	1:3000
Suunnittelija	Tarkastaja	Päiväys	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä	
T.Vehviläinen	I.Kaikkonen	26.7.2021	KKJ2/N60	
Hyväksyjä			Työnumero	Lehti
Marko Lehmikangas			101008720	
AFRY	AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com	Suunn.ala	Piirustusnumero	Muutos
		GEO	203	

RAUTAVAARA_RISKASTUSHIEKKA-ALUE_SUUNNITELMIEN_PÄIVI

Salaojaputket,
PE ø160,
putkien väli 40m

Salaojitus tiivisteiden alapuolella

Huuhteluhaarat,
(PE ø160)
padon ja kaivun luiskissa

MOREENILEIKKAUSALUE,
RAKENTAMISEN
ALUSSA MOREENIA
LEIKATAAN
POHJAVEDEN
SUOTAUTUMISEN
VÄHENTÄMISEKSI

HIGH S ALLAS,
VAIHE 4, HW +214
Kokonaistilavuus = 9,5 Mm³

Rautuhelukka

Saostusallas

HIGH S POHJAN
KUIVATUSVESIEN
KERÄYS- JA
PUMPPAUSPISTE

HIGH S POHJAN
KUIVATUSVESIEN
KERÄYS- JA
PUMPPAUSPISTE

Saostusallas

N

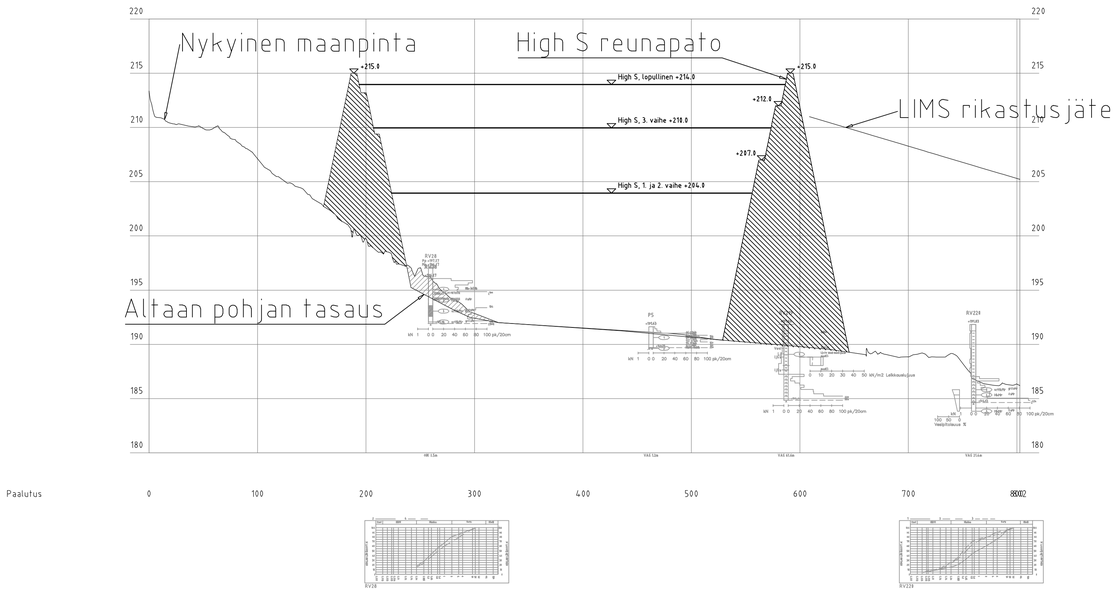
0 100 200
Metriä

Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
HANNUKAINEN MINING OY RIKASTUSHIEKKA-ALTAAT			Suunnitelmakartta High-S - allas Vaihe 4	1:3000
Suunnittelija T.Vehviläinen	Tarkastaja I.Kaikkonen	Päiväys 26.7.2021	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ2/N60	
Hyväksyjä Marko Lehmikangas			Työnumero 101008720	Lehti
AFRY ÅF PÖYRY	AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 204

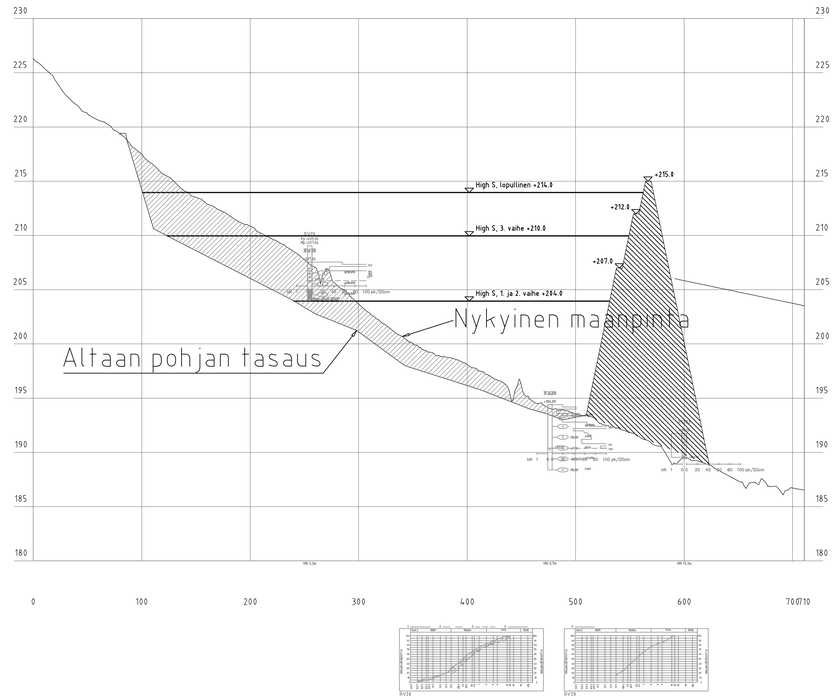
Muutos

RAUTAVAARA_RISKASTUSHIEKKA-ALUE_SUUNNITELMIEN_PÄIVI

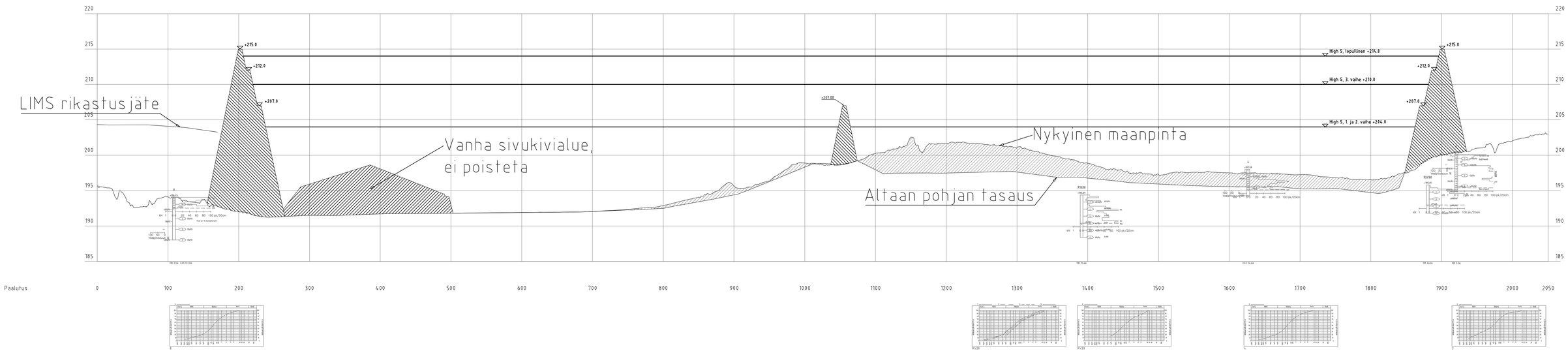
YLEISLEIKKAUS A-A:
1:2500/1:250



YLEISLEIKKAUS B-B:
1:2500/1:250

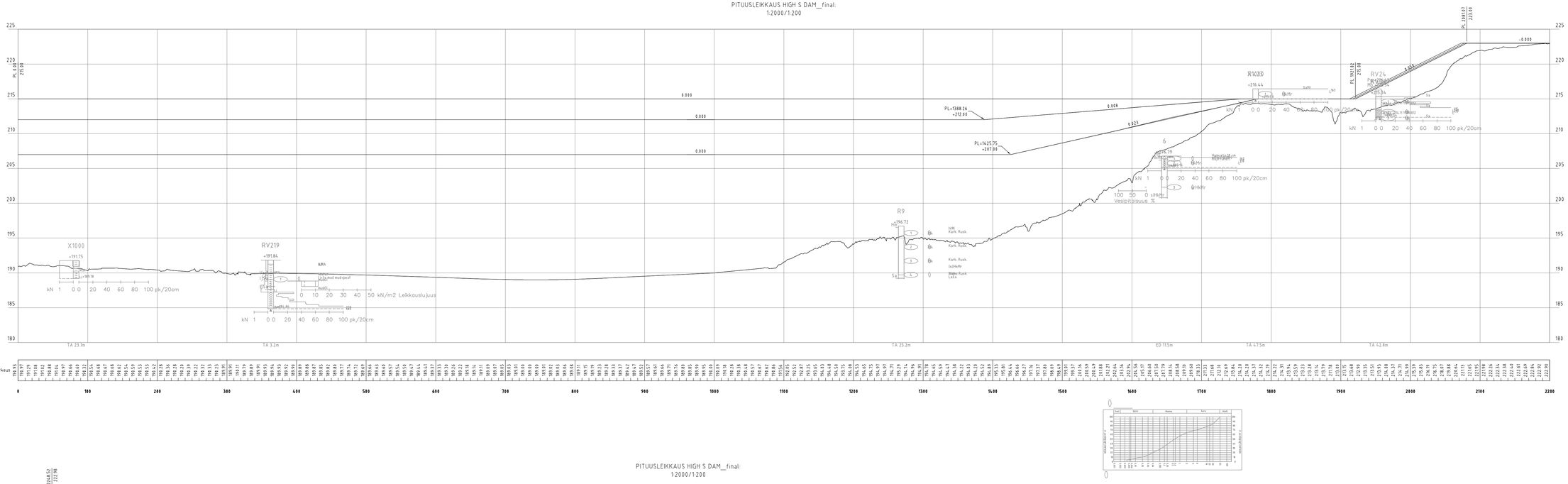


YLEISLEIKKAUS C-C:
1:2500/1:250

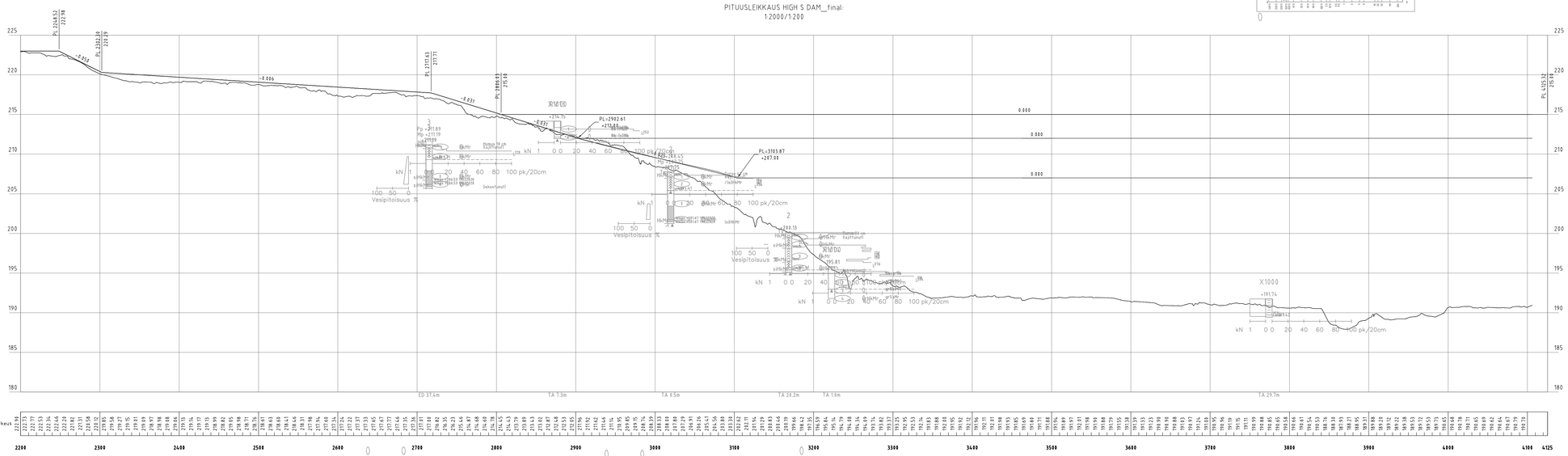


Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
HANNUKAINEN MINING OY RIKASTUSHIEKKA-ALTAAT			YLEISLEIKKAUKSET A-A, B-B, C-C	1:2500/1:250
Suunnittelija T.Vehviläinen	Tarkastaja I.Kaikkonen	Päiväys 28.7.2021	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä	
Hyväksyjä M.Lehmikangas			Työnumero 101008720	Lehti
AFRY Finland Oy Elektronikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 205
				Muutos

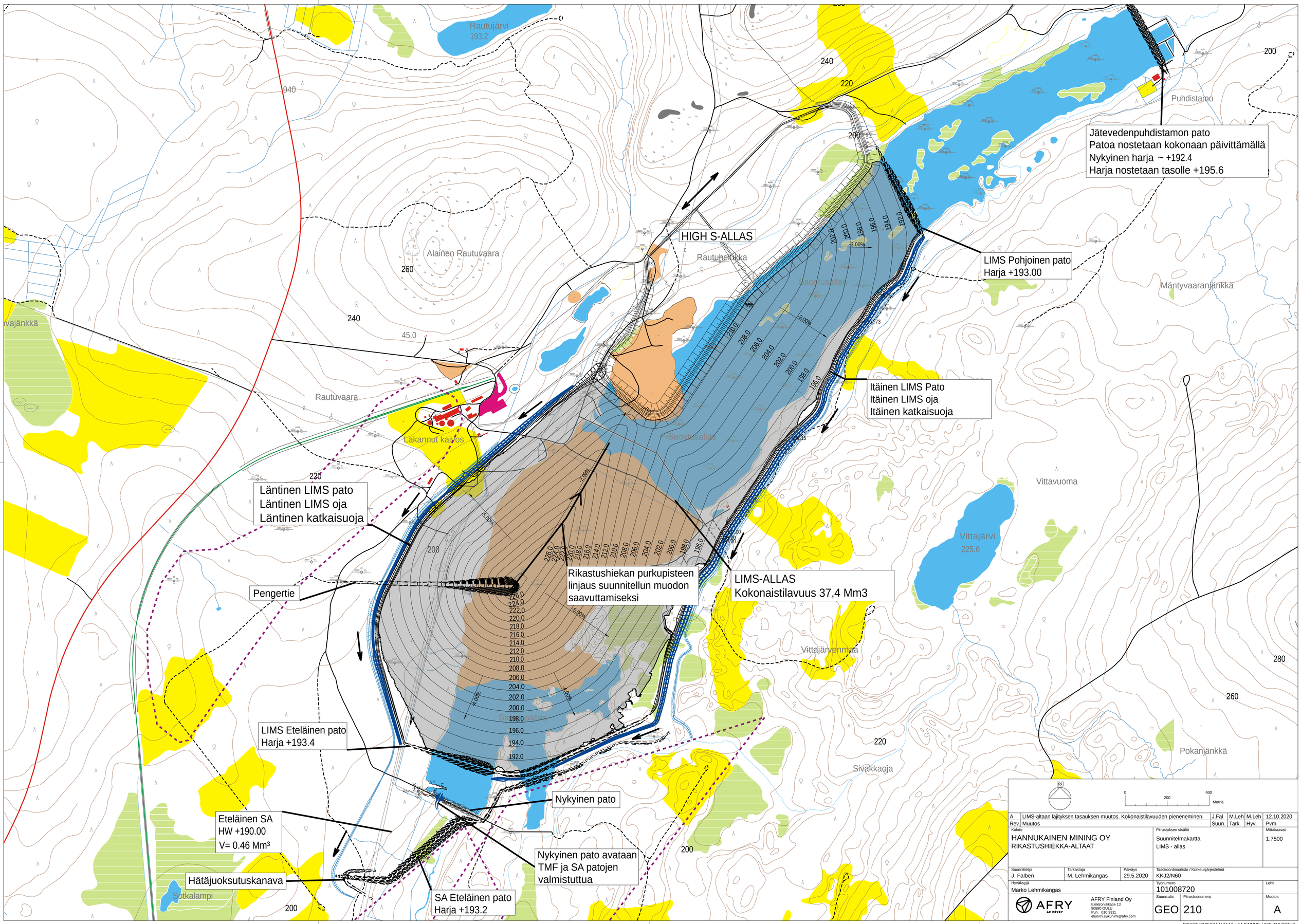
PITUUSLEIKKAUS HIGH S DAM_final:
1:2000/1:200



PITUUSLEIKKAUS HIGH S DAM_final:
1:2000/1:200



Kohde HANNUKAINEN MINING OY RIKASTUSHIEKKA-ALTAAT		Piirustuksen sisältö REUNAPATO PITUUSLEIKKAUS	Mittakaavat 1:2500/1:250
Suunnittelija T.Vehviläinen	Tarkastaja M.Lehmikangas	Päiväys 28.7.2021	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä
Hyväksyjä M.Lehmikangas		Työnumero 101008720	Lehti
AFRY AFRY Finland Oy Elektronikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3011 etunimi.sukunimi@pöyry.com		Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 206
			Muutos



Rev.	Muutos	Suun.	Tark.	Hyv.	Pvm
A	LIMS-altaan läjityksen tasauksen muutos. Kokonaistilavuuden pieneneminen.	J.Fal	M.Leh	M.Leh	12.10.2020

Kohde
HANNUKAINEN MINING OY
RIKASTUSHIEKKA-ALTAAT

Piirustuksen sisältö
Suunnitelmakartta
LIMS - allas

Mittakaavat
1:7500

Suunnittelija: J. Falben
Tarkastaja: M. Lehmikangas
Päväys: 29.5.2020
Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä: KKJ2/N60
Hyväksyjä: Marko Lehmikangas
Työnumero: 101008720
Lehti:

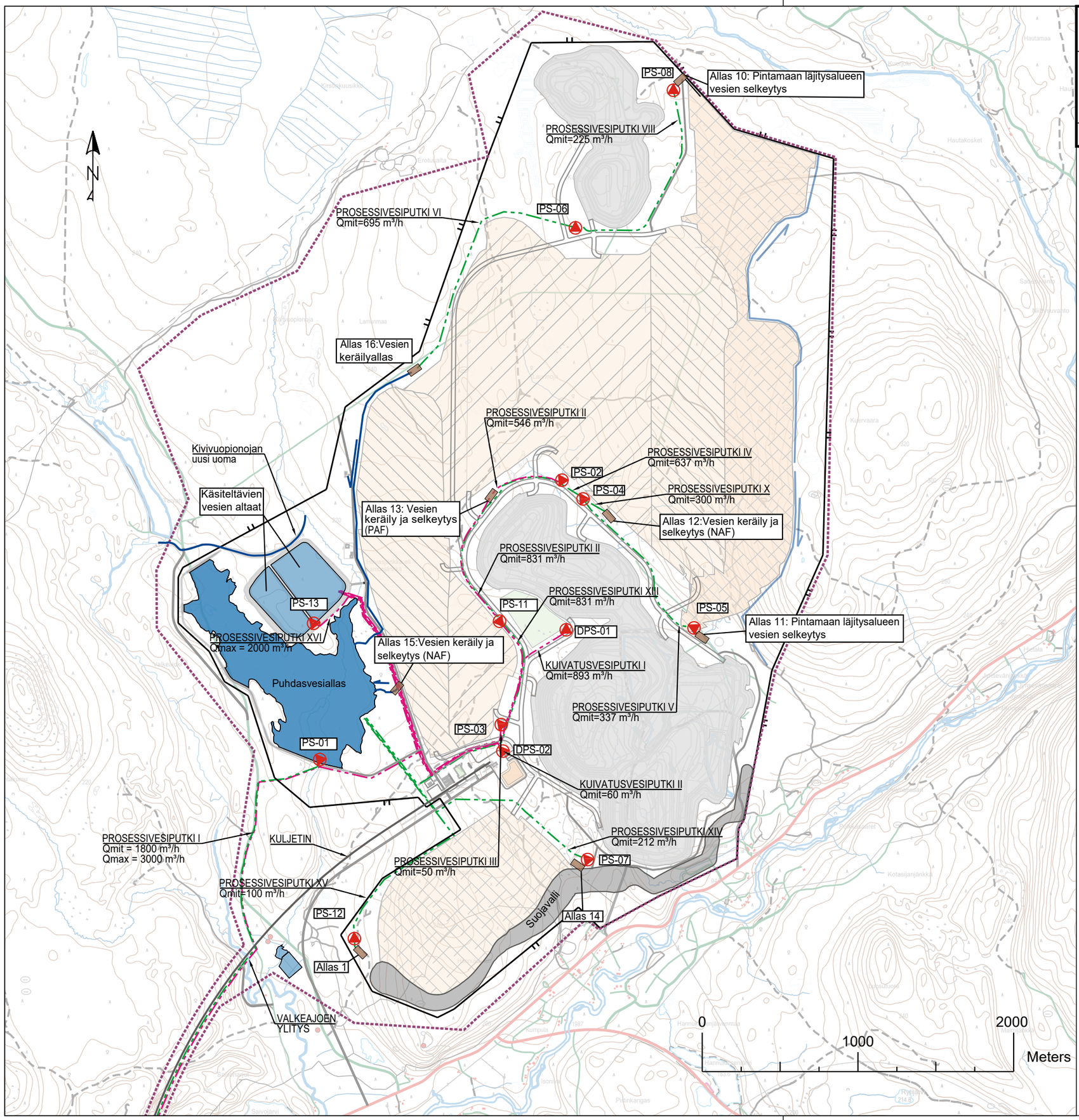
AFRY Finland Oy
Elektronikkatie 13
90590 OULU
Puh. 010 3311
etunimi.sukunimi@afry.com

Suunn.ala: GEO
Piirustusnumero: 210
Muutos: A

RIKASTUSHIEKKAALTAAT_LAAJENNUS_LIMS_TULOSTUS

Tilaaja	Työn nimi
Hannukainen Mining Oy	Hannukaisen kaivoshanke Suunnitelmapäivitykset lupahakemusta varten
AFRY	Sisältö Tuotannonaikaiset vesienhallinta-järjestelmät - yleiskartta Hannukaisen alue (sivu 1/2)

Pvm	Työnro	Suunn.	Piirustusnumero	Mittakaava
22.4.2021	101016316-001	R.HONKAHARJU	1	1:25000



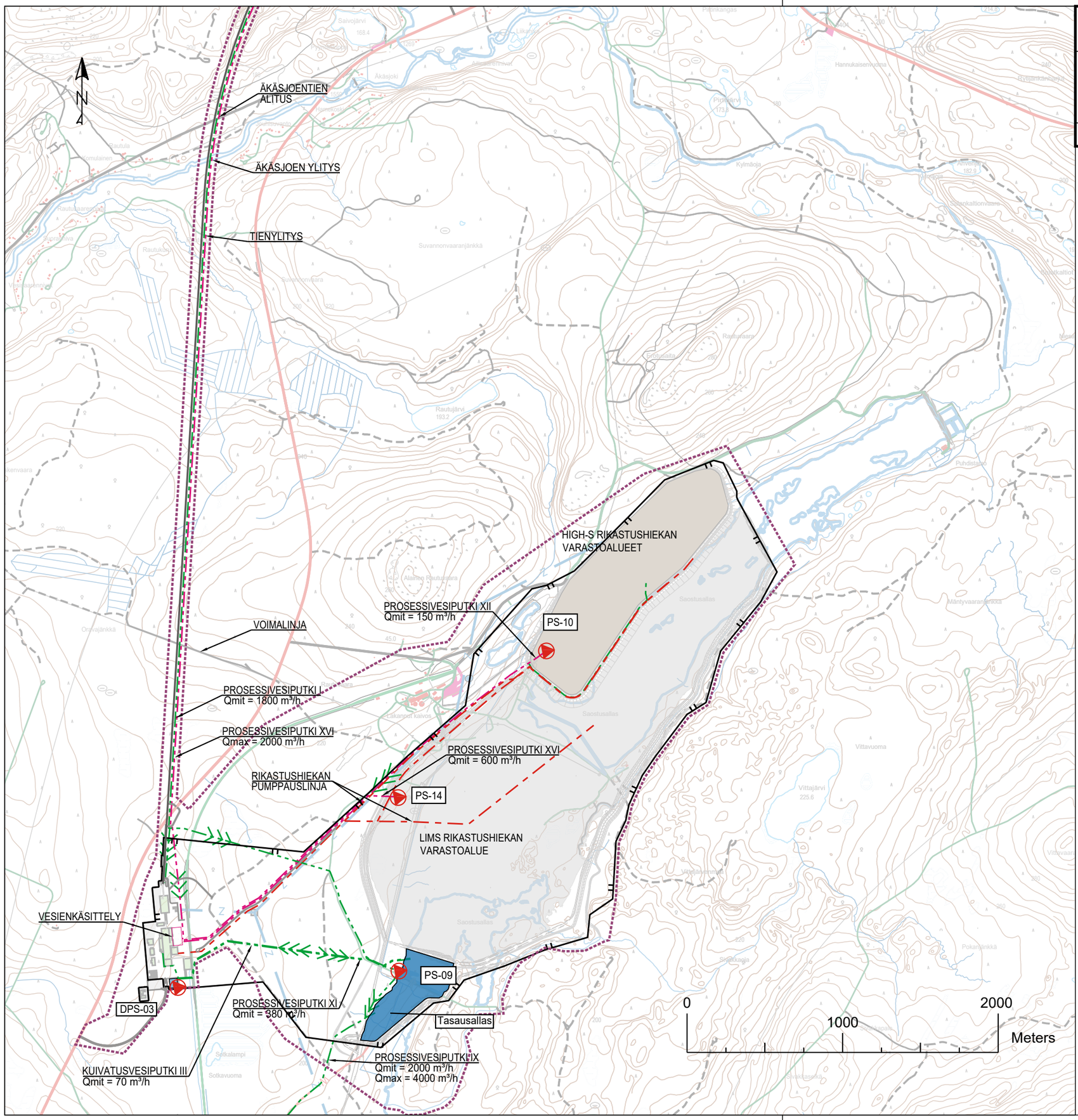
- Pintamaan läjitysalue
- PAF-sivukiven läjitysalue
- NAF-sivukiven läjitysalue
- Putkilinja (puhtaat vedet)
- Putkilinja (käsiteltävät vedet)
- Oja / Gravitaatiolinja
- Erotusoja
- Aita
- Kaivospiirin raja

Pumppaamot

Nro	Mistä	Minne
PS-01	Vesivarastoallas	Rautuvaara tasausallas / prosessi
PS-02	PAF-sivukivialue (itä)	PAF selkeytys- ja keräilyallas 13 (edelleen PS-11)
PS-03	PAF-sivukivi (länt.)	Käsiteltävien vesien altaat
PS-04	NAF (itä)	Puhdasvesiallas
PS-05	Pintamaiden läjitysalueen vedet	PS-04
PS-06	Kuervitikon louhoksen kuivatus + pintamaiden läjitysalueen vedet	Vesien keräilyallas 16 (edelleen puhdasvesiallas)
PS-07	Pintamaiden läjitysalueen vedet	Puhdasvesiallas
PS-08	Pintamaiden läjitysalueen vedet	PS-06
PS-11	PAF-sivukivi (länt.)	Käsiteltävien vesien altaat
PS-12	Pintamaiden läjitysalueen vedet	Puhdasvesiallas
PS-13	Käsiteltävien vesien altaat	Vesienkäsittely (Rautuvaara)
DPS-01	Aluekuivatusvedet +Hannukaisen louhoksen kuivatus	Käsiteltävien vesien altaat
DPS-02	Aluekuivatusvedet	Käsiteltävien vesien altaat

Tilaaja	Työn nimi
Hannukainen Mining Oy	Hannukaisen kaivoshanke Suunnitelmapäivitykset lupahakemusta varten
AFRY	Sisältö Tuotannonaikaiset vesienhallinta-järjestelmät - yleiskartta Rautuvaaran alue (sivu 2/2)

Pvm	Työnro	Suunn.	Piirustusnumero	Mittakaava
22.4.2021	101016316-001	R.HONKAHARJU	1	1:25000

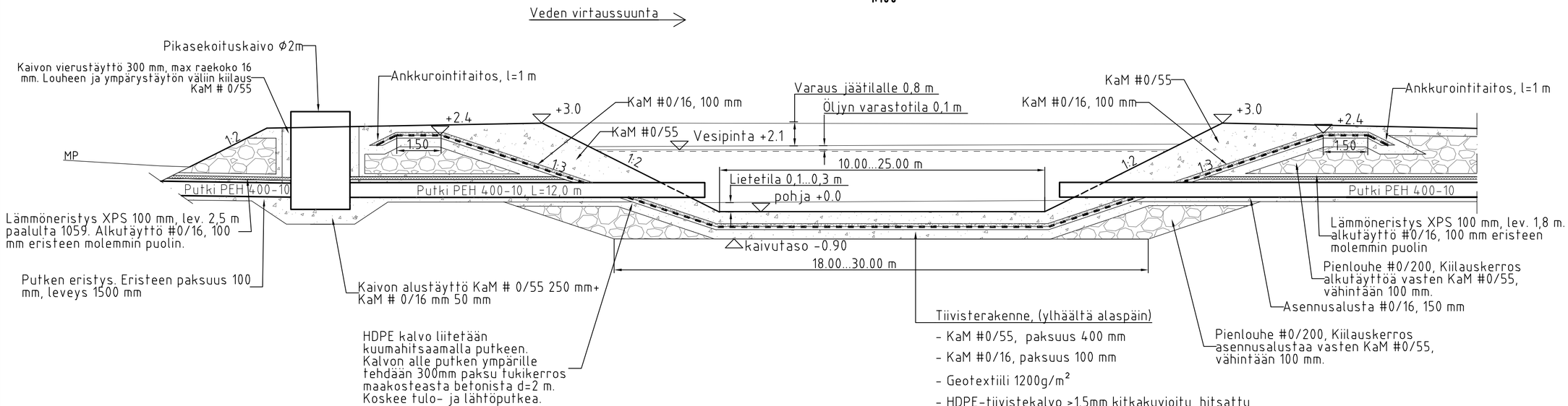


- Putkilinja (puhtaat vedet)
- Putkilinja (käsiteltävät vedet)
- Oja / Gravitaatiolinja
- Erotusoja
- Aita
- Kaivospiirin raja

Pumppaamot

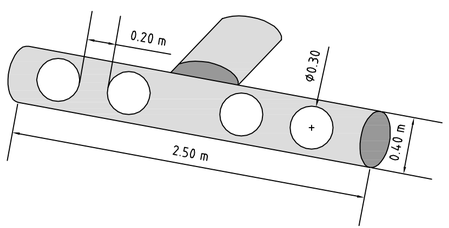
Nro	Mistä	Minne
PS-09	Tasausallas	Prosessi (prosessivesi)
PS-09	Tasausallas	Muonionjoki (ylitevesi)
PS-10	High-S rikastushiekka-alueen vedet	Vesienkäsittely
PS-14	LIMS rikastehiekan varastoalue	Vesienkäsittely
DPS-03	Tehdasalueen aluekuivatusvedet	Tasausallas

LEIKKAUS A-A:
1:100



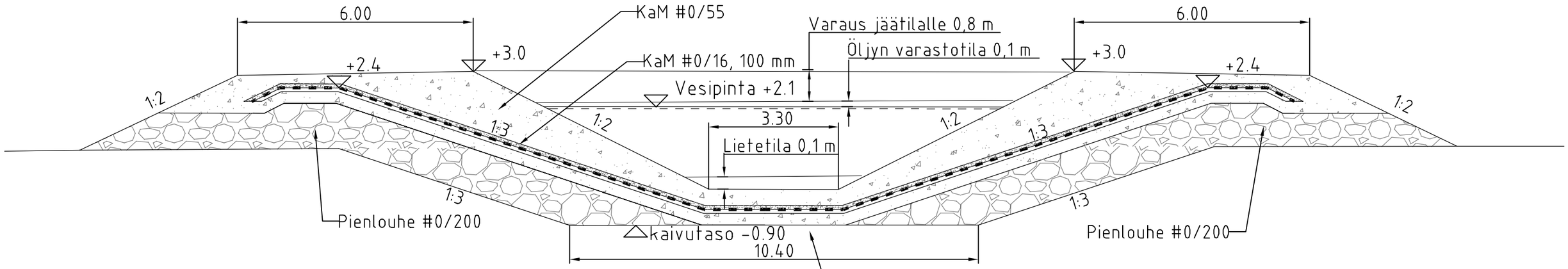
ALTAAN POHJAN KORKO ASETETTU NOLLAKORKOON

TYYPPIKUVA
JAKOPUTKI



Kaup.osa / Kortteli / Tontti / Alue	Viranomaisen arkistointimerkintöjä
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji
Tilaaja HANNUKAINEN MINING OY	Työn nimi
PÖYRY Pöyry Finland Oy Tutkijantie 2A, PL20, 90590 OULU puh. 010 33280 fax. 010 33 28250 email: etunimi.sukunimi@poyry.com	Piirustuksen sisältö: LEIKKAUS A-A ÖLJYNEROTUSALLAS HANNUKAINEN JA KUERVITIKKO Mittakaava: 1:100
Suunn. / Tark.	Työnumero: 101004010 / Piirustusnumero / Muutos
Pvm. 11.11.2016 / Tiedosto: LEIKKAUKSET ÖLJYNEROTUS	

LEIKKAUS B-B:
1:100



Tiivisterakenne, (ylhäältä alaspäin)

- KaM #0/55, paksuus 400 mm
- KaM #0/16, paksuus 100 mm
- Geotextiili 1200g/m²
- HDPE-tiivistekalvo >1.5mm kitkakuvioitu, hitsattu
- Kivituhka #0/2, 100 mm
- KaM #0/55, 300 mm

Pohjamaa

ALTAAN POHJAN KORKO ASETETTU NOLLAKORKOON

Kaup.osa / Kortteli / Tontti / Alue	Viranomaisen arkistointimerkintöjä
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji
Tilaaja HANNUKAINEN MINING OY	Työn nimi
PÖYRY Pöyry Finland Oy Tutkijantie 2A, PL20, 90590 OULU puh. 010 33280 fax. 010 33 28250 email: etunimi.sukunimi@poyry.com	Piirustuksen sisältö: LEIKKAUS B-B ÖLJYNEROTUSALLAS HANNUKAINEN JA KUERVITIKKO Mittakaava: 1:100
Suunn. / Tark.	Työnumero: 101004010 / Piirustusnumero / Muutos
Pvm. 11.11.2016 / Tiedosto: LEIKKAUKSET ÖLJYNEROTUS	