



(Ilmakuva © MML 09/2020)

Client: Keliber Oy

Project: Päiväneva_pohjavesiselvitys

Project number: 101014898-001

Report

Author

Eveliina Tammisto, Eero Heikkinen, Anneli Wichmann,
Hannu Lauri

Phone

+358 10 33 26757

Mobile

+358 505270804

E-mail

eveliina.tammisto@afry.com

Date

26/10/2020

Project ID

101014898-001

Client

Keliber Oy

Päivänevan rikastushiekka-altaan vuorovaikutus
ympäristönsä kanssa ja haitta-aineiden
kulkeutumisriskit, käsitteellinen tarkastelu olemassa
olevan tiedon valossa

Report

TIIVISTELMÄ

Keliber Oy suunnittelee ns. Keski-Pohjanmaan litiumprovinssin esiintymien hyödyntämistä. Rikastamon paikaksi on valittu Päiväneva, joka sijaitsee louhosalueella yhtiön suurimpien malmiesiintymien, Syväjärven ja Rapasaaren läheisyydessä. Rikastamon myötä myös rikastushiekka-, prefloat- ja kiertovesiallas sijoitetaan Päivänevalle. Päivänevan rikastamoalue sijoittuu osittain turvetuotantoalueelle ja itäpuolella sijaitsee Vionnevan Natura-alue. Samalla alueella sijaitsevat suunnitellut noin 29 ha laaja, 100 m syvä Rapasaaren avolouhos ja maanalainen kaivos. Louhoksen ja altaiden alueelta poistettava pintamaa varastoidaan alueelle. Samoin louhoksesta ja kaivoksesta irrotettava sivukivi varastoidaan alueelle.

Tässä dokumentissa esitetään tuotantolaitoksen rikastushiekka-altaan, prefloat-jaealtaan ja kiertovesialtaan haitta-aineiden kulkeutumiskäsitteelliset tasolla olemassa olevan tiedon valossa. Työssä käytetään olemassa olevia aineistoja eikä uusia tutkimuksia ole tehty tätä työtä varten. Lähtötietoina käytetään Keliberiltä ja julkisista (GTK, MML, SYKE, FMI) lähteistä saatavia geologisia, geofysikaalisia, hydrogeologisia ja hydrologisia tietoja ja karttoja sekä aikaisempia raportteja ja selvityksiä Päivänevan alueesta.

Työssä selvitetään pintavesien sekä maaperä- ja kalliopohjavesien nykytilanne sekä käydään läpi alueen maa- ja kallioperän ominaisuudet, suotautuminen, topografia ja saatavilla oleva geofysikaalinen aineisto. Suunnitellut allasalueen pato- ja pohjarakenteet esitellään, samoin kaivannaisjätteet ja niiden ominaisuudet. Työssä tehdään myös pienvaluma-alue tarkastelu tutkittavan alueen ympäristöstä ja pohditaan kaivosalueen rakentamisen vaikutuksia pinta- ja pohjavesien virtauksiin. Alueesta laaditaan konseptuaalinen malli.

Selvitysten perusteella ja olemassa olevan tiedon valossa riskejä haitta-aineiden kulkeutumisesta voidaan pitää suhteellisen vähäisinä ensisijaisesti rikastushiekkan alhaisten metalli-/metalloidipitoisuuksien takia. Maaperän moreeni- ja turvekerrokset voivat osaltaan rajoittaa suotovesien virtausta. Alueen kallioperää koskevat tiedot viittaavat keskimääräiseen rakoiluun. Rikastushiekka-altaan kohdalle on tulkittu yksittäisiä ruhjeviitteitä geofysiikan aineiston ja kairausten perusteella. Ruhjeisuuden sekä pintarikkonaisuuden ja rapauman merkitys vedenjohtavuudelle ja kulkeumalle on hyödyllistä huomioida.

Report

Sisällys

TIIVISTELMÄ.....	2
1 Johdanto.....	4
1.1 Tausta.....	4
1.2 Työn tavoite.....	7
1.3 Tämä raportti.....	7
2 Lähtötiedot.....	7
3 Vesistöt ja pohjavesi alueella.....	8
3.1 Pintavedet.....	8
3.2 Pohjavesi.....	10
3.3 Kalliopohjavesi.....	13
4 Veden kierto.....	14
5 Pienvaluma-alueet, pinta- ja pohjavedet sekä kulkeutumisreitit.....	16
6 Maa- ja kallioperä.....	18
6.1 Maaperä.....	18
6.2 Kallioperä.....	24
6.3 Suotautuminen.....	26
6.4 Topografia.....	27
6.5 Geofysikaalinen mittausaineisto.....	29
7 Pato- ja pohjarakenteet.....	37
7.1 Altaat ja niiden käyttötarkoitus.....	37
7.2 Altaiden rakenne.....	38
7.3 Vesien hallinta.....	39
8 Kaivannaisjätteet ja niiden ominaisuudet.....	44
8.1 Rikastushiekan ja prefloot-jakeen ominaisuudet.....	44
8.2 Kiertovesialtaan pohjaliete.....	45
9 Haitta-aineiden kulkeutumisriskien käsitteellinen kuvaus.....	46
9.1 Käsitteellistämisen tarkoitus.....	46
9.2 Epävarmuustekijät.....	46
10 Prosessissa käytettävät kemikaalit ja niiden hajoaminen.....	47
11 Haitta-aineiden kulkeutumisriskit, johtopäätökset käsitteellisellä tasolla.....	47
11.1 Haitta-aineet.....	47
11.2 Kulkeutumisriski maaperässä.....	48

Report

11.3	Kulkeutumisriski kallioperässä	49
11.4	Reaktiot mahdollisilla kulkeutumisreiteillä.....	50
11.5	Riskiskenaarioiden vaikutuksista	51
11.6	Johtopäätökset ja tiivistelmä	51
12	Lähdeluettelo	52

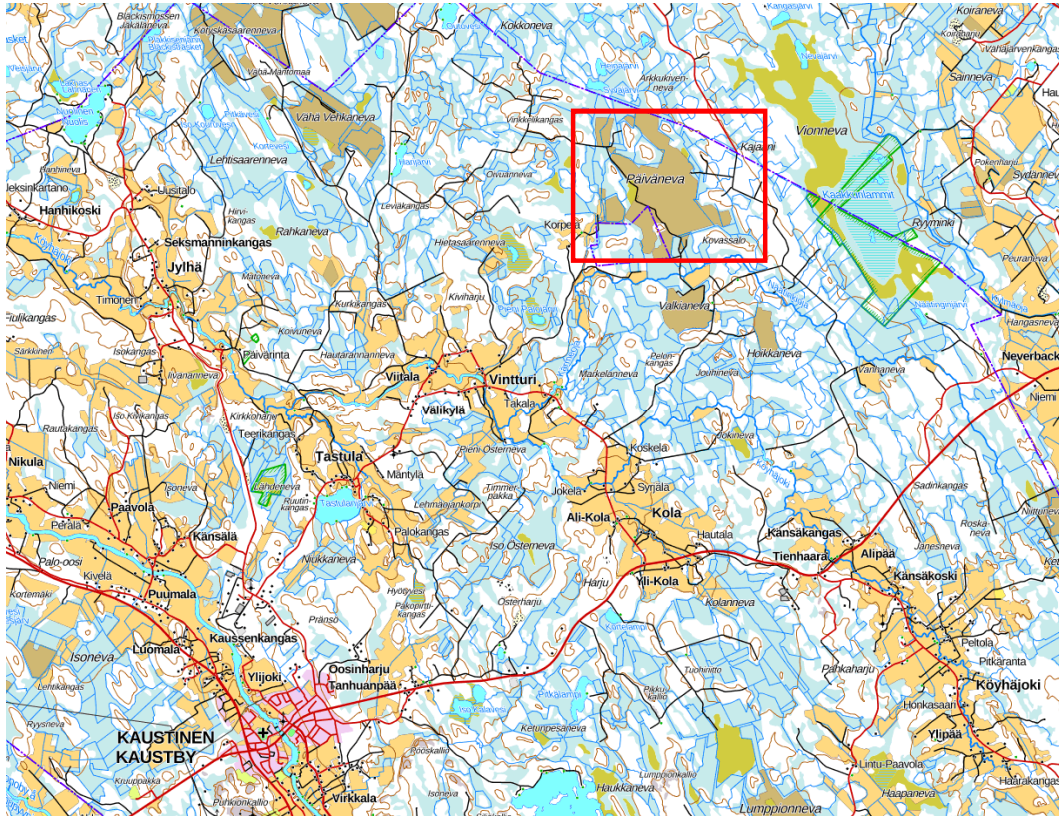
1 Johdanto

1.1 Tausta

Keliber Oy suunnittelee ns. Keski-Pohjanmaan litiumprovinssin esiintymien hyödyntämistä. Litiumprovinssi sijaitsee Kaustisen, Kokkolan ja Kruunupyyn kuntien alueilla, ja on tunnettu 1950-luvun lopulta alkaen. Keski-Pohjanmaan tunnetut litiummalmivarat on arvioitu merkittävimmiksi Euroopassa. Nykyään yli 500 km² laajuiselta alueelta tunnetaan yli kymmenen erillistä litiumesiintymää. Näistä merkittävimmät ovat Keliberin hallussa olevat Syväjärven, Rapasaaren, Läntän, Emmesin, Outoveden ja Leviäkankaan esiintymät. Louhittava malmimineraali on spodumeenia (litiumalumiinisilikaatti), josta monivaiheisen rikastus- ja jalostusprosessin kautta saadaan erotettua litium. Keliber Oy on kehittänyt räätälöidyn tuotantoprosessin litiumprovinssin esiintymille sopivaksi. Rikastamon paikaksi on valittu Päiväneva, joka sijaitsee louhosalueella yhtiön suurimpien malmiesiintymien, Syväjärven ja Rapasaaren läheisyydessä, noin 10 kilometriä koilliseen Kaustisen keskustasta (Kuva 1-1). Rikastamon myötä myös rikastushiekka-, prefloat- ja kiertovesiallas sijoitetaan Päivänevalle. Sivukivivarastot ja pintamaiden varastoalue sijoitetaan myös samalle alueelle.

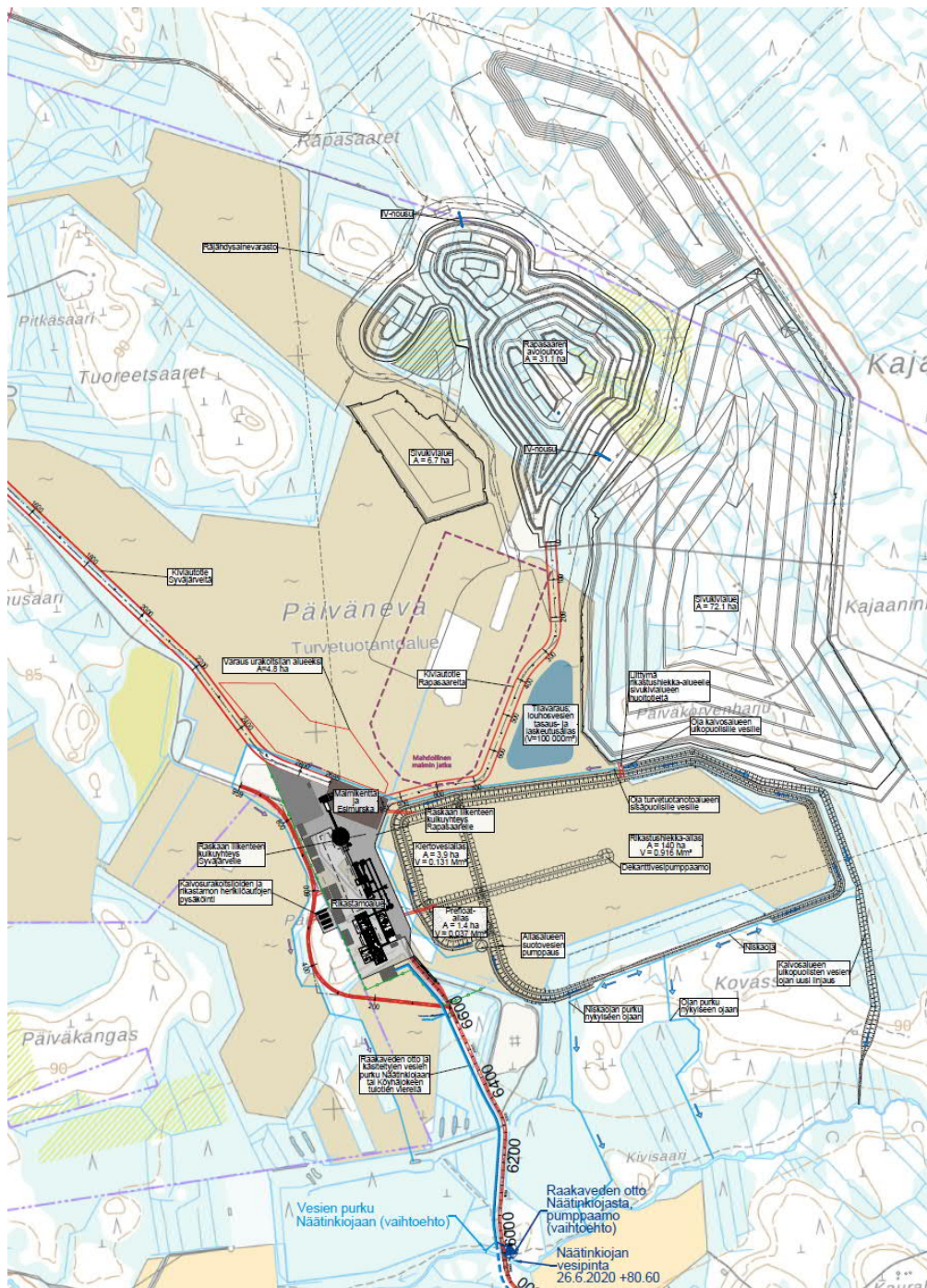
Päivänevan rikastamoalueen suunnitelma on esitetty kuvassa Kuva 1-2. Päivänevan rikastamoalue sijoittuu osittain turvetuotantoalueelle. Alueella on ollut turvetuotantoa 2000-luvulta lähtien, ja toiminta on edelleen käynnissä, mutta loppuu lähivuosina. Rapasaaren louhosalueiden ja Päivänevan itäpuolella sijaitsee Vionnevan Natura-alue (FI1000019, SPA ja SAC), joka sijaitsee lähimmillään louhosalueelta vain noin 300 metriä itään. Itse avosuon reunaan etäisyyttä on noin kilometri. Suurin osa Vionnevan Natura-alueesta kuuluu myös soiden suojeluohjelmaan ja iso osa sitä on myös valtion luonnonsuojelualuetta (Keliber YVA: Envineer 2020).

Report



Kuva 1-1. Päivänevan rikastamoalue (Kartta © MML 2020). Samalla alueella sijaitsee suunniteltu Rapasaaren avolouhos ja maanalainen kaivos, alueelta pohjoiseen Syväjärven louhos ja länteen Outoveden louhos.

Report



Kuva 1-2. Päivänevan rikastamoalue. Laajempi patoalue on rikastushiekka-allas, jonka länsireunassa pienemmät altaat ovat kiertovesiallas ja prefloat-allas. Rikastushiekka-allaan pohjoispuolella sijaitsee sivukivialue ja tämän länsipuolella pieni sivukivialue (sulfidipitoiset liuskeet). Sivukivialueiden pohjoispuolella sijaitsee Rapasaaren avolouhos ja maanalainen kaivos. Tiestö ja putkilinjat on myös esitetty. (Kartta © MML 2020)

Report

1.2 Työn tavoite

Tässä dokumentissa esitetään tuotantolaitoksen rikastushiekka-altaan, prefloatajealtaan ja kiertovesialtaan haitta-aineiden kulkeutumiskäsitteelliset tasolla olemassa olevan tiedon valossa. Dokumentissa käsitellään maaperän ja kallioperän ominaisuuksia ja mahdollisten haitta-aineiden leviämiskäsitteellisiä ja vaikutuksia pohjavesiin ja vesistöihin käsitteellisesti (konseptuaalisesti, ilman numeerista tarkastelua). Työssä on käytetty olemassa olevia aineistoja eikä uusia tutkimuksia ole tehty tätä työtä varten.

1.3 Tämä raportti

Työn tausta ja tavoitteet on esitetty luvussa 1. Luvussa 2 esitetään saatavilla olevat lähtötiedot ja aikaisemmat selvitykset ja raportit. Luku 3 käsittelee alueen pintavesien sekä maaperä- ja kalliopohjavesien nykytilannetta. Luvussa 4 on esitetty kaivoksen vedenkierto. Pienvaluma-alueet määritellään luvussa 5. Luvussa 6 käydään läpi alueen maa- ja kallioperästä, suotautumisesta sekä topografiasta saatavilla oleva tieto ja analysoidaan geofysiikan aineistoja. Luvussa 7 esitetään suunnitellut allasalueen patoja ja pohjarakenteet sekä rakentamisen jälkeinen vesien hallinta. Luku 8 käsittelee kaivannaisjätteitä ja niiden ominaisuuksia. Luvussa 9 esitetään alueen konseptuaalinen malli ja siihen liittyvät epävarmuudet. Luvussa 10 käsitellään prosessissa käytettävät kemikaalit ja niiden hajoaminen. Luvussa 11 esitetään haitta-aineet ja niiden kulkeutumiskäsitteelliset maa- ja kallioperässä, reaktiot kulkeutumisreiteillä sekä johtopäätökset. Lähdeviitteet on lueteltu luvussa 12.

2 Lähtötiedot

Lähtötietojen tarkastelussa ja koostamisessa kerättiin kaikki saatavilla oleva geologinen, hydrogeologinen ja hydrologinen tieto Päivänevan alueesta. Tietoa saatiin suoraan Keliberiltä sekä julkisista lähteistä, kuten Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) ja Maanmittauslaitoksen (MML) karttapalveluista sekä Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) ja Ilmatieteen laitoksen (FMI) julkisista aineistoista. Myös aikaisemmat raportit ja selvitykset käytiin läpi. Päivänevan alueen kairaustiedot saatiin kairatietokantana Keliberiltä. YVA-ohjelma (Keliber YVA: Envineer 2020) ja AFRYn kesän ja syksyn 2020 aikana tekemä Päivänevan allasalueen yleissuunnitelma (AFRY Finland Oy 2020) toimivat myös tausta-aineistona kuten myös GTK:n tekemä kaivosalueen pohjavesimallinnusraportti (GTK 2020). Työssä käytetty geologinen, hydrogeologinen ja hydrologinen aineisto on esitetty taulukossa Taulukko 2-1.

Report

Taulukko 2-1. Geologiset, hydrogeologiset ja hydrologiset lähtötiedot.

Lähtötieto	Kuvaus	Käytetään	Lähde
Ilmasto	Sadanta, lumi, lämpötila	Pintavesi, pienvaluma-alueet	FMI, sääasemat
Valuma-alueet	Valuma-aluuetiedot	Pintavesi, pienvaluma-alueet	SYKE
Topografia	Maanpinnan topografia	Pintavesi, pienvaluma-alueet, pohjavesi	MMLn korkeusmalli, GTK Maankamara-karttapalvelu
	Kallioperän topografia	pohjavesi	Keliberin kairaustiedot
Maaperä	Maalajit, kerrokset, maapeitepaksuus, vedenjohtavuus	Pohjavesi, vedenjohtavuus	GTKn maaperäkartat, Maankamara-karttapalvelu, Keliberin kairaustiedot, pohjavesiputkien tiedot, muut pohjatutkimustiedot
Kallioperä	Rakoilu, rikkonaisuus, vedenjohtavuus	Pohjavesi, kalliopohjavesi, vedenjohtavuus	GTKn kivilajikartat, kairatietokanta, ruhjetulkinnat, geofysiikan aineisto
Pohjavesi	Pohjavedenpinta, laatuanalyysit	Pohjavedenpinta, maaperä - kallioperä vuorovaikutus, kaivoksen vedenpoiston vaikutus	Keliberin pohjavesiputket ja havaintotiedot, aikasarjat, mahdollinen kalliopohjaveden alenema (GTK 2020)
Rikastushiekka	Ominaisuudet, vedenjohtavuus	Kulkeutumisriskit	Keliber selvitykset
Kaivos	Rakenteet, altaat, pohjarakenteet, louhos, sivukivialueet, ojitus	Kulkeutumisriskit	Keliber suunnitelmat/selvitykset, AFRY Finland Oy 2020), pohjatutkimukset
Hydrogeokemia ja geokemia	Rikastushiekan karakterisointi, pohjaveden tarkkailudata	Vesikemia, rikastushiekan kemialliset ominaisuudet	Keliber

3 Vesistöt ja pohjavesi alueella

3.1 Pintavedet

Päivänevan alue sijaitsee Perhonjoen päävesistöalueella (49.0), Köyhäjoen (49.06) valuma-alueella. Kolmannen jakovaiheen luokituksessa Päivänevan alue sijoittuu Näätinkiojan (49.064) valuma-alueelle (53.3 km²). Maanpinnan korkeustaso on noin 85 m mpy. Maanpinta viettää koillisessa Vionnevalta kohti lounaassa sijaitsevaa

Report

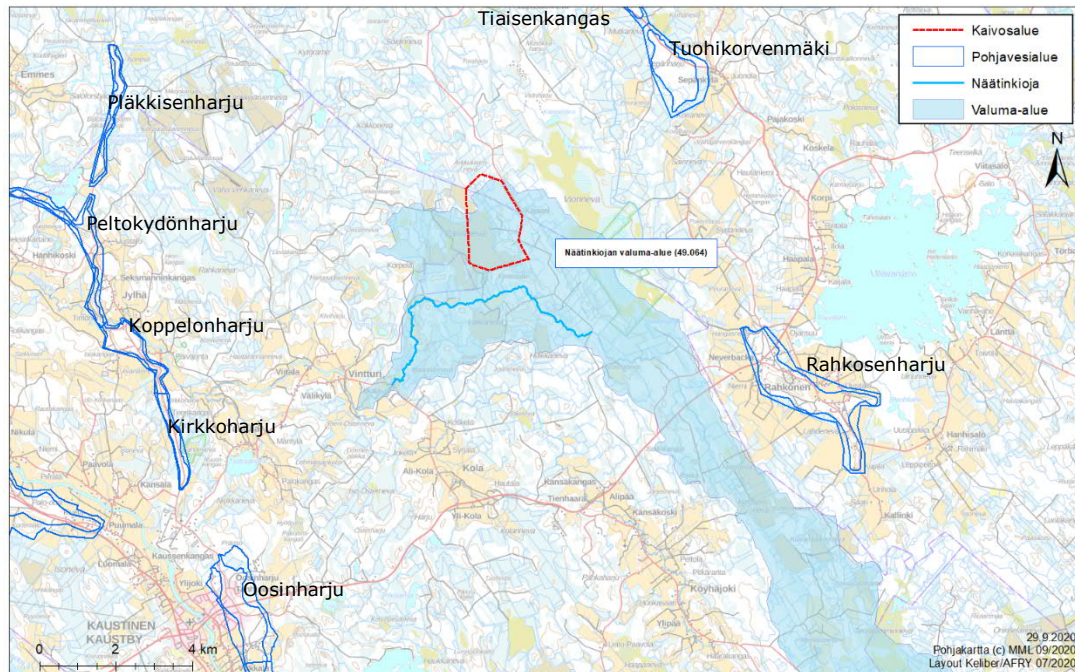
turvetuotantoaluetta. Keidassuo Vionneva on topografisesti korkeammalla, ja se sijaitsee erillisellä Ullavanjärven (49.05) valuma-alueella (190.6 km²). Vionnevan eteläosasta osa (Kaakkurilammit) kuuluu osittain Näätinkiojan valuma-alueeseen, Välttömästi Päivänevan pohjoispuolella sijaitseva Syväjärven avolouhos sijoittuu myös Ullavanjoen valuma-alueelle (Vanha Toroja, 49.058). Päivänevan alueella (Rapasaari (louhos) ja Päiväneva (rikastamo)) käsiteltyjen vesien purkureitti on Näätinkioja /Kärmeoja, Köyhäjoki, Kuhalampi, Isojärvi, Perhonjoki ja Perämeri (Kuva 3-1).

Päivänevan turvetuotantoalueen pintavedet johdetaan tuotantoalueen lounaisosassa sijaitsevalle pumppaamolle painovoimaisesti kuivatusojia pitkin. Pumppaamolta vedet pumpataan turvetuotantoalueen ja Näätinkiojan välissä olevalle pintavalutuskentälle, josta vedet purkautuvat mittapadon kautta Näätinkiojaan. Suunnitellun allasalueen ympärillä ojavesien pinnat ovat korkeimmat allasalueen koillis- ja länsipäässä ja matalimmillaan alueen luode- ja lounaispuolella (Kuva 3-2).

Rapasaaren/Päivänevan kaivos- ja rikastamoalueen suunniteltu vedenhallinta on esitetty luvussa 7.3. ja pienvaluma-alueet luvussa 5.

Keliberin YVA-ohjelman mukaan Näätinkioja on yli 30 km pitkä, pääosin soisessa maastossa kulkeva puro. Valuma-alue on pääosin metsätaloustaloudessa olevaa ojitettua suo- ja metsämaata. Valuma-alueen suovaltaisuus voidaan havaita veden korkeissa humus- ja rautapitoisuuksissa. Ojavesi on ajoittain sameaa ja kiintoainepitoista. Veden pH vaihtelee happamasta lähes neutraaliin ja on alueelle tyypillisesti lievästi hapanta. Happamoitumisen puskurikykyä kuvaava alkaliteetti on keskimäärin hyvä tai tyydyttävä. Ravinnepitoisuudet kuvaavat rehevää vesistöä ja sähkönjohtavuusarvot ovat tyypilliset sisävesille. Epäorgaanisten ravinteiden suhteilla arvioituna kasvua rajoittavana minimiravinteena toimii fosfori. Happitilanne oli keskimäärin havaintopisteillä hyvä-tyydyttävä (Keliber YVA: Envineer 2020).

Report



Kuva 3-1. Näätkiojan valuma-alueelle (49.064) ja päivänevan lähimmät luokitellut pohjavesialueet (valuma-alue ja pohjavesialueet SYKE, Kartta © MML 2020).

3.2 Pohjavesi

Päivänevan alue ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella eikä lähietäisyydellä ole luokiteltuja pohjavesialueita. Lähimmät pohjavesialueet ovat Tuohikorvenmäki (1088551), Tiaisenkangas (1088503) ja Rahkosenharju Päivänevan itäpuolella ja Pläkkisenharju (1023653), Peltokydönharju (1023602), Koppelonharju (1023603), Kirkkoharju (1023606) ja Oosinharju (1023601) Päivänevan länsipuolella (Kuva 3-1). Lähin pohjavesialue (Tuohikorvenmäki) sijaitsee noin 6 kilometrin etäisyydellä koilliseen Päivänevalta. Syväjärven ja Rapasaaren alueella ei ole yksityisiä talousvesikaivoja. Päivänevan ja sen lähialueella ei ole tiedossa yksityisiä kaivoja (Keliber YVA: Evineer 2020). Pohjaveden pinta on alueella yleisesti lähellä maanpintaa.

Rapasaaren ja Päivänevan alueilla on useita pohjavesiputkia (Kuva 3-2). Rapasaaren louhosalueella olevat putket RA1, RA2 ja RA3 on asennettu 2014 ja niistä on tarkkailtu pohjaveden pintaa ja laatua 2015 ja 2018–2019. Pohjavesiputkissa RA1–RA3 pohjaveden pinnankorkeus oli tarkkailujaksolla 1,38–0,31 m maanpinnan alapuolella eli välillä 86,2–91,2 m mpy. (N2000). Merkittävimpien pohjaveden laatua kuvaavien tarkkailutulosten vaihteluvälit vuosilta 2015 ja 2018–2019 on esitetty taulukossa Taulukko 3-1.

Report

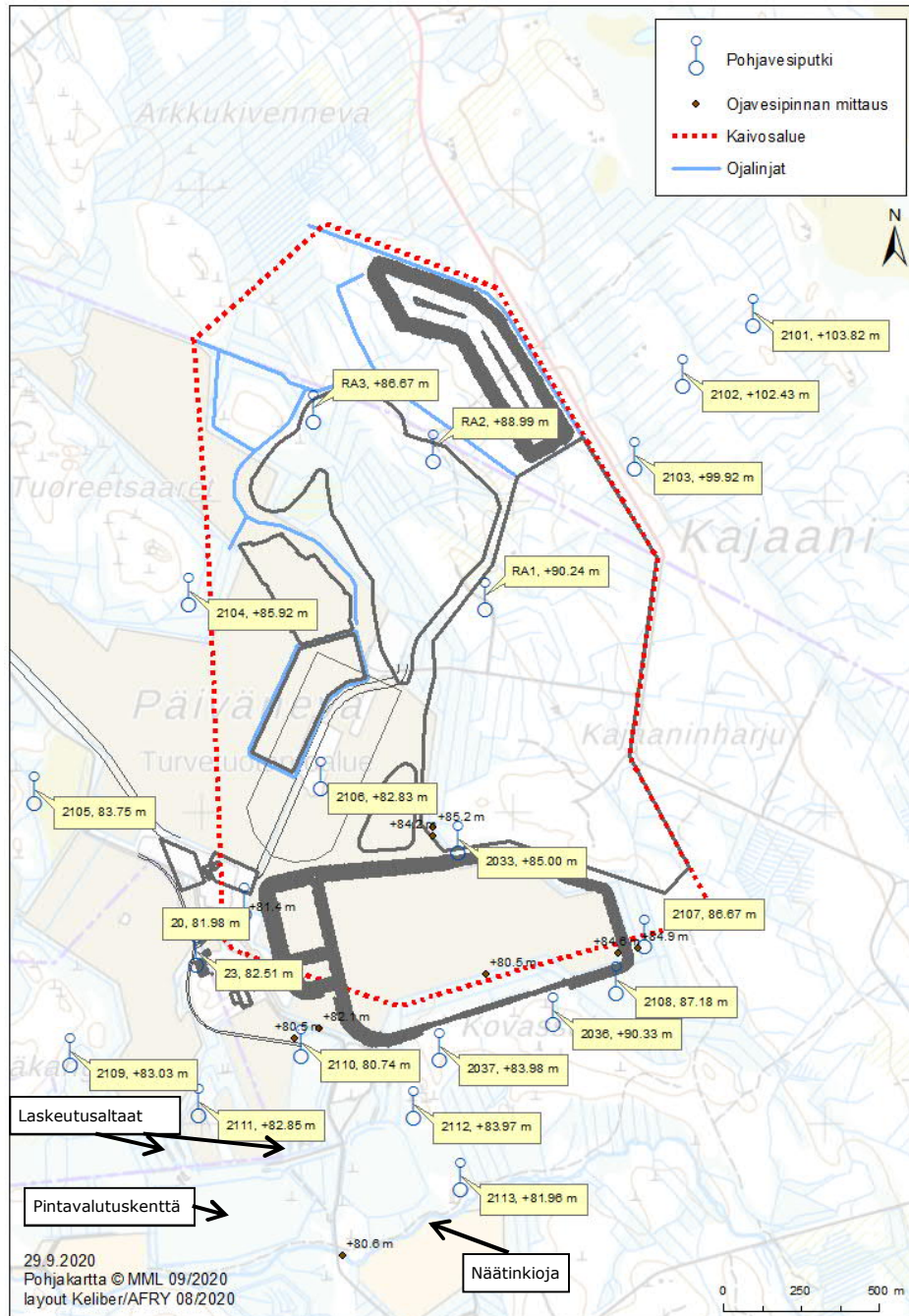
Aiemmin Rapasaaren avolouhoksen suunnitellulla alueella tehdyissä koekuopissa pohjavettä on tihkunut kuoppien pohjalle noin 1,5–2 m syvyydellä osoittaen saturoituneen pohjaveden pintaa sekalajitteisen maaperän alueella.

Keliberin YVA-ohjelman mukaan pohjavesiputkista RA1, RA2 ja RA3 otetuissa pohjavesinäytteissä kemiallisen hapenkulutuksen arvot olivat kohonneita ja happipitoisuudet alhaisia kuvastaen ympäröivien suoalueiden vaikutusta pohjaveden laatuun. Tästä johtuen pohjaveden raudan ja mangaanin pitoisuudet olivat kohonneita. Arseenipitoisuus ylitti ympäristölaatunormin (5 µg/l) putken RA1 näytteissä vuonna 2015 ja osassa putken RA2 näytteissä vuosina 2015 ja 2019. Myös kobolttipitoisuus ylitti EQS-arvon (2 µg/l) osassa putkien RA1 ja RA3 näytteissä. Alueen pohjavedessä esiintyneet kohonneet arseenin ja kobolttin pitoisuudet kuvastavat paikallisen maa- ja kallioperän vaikutusta pohjaveden laatuun. (Keliber YVA: Envineer 2020).

Elo-syyskuussa 2020 Päivänevan alueelle asennettiin uusia pohjavesiputkia, joista mitattiin pohjavedenpinnan korkeus (Kuva 3-2). Pohjavedenpinta oli allasalueen läheisyydessä olevissa putkissa noin 0,3–4,2 m maanpinnan alapuolella eli välillä +80,74...+90,33 m mpy. (N2000). Pohjavedenpinta on matalin rikastushiekka-altaan eteläreunalla olevassa putkessa 2110 (+80,7 m mpy.) ja korkein altaan kaakkoisreunalla olevissa putkissa 2036, 2107 ja 2108 (+86,7...+90,33 m mpy.). Pohjaveden virtaussuunta Päivänevan allasalueella on pääsääntöisesti idästä länteen ja etelään. Turvetuotannon aikainen kuivatus vaikuttaa pohjavesipintoihin.

Vedenpinnan korkeus Näätinkiojassa turvetuotantoalueelle johtavan tien läheisyydessä on ollut +80,6 m mpy. 26.6.2020 (AFRY Finland Oy 2020). Näätinkiojan keskivirtaaman on arvioitu olevan noin 0,3 m³/s (Keliber YVA: Envineer 2020).

Report



Kuva 3-2. Päivänevan turvetuotantoalueen läheisyydessä olevat pohjavesiputket ja mitatut pohjavedenpinnan korkeudet (RA1–3: 20.9.2018, 20 ja 23: 3.9.2020, 2105, 2107, 2108 ja 2110: 8.9.2020, 2106, 2033, 2036, 2037, 2101, 2102, 2103, 2104, 2109, 2111, 2112, 2113: 30.9.2020) sekä ojien vesipinnat (N2000, Kartta © MML 2020). Turvetuotannon aikainen kuivatus vaikuttaa pohjavesipintoihin.

Report

Taulukko 3-1. Rapasaaren alueen pohjaveden (pohjavesiputket RA1–RA3) tarkkailutulosten vaihteluvälit vuosina 2015 ja 2018–2019 (Keliber YVA: Envineer 2020).

Analyyssi	Yksikkö	RA1	RA2	RA3
pH		5,8...6,3	6,9...7,7	5,7...6,6
Sähkönjohtavuus	mS/m	4,5...9,2	24,0...29,2	3,7...8,1
Happi (O ₂)	mg/l	0,6...4,4	<0,2...8,1	1,8...4,6
COD _{Mn}	mg/l	2,9...16,0	5,3...105,0	1,2...7,9
Kloridi (Cl)	mg/l	<1,0...1,6	<1,0...2,1	0,59...1,2
Ammoniumtyppi (NH ₄ -N)	µg/l	<20...42	44...70	<20
Sulfaatti (SO ₄)	mg/l	<5,0...13,0	<0,2...0,67	3,9...7,5
Arseeni (As)	µg/l	1,1...9,1	3,9...42,2	<1,0...2,9
Koboltti (Co)	µg/l	1,6...2,6	0,26...1,38	0,38...4,0
Litium (Li)	µg/l	0,0059...0,0247	0,17...0,40	0,0027... 0,0086
Mangaani (Mn)	µg/l	30...275	568...750	42...295
Nikkeli	µg/l	3,7...16,0	0,75...3,9	3,1...6,0
Rauta (Fe)	µg/l	25...11 000	1 300...3 150	6 ...7 280
Sinkki (Zn)	µg/l	16,0...84,5	4,5...16,9	9,9...129,0

3.3 Kalliopohjavesi

Päivänevan alueella ei ole tehty varsinaisia kalliopohjaveteen liittyviä tutkimuksia tai mittauksia. Kalliopohjavesitutkimuksia on kuitenkin tehty viereisen Rapasaaren louhoksen alueella ja hieman kauempana pohjoispuolella olevalla Syväjärven alueella.

Rapasaaren avolouhoksen alueella on tehty 15 kairareiässä koko reiän kallio-osuutta mittaavat slug-testit (reikien pituudet 70 – 210 m). Neljässä reiässä mittaus tehtiin kerroksellisena useammalta syvyytasolta. Samoissa rei'issä on mitattu kairareikien veden lämpötila- ja sähkönjohtavuusprofiilit. Seitsemästä mittausreiästä on otettu pohjavesinäyte ionipitoisuuksien analyysijä, kokonaissuolaisuuden, pH:n ja sähkönjohtavuuden mittausta varten. Lisäksi alueella on tehty kahdessa kairareiässä pumppauskokeet, joiden vaikutusta pohjaveden painekorkeuteen on seurattu neljässä lähellä olevassa kairareiässä, samalla seuraten veden sähkönjohtavuutta. Näytteistä mitatut sähkönjohtavuudet vaihtelivat 800–2380 mikrosiemensia/cm välillä. Vesi voi olla suolaista heti reiän pintaosista, muuttua suolaiseksi (todennäköisesti raon kohdalla) 20–80 m reikäsyvyydellä, tai joidenkin reikien osalta olla syvällekin vähemmän suolaista (riippuen virtauksista ja kairausvesijäämistä tms.). Näytteissä sähkönjohtavuuden arvoon vaikuttavat eniten Cl, Na ja Ca ionit, karbonaatti ja Mg vähäisessä määrin, sulfaatti ei juurikaan. Kalliopohjaveden ionipitoisuudella on merkitystä lähinnä louhoksesta ja maanalaisesta kaivoksesta pumpattavien poistovesien hallinnan kannalta. YVA-ohjelman mukaan poistovedet ohjataan vedenpuhdistamoon ja sen jälkeen Näätinkiojaan. Sulkemisen jälkeen syvempien osien ionipitoisuudella on vaikutus louhosjärven vesimassan kerrostumiseen.

Määritetyt kallion vedenjohtavuudet vaihtelivat eri reikien osalta $K: 9,8 \cdot 10^{-8} \text{ m/s} - 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ välillä. Geometrinen keskiarvo on $K = 3,24 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$.

Report

Kairareikä tarkastelun mukaan matalammat vedenjohtavuudet liittyvät kalliomassan tausta-arvoihin, ja korkeammat rikkonaisuusvyöhykkeisiin. Rikkonaisuusvyöhykkeitä on esitetty maanpinnan leikkausviivoina geofysikaalisiin VLF-R mittauksiin perustuen, joissa matalan ominaisvastuksen esiintyminen kalliosta on arvioitu rikkonaisuusviitteiksi. Hydrogeologisessa laskentamallissa rikkonaisuusvyöhykkeet on kuvattu pystyasentoisina ja alueellisesti jatkuvina. Vähärakoinen kallio on kuvattu hydrogeologisessa mallissa $1 \cdot 10^{-10}$ m/s vedenjohtavuuden, louhosta leikkaamattomat rikkonaisuusvyöhykkeet $1 \cdot 10^{-7}$ m/s ja louhosta leikkaavat rikkonaisuusvyöhykkeet $5 \cdot 10^{-7}$ m/s vedenjohtavuuksin.

Rapasaaren louhoksen itäpuolella lähimmillään noin 0,9 kilometrin etäisyydellä sijaitsee Vionnevan Natura-alue. Louhoksen ja sen kuivana pidon mahdollisesta vaikutuksesta Vionnevan vesitaseeseen on laadittu erillisselvitys. Selvitys on laadittu perustuen oletukseen, että Rapasaaren louhoksen syvyys olisi enimmillään 150 metriä. Tutkimuksissa paikannettiin yksi mahdollinen ruhjevyöhyke, jota pitkin vesi voisi virrata kallioperässä Vionnevalta Rapasaaren louhokseen. Tulkitun ruhjevyöhykkeen suuntaa ei pystytty määrittämään yksiselitteisesti. Ruhjevyöhykkeen virtaaman osuudeksi Vionnevan tulovirtaamasta määriteltiin tutkimusten perusteella 3–5,7 %. Tulosten perusteella Rapasaaren louhoksen mahdollinen vaikutus Vionnevan vesitaseeseen on pieni. (GTK, 2016)

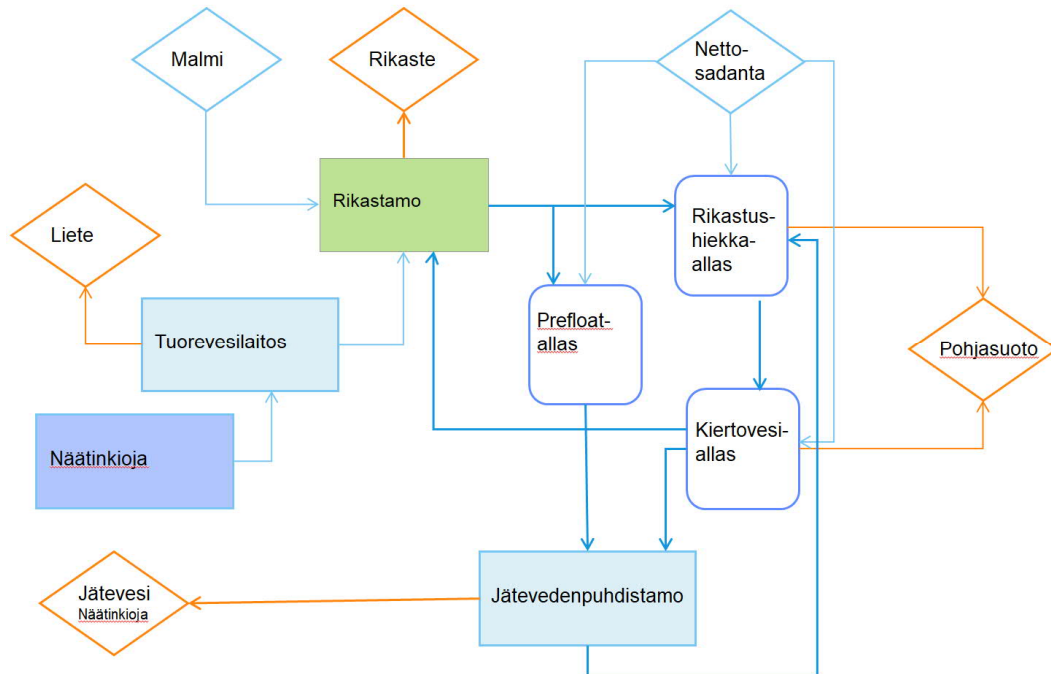
GTK on tehnyt 2020 aikana numeerisen pohjavesimallin Rapasaaren kaivoksesta suunnitellun louhoksen alenemakartion ja vuotomäärän arvioimiseksi (GTK 2020). Mallinnuksessa avolouhokseen tulevan vesivuodon arvioitiin olevan $80 \text{ m}^3/\text{d}$ 10 vuoden kuluttua ja alenemakartion olevan hyvin paikallinen lukuun ottamatta pitkää rakovyöhykettä, joka kulkee avolouhoksen läpi. Mitään vaikutusta Vionnevan Natura 2000 -alueeseen ei havaittu. Suolaisuuden todettiin vaikuttavan pohjaveden laatuun.

2017 GTK teki Syväjärvellä pohjavesitutkimuksia, joissa todettiin, että syvemmillä (noin 65–125 metrissä) oleva pohjavesi oli huomattavasti kloridipitoisempaa kuin lähempänä maanpintaa oleva pohjavesi. Syvemmillä olevan pohjaveden kloridipitoisuus oli korkeimmillaan $1\,800 \text{ mg/l}$, mikä on selvästi korkeampi pitoisuus kuin Syväjärven pohjavesitarkkailujen keskiarvo ($1,5 \text{ mg/l}$). Syvemmillä olevassa pohjavedessä oli myös korkea sähkönjohtavuus (paikoitellen jopa yli 500 mS/m). (Keliber YVA: Envineer 2020)

4 Veden kierto

Ohessa on esitetty Päivänevan rikastamoalueen veden kierron kaaviokuva (Kuva 4-1). Mahdollisia suotovesiä on esitetty tulevan rikastushiekka-altaasta ja kiertovesialtaasta. Rapasaaren avolouhos, maanalainen kaivos, ja sivukiven varastoalue sijaitsevat samalla alueella. Rikastamon tuotannon ja rikastushiekka-altaan vesikierto on erillinen Rapasaaren vesikierrosta. Louhosveden käyttö rikastamon raakavetenä on epätodennäköistä, eikä tätä vaihtoehtoa tarkastella tässä yhteydessä.

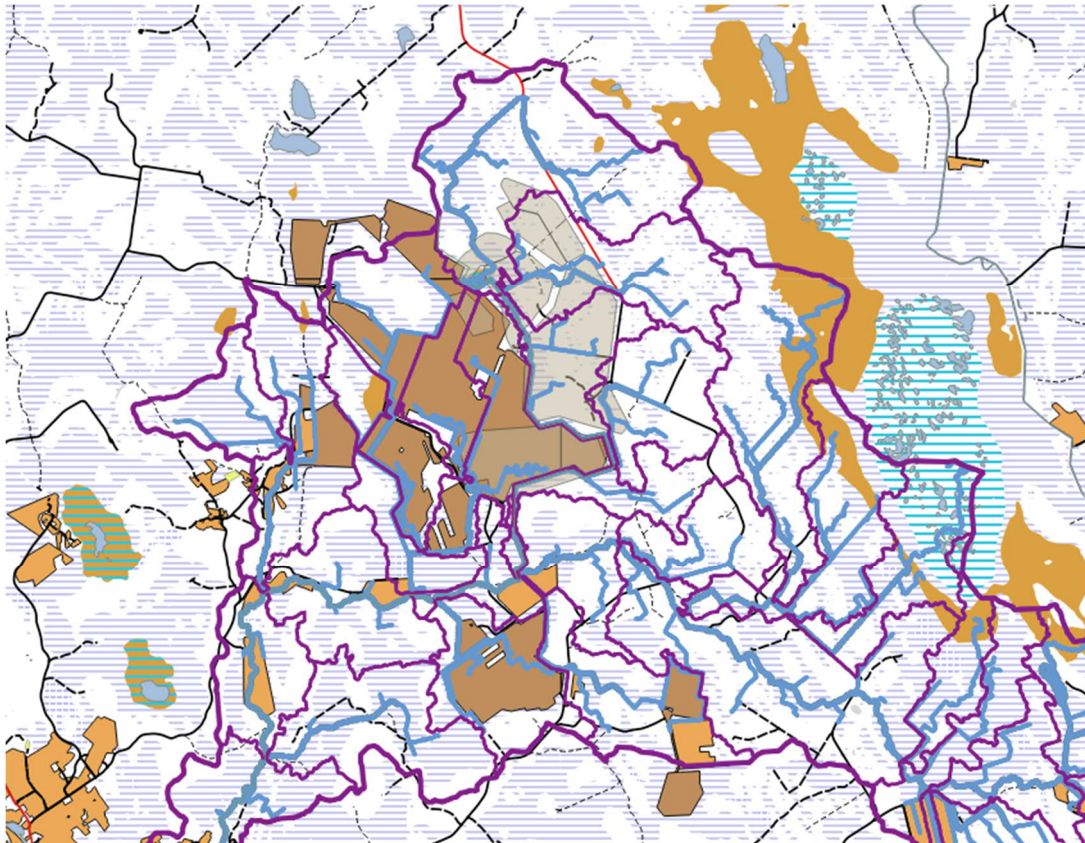
Report



Kuva 4-1. Päivänevan rikastamoalueen veden kierto.

Report

5 Piervaluma-alueet, pinta- ja pohjavedet sekä kulkeutumisreitit



Kuva 5-1. Piervaluma-alueet hankealueen läheisyydessä.

Rapasaaren ja Päivänevan lähialueen piervaluma-alueet ja pintavesien valumauomat on esitetty kuvassa Kuva 5-1. Jako piervaluma-alueisiin on suoritettu tuottamalla korkeusmallista laskennalliset uomat, joiden perusteella alue on sitten jaettu piervaluma-alueisiin. Kuvaan piirretyt laskennalliset uomat on esitetty kolmella leveysarvolla yläpuolisen valuma-alueen koon mukaisesti, mitä suurempi yläpuolinen alue, sitä leveämpi uomaviiva.

Näätinkiojan valuma-alue ja sen viereiset suuremmat valuma-alueet, eli Uusi-Torojan (Vionneva pohjoiseen) ja Rytilampinojan (Päivänevan luoteiskulma) valuma-alueet on haettu SYKEN VALUE-järjestelmästä. Näätinkiojan valuma-alueen piervaluma-alueiden jako on tehty MML 2 m korkeusmallista 4 m tarkkuuteen yleistetyn korkeusmallin pohjalta lasketun uomaverkoston avulla. Jakopisteet sijaitsevat suurempien uomien risteyksissä.

Report

Nykytilanteessa vesi valuu Näätinkiojan pohjoispuolelta pääasiassa lounaan ja etelän suuntaan (kts. myös luku 3). Vionnevalalla alueen koillisrajalla valuma-alueen raja voi olla epätarkka ja ajoittaan jopa muuttuva neva-alueen tasaisuudesta johtuen. Päivänevan pohjoisosasta vedet virtaavat tämän arvion mukaan ojituksia pitkin etelään, kohti Näätinkiojaa, tosin alueen pohjoisosa voi valua osittain myös pohjoisen suuntaan. Tällä hetkellä turvetuotannon ollessa käynnissä suon veden pintaa on alennettu. Suolta pumpattu vesi johdetaan selkeytysaltaille ja siitä mittapadon kautta Näätinkiojaan. Maaperän ja kallioperän pohjavedet virtaavat todennäköisesti vedenjohtavuuksien ja hydraulisen gradientin ohjaamana vastaaviin suuntiin, mutta hitaammin.

Veden pinnan luontainen vaihtelu vuodenaikojen mukaan ja sadannan vaikutuksesta vaihtelee alueella siten, että soilla pinnan vaihtelu on vähäisempää, ja suot tasaavat vaihtelua. Lumen sulannan ja runsaiden sateiden jälkeen pinta on tavallista ylempänä. Pohjavesi on lähellä pintaa. Moreenikumpareilla pohjaveden pinta seuraa karkeasti topografiaa, mutta on ylemmissä maastokohdissa selvästi pinnan alapuolella. Pinta on alimmillaan roudan aikana talvella, korkeimmillaan keväällä roudan ja lumen sulamisen jälkeen. Pohjaveden pinta alenee kesän aikana ja nousee syksyllä sateiden vaikutuksesta ennen routaa. Pohjavesi virtaa ylemmiltä maastonkohdilta suoalueita kohti.

Kaivoksen toiminnan alkaessa alueen luonnonvedet erotellaan rakennetun alueen vesistä ja johdetaan Näätinkiojaan. Erottelussa käytetään hyödyksi ojituksia ja pumppauksia. Rakennetun alueen, sivukiven varastoalueen, ylijäämämaiden varaston, vesialtaiden ja rikastushiekka-altaiden vedet, sekä louhoksista pumpattava poistovesi johdetaan vedenpuhdistamolle ja sitä kautta puretaan puhdistettuna Näätinkiojaan.

Päivänevan allasalueella sekä sen pohjoispuolella olevilla sivukivialueilla hydraulinen gradientti muuttuu syntyvien korkeuserojen vuoksi. Sivukivialueita tulee kaksi. Laajemman sivukivialueen lopullinen korkeus on noin 82 m ja pienemmän noin 14 m ympäröivän maaston yläpuolella. Gradientti muuttaa tämänhetkistä pintavesien pienvaluma-alueiden jakaumaa. Lähietäisyydellä vesien virtaus on pois päin varastoalueiden rinteistä, ja vastaa nykyistä tilaa etäämpänä. Turvetuotannossa käytetyn suon vedenpinnan alentamisen päätyttyä vesipinta nousee kohti luonnontilaista vedenpintaa.

Pohjaveden muodostuminen muuttuu kaivostoiminnan vuoksi paikallisesti. Avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen lähellä pohjaveden virtaussuunnat kääntyvät pienellä alueella kohti kaivosta poistovesien vaikutuksesta. Tiivisrakenteilla varustettujen altaiden kohdalla pohjavettä muodostuu nykyistä vähemmän. Virtaus varastoalueiden läpi voi hidastua, ja osittain kääntyä kohti tiivisrakenteella varustetun varaston pohjaa. Muutoin korkeampi hydraulinen gradientti ohjaa suotovettä ulos altaiden ja varastoalueiden alta. Rikastamon prosessivesi otetaan Näätinkiojasta. Käytetty prosessivesi johdetaan vedenpuhdistamon kautta Näätinkiojaan.

Report

Kaivoksen sulkemisen jälkeen avolouhos ja maanalainen kaivos täyttyvät hitaasti, minkä kuluessa pohjaveden virtaus kohdistuu näitä tiloja kohti. Täyttymisen jälkeen virtausta ohjaa luonnollinen gradientti. Varastoalueet ja altaat maisemoidaan ja peitetään, jolloin pintavedet ohjautuvat alueiden ulkopuolelle. Suotautuminen altaisiin ja varastoalueisiin estyy. Myös pohjaveden muodostuminen varastojen kohdalla on vähäistä. Luonnollinen gradientti ohjaa pohjaveden virtausta varastoalueiden alta.

Virtaussuuntia ja pienvaluma-alueita on tarkasteltu GIS-perusteisena työnä lähtötilan osalta. Virtausmääriä ei ole tarkasteltu, mutta uomien koon perusteella niistä voidaan esittää arvio. Tarkastelua on mahdollista jatkaa luomalla kaivoksen ja varastoalueiden geometria topografiaan, ja toistamalla laskenta toiminnan aikana sekä sulkemisen jälkeen.

Alueelta valuvan veden määrää voi arvioida kunkin pisteen yläpuolisen valuma-alueen koon pohjalta käyttämällä keskimääräisenä valumana arvoa 10 L/s/km². Tällöin keskimääräinen vuosivirtaama esim. 5000 ruudun alueelta veden keräävässä uomassa on noin 1 L/s. Valuma vaihtelee vuoden ajan ja vuosien mukaan sadannan, lämpötilan, haihdunnan, kasvillisuuden, ym. vaikutuksesta. Keväällä ja syksyllä valuma on tyypillisesti moninkertainen keskimääräiseen arvoon verrattuna.

6 Maa- ja kallioperä

6.1 Maaperä

GTK:n maaperäkarttojen mukaan alueen maaperä on pääosin hiekkaista moreenia, jonka päällä esiintyy paikoitellen turvekerroksia (Kuva 6-1). Päälajiketta ei ole selvitetty GTK:n toimesta. GTK:n Maankamara-palvelun mukaan maaperän paksuus alueella on 10–13,6 m. Päivänevan turvetuotantoalueen eteläosa on pääosin turpeen peittämää.

Päivänevassa rikastushiekka-altaan kohdalle ja sen läheisyyteen on kairattu useita noin 200 m syviä kairareikiä (Kuva 6-2). Näissä maakerroksen paksuus vaihtelee välillä 7,8–17,5 m. Elo-syyskuussa 2020 Keliber asensi Päivänevan alueelle kuusi 2,8–8,1 m syvää pohjavesiputkea (Kuva 3-2). Putket sijaitsevat tulevan rikastushiekka-altaan läheisyydessä. Putkikorttien mukaan maaperän pintaosassa on 1,5–2,6 m turvetta, jonka alla on siltistä hiekkamoreenia, savista silttiä ja karkeaa silttiä. Päivänevan alueella tehtyjen pliktauksien perusteella (28 havaintoa) turpeen keskipaksuus on 1.7 m, ja suurin syvyys 3.2 m. Lisäksi turpeen paksuusmäärytyksiä on syväkairausten suojaputkitiedoissa.

Kesällä ja syksyllä 2020 tulevan rikastushiekka-altaan alueella ja sen läheisyydessä on tehty lukuisissa pisteissä pohjatutkimuksia (Kuva 6-3). Pohjatutkimukset ovat sisältäneet painokairauksia, puristin-heijarikairauksia, porakonekairauksia, häiriintyneiden näytteiden ottoa, turvepaksuuden määrytyksiä, turvenäytteiden

Report

koonpuristuvuuden ja vedenläpäisevyyden määrittämiä ja koekuopituksia moreeninottoalueilla. Päivänevan turvetuotantoalueen eteläosa on pääosin turpeen peittämää. Paikoitellen alueella on kivennäismaapaljastumia. Turpeen keskimääräinen paksuus turvetuotantoalueella on arviolta likimäärin 0,7 m (AFRY Finland Oy 2020).

GTK:n koko Suomen käsittävän lentogeofysiikan mittauksen perusteella Päivänevan suoalueella on kosteat olosuhteet, vähintään 0,3 m turvetta, koska luonnon gammasäteilyn voimakkuus on hyvin pieni. Vastaavasti sähkömagneettisen imaginaarikomponentin tuloksissa nähdään paksumpiin maapeitteisiin, sähköä johtaviin maalajeihin tai kallion pintaosan rikkonaisuuteen viittaavia heikon sähkönjohtavuuden kohtia esimerkiksi Päivänevan eteläosassa ja Tuoreetsaaret kumpareen alueella, ja vastaavasti voimakkaaseen, todennäköisesti kallioperästä lähtöisin olevaan sähkönjohtavuuteen korkean reaalikomponentin perusteella Päivänevan kaakkoispuolella sekä Päivänevan ja kaivosalueen länsipuolella. Kuivemmilla, korkeammilla maastonkohdilla luonnon gammasäteily on keskimääräistä, viitaten yleensä kaliumpitoisten mineraalien esiintymiseen. Maakerrokset lienevät moreenikumpareita Päiväkankaan, Kovassalon, ym. alueella ja sekalajitteista, hiekkapitoista moreenimaata erityisesti Päivänevalta itään sijaitsevalla N-S suuntaisella "Kajaani" harjanteella. Kallio on paljastuneena tai lähellä maanpintaa vain Ruskinevan eteläpuolisella alueella.

Turvekerroksen alla on löyhiä, lajittuneita kerroksia pääosin hiekkaista silttiä, silttistä hiekkamoreenia, silttiä, silttistä hiekkaa ja savista silttiä. Pohjatutkimusten perusteella hiekkaisen siltin paksuus on maksimissaan 7 metriä ja alla olevien savisten siltti ja silttisten kerrosten paksuus on maksimissaan noin 1,5 m (AFRY Finland Oy 2020). Lajittuneiden kerrosten alapinnan taso on ulottunut alimmillaan noin +75 m korkeustasolle. Pohjamoreeni on pääosin hienoainespitoista savista silttimoreenia ja silttistä hiekkamoreenia (AFRY Finland Oy 2020). Alueen itäosassa turpeen alla on pääosin savista silttiä ja laihaa savea, jonka keskimääräinen paksuus on noin yksi metri. Kerros ulottuu syvimmillään noin kolmen metrin syvyyteen. Turpeen peittämän alueen ulkopuolella, humuskerroksen alla oleva maaperä koostuu pääosin hienoainespitoisesta moreenista (AFRY Finland Oy 2020).

Allasalueen ympärillä olevat Päiväkorvenharju, Päiväsaari ja Kovassalo ovat karkearakeisempaa ainesta soraista hiekkamoreenia, hiekkamoreenia ja moreenia. Alueen tutkimuspisteistä yhdessä (215, Päiväkorvenharju) on tehty vedenläpäisevyydesti. Näyte oli soraista hiekkamoreenia. Testissä saatu keskimääräinen K-arvo oli $7,6 \cdot 10^{-7}$ m/s.

Keliber Oy:n YVA-ohjelman mukaan Rapasaaren louhosalueella moreenin paksuus vaihtelee 3–20 metrin välillä ja on keskimäärin 7 metriä. Rapasaaren alueen länsiosissa moreenin päällä on paikoitellen 2 metriä turvetta. Kajaaninharjun lounaisosassa moreenin (hiekkamoreeni, hiekkainen silttimoreeni) paksuus vaihtelee välillä 2–7 m. Päivänevan eteläosan kairausten ja maaperätutkimusten perusteella maapeitteen paksuus on keskimäärin noin 10 m. Paikoin kallio on lähellä maanpintaa, syvin havaittu

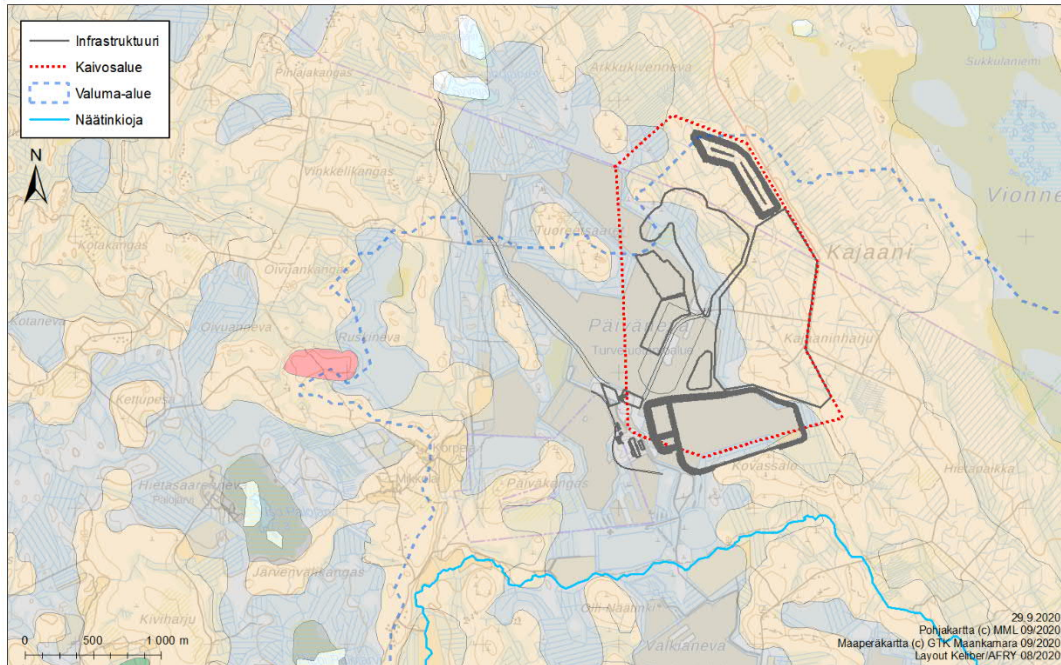
Report

kalliosyvyys on 68,6 m mpy. (n. 17 m maapeite). Rapasaaren avolouhoksen luoteiskulmauksessa moreenikerroksen paksuus on suurempi kuin muualla louhosalueella, noin 2 m. Myös moreenin raekoko on tällä alueella suurimmillaan ja moreeni on osin soraista hiekkamoreenia. Suurimmat moreenikerroksen paksuudet (n. 3 m) ovat louhoksen lounais-länsiosassa. Samalla alueella on noin 2–4 m paksu kerros silttistä hiekkamoreenia/hiekkaista silttimoreenia, jonka alla on 1–2 m paksu silttikerros. Louhosalueen lounaisosa on turvealuetta (Keliber YVA: Envineer 2020).

Keliber on tehnyt Rapasaaren louhosalueella moreeninäytteenottoja vuonna 2015. Rapasaaren moreeni oli tasalaatuista, eikä rakenteellisia vaihteluita ollut. Rapasaaren, Syväjärven ja Outoveden louhosalueiden vuoden 2015 moreeniselvityksessä on tutkittu moreenin ominaisuuksia, alkuainekoostumusta, läjitettävyyttä sekä moreenin käyttökelpoisuutta louhosalueen rakenteissa. Keliberin YVA-ohjelman mukaan Rapasaaren louhosalueelta otettujen moreeninäytteiden arseenin kokonaispitoisuus oli kynnysarvon tuntumassa (<5...7 mg/kg, Taulukko 6-1). Arseenin luontainen kokonaispitoisuus Suomen maaperässä on moreenin geokemiallisen kartoituksen (Koljonen 1992) mukaan keskimäärin 3,6 mg/kg, 95 % vaihteluväli on <0,02...11,5 mg/kg ja PIMA asetuksen mukaisen kynnysarvo 5 mg/kg. 15 km:n säteellä Päivänevasta Geologian tutkimuskeskuksen ylläpitämän taustapitoisuusrekisterin mukaan alueellinen taustapitoisuus vastaa hyvin Päivänevan alueen tutkimustuloksia. Arseenin taustapitoisuuden mediaani on 6,89 mg/kg ja keskimääräinen pitoisuus 8,1 mg/kg, N= 60 (GTK TAPIR 2020).

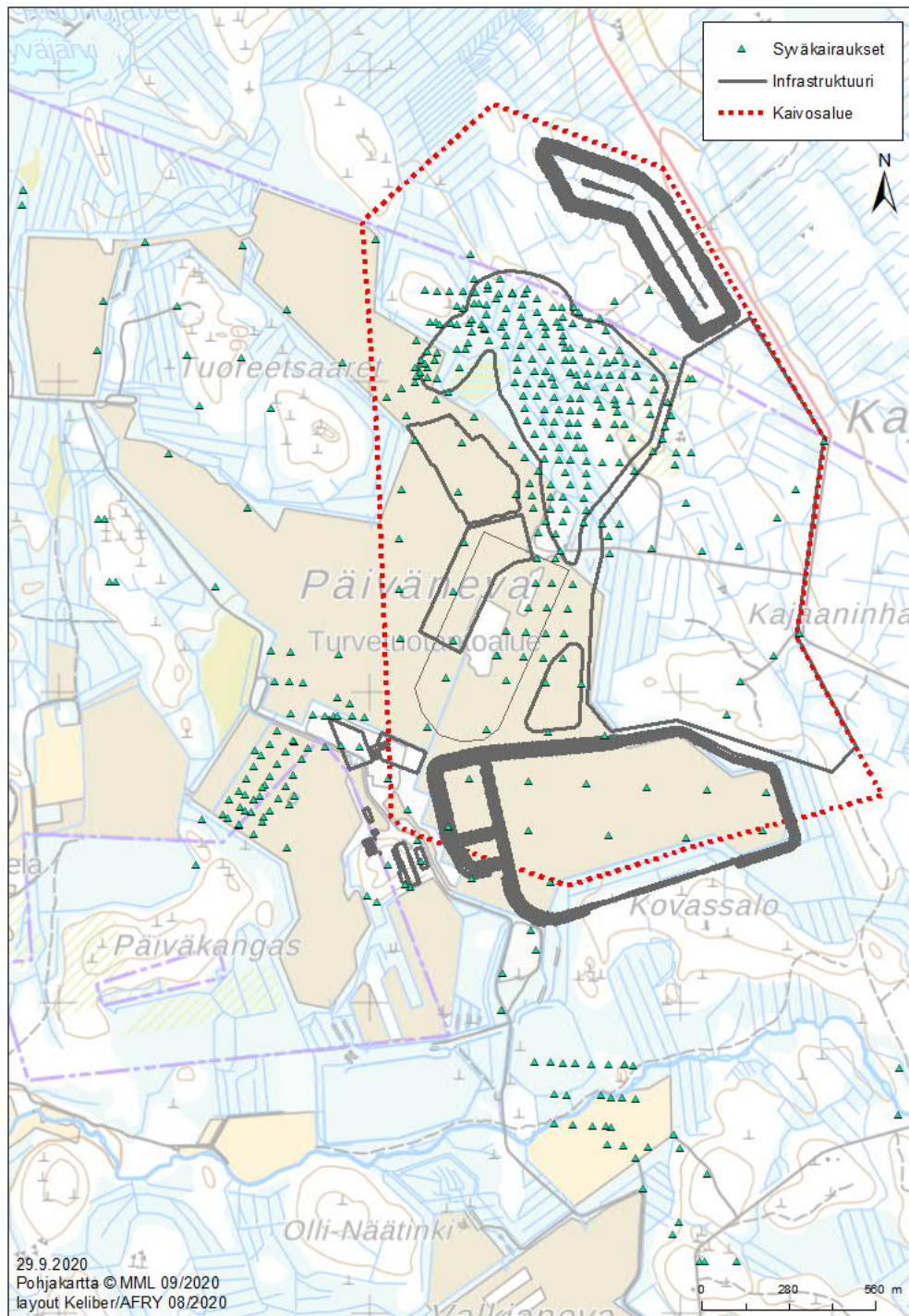
GTK:n toteuttamassa sulfaattimaiden kartoituksessa (GTK 2014) louhosalueilta otettiin kairaamalla maaperänäytteet, joista tutkittiin happamuus (maasto-pH ja inkuboitu-pH). Tutkimustulosten perusteella Rapasaaren louhosalueella ei todennäköisesti esiinny happamia sulfaattimaita (Keliber YVA: Envineer 2020).

Report



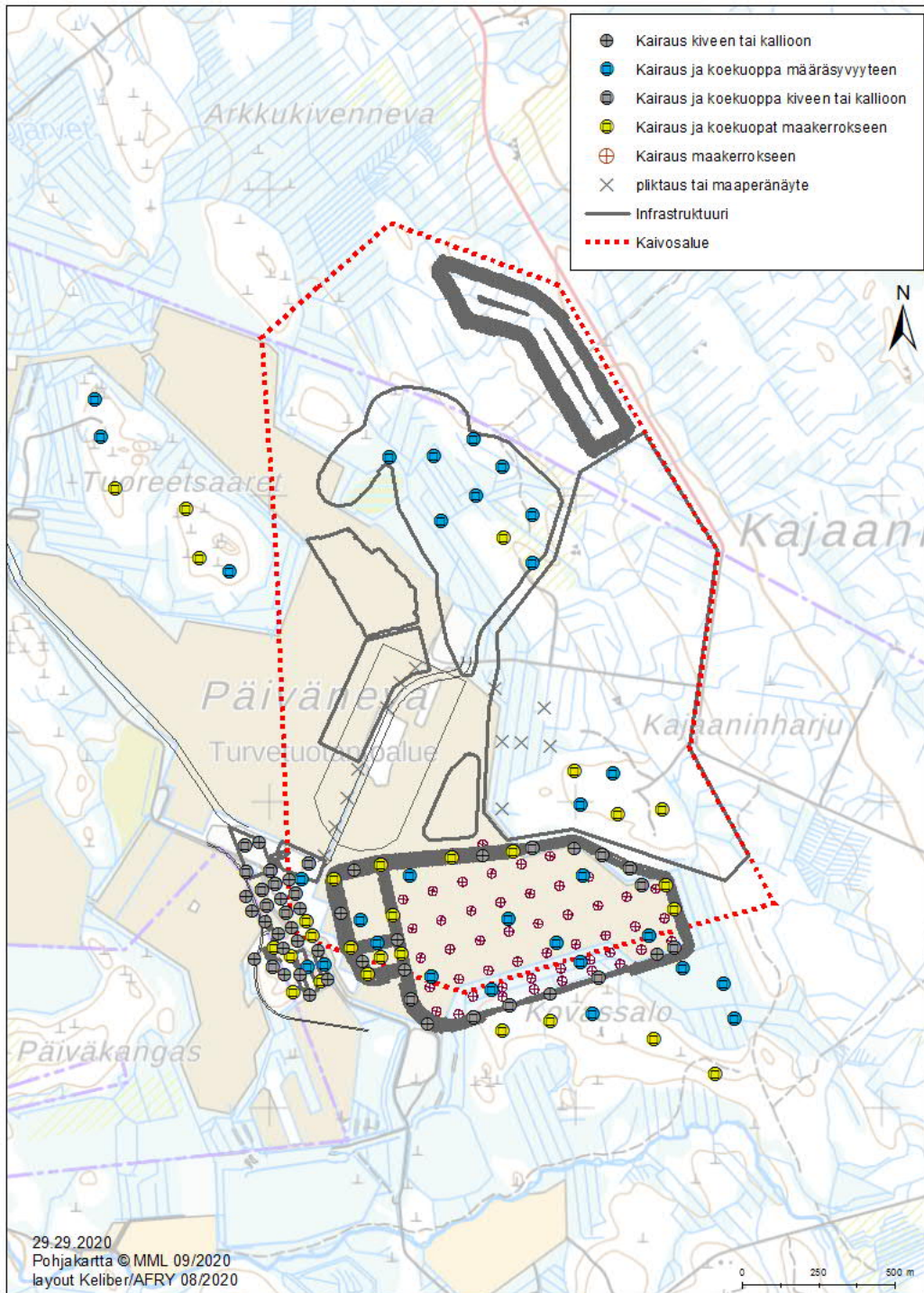
Kuva 6-1. Yleistetty maaperäkartta.

Report



Kuva 6-2. Päivänevan alueelle kairatut kairareiät (Kartta © MML 2020).

Report



Kuva 6-3. Päivänevan alueen tutkimuspisteet (Kartta © MML 2020).

Report

Taulukko 6-1. Rapasaaren louhosalueen moreeninäytteiden alkuainepitoisuudet (Keliber YVA: Envineer 2020).

Näytepiste		7	8	9	10	11	12
Syvyyys	m	0,5...3,3	0,3...3,3	0,4...2,4	0,2...3,6	0...3,3	0,2...3,0
Sb	mg/kg	<20	<20	<20	<20	<20	<20
As	mg/kg	5	5	5	5...6	7	5...6
Co	mg/kg	1,3...4,0	2,7...3,5	2,3...3,3	2,6...4,5	4,7	3,7...3,9
Cr	mg/kg	5,9...17,4	10,8...14,1	9,1...12,9	11,5...15,3	18,9	14,7...17,1
Cu	mg/kg	2,6...9,6	5,7...8,0	6,5...9,1	6,9...9,3	13,1	11,8...12,9
Cd	mg/kg	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Pb	mg/kg	5	5	5	5	5	5
Ni	mg/kg	3...10	7...8	6...8	6...11	11	9
Zn	mg/kg	14...25	20...21	18...23	17...24	27	20...23
V	mg/kg	6,2...16,8	12,1...16,7	10,0...14,8	13,1...18,5	22,8	16,8...19,8
S	mg/kg	23...64	31...162	20...38	20...160	119	29...90

6.2 Kallioperä

Kallioperä Päivänevan alueella koostuu biotiittiparagneissistä (Kuva 6-4) jonka yhteydessä voi olla myös metagrauvakkaa. Alueen itäpuolella biotiittiparagneissi rajautuu biotiittiparaliuskeeseen. Länsipuolella on grafiitti-kiisuliusketta. Hankealueella tai sen läheisyydessä ei sijaitse arvokkaita tai suojeltavia kallioperän muodostumia (Keliber YVA: Envineer 2020).

Päivänevan alueelta ei ole mittaustietoa kallioperän vedenjohtavuudesta. GTK on kuitenkin tehnyt slug-testejä 15 pituudeltaan 70–210 m reiässä ja pumppauskokeita kahdessa kairareissä (molemmissa neljän reiän seurantamittaus) Rapasaaren louhoksen alueella (GTK 2020). Slug-testien perusteella tulkituissa K-arvoissa ei havaittu merkittävää eroa rakovyöhykkeiden läheisyydessä tai ehjässä kalliassa sijaitsevien reikien välillä. Testatuissa rei'issä K-arvo vaihteli välillä $9,8 \cdot 10^{-8}$ – $1,4 \cdot 10^{-6}$ m/s. Keskimääräiseksi hydrauliseksi johtavuudeksi saatiin K-arvo $4,6 \cdot 10^{-7}$ m/s (GTK 2020).

Kallion vedenjohtavuus riippuu rakoilusta. Rakojen vedenjohtavuuteen vaikuttavat rakojen avoimuus, täytteisyys, laajuus (jatkuvuus) sekä rakojen liittyminen toisiin rakoihin. Rakoilua ja sen vaihtelua voidaan pitää kalliassa merkinä vedenjohtavuudesta tai sen jakautumisesta kalliassa. Keliber on tehnyt malminetsintää varten kairauksia Rapasaaren ja esiintymien sterilointia varten Päivänevan alueilla. Kairatietokanta sisältää reikien sijaintitiedot sekä kairasydännäytteiden loggaustietoja kuten kivilajin, RQD:n ja rakoluvun, jotka on raportoitu kairasydäimestä vaihtelevan pituisina jaksoina. Rakotiheys tarkoittaa rakojen määrää pituusjaksolla. RQD (Hoek & Brown 1982) on karkea mitta kiven rakoilulle. RQD-luokitus suoritetaan laskemalla yli 10 cm pitkien

Report

ehjien kallionäytteiden osuus koko kairasydämen pituudesta. Tulos annetaan prosentteina, mitä pienempi prosenttiarvo sitä huonolaatuisempi kivi. Hyvälaatuisella kivellä RQD on suurempi kuin 75%, huonolaatuisella alle 50%, ja hyvin huonolaatuisella pienempi kuin 25%.

Kaikkien Rapasaaren ja Päivänevan kairareikien RQD havainnot (43 km) osoittavat että heikkolaatuisinta kalliota (RQD < 25%) on noin 6% kairauspituudesta, ja hyvälaatuisinta (RQD > 75%) vähintään 70% koko kairauspituudesta. Matalan RQD:n lävistyksset keskittyvät kallion pintaosiin ja rajallisiin rikkonaisuusvyöhykkeiden lävistyksiin. Tarkempaa jakaumaa paikan, syvyyden, kivilajin tai rikkonaisuuslävistysten mukaan ei ole tarkasteltu tämän työn yhteydessä. Vedenjohtavuus kohdistuu todennäköisimmin näihin kohtiin kairarei'issä.

Päivänevassa rikastushiekka-altaan kohdalle tai sen välittömään läheisyyteen on kairattu 15 noin 210 m pitkä reikä (RA-227, -229, -231, -233, -235, -236, -237, -238, -240, -241, -242, -243, -244, -245 ja -246, Kuva 6-2). Näissä maakerroksen paksuus vaihtelee välillä 7.8–17.5 m. Jos huomioi myös hieman laajemmalti allasalueen ympärillä olevat kairareiät (R388, -389, -390, -433, -491, -492, -493, RA221, -223, -225, -234, -258, -261, -263, -265, -266 ja -267) näissä maakerroksen paksuus vaihtelee välillä 8,7–21,3 m. Kaikissa Päivänevan ja Rapasaaren louhoksen alueelle kairatuissa rei'issä maapeitteen paksuus vaihtelee välillä 1–33 m ja on keskimäärin 13 m.

Kallioperän korkeus on kairareikien perusteella rikastushiekka-altaan kohdalla tai sen läheisyydessä 70,25–81,93 m mpy. (N-60). Altaan länsipuolella Päiväsaassa kalliopinnan korkeus on 75,84–85,13 m mpy. (N-60). Päiväsaaren luoteispuolella kallion pinnan korkeus on 68,6–75,83 m mpy. (N-60). Päivänevan rikastushiekka-altaan alueella kallion pinta on korkeimmillaan alueen itäpuolella 80–85 m mpy. ja laskee allasalueen keski-länsireunalla noin 74 m mpy. Allasalueen etelä- ja pohjoisreunalla kallionpinta on matalammalla noin 70–71 m mpy. (N-60).

Rikastushiekka-altaan länsi- ja eteläreunalle tehdyistä kairarei'istä seitsemässä (RA-245, RA-258, RA261, 263, 265, 266 ja 267) on raportoitu rakotiheys. Rei'istä RA-258, -261, -263, -265, -266 ja -267 on raportoitu tiheästi rakoilleita vyöhykkeitä RiIII–RiIV noin 30–40 m, 100 m ja 150 m reikäpituuksilla. Kairaustietojen perusteella kallion pintaosa on keskimäärin tiheimmin rakoillutta kuin kallio syvemmällä ja siten myös vedenjohtavuuden voidaan olettaa olevan suurempi pintaosassa.

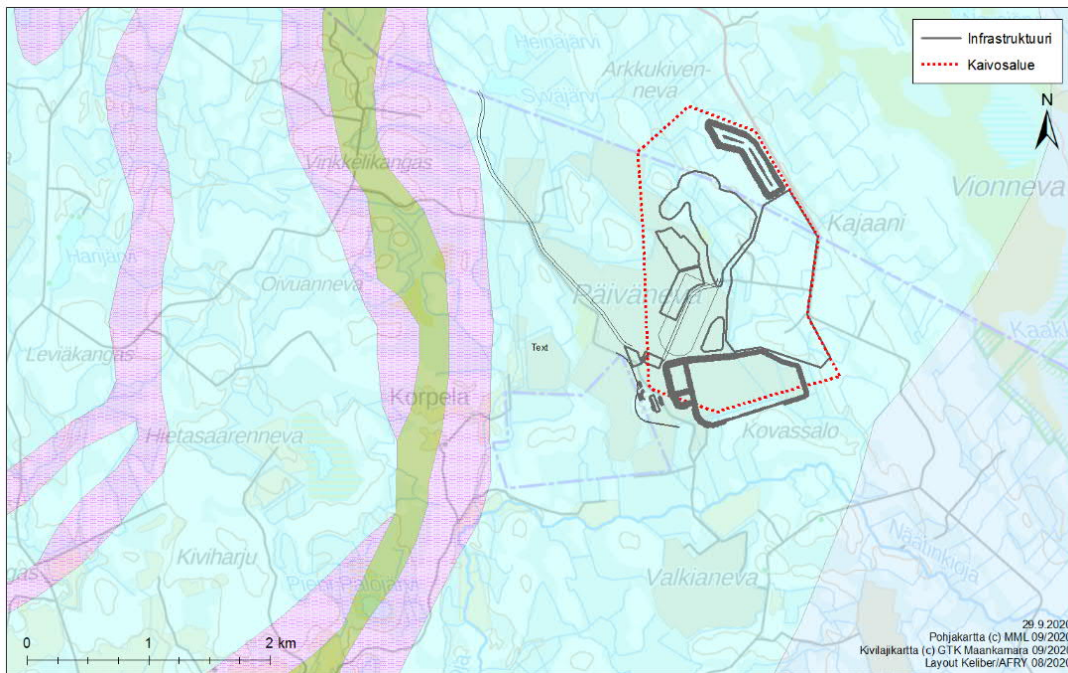
Rikastushiekka-altaan lähettyvillä olevissa rei'issä RQD-luku on keskimäärin suurempi syvällä kalliossa kuin lähellä pintaa eli lähempänä maanpintaa oleva kallio on huonolaatuisempaa ja siten oletettavasti keskimäärin paremmin vettä johtavaa kuin syvemmällä oleva kallio.

Alueellisen kivilajikartan mukaan biotiittiparagneissi – metagrauvakka kivilajin ja biotiittiparaliuksen kontaktissa on alueellinen työntösiirros, jonka suuntaus on NE-SE. Geofysiikan karttojen mukaan tähän liittyy sähköä johtavia piirteitä, jotka voivat liittyä sekä rikkonaisuuteen että johdemineraaleihin. Muita alueellisen mittakaavan ruhjeita ei ole esitetty kallioperäkartoissa.

Report

GTK:n tekemä paikallinen VLF-R mittaus osoittaa kallioperässä sijaitsevia matalan ominaisvastuksen alueita mittauslinjoilla. Näistä monet havainnot liittyvät samoihin kohtiin, joissa lentogeofysiikassa on havaittavissa magneettisia ja sähköä johtavia piirteitä, viitaten todennäköisesti johdemineraalien esiintymiseen. Usein tämän tyyppisten välikerrosten kontakteissa voi olla rikkonaisuutta. Lisäksi VLF-R tuloksissa havaitaan muitakin johdeviitteitä, jotka havaitaan usealla rinnakkaisella mittauslinjalla, ja todennäköisesti ne liittyvät kallioperän rikkonaisuuteen. Yksi VLF-R mittauslinja on sijoitettu Päivänevan eteläosan alueelle. Sen perusteella alueella on ruhjeisuutta kallioperässä (GTK 2020).

Kallioperän laatuluokitus laajalla alueella on GTK:n kallioperäkartan mukaan C (Mineral Deposits and Exploration).



Kuva 6-4. Päivänevan ympäristön kivilajit. Turkoosinsininen edustaa biotiittiparagneissiä ja harmaansininen biotiittiparaliusketta. Lila väri osoittaa grafiittikiisuliusketta. Vihreä väri osoittaa mafista vulkaniittia. Viivamerkintä tarkoittaa siirrosta (thrust fault).

6.3 Suotautuminen

Keväällä 2020 rikastushiekasta on mitattu raekoko (hydrometrikoe) ja tehty tiiveyden ja kosteuden mittaus parannetulla proktor-kokeella sekä kieritys ja juoksurajat ja

Report

rasiteleikkauskoe kahdesta näytteestä ('rikastushiekka ja liete' ja 'rikastushiekka ilman lietettä'). Testien perusteella rikastushiekkanäytteet olivat silttistä hiekkaa. Vedenjohtavuutta ei ole tutkittu.

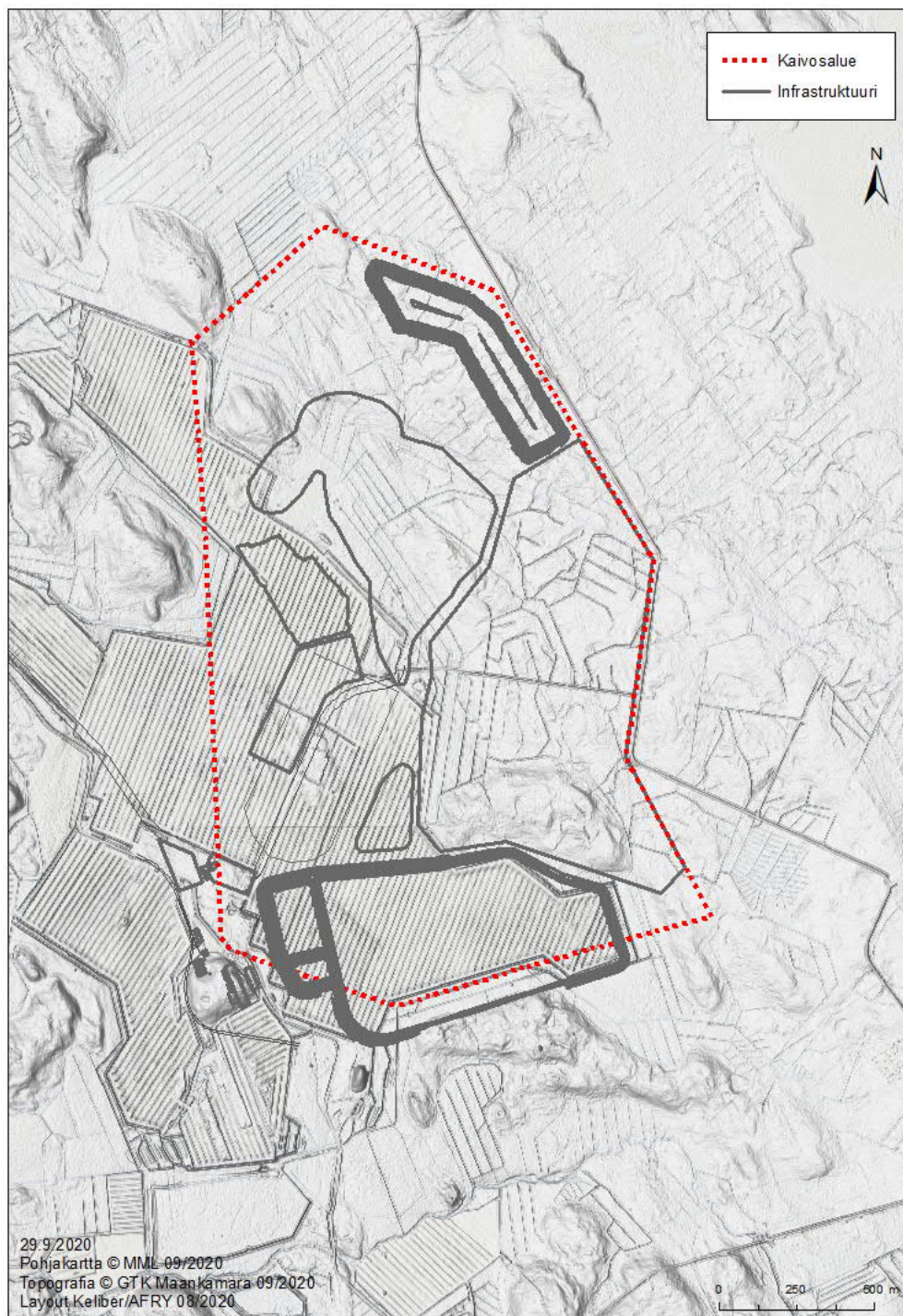
Maaperän maalajien vedenjohtavuus on todennäköisesti jonkin verran vaihteleva, perustuen putkikorttien maalajiarvioihin. Tässä vaiheessa pohjajamorenin K-arvon voidaan arvioida olevan luokkaa 10^{-7} m/s. Alueella yhdestä soraista hiekkamoreenia olevasta näytteestä on tehty laboratoriossa vedenläpäisevyydestä. Näytteen keskimääräinen K-arvo oli $7,6 \cdot 10^{-7}$ m/s. Allasalueen oleva maaperä on hienoinaespitoisempaa ja siten oletettavasti huonommin vettä johtavaa kuin karkeampaa ainesta edustava testattu näyte.

Rikastushiekasta ja kiertovesialtaasta suotautuu satanutta vettä ja märkäläjityksestä peräisin olevaa vettä alempiin maakerroksiin ja kallioon. Suuruusluokkaisesti arvioiden kallioperään päätyvän suotauman suuruuden voidaan olettaa olevan muutaman prosentin luokkaa. Esimerkiksi käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen paikkatutkimuksissa Olkiluodossa on pintahydrologian mallinnuksessa päädytty suotauma-arvoon 1,9% sadannasta (Karvonen 2008). Kallion rikkonaisuus lisää suotauman suuruutta. Kallioperän vedenjohtavuus on tyypillisesti 10^{-7} ... 10^{-8} m/s luokkaa keskimääräisesti rakoilleessa pintakalliossa usean kymmenen metrin paksuudelta. GTKn rapasaaren alueella tekemissä slug-testeissä kallion keskimääräiseksi hydrauliseksi johtavuudeksi saatiin K-arvo $4,6 \cdot 10^{-7}$ m/s. Tarkempaa arviota vedenjohtavuuden jakautumisesta eri syvyystasoihin, alueittain tai rikkonaisuusvyöhykkeiden ja keskimääräisen kallion välillä ei ole mahdollista tehdä ilman reikäväleihin kohdennettuja lisämittauksia (kuten vesimenekki).

6.4 Topografia

Rapasaaren louhosalueiden maanpinnan korkeustaso on noin 85 m mpy. (metriä meren pinnan yläpuolella). Alueen korkeuserot ovat pieniä. Rapasaaren Kaivosalueella viettää koillisessa Vionnevalta kohti lounaassa sijaitsevaa turvetuotantoaluetta. Pääviettosuunta allasalueella on idästä länteen. Allasalueen itäpäässä, maanpinta on +85...+86 m välillä ja länsi- ja lounaispäädyssä +82...+83 m välillä (N2000). Turvetuotantoalueen ulkopuolella maanpinnan taso on allasalueen koillis-, itä- ja eteläreunalla välillä +86...+88 m ja eteläkulmassa välillä +84,5...+85,5 m (N2000). Allasalueen eteläkulmasta maanpinta viettää Näätinkiojaa kohti. Näätinkiojan varressa, turvetuotantoalueelle johtavan tien läheisyydessä maanpinta on välillä +81...+82 m (N2000).

Report



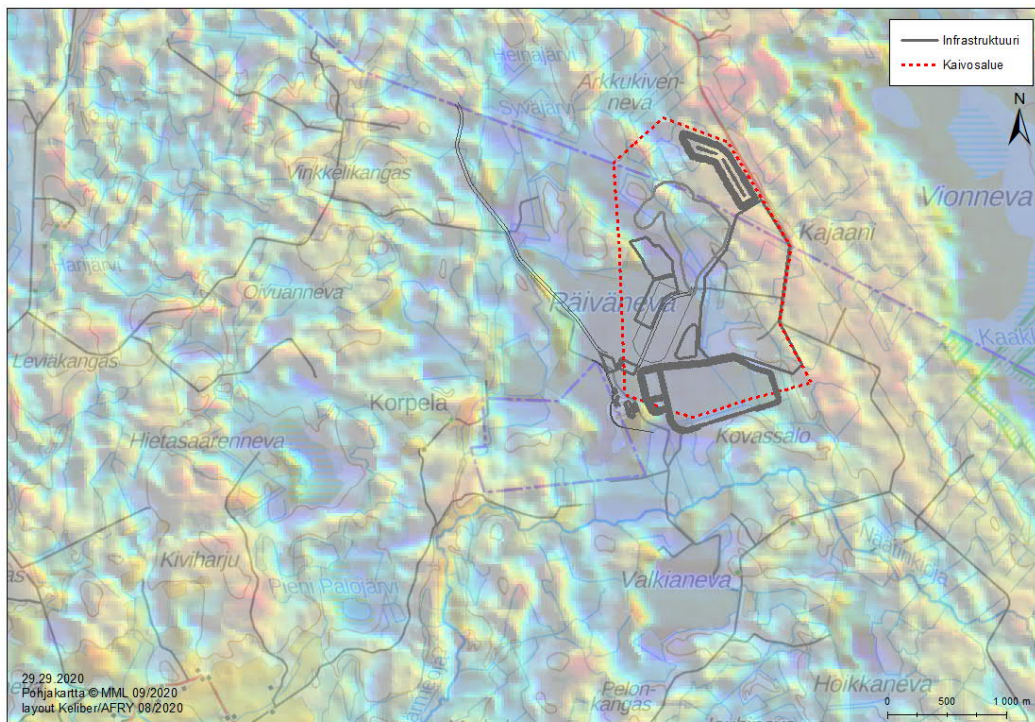
Kuva 6-5. Päivänevan alueen topografia (Kartta © MML 2020)

Report

6.5 Geofysikaalinen mittausaineisto

Kallioperäkartan mukaan länsiosassa Ruskineva-Vinkkelikangas sijaitsee N-S suuntainen mafisen vulkaniitin ja grafiitti-kiilleliuskeen jakso (Kuva 6-4). Tämä havaitaan selvästi magneettisesta ja sähkömagneettisesta lentomittausdatasta. Päivänevan alue on biotiittiparagneissia ja metagrauvakkaa. Päivänevasta kaakkoon sijaitsee biotiittiparaliusketta, jonka kontaktiin on merkitty siirros (GTK:n mukaan magneettisesta kartasta tulkittu). Muita alueellisia siirroksia ei ole GTK:n kartassa.

Päiväneva on paksun turvepeitteen aluetta. Lähialueen ainoa kalliopaljastuma on Ruskinevan länsipuolella (Kuva 6-1). Päivänevaa ympäröivät korkeammat maastonkohdat ovat sekalajitteisia maalajeja, joko moreenikumpareita tai hiekkaisia/silttisiä pintamaalajeja.

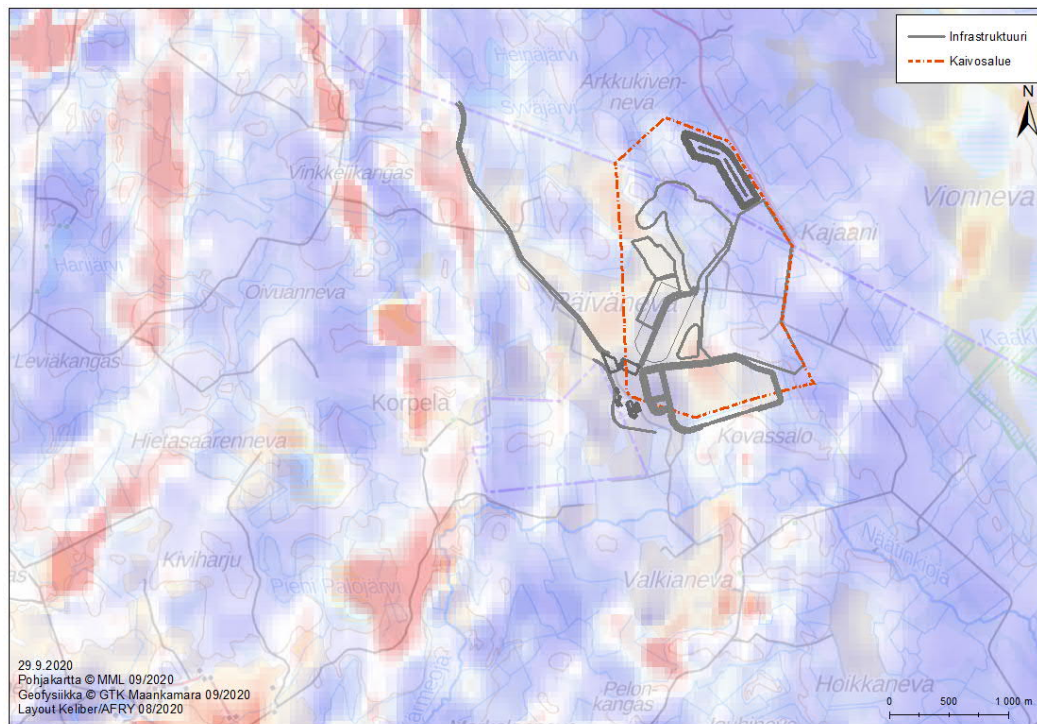


Kuva 6-6. Kaustisen alueen yksityiskohtaisen magneettisen lentomittauksen tulokset, magneettikentän kokonaisvoimakkuus (© GTK Maankamara 09/2020)

Kaustisen ja Ullavan alueella tehdyn tarkennetun magneettisen lentomittauksen perusteella länsiosan mafinen vulkaniitti ja sen lähistölle tulkitut grafiitti-kiisuliuskeet havaitaan selvästi kohonneen magneettikentän piirteinä (Kuva 6-6). Päivänevan keskiosassa, Tuoreetsaaret alueella ja Kovassalon kohdalla havaitaan paikallisia, N-S suuntaisia magneettisia jaksoja. Nämä voivat olla kiilleigneissin sisäistä kivilajivaihtelua tai esimerkiksi grafiitti-kiisuliusketta tai vulkaniittikerroksia. Usein tämän tyyppiisiin

Report

kontakteihin voi liittyä kalliorikkonaisuutta. Suuntaus on N-S. Tarkempi tarkastelu edellyttäisi datasta tehtävää tulkintaa.



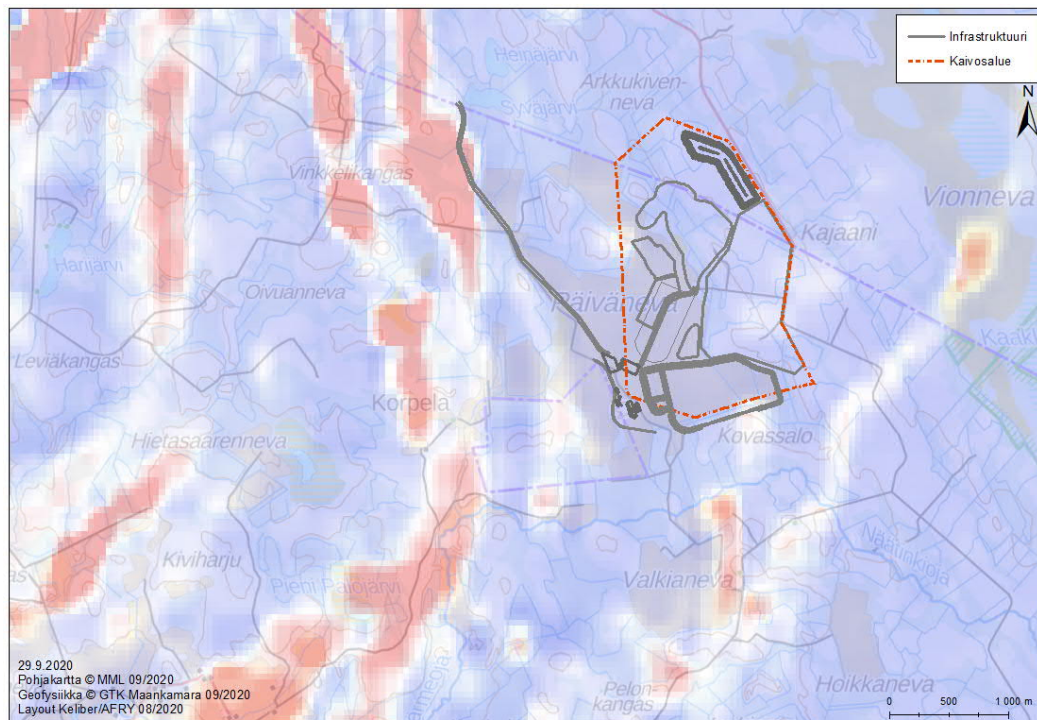
Kuva 6-7. Sähkömagneettisen lentomittauksen imaginaarikomponentti (GTK).

Koko Suomen kattavan GTK lentogeofysiikan kartoissa havaitaan sähkömagneettisessa imaginaarikomponentissa johdeviite grafiitti-kiisuliuskeen kohdalla (Kuva 6-7). Sähkömagneettinen lentomittaus on tehty 3.1 kHz taajuudella käyttäen ko-planaarista lähetin- vastaanotinjärjestelmää lentokoneen siivenkärjissä (25 m lähetin- vastaanotinetäisyys). Nimellinen lentokorkeus on ollut 35 m, linjaväli 200 m ja pisteväli linjalla noin 15 m. Tulosten syvyyssulottuvuus maaperässä ja kalliossa on kymmeniä metrejä. Tulokset ovat julkisesti käytettävissä rasterimuotoisina karttoina. Maankamaran sähkönjohtokyvyn kasvu suurentaa mitattavissa olevan toisiokentän voimakkuutta ja muuttaa toisiokentän vaihe siirtoa suhteessa lähetinkenttään.

Lähetinkentän kanssa samassa vaiheessa oleva sähkömagneettinen kenttävoimakkuus suhteutettuna lähetinkenttään (in-phase, reaali komponentti, miljoonasosia ppm) reagoi parhaiten voimakkaaseen johtavuuteen (johdemineraalit). Lähetinkentän kanssa 90 asteen vaihe siirrosta mitattu imaginaarikentän voimakkuus (ppm, quadrature) reagoi parhaiten heikkoon sähkönjohtavuuteen (suot, järvet, kosteikot, kalliorikkonaisuus). Reaali- ja imaginaarikomponenttien keskinäinen suhde osoittaa johtokykyä, voimakkailla johteilla $Re/Im > 1$, heikoilla $<< 1$.

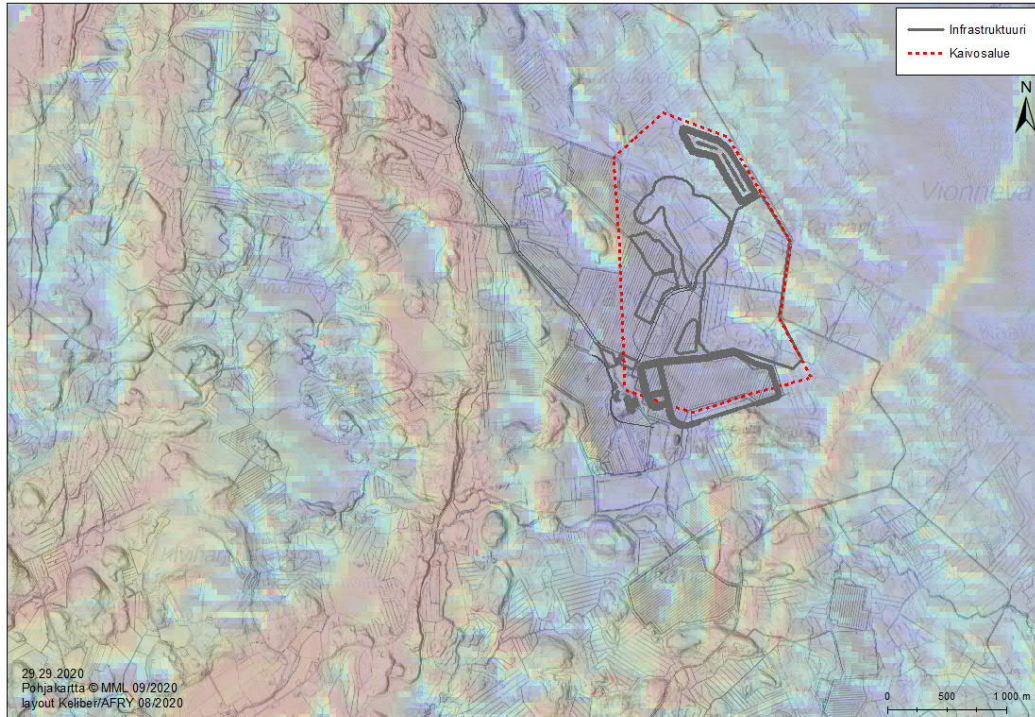
Report

Heikompia imaginaarikomponentin johdeviitteitä nähdään Päivänevan eteläosassa ja länsiosassa sekä Tuoreetsaaret kohdalla (suon paksuus tai suon alla olevan kallioperän rikkonaisuus), sekä lineaarisena N-S piirteenä Päiväkankaan ja toisaalta Kovassalon kohdalla. Lineaarinen johde havaitaan selvästi biotiittiparagneessin ja biotiittiparaliuskeen siirrostuneessa kontaktissa. Re/Im suhde on koholla, joten ruhjeeseen liittyy esimerkiksi grafiitti-kiisuliusketta. Kuvassa 6-9 on esitetty sähkömagneettisesta mittauksesta laskettu näennäinen ominaisvastus, jossa paksun maapeitteen alueet, kalliosta esiintyvät merkittävät ruhjeet ja johdemineraalien esiintymisaluet erottuvat punaisilla sävyillä.



Kuva 6-8. Sähkömagneettisen lentomittauksen reaalikomponentti (GTK).

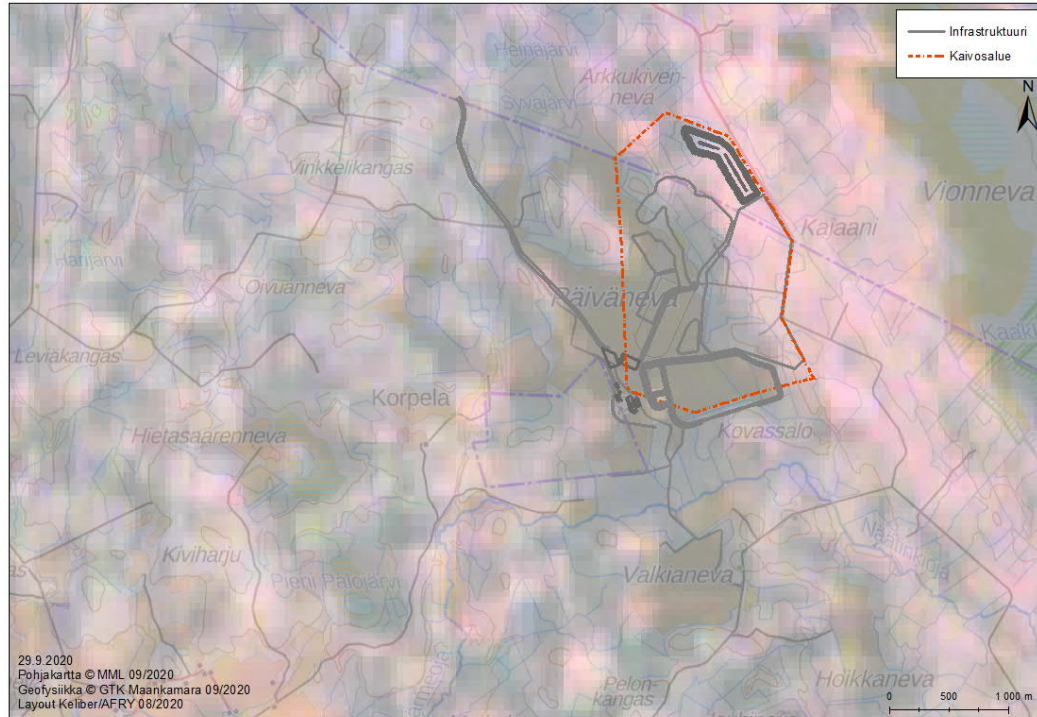
Report



Kuva 6-9. Sähkömagneettisen lentomittauksen näennäinen ominaisvastus (© GTK Maankamara 09/2020).

Sähkömagneettisessa reaali-komponentissa ja lasketussa näennäisessä ominaisvastuksessa johtavuusviitteet rajautuvat selvemmin, mikä viittaa näihin liittyvän kallioperän johdemineraaleja (grafiitti, kiisut) (Kuva 6-8 ja Kuva 6-9). Voimakas korkeamman johtavuuden alue on länsiosassa grafiitti-kiisuliuskeeseen liittyen. Kolme N-S tai NE-SW suuntaista piirrettä havaitaan biotiittiparagneissin-biotiittiparaliuskeen kontaktissa, Kovassalosta etelään suuntautuen ja Päiväkankaan kautta kulkevana. Pistemäisiä johdeviitteitä on Tuoreetsaaret ja Kajaaninharju (tulevan sivukivialueen lähellä) kohdilla. Näillä kohdilla on mahdollista esiintyä siirrostumista tai pintarapaumaa (regolith), mutta toisaalta myös kallioperälähtöisiä sulfideja.

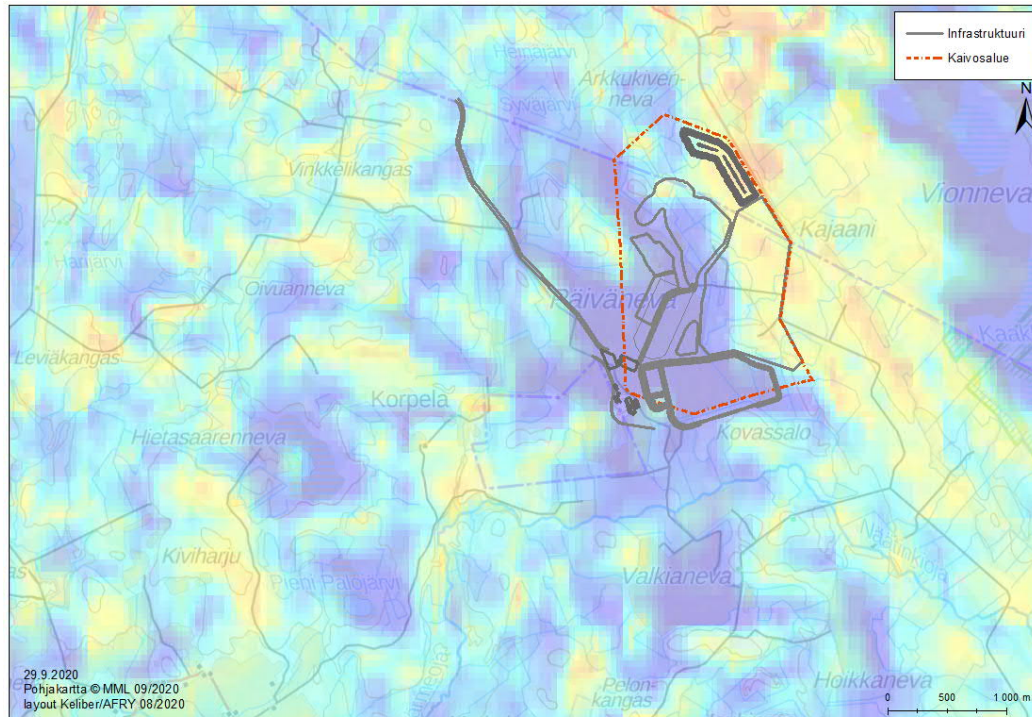
Report



Kuva 6-10. Lentomittausten monikomponenttinen (ternary) säteilykartta (U, K, Th).

Lentomittausten luonnon gammasäteilyä mitataan alaspäin suunnatulla NaI(Tl) kiteellä jonka tilavuus on 35 L. Gammasppektriä varten rekisteröidään 256 kanavan pulssimäärät kerran sekunnissa. Jokainen mittaus edustaa noin 70 m matkaa mittauslinjalla (footprint). Spektristä tulkitaan uraanin, toriumin ja kaliumin näennäiset ekvivalenttipitoisuudet. Monikomponenttisisessä säteilykartassa (U, Th, K ternary, jossa eri komponentit on esitetty eri Red, Green, Blue intensiteetteinä) havaitaan suoalueiden matalampi ja kuivempien, korkeammalla sijaitsevien sekalajitteisten maa-alueiden sekä avokallioiden tavanomainen säteilytaso (Kuva 6-10). Ternary-esityksessä punertava sävy viittaa kalium-komponentin (maasälvät, graniitit, hiekat) vallitsevaan tasoon. Totaalikomponentissa pinnankosteuden vaihtelu ja mineralogiset ominaisuudet erottuvat selvästi (Kuva 6-11), noin 10–40 cm paksu turvekerros riittää lähes täysin vaimentamaan gammasäteilyä.

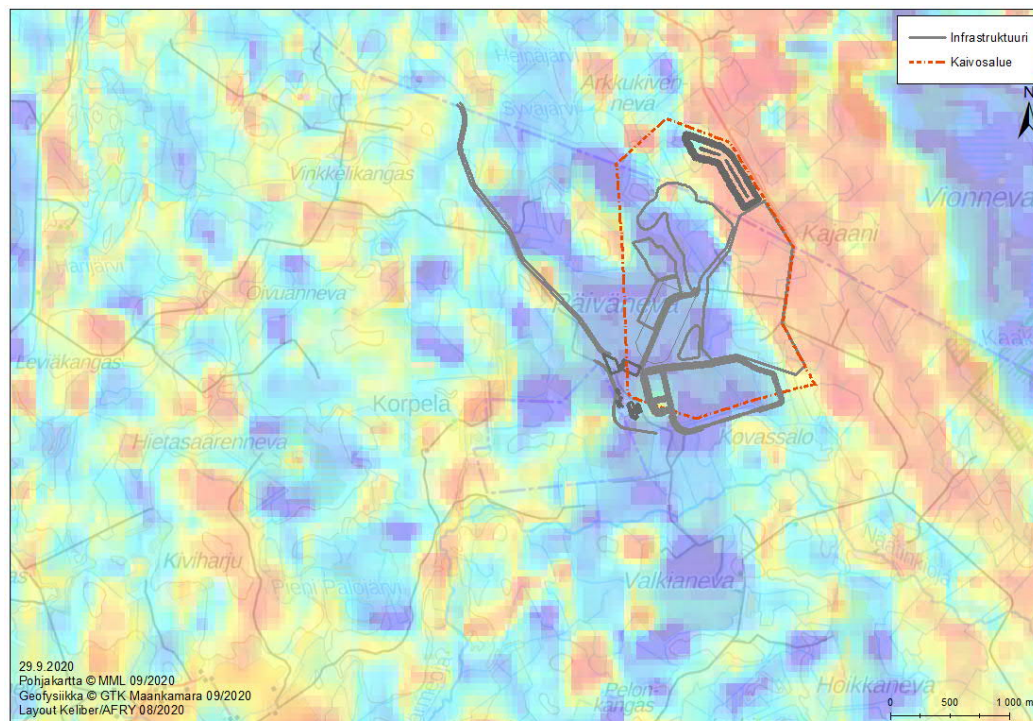
Report



Kuva 6-11. Lentomittausten luonnongammasäteilyn kokonaisvoimakkuus (© GTK Maankamara 09/2020).

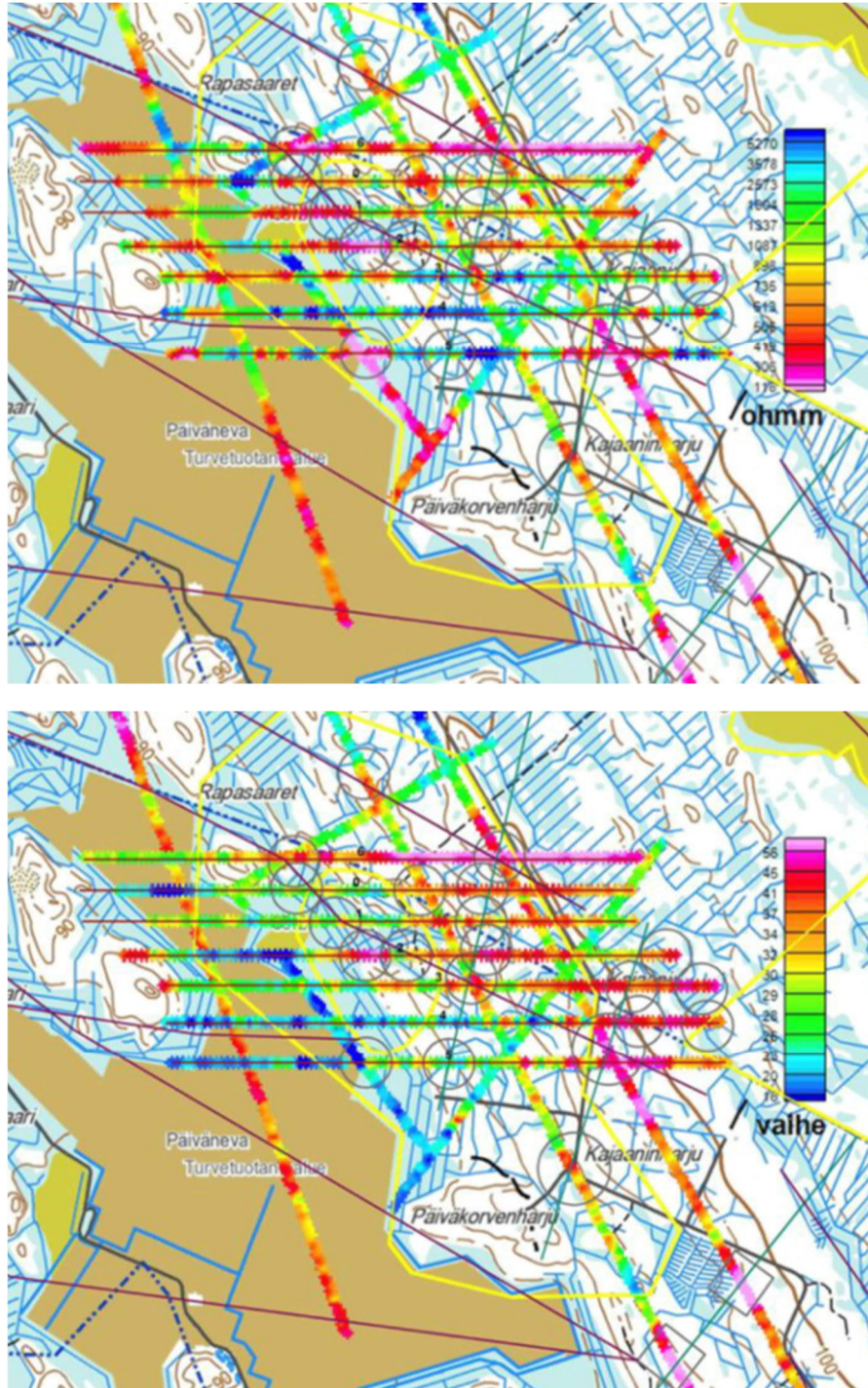
Päivänevan itäpuolinen, vedenjakajalla sijaitseva NW-SE suuntainen kohonnen kalium-komponentin (Kuva 6-12) alue voi viitata paikalliseen pegmatiittilähtöiseen tai hiekkaisempaan sekalajitteiseen pintamaahan. Korkeampi säteilytaso voi viitata myös ohuempaan turvekerrokseen ja kuivemman pintamaan esiintymiseen. Kosteus vaimentaa gammasäteilyä.

Report



Kuva 6-12. Lentomittausten luonnon gammasäteilyn Kalium-komponentti.

Report



Kuva 6-13. VLF-R mittauksen perusteella paikannetut kallioperässä sijaitsevat matalan ominaisvastuksen viitteet ja niihin perustuvat ruhjeisuustulkinnat. A) ominaisvastus ja b) vaihekulma (GTK 2020).

Report

Maapinnalla linjamittauksena Geonics EM-16R laitteistolla toteutettu VLF-R mittaus rekisteröi korkeataajuisen sähkömagneettisen tasoaltokentän sähkökentän ja magneettikentän voimakkuudet sekä näiden kenttien välisen vaihekulman. Alueen mittauksissa on käytetty Saksassa sijaitsevaa DHO38 navigaatiolähetintä (23.4 kHz). Kenttäkomponenttien suhteesta laskettu näennäinen ominaisvastus vaihtelee maapeitteen paksuuden ja vesipitoisuuden, kalliorikkonaisuuden ja kallion vesipitoisuuden mukaan. Voimakas johtavuus voi osoittaa myös johdemineraalien esiintymistä kallioperässä. Vaihekulman suuruus osoittaa kerroksellisen maankamaran oletukseen perustuen johtavuuden lähteen syvyysasemaa. Matalat vaihekulman arvot (<45 astetta) viittaavat maapeitteen olevan kalliota johtavampi. Korkeat (>45 astetta) vaihekulmat edustavat tilannetta, jossa maapeitteen alapuolinen kallio on sähköä johtavampi kuin maaperä. Tulokset on tulkittu kaksikerrosmalleiksi, joissa esitetään maapeitteen ominaisvastus (riippuen vesipitoisuudesta ja maalajista), maapeitteen paksuus (eli kalliotopografia) sekä kallion ominaisvastus (jota alentavat rikkonaisuus ja kalliossa esiintyvät johdemineraalit). Tämän työn yhteydessä ei ole tarkasteltu tulkinnoissa (GTK 2020) esitettyjä maakerrospaksuuksia, vaan on viitattu lähinnä esitettyihin kallion rikkonaisuusviitteiden sijainteihin.

Heikkoja johdeviitteitä tavataan sekä Päivänevan eteläosassa, johon rikastushiekka-altaat on suunniteltu, että Päiväkorvenharjussa ja siitä pohjoiseen, jossa on sivukivialueen suunniteltu sijainti (Kuva 6-13).

Lentomittausten perusteella näissä kohdissa on Päivänevan osalta paksut maapeitteet (kairauksissa jopa 17 m); Ja viitteitä johde- ja magneettisista mineraaleista syntyvistä kallioerälähtöisistä kohonneen johtavuuden alueista.

VLF-R mittauksessa vaihekulma >45 astetta osoittaa, että alempi kerros maankamarassa on pintakerrosta johtavampi viitaten kallioperässä sijaitsevaan ruhjeisuuteen, pintarapaumaan tai johdemineraaleihin. Päiväkorvenharjun pohjoispuoleinen johtavuus liittyyneen paksuihin maakerroksiin tai johtaviin maalajeihin (lieju, savi). Päivänevan kaakkoispuolen voimakas johdeviite ja korkea vaihekulma viittaavat alueelle esitetyn siirroksen (thrust fault) sisältävän myös johdemineraaleja.

7 Pato- ja pohjarakenteet

Tässä luvussa esitetään tietoa Päivänevan rikastushiekka-altaan suunnitelluista pato- ja pohjarakenteista. Rikastushiekka-altaan suunniteltu rakenne on esitetty yksityiskohtaisemmin raportissa 'Päivänevan allasalueen yleissuunnitelma' (AFRY Finland Oy 2020).

7.1 Altaat ja niiden käyttötarkoitus

Rikastushiekka-allas tulee toimimaan rikastushiekkan sekä malmista hydrosyklonoidun, alle 20 µm partikkeleiden läjitysaltaana. Rikastushiekka pumpataan altaaseen noin 55 massa-% kiintoainepitoisuudessa. Rikastushiekka-altaan ympärille rakennetaan padot,

Report

jotka toteutetaan suotavina rakenteina. Vesiallas muodostuu altaan keskelle. Vapaata vettä ei allasteta patoa vasten. Altaan keskelle kertyvä vapaa vesi johdetaan putkistoa pitkin kiertovesialtaaseen. Rikastushiekka-allasta korotetaan vaiheittain toiminnan aikana. Ensimmäisen vaiheen tilavuus riittää viiden vuoden tuotannon mukaiselle rikastushiekan varastointitarpeelle. Tilavuus vuoden 9 kohdalla on 3 673 571 m³. (AFRY Finland Oy 2020)

Prefloat-altaaseen läjitetään vaahdotusprosessin alkuvaiheessa muodostuva hydrosyklonoinnin ensimmäisen vaiheen alite. Altaaseen pumpattavan lietteen kiintoainespitoisuus on noin 15 massa-%. Altaan kokonaistilavuus on noin 37 000 m³. (AFRY Finland Oy 2020)

Kiertovesialtaaseen pumpataan rikastushiekka-altaan ylitevesi. Altaaseen on mahdollista johtaa myös ympäristöstä pumpattavia puhtaita vesiä. Altaan tilavuus on noin 131 000 m³. (AFRY Finland Oy 2020)

7.2 Altaiden rakenne

Suunnitellut patorakenteet on esitetty kuvissa Kuva 7-1, Kuva 7-2 ja Kuva 7-3. Patojen vettä pidättävä osa koostuu hankealueelta hankittavasta hienoainespitoisesta moreenista. Patorakenteissa tullaan hyödyntämään ensisijaisesti kaivosalueelta saatavia materiaaleja. Moreenin vedenjohtavuuden ohjearvo on $1 \cdot 10^{-7}$ m/s.

Kiertovesialtaan pohjarakenteena toimii luontainen turvepeite, joka painotetaan 300 mm paksulla mineraalisella maa-aineksella. Painotuskerroksen alle asennetaan suodatinkangas estämään materiaalien sekoittumista. Kiertovesialtaan pohjarakenteella ei ole vedenläpäisevyysvaatimusta ympäristönsuojelun näkökulmasta sillä altaaseen varastoidaan vettä, jonka haitta-ainepitoisuus on pieni (AFRY Finland Oy 2020).

Prefloat-altaan ympäristönsuojelurakenne toteutetaan yhdistelmärakenteena, joka koostuu HDPE-kalvosta ja bentoniittimatosta. Rakenne ulotetaan padon harjan korkeudelle ja ankkuroidaan padon harjalle. Tiivisterakenne perustetaan massanvaihdon varaan, joka ulotetaan kantavaan moreeniin saakka. Massanvaihdon täyttö tehdään hienoainespitoisesta moreenista. Tiivisterakenteen päälle tehdään sisäpuolinen salaojitus pfloat-hiekan täytön kuivattamiseksi ja rakenteen sulkemisen helpottamiseksi. (AFRY Finland Oy 2020)

Rikastushiekka-altaan pohjarakenteena toimii luontainen tai rakennettu turvekerros, jonka paksuus rikastushiekkatäytön aiheuttaman kokoonpuristumisen jälkeen on vähintään 300 mm. Kerroksen arvioitu vedenläpäisevyys on 10^{-9} ... 10^{-10} m/s tehtyjen laboratoriotestien perusteella. Turvetiiviste muokkautuu altaan pohjassa tapahtuville muodonmuutoksille, joten rakenteen vedenpitävyys ei ole herkkä altaan pohjan painumille. Myös rikastushiekka-altaan padon sisäpuolelle luiskan juureen rakennetaan sisäpuolinen salaojarakenne tulevan rikastushiekkaläjityksen kuivatusta varten. Salaojitusrakenteen avulla vähennetään padon ja pohjarakenteen kautta tapahtuvaa

Report

suotautumaa, parannetaan sisäänpäin korotuksen stabiliteettia ja altaan sulkemisolosuhteita. (AFRY Finland Oy 2020)

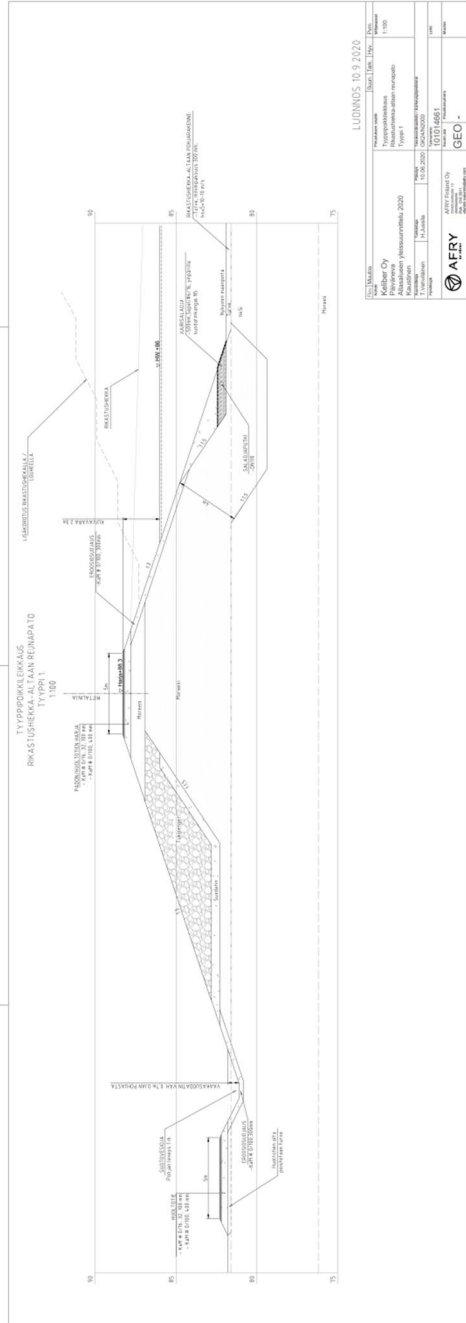
7.3 Vesien hallinta

Rikastushiekka-altaan rakentamisen jälkeen alueen ulkopuoliset pintavedet, jotka eivät ole kontaktissa kaivostoiminnan kanssa, johdetaan Näätinkiojaan. Turvetuotantoalueen itäisellä reunalla sijaitseva ulkopuolinen veto-oja linjataan uudelleen rikastushiekka-altaan rakentamisen aikana Kovassalon kautta Näätinkiojaan. Alueen eteläreunan ulkopuoliset pintavedet johdetaan erillisiä ojia pitkin Näätinkiojaan painovoimaisesti. Päivänevän pohjoisosasta rikastushiekka-alueelle kerääntyvät vedet pidetään erillään kaivosalueen vesistä ja johdetaan turvetuotantoalueen veto-ojaan reunaojan uudelleen linjauksella sekä putkituksella. Ulkopuolisten vesien johtaminen tarkastellaan uudelleen Rapasaaren toimintojen rakentumisen myötä. (AFRY Finland Oy 2020)

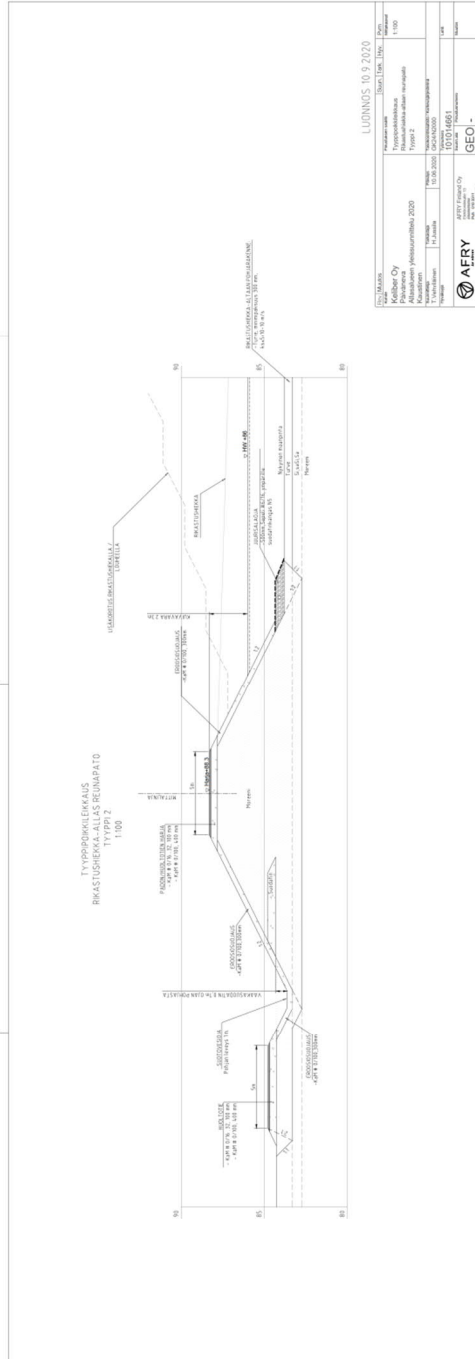
Patojen taakse järjestetään suotovesien keräily kaivettavien suoto-ojien avulla. Ojiin kerääntyvät suotovedet kerätään yhteen tasausaltaaseen alueen länsipäähän, johon järjestetään vedenlaadun tarkkailu. Vedenlaadun perusteella suotovedet pumpataan joko prefloat-altaaseen tai rikastushiekka-altaaseen. (AFRY Finland Oy 2020)

Report

a)



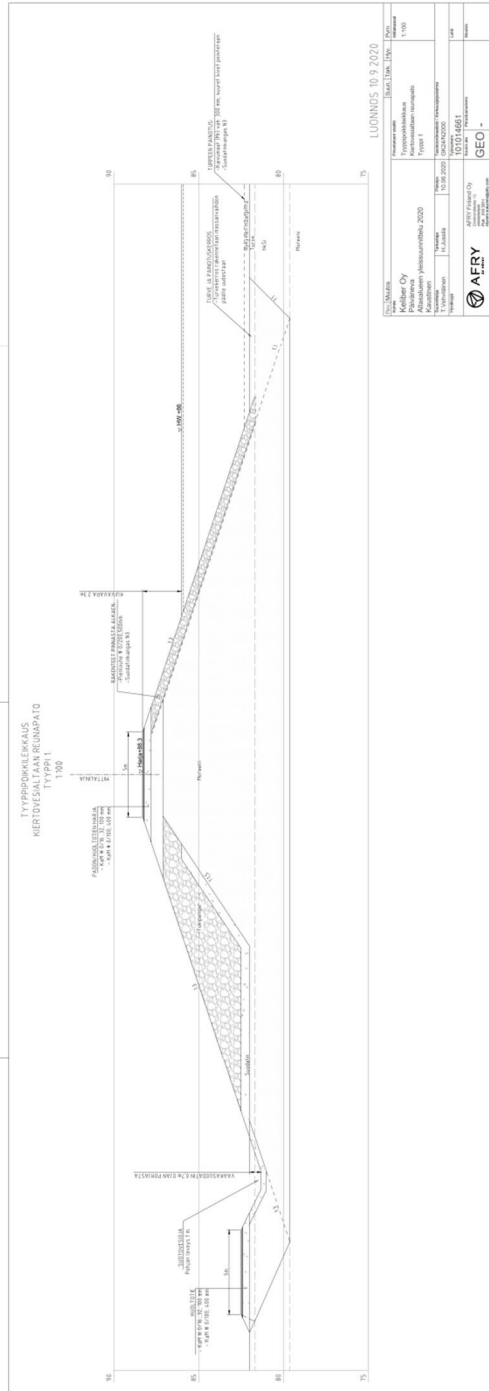
b)



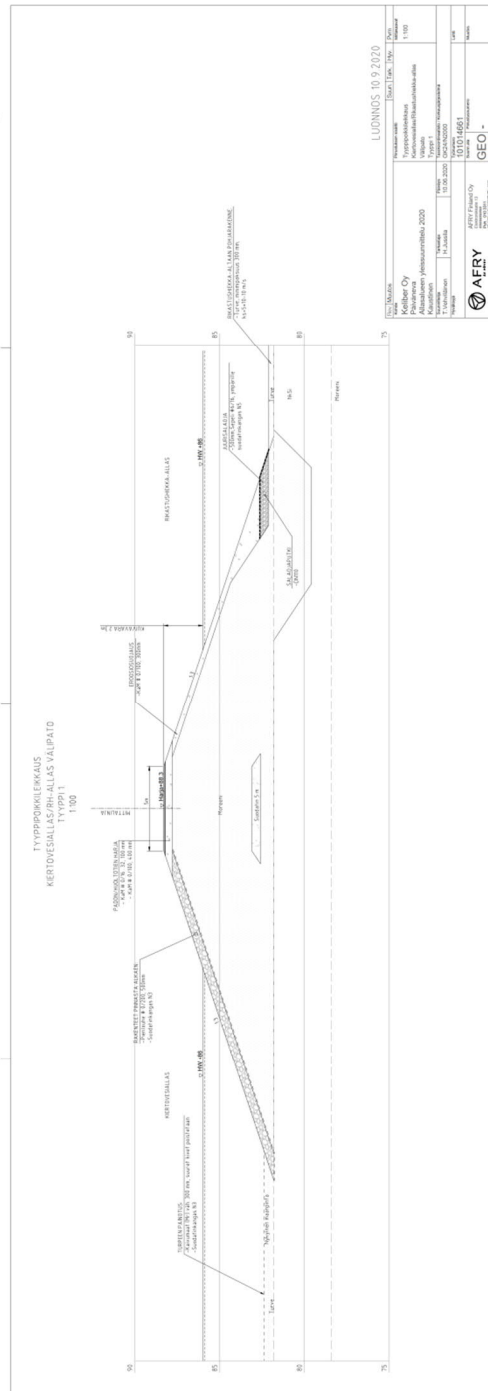
Kuva 7-1. Rikastushiekka-allas reunapadon rakenne a) tyyppi 1 ja b) tyyppi 2. (AFRY Finland Oy 2020)

Report

a)



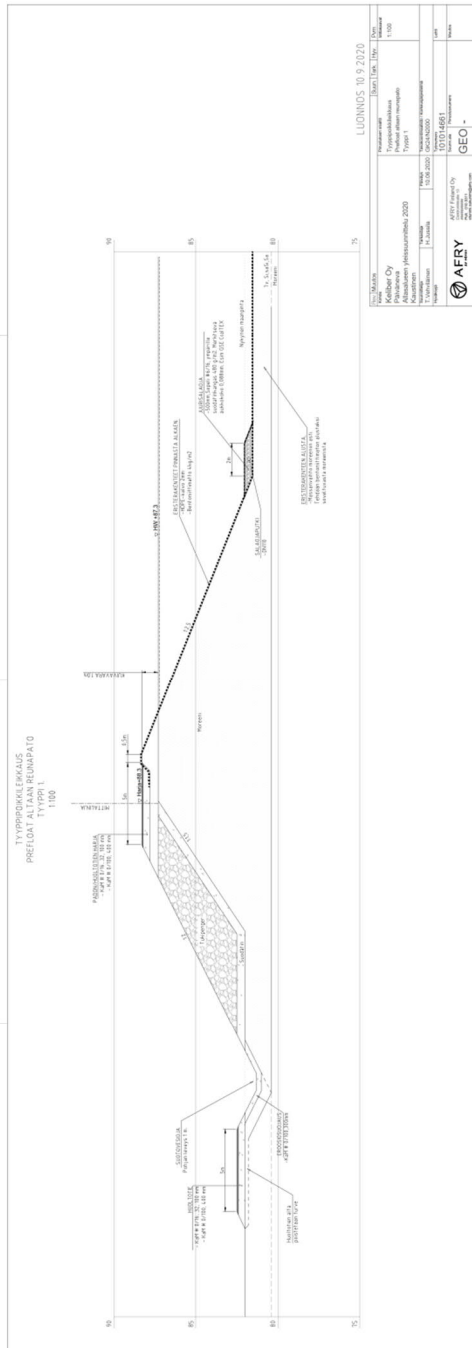
b)



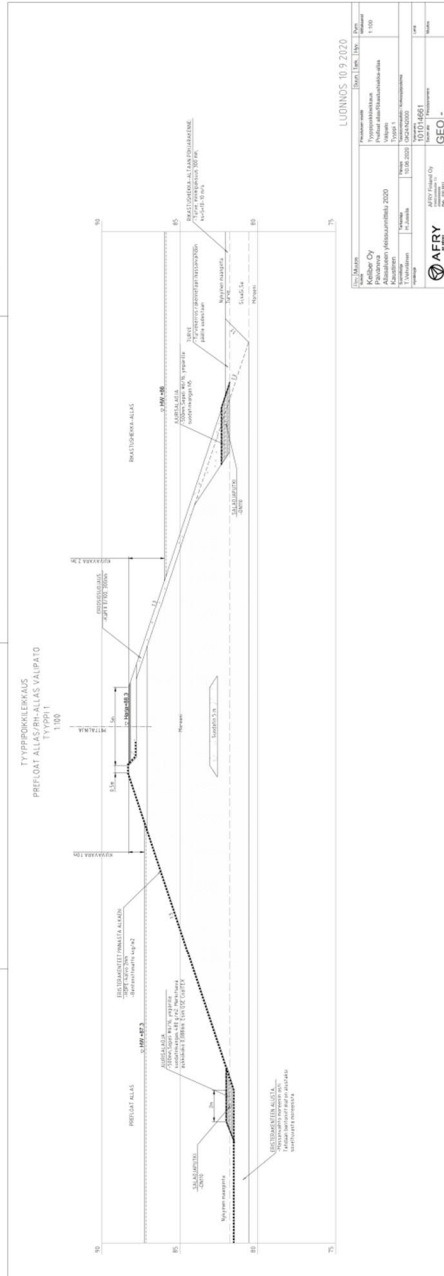
Kuva 7-2. a) Kiertovesiallas reunapato rakenne tyyppi 1 ja b) kiertovesiallas/rikastushiekka-allas välipato tyyppi 1. (AFRY Finland Oy 2020)

Report

a)

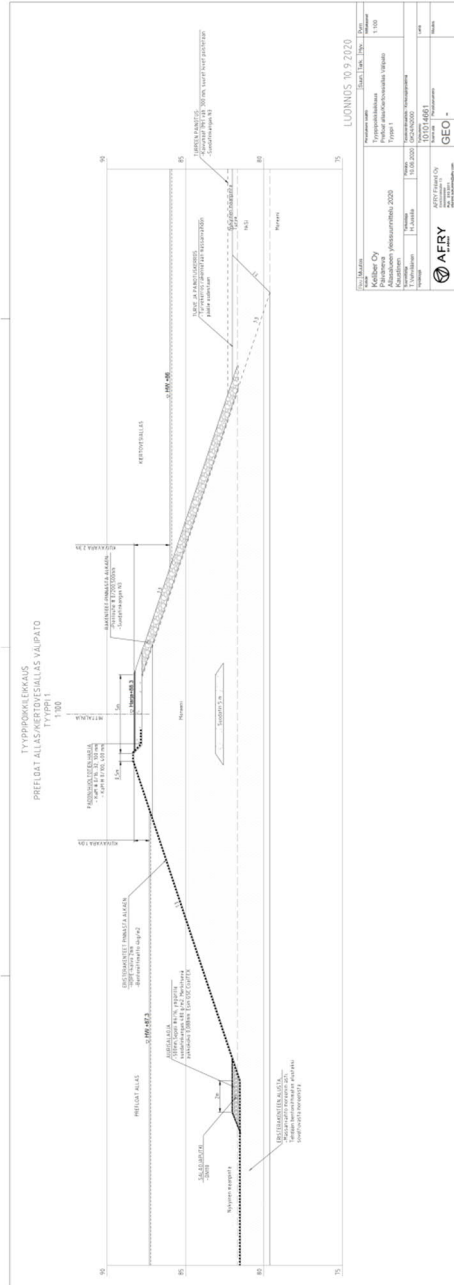


b)



Report

c)



Kuva 7-3. a) Prefloatallas reunapato rakenne tyyppi 1, b) prefloat/rikastushiekka-allas välipato tyyppi 1 ja c) prefloat/kerovesiallas välipato tyyppi 1. (AFRY Finland Oy 2020)

Report

8 Kaivannaisjätteet ja niiden ominaisuudet

8.1 Rikastushiekan ja prefloat-jakeen ominaisuudet

Rikastushiekka-altaaseen johdetaan rikastushiekkaa sekä hydrosyklonoitua hienoainesta ("lieju"). Läjityksen määrästä hydrosyklonoidun hienoaineksen osuus on noin 11 massa-% ja rikastushiekan 89 massa-%. (AFRY Finland Oy 2020)

Eri jätejakeiden kuningasvesiliukoiset metallipitoisuudet ja vertailu PIMA-asetuksen (VNa 190/201) ohjearvoihin on esitetty taulukossa Taulukko 8-1. Prefloat-jakeessa arseenin, kadmiumin, kuparin ja sinkin pitoisuudet ylittivät ylemmän ohjearvon. Magneettisen erottelun (LIMS) jakeessa arseenin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet olivat ylempää ohjearvoa suurempia, koboltin ja antimoinin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen kynnsarvon. "Liejussa" arseenipitoisuus ylitti alemman ohjearvon. Rikastushiekan ja liejun seoksessa arseenipitoisuus oli kynnsarvoa suurempi, mutta alhaisempi kuin alueellinen taustapitoisuus. Rikastushiekan, LIMS-jakeen ja liejun seoksessa kaikkien nk. PIMA-metallien tai metalloidien pitoisuudet alittivat kynnsarvot.

Taulukko 8-1. Syväjärven malmin pilottikokeen jätejakeiden kuningasvesiliukoiset kokonaispitoisuudet, maaperän alueelliset taustapitoisuudet (Päiväneva, 15 km säde) sekä PIMA-asetuksen viitearvot.

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Tausta-pitoisuus ka*	8,1	0,06	4,1	20,8	12,8	0,04	10,7	5,2	0,1	26,4	30,5
Kynnsarvo	5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Alempi ohjearvo	50	10	100	200	150	2	100	200	10	150	250
Ylempi ohjearvo	100	20	250	300	200	5	150	750	50	250	400
Pre-float	3630	50	6,8	34	588	0,021	33,4	44	1,18	22,4	2290
Magneetti-erottelun (LIMS) jae	51,4	0,55	37,8	651	513	<0,00 5	378	26	7,11	46,9	40
Rikastushiekka + LIMS + Lieju	4,58	0,11	1,3	13,1	9	<0,00 5	8,3	24	0,09	2,6	14
Lieju	43,3	0,98	2,2	30,3	29,2	0,006	13,4	35	0,2	9,7	74
Rikastushiekka + Lieju	5,08	0,12	<1	10,4	6,4	<0,00 5	5,9	24	0,07	2,5	13

Syväjärven pilot-kokeiden kontaktiliukoisuustestauksen tulokset rikastushiekalle ja prefloat-jakeelle esitetään taulukossa Taulukko 8-2. Analyysitulosten perusteella metallien liukoisuudet olivat pieniä ja alittivat kaatopaikka-asetuksen raja-arvot. Ympäristölaatumormien mukaiset pitoisuudet alittuvat arvioidussa vedessä (VNa

Report

1308/2015) (AFRY Finland Oy 2020). Testin ja todellisen läjityksen vesi-kiintoainekontakti ei ole samansuuruinen, joten testituloks ei ole suotovesituloks.

Taulukko 8-2. Metallien, fluoridin, kloridin, sulfaatin ja liuenneen orgaanisen hiilen pitoisuudet Syväjärven pilot-kokeiden jätenäytteissä 2-vaiheisen ravistelutestin L/S-suhteella 10 sekä kaatopaikka-asetuksen (VNa 331/2013) mukaiset kaatopaikkakelpoisuuden kriteerit. Huom, kattopaikkakelpoisuuden kriteerit esitetään tässä lähinnä vertailutarkoituksessa, niitä ei kuitenkaan sovelleta kaivannaisjätteeseen luokitteluperusteena.

		Pre-float	Rikastushiekka	Pysyvä jäte	Tavanomaisen jäte	Vaarallinen jäte
As	mg/kg	<0,05	<0,05	0,5	2	25
Ba	mg/kg	0,1	<0,06	20	100	300
Cd	mg/kg	<0,04	<0,04	0,04	1	5
Cr	mg/kg	<0,05	<0,05	0,5	10	70
Cu	mg/kg	<0,05	<0,05	2	50	100
Hg	mg/kg	<0,01	<0,01	0,01	0,2	2
Mo	mg/kg	<0,06	<0,06	0,5	10	30
Ni	mg/kg	<0,1	<0,1	0,4	10	40
Pb	mg/kg	<0,05	<0,05	0,5	10	50
Sb	mg/kg	<0,05	<0,05	0,06	0,7	5
Se	mg/kg	<0,05	<0,05	0,1	0,5	7
Zn	mg/kg	<0,6	<0,6	4	50	200
DOC	mg/kg	36,1	26,7	500	800	1 000
Cl ⁻	mg/kg	<4	<4	800	15 000	25 000
F ⁻	mg/kg	<2	<2	10	150	500
SO ₄ ²⁻	mg/kg	21,2	11,6	1 000	20 000	50 000

8.2 Kiertovesialtaan pohjaliete

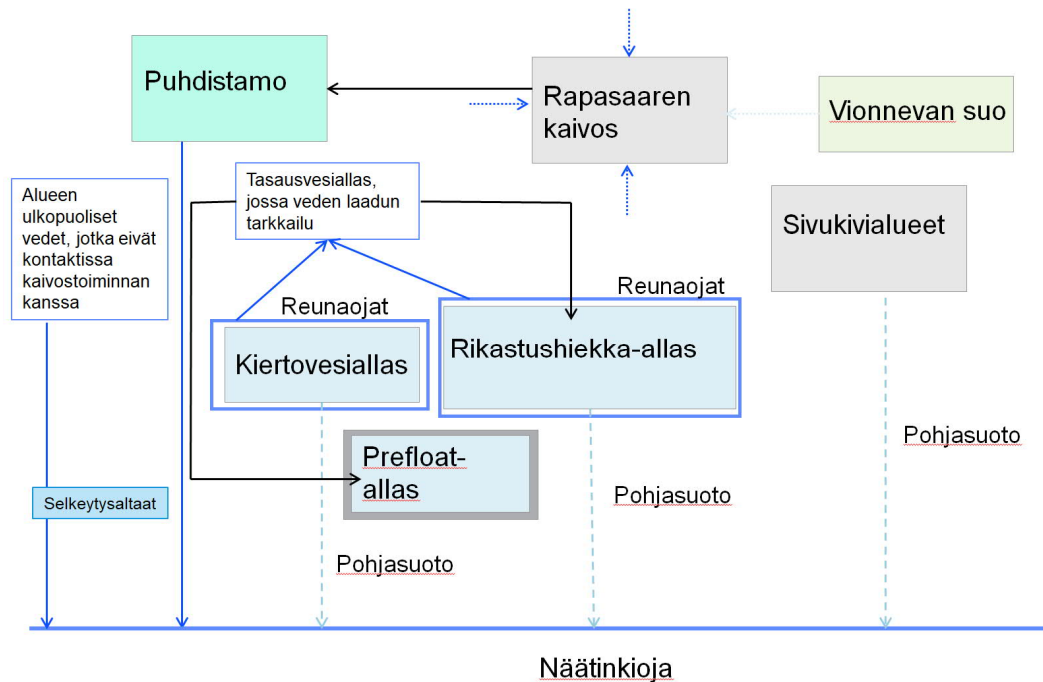
Kiertovesialtaan vesi tulee pääosin rikastushiekka-altaalta, joten kierto-vesialtaaseen voi päätyä myös kiintoaineita rikastushiekka-altaalta. Kiertovesialtaaseen mahdollisesti kulkeutunut kiintoaine laskeutuu altaan pohjalle muodostaen altaaseen pohjalietettä. Kiertovesialtaan pohjaliete on käytännössä rikastushiekkaa tai liejussa esiintyviä kiintoaineita. Kiertovesialtaan veden laatu seuraa rikastushiekka-altaan ylivesien laatua hieman laimennettuna. Tämän perusteella kierto-vesialtaalla ei esiinny suuria pitoisuuksia haitallisia aineita. (AFRY Finland Oy 2020)

Report

9 Haitta-aineiden kulkeutumisriskien käsitteellinen kuvaus

9.1 Käsitteellistämisen tarkoitus

Toiminta-alueen käsitteellistämällä pyritään havainnollistamaan kohteen suhde ympäristöönsä. Tämä käsittää mahdollisten haitta-aineiden ja haittatekijöiden kulkeutumisreittien alustavan tunnistamisen. Käsitteellinen malli toimii yhtenä tavoiteasettelun työkaluna. Sen avulla tunnistetaan paikkakohtaisesti kohteen tilaan liittyvät potentiaaliset haittavaikutukset, jotka suunnittelun keinoin on pyrittävä ehkäisemään.



Kuva 9-1. Käsitteellinen malli suotovesien kulkeutumisesta Päivänevan prosessilaitoksen alueella, tuotannon aikainen tilanne. Yhtenäisellä viivalla piirretyt nuolet kuvaavat pintavettä ja katkoviivalla piirretyt pohjavettä. Pohjasuodolla tarkoitetaan talteen ottamatonta pohjavedeksi suotautuvaa osuutta vedestä.

9.2 Epävarmuustekijät

Jätejakeista on hyvin rajoitettu määrä tutkimustuloksia, mikä aiheuttaa jätteiden laadun arviointiin epävarmuutta.

Maalajien vedenjohtavuudesta on vain vähän mittaustietoa. Turvetuotannon aikainen kuivatus vaikuttaa pohjavesipintoihin.

Report

Kallioperän vedenjohtavuudesta on alustavaa tietoa, ja Rapasaaren tulevasta louhosalueesta on tehty mallinnus. Rakovyöhykkeistä on kaivoksen kannalta riittävä tieto. Rakovyöhykkeistä ja niiden suuntauksista voidaan tehdä oletuksia konseptualisoinnissa. Koska tämä työ ei sisällä määrällistä laskentaa rikastushiekka-altaan tai louhekiivialueiden osalta, on tässä riittävää tiedostaa mahdollisten rakovyöhykkeiden olemassaolo ja mahdollinen vaikutus.

10 Prosessissa käytettävät kemikaalit ja niiden hajoaminen

Rikastusprosessissa käytetään erilaisia kemikaaleja, jotka saattavat kulkeutua myös rikastushiekka-altaaseen. Tässä tarkastelussa keskitytään erityisesti vaahdotuksessa käytettäviin kemikaaleihin. Keliber Oy:n mukaan emulgaattoreina mahdollisesti käytetään kahta eri, rakenteellisesti samankaltaista tuotetta. Molemmat tuotteet ovat C12-16 alkoholietoksilaatteja. Molemmat tuotteet ovat käyttöturvallisuustiedotteiden (AkzoNobel 2017, PCC Exol 2012) mukaan helposti biohajoavia. Ne ovat myös tiheydeltään vettä kevyempiä, joten niiden kulkeutuminen esim. pohjaveteen suotautumalla on erittäin epätodennäköistä.

Kokoojakemikaalina käytetään rapsiöljypohjaista tuotetta, joka em. emulgaattoreiden tavoin on biohajoavaa eikä siten aiheuta haittaa ympäristölle (Croda Europe Ltd 2008). Rikasteen sakeuttamisessa käytettävä kationinen polymeeri, jolla on suuri molekyyli massa, ei puolestaan ole suuren kokonsa vuoksi biohajoava mutta samasta syystä se ei myöskään ole helposti vesistöön tai pohjaveteen kulkeutuva (Kemira 2016).

11 Haitta-aineiden kulkeutumisriskit, johtopäätökset käsitteellisellä tasolla

11.1 Haitta-aineet

Käytettävissä olevien näytetietojen perusteella rikastushiekan metalli- ja metalloidipitoisuudet ovat pääosin pieniä eivätkä ylitä PIMA-asetuksen kynnyks- ja ohjearvoja. Myös liejun metallipitoisuudet ovat pääosin pieniä. Liejussa on kuitenkin tavattu lievästi kohonneita arseenin ja kadmiumin pitoisuuksia. Liejua on kuitenkin vain 11 massa-% rikastushiekka-alueelle sijoitettavasta aineksestä. Rikastamo (ja samoin koko Keski-Pohjanmaan litiumprovinssi) sijaitsee arseeniprovinssin sisäpuolella. GTK:n Tapir-tietokannan mukaan Päivänevan alueella arseenin keskimääräinen pitoisuus moreenissa on 8,1 mg/kg, max. 27,7 mg/kg. Kadmiumin keskimääräinen pitoisuus samalla alueella on 0,06 mg/kg ja maksipitoisuus 0,16 mg/kg (GTK TAPIR 2020). Muista tietolähteistä mainittakoon, että esimerkiksi Syväjärven pintamaissa arseenipitoisuus on 16 mg/kg (Sandberg 2015), tuotantolaitoksen alueen paikallisissa maaperän laatu tutkimuksissa arseenipitoisuus on kuitenkin ollut korkeimmillaan vain 7 mg/kg. Käytettävissä olevan tiedon nojalla rikastushiekka-altaalle sijoitettavan aineksen ei kokonaisuudessaan oleteta poikkeavan ratkaisevasti arseenipitoisuudeltaan ympäröivän alueen maaperästä. VNa 214/2007.

Report

Kokonaispitoisuuksien lisäksi myös rikastushiekan ja liejun sisältämien aineiden liukoisuudet ovat pääosin pieniä ja liukoisuudet kaatopaikka-asetuksen raja-arvot (vertailuarvo, ei kaivannaisjätteen luokitteluperuste). Kontaktiliukoisuudesta kuvaa jätejaetta kuitenkin vain sen nykytilanteessa. Jätehuoltosuunnitelman (Ramboll Finland Oy 2018b) mukaan kokonaisrikkipitoisuus rikastushiekassa on erittäin alhainen (noin 0,01%). Tämä tarkoittaa myös sulfidisen rikin alhaista pitoisuutta ja sitä, että metalleja ei pitkällä aikavälillä vapautuisi merkittävästi myöskään hapettumisreaktioiden kautta. Typen tai fosforin esiintymisestä rikastushiekassa, liejussa tai näiden suotovedessä ei ole käytettävissä tietoa. Typen pienimuotoista esiintymistä voidaan pitää jokseenkin todennäköisenä, sillä räjähdysainejäämiä voi esiintyä myös prosessoidun materiaalin suotovesissä. Rikastusprosessissa käytettävät kemikaalit ovat joko biohajoavia tai suuren molekyylikokonsa vuoksi eivät ole helposti kulkeutuvia. Rikastushiekka-altaaseen joutuessaan kemikaalit joko hajoavat tai jäävät pieninä pitoisuuksina rikastushiekan joukkoon. Kummassakin tapauksessa riski haitta-aineiden kulkeutumiseen on erittäin pieni.

Prosessivetenä oletetaan käytettävän raakavettä. Mikäli osa prosessivedestä tulisi jossain toimintavaiheessa louhosvedestä, sen oletetaan läpikäyvän saman vesienkäsittelyprosessin kuin muukin raakavesi. Näin ollen mahdollisella myöhempien louhintavaiheiden louhosveden suolaisuudella ei oleteta olevan vaikutusta rikastushiekka-altaalle kulkeutuvan prosessiveden laatuun.

11.2 Kulkeutumisriski maaperässä

Rikastushiekka-altaan pohjarakenteena toimii luontainen tai rakennettu turvekerros. Kerroksen arvioitu vedenläpäisevyys on 10^{-9} ... 10^{-10} m/s. Rikastushiekka-altaan suotovesiä kerätään talteen patojen taakse kaivettavien suoto-ojien avulla. Tuotannon aikana suotovesien talteenottoaste säädetään mahdollisimman korkeaksi suotovesiojien avulla. Suotovedet kerätään suotovesiojista yhteen tasausaltaaseen alueen länsipäähän, johon järjestetään vedenlaadun tarkkailu. Vedenlaadun perusteella suotovedet pumpataan joko prefloat-altaaseen tai rikastushiekka-altaaseen (AFRY Finland Oy 2020). Sulkemisen jälkeen suotovesien talteenotosta vähitellen luovutaan, mutta myös gradientti pienenee vesipinnan aletessa altaassa. Myös peiterakenteet vähentävät ja tasaavat imeytymistä osaltaan.

Alueen maaperä käsittää pääosin hiekkaista silttistä ja silttistä hiekkamoreenia ja pinnalla on paikoin turvetta. Joitakin yksittäisiä vettä paremmin johtaviakin maakerroksia hankealueella esiintyy. Tässä vaiheessa pohjamoreenin K-arvon voidaan arvioida olevan luokkaa 10^{-7} m/s. Jos suotovesien keskeiseksi kulkeutumisreitiksi oletetaan maaperä, mahdolliset ympäristöön suotautuvat vedet kulkeutuisivat pääosin etelään/lounaaseen päin kohti Näätingiojaa. Rikastushiekan haitta-ainepitoisuudet ovat käytettävissä olevan tiedon perusteella pieniä (kappaleet 7 ja 11.1). Myöhempien

Report

louhintavaiheiden louhosveden suolaisuudella ei oleteta olevan vaikutusta rikastushiekka-altaalle kulkeutuvan prosessiveden laatuun.

Kiertovesialtaiden pohjalle mahdollisesti kerääntyvän lietteen on päätelty olevan ominaisuuksiltaan rikastushiekkaa vastaavaa. Näin ollen liejun kokonaispitoisuudet ja liukoisuudet ajatellaan olevan pieniä. Olettaen, että maaperä olisi suotovesien pääasiallinen kulkeutumisreitti, kiertoovesialtaalta mahdollisesti ympäristöön suotautuva vesi kulkeutuisi todennäköisesti myös Näätinkiojaa päin. Prefloat-altaan pohjalle rakennetaan erillinen pohja- ja eristerakenne, joten suotovesien ei arvioida leviävän ympäristöön. Prefloat-altaan alueella pohjavesien virtaussuunta on etelään päin kohti Näätinkiojaa.

Rikastushiekkan varastoaltaalta todennäköisesti suotautuu vettä alapuolisiin maakerroksiin jonkin verran enemmän kuin tällä alueella suotautuisi luonnontilaisissa olosuhteissa. Suotautumisen määrästä saadaan lisätietoa suunnittelutyön tarkentuessa. Pohjaveden virtausnopeuksien arviointi vaatisi joko analyttisen laskennan tai yksinkertaistetun numeerisen mallin laskennan. Molemmat vaihtoehdot tarvitsisivat syötetiedoiksi maakerrosten ja pintakallion vedenjohtavuusarvion. Rikastushiekka-altaan aiheuttama topografian muutos synnyttää hydraulisen gradientin, joka eteläosassa aluetta suuntaa pohjaveden virtausta edelleen etelää ja Näätinkiojaa kohti. Virtaukset suuntautuvat Näätinkiojaa pitkin Köyhäjoen suuntaan.

11.3 Kulkeutumisriski kallioperässä

Haitta-aineiden kulkeutumisriskien tunnistaminen kallioperän osalta on kohteessa haasteellista, johtuen olemassa olevan tiedon vähäisestä tarkkuustasosta. Kallioperässä kulkeutumisriskit ovat merkittävimmillään kallioperän rikkonaisimmista osista, jolloin topografian merkitys virtaussuuntiin on vähäisempi kuin maaperässä. Toki kallioperässäkin paine-ero säätelee virtauksia. Tyypillisesti rakoilu on runsainta kallion pintaosissa, kuten Päivänevan alueella tehdyistä kairauksistakin voidaan havaita. Peitteisessä kohteessa kallioperän ominaisuuksien määrittäminen perustuu alueellisen geofysiikan mittauksiin ja kairauksiin. Kohteesta on käytävissä pääosin lentomittausten informaatiota, ja jonkin verran täydentäviä VLF-R mittaustuloksia, mikä antaa hiukan tarkemman käsityksen kaivoksen alueelta ja vain yleisluonteisen käsityksen Päivänevan eteläosan alueesta.

Päivänevan alueelta ei ole mittaustietoa kallioperän vedenjohtavuudesta. GTK on kuitenkin tehnyt slug-testejä ja pumppauskokeita kairareijissä Rapasaaren louhoksen alueella. Testatuissa rei'issä K-arvo vaihteli välillä $9,8 \cdot 10^{-8} - 1,4 \cdot 10^{-6}$ m/s. Keskimääräiseksi hydrauliseksi johtavuudeksi saatiin K-arvo $4,6 \cdot 10^{-7}$ m/s. GTK:n kalliolaatuluokituksen mukaan alueen kallioperän laatu on Luokkaa C (melko rikkonaista, keskimäinen viidestä luokasta). Luokituksen kattavuus koskee koko aluetta.

Lentogeofysiikan aineistosta kivilajierot alueen länsipuolella havaitaan selvästi magneettisista ja sähkömagneettisista tuloksista (grafiittiliuskeet, mafinen vulkaniitti).

Report

Päivänevan alueella havaitaan kiillegneissin ja metagrauvakan alueella paikallista magneettisten piirteiden ja sähkömagneettisten piirteiden vaihtelua, mikä osoittaa kerros- tai juonimaisia kivilajiyksiköitä. Näiden kontakteihin liittyy tyypillisesti rikkonaisuutta. Sähkömagneettisten tulosten perusteella Päivänevan alueella on paksut maapeitteet ja mahdollisesti rapautunutta pintakalliota, ja viitteitä kallioperän rikkonaisuusvyöhykkeistä. Kiilleliuskeen ja kiillegneissin kontaktiin tulkittu siirros havaitaan selvästi sähkömagneettisista mittaustuloksista. Maan pinnalla toteutetuista VLF_R mittauksista tulkitut rikkonaisuusviitteet on hyödynnetty kaivoksen hydrogeologisen simuloinnin yhteydessä. Päivänevan eteläosassa mittaustuloksista on vain yksi. Tulokset osoittavat, että rikastushiekka-altaan kohdalla on kallioruhje, GTK:n arvioimana sen suuntaus on NW-SE. Kattavan mittaustiedon puuttuessa ruhjesuuntaus voi olla myös magneettisen mittauksen osoittama N-S. Mahdollisten suotovesien päätyessä kallioperään saakka ruhje aiheuttaa haitta-aineiden kulkeutumisriskin kohti etelää.

Rikastushiekka-altaan kohdalle on malmiesiintymien sterilointia varten kairattu syväkairareikiä. Niiden perusteella kallio on rakoillut tyypillisesti, siten että rikkonaisuuteen viittaavaa matalan RQD:n lävistyksiä esiintyy etenkin kallion pintaosassa mutta myös syvemmillä. Mahdollisia ruhjeita ei ole mallinnettu tai tarkasteltu geometrisina kappaleina. Ruhjeiden olemassaolo on alueellisen geofysiikan aineiston perusteella todennäköinen.

11.4 Reaktiot mahdollisilla kulkeutumisreiteillä

Kulkeutumisriskien kannalta keskeisin haitta-aine on käytävissä olevan tiedon mukaan liejussa oleva arseeni. Liejun määrä on kuitenkin vain 11 massa-% rikastushiekka-altaalle sijoitettavasta materiaalista. Arseenin voidaan olettaa olevan rikastushiekassa joko alkuperäisenä arseenikiisu-mineraalina tai mikäli kiisut ovat jo (jossain vaiheessa) hapettuneita, arseenia voi olla sitoutuneena rauta- ja alumiinisaostumiin. Liukoisuudet kontaktiliukoisuustestissä olivat alhaisia ja alkuperäisen mineraalin läsnäoloa voidaan pitää hieman todennäköisempänä vaihtoehtona. Mikäli arseeni on kiisumineraalin osana, sen vapautumista säätelevät mm. hapen tai muiden hapettimien saatavuus, biologinen toiminta ja lämpötila. Eri louhoksista peräisin olevassa malmassa on vaihtelevasti arseenia, Rapasaaressa enemmän kuin Syväjärvellä. Rikastusprosessissa arseeni kulkeutuu valtaosin pre-float -jakeeseen eikä itse rikastushiekkaan tai sen kanssa läjitettävään liejuun. Näin ollen eri malmien vaikutuksen rikastushiekka-altaan mahdollisten suotovesien koostumukseen arvioidaan olevan vähäistä tai kohtalaista.

Arseenin liikkuvuus ei edellytä happamia olosuhteita, vaan se pysyy liukoisena hyvin myös emäksisissä tai neutraaleissa olosuhteissa. Niinpä rikastushiekka-alueen oletettu vähäinen happamuus ei periaatteessa rajoita arseenin kulkeutumisriskejä, kuten se rajoittaisi useimpien metallien kulkeutumisriskejä.

Report

Hapellisissa vesissä arseenin esiintymismuodot ovat todennäköisesti arsenaatteja. Lähellä maanpintaa liikkuvissa suotovesissä arseenin määrää säätelevät lähinnä saveksen sekä alumiini- ja rautasaostumien läsnäolo sekä happamuus. Suoympäristössä happamuus voi periaatteessa vähentää liikkuvuutta, mutta arseeni voi pysyä suhteellisen helppoliukoisissa muodoissa myös lievästi pelkistävässä olosuhteissa. Periaatteessa kuitenkin soiden (tai lampienkin) pohjasedimenteissä ja pohjan tai välikerrosten rautasaostumissa voi tyypillisesti tapahtua arseenin pidättymistä. Hapettomissa kalliopohjavesissä myös arseenin pelkistyneimmät muodot, mukaan lukien arsenidianionit ovat mahdollisia. Arseenin reduktio on todennäköisimmillään kulkeutumisreittien alkupäässä maaperän hienojakoisimmissa osissa tai rauta-/alumiinisaostumien tuntumassa. On kuitenkin huomattava, että lähtömateriaalissa arseenipitoisuus ei poikkea suuresti ympäröivän alueen pitoisuuksista.

Mahdollisesta typen (nitraattitypen) läsnäolosta todettakoon, että typen poistumista kaasuna denitrifikaation välityksellä ei voida pitää todennäköisenä rikastushiekka-altaalla, missä orgaanista ainesta ei ole saatavilla mikrobitoiminnan käyttöön ja tyypipitoisuudet eivät yleensä ole erityisen korkeita. Merkittävimmät typen reduktiot ovat odotettavissa mahdollisilla kulkeutumisreiteillä turvemailla, missä reduktio toimii parhaimmin lämpimimpinä vuodenaikoina.

11.5 Riskiskenaarioiden vaikutuksista

Jopa silloin, kun läjitettävä materiaali ei juuri poikkea ympäröivän alueen maaperästä ja suotovesien haitta-ainepitoisuudet ovat hyvin pieniä, esimerkiksi suotovesien metalleja voi periaatteessa kertyä jossain määrin alueen lähilampien vesiin ja pohjasedimentteihin. Niinpä eräs tarkkailujen tavoitteista onkin arvioiden tarkistaminen ja varmistaminen ja mahdollisten lisätoimenpidetarpeiden varhainen tunnistaminen. Pintavesistöt, joihin mahdolliset suotovedet kulkeutuvat, on arvioitu YVA-ohjelmassa herkkydeltään vähäisiksi, jolloin suotovesien vaikutusten merkittävyys on pienempi kuin tilanteessa, jossa vastaanottava vesistö olisi erityisen herkkä. Vedet kulkeutuvat lopulta Näätinkiojaan, johon myös puhdistetut jätevedet aiotaan purkaa. Näin ollen suotautuvat vedet eivät tässä raportissa esitettyjen lähtötietojen perusteella leviä uusille herkille vesistöalueille.

11.6 Johtopäätökset ja tiivistelmä

Olemassa olevan tiedon käsitteellisen tarkastelun johtopäätökset:

- Alustavasti, riskejä haitta-aineiden kulkeutumisesta voidaan pitää suhteellisen vähäisinä, ensisijaisesti rikastushiekkan alhaisten metalli-/metalloidipitoisuuksien takia.
- Prosessivetenä oletetaan käytettävän raakavettä. Mikäli osa prosessivedestä tulisikin jossain toimintavaiheessa louhosvedestä, sen oletetaan läpikäyvän saman vesienkäsittelyprosessin kuin muukin raakavesi. Louhoksen alueella kairareikien näytteistä on todettu veden olevan suolaista. Näin ollen mahdollisella myöhempien louhintavaiheiden louhosveden suolaisuudella ei oleteta olevan vaikutusta rikastushiekka-altaalle kulkeutuvan prosessiveden laatuun.

Report

- Maaperän moreeni- ja turvekerrokset voivat osaltaan rajoittaa suotovesien virtausta, mutta niillä on tarvittaessa todennäköisesti merkitystä myös esimerkiksi arseenin pidättäjänä tai typen reduktiossa.
- Alueen kallioperää koskevat tiedot viittaavat keskimääräiseen rakoiluun. Kallion pintaosa on runsaammin rakoillutta ja siten paremmin vettä johtavaa kuin kallio syvemmällä.
- Päivänevan eteläosassa on GTK:n VLF-R mittausten sekä valtakunnallisen geofysiikan lentomittauksen perusteella rikkonaisuutta, jonka jatkuvuus voi olla joko magneettisten kivilajivaihteluun viittaavien kulun suuntainen N-S tai VLF-R tulkintojen (yhden linjan) perusteella esitetty NW-SE. Rikastushiekka-altaan kohdalle on tulkittu yksittäisiä ruhjeviitteitä geofysiikan aineiston ja kairausten perusteella. Ruhjeisuuden sekä pintarikkonaisuuden ja rapauman merkitys vedenjohtavuudelle ja kulkeumalle on hyödyllistä huomioida. Maapeitteen ollessa keskimäärin 10 m ja maksimissaan jopa 20 m moreenia alueella, maa- ja kallioperän hydrogeologinen vuorovaikutus on hidasta.
- Rikastushiekka-altaan toiminnan aikana ja sulkemisen jälkeen suurimmat kulkeutumisriskit liittyvät veden luonnolliseen virtaussuuntaan kohti Näätinkiojaa.
- Kulkeutumisriski on olemassa mahdollisten haitta-aineiden päästessä turvepohjan läpi (hitaasti) maakerrokseen, maakerrosten ollessa paksut ja gradientin pieni virtaus on hidasta.
- Mikäli haitta-aineita kulkeutuu myös kallioperään, kallion pintaosan rikkonaisuuden ja mahdollisten ruhjeiden aiheuttama kulkeutumisreitti on myös mahdollinen.

12 Lähdeluettelo

AFRY Finland Oy 2020. Päivänevan allasalueen yleissuunnitelma, Yleispiirteinen suunnitelmaselostus.

GTK, 2016. Kalliopohjaveden virtauksen tutkiminen Vionnevan Natura 2000-alueelta Rapasaaren louhokseen.

GTK TAPIR 2020. Taustapitoisuusrekisteri. Tiedot poimittu 23.9.2020. <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>

GTK 2020. Bedrock groundwater balance, depression cone and preliminary water quality for Keliber Oy Rapasaari mine. Geologian tutkimuskeskus GTK/563/03.02/2019. 67 s.

Envineer 2020. Keski-Pohjanmaan litiumprovinssin laajennuksen YVA-ohjelma. 169 s.

Koljonen, T. (toim.) Suomen geokemian atlas, osa 2: Moreeni = The Geochemical Atlas of Finland, Part 2: Till. Geologian tutkimuskeskus 1992.