

Boliden Kevitsa Mining Oy

Käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2021



Boliden Kevitsa Mining Oy
Kevitsantie 730
99670 Petkula

Puh. 016 451 100
Fax. 016 451 111
Y-tunnus 2345699-1

www.boliden.com

BOLIDEN KEVITSA MINING OY KÄYTTÖTARKKAILUN VUOSIYHTEENVETO 2021

Päivämäärä:

Laatija: Boliden Kevitsa Mining Oy

Kansikuva: Jukka Brusila 2020

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	2
2	Kaivoksen lupatilanne	3
3	Louhosalue	5
4	Rikastamo	9
5	Rikastekuljetukset	12
6	Vesienhallinta ja vesitase	13
6.1	Pohjaveden suojapumppaus rikastushiekka-altaan A luoteiskulmalla	15
7	Ympäristöpoikkeamat	16
8	Jätehuolto	18
9	Ympäristörakenteet	21
9.1	Sivukivialueet	22
9.2	Rikastushiekka-altaat	25
9.3	ETP-altaan rikkihapon annostelukaivon korjaus	26
9.4	Urakoitsijan varikkoalue (Vainio)	26
9.5	Pima, Hartikaisen varikko	27
9.6	Kapselikivien peittäminen	28
10	Muut toiminnot	29
10.1	Pölyn hallinta	29
10.1.1	Työhygieeniset mittaukset	30
10.2	Polttoaineen jakeluasema	31
10.3	Lämpölaitos	31
10.4	Talousvesilaitos	33
10.5	Saniteettipuhdistamo	34

Liite 1. Hajapölypäästöjen hallintasuunnitelma (Boliden Kevitsa Mining Oy 2022)

Liite 2. Rikastushiekka-altaan A seurantaraportti 2020 (Golder 2022)

Liite 3. Rikastushiekka-altaan A ympäristön pohjaveden suojapumppauksen vuosiraportti 2021

Liite 4. Saniteettipuhdistamon vuosiraportti 2021 (Teollisuuden vesi 2022)

1 JOHDANTO

Kevitsan kaivoksen tuotannon laajentamisen ympäristö- ja vesitalousluvan (Nro 79/2014/1, Dnro PSAVI/144/04.08/2011, 11.7.2014) liitteen 2 mukaisesti toiminnan käyttötarkkailun on koskettava kaikkia toimintoja ja kohteita,

- jotka ovat keskeisiä vesienhallinnan sekä päästöjen ja haitallisten ympäristövaikutusten rajoittamisen kannalta,
- joista aiheutuu tai voi aiheutua melua, tärinää ja/tai päästöjä ilmaan, veteen, maaperään tai pohjaveteen ja joissa muodostuu tai käsitellään jätteitä ja
- joista voi aiheutua haitallisia ympäristövaikutuksia.

Lisäksi luvan mukaisesti käyttötarkkailussa on otettava huomioon mitä seuraavissa asetuksissa säädetään;

- Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista 24.10.2013/750
- Valtioneuvoston asetus nestemäisten polttoaineiden jakeluasemien ympäristönsuojeluvaatimuksista 27.5.2010/444

Käyttötarkkailun vuosiyhteenveto on laadittu Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti (Ramboll Finland Oy, päivitetty 16.12.2021).

2 KAIVOKSEN LUPATILANNE

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto myönsi 2.7.2009 Kevitsan kaivokselle ympäristö- ja vesitalousluvan (Nro 46/09/1). Kaivoksen rakennustyöt aloitettiin keväällä 2010 ja kaupalliseen tuotantoon päästiin elokuussa 2012. Vuosien 2013 ja 2014 aikana kaivoksen käsiteltyjä ylitevesiä johdettiin Vajukosken altaaseen Pohjois-Suomen aluehallintoviraston myöntämien määräaikaisten vesienjohtamislupien mukaisesti. Kaivokselle myönnettiin tuotannon laajentamisen ympäristö- ja vesitalouspa 11.7.2014 (Nro 79/2014/1).

Ympäristö- ja vesitalousluvan (Nro 79/2014/1) lupamääräyksen 27 mukainen hajapölypäästöjen hallintasuunnitelma sekä lupamääräyksen 29 mukainen selvitys kaivostoiminnan vaikutuksesta ilman laatuun kaivoalueen ulkopuolella. Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on selvityksistä toimitettuun hakemukseen antanut 9.12.2016 päätöksen (Nro 164/2016/1), jolla on muutettu lupamääräystä 27 ja annettu uudet lupamääräykset A-D.

Boliden Kevitsa Mining Oy jätti Pohjois-Suomen aluehallintovirastoon Kevitsan kaivoksen ympäristöluvan nro 79/2014/1 lupamääräyksen 22 mukaisen selvityksen 27.2.2015. Lupamääräyksessä vaadittiin laadittavaksi yksityiskohtainen suunnitelma vesitaseen hallitsemiseksi sekä käsiteltyjen jätevesien vesistöön johtamiseksi ja niistä aiheutuvien haittojen vähentämiseksi. Selvityksestä saatiin ratkaisu 21.4.2017. Pohjois-Suomen aluehallintovirasto muutti selvityksen perusteella ympäristöluvan 79/2014/1 lupamääräyksiä 12, 13, 14, 16, 17, 18 ja 19.

Yhtiö jätti Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle 17.8.2018 hakemuksen, joka koskee voimassa olevan ympäristöluvan muuttamista siten, että sivukivialuetta korotettaisiin 20 metriä tasoon N60 +310 nykyisen luvan mukaisesta tasosta N60+290. Pohjois-Suomen Aluehallintovirasto antoi 19.6.2019 päätöksen, minkä mukaisesti sivukivialuetta voidaan korottaa tasolle N60 +310 saakka. Päätöksessä muutettiin 2014 ympäristöluvan lupamääräyksiä 46 ja 82 sekä annettiin uusi lupamääräys 39a.

Yhtiö teki Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle 24.6.2019 ilmoituksen ympäristönsuojelulain 31 §:n mukaisesta koeluonteisesta toiminnasta, jossa Kevitsan kaivoksen toiminnassa muodostuvan öljyä sisältävän louheen ja hiekanerotuskaivolietteen puhdistamiseen testataan uutta ex situ -menetelmää. Pohjois-Suomen aluehallintovirasto antoi asiasta myönteisen päätöksen 31.7.2019. Koetoiminta jatkui vuoden 2020 loppuun saakka. Kevitsan kaivos toimitti ELY-keskukselle hyväksyttäväksi suunnitelman koetoiminnassa syntyneiden jätteiden jatkokäsittelystä ja sijoittamisesta. ELY-keskus on hyväksynyt esityksen siten, että osa massoista voidaan sijoittaa kaivoksen sivukivialueelle ja osa toimittaa muualle käsiteltäväksi. Koetoiminta-alueelta on käsitelty öljyisiä jätteitä yhteensä 300 tonnia, jotka on sijoitettu ja toimitettu jatkokäsiteltäväksi esityksen mukaisesti.

Yhtiö on toimittanut voimassa olevien lupamääräysten mukaisesti kaivoksen päivitetyn sulkemissuunnitelman ja sen perusteella tarkistetun kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman liitteineen toiminnan olennaista muuttamista koskevana lupahakemuksena Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle 31.10.2019 mennessä. Hakemus on kuulutettu ja kuulutuksessa tullessiin kommentteihin on annettu vastine sekä hakemusta täydennetty 31.12.2020 päivätyillä lisäyksillä. Lupahakemukseen ei ole saatu ratkaisua vuoden 2021 aikana.

Yhtiö teki Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle 19.5.2020 ilmoituksen ympäristönsuojelulain 31 §:n mukaisesta koeluonteisesta toiminnasta, jossa tarkoituksena on kokeilla kaivoksen päivitetyn

sulkemissuunnitelman mukaista 300 mm:n tiivismoreenikerroksen sekä kahden eri paksuisen roudalta suojaavan moreenikerroksen soveltuvuutta sivukivialueen maisemoinnissa. Koeluontoisen toiminnan tavoitteena on saada selville, täyttääkö uudessa sulkemissuunnitelmassa esitetty peittorakenne suunnitelman tavoitteet suuremmassa mittakaavassa toteutettuna ja voidaanko sivukivialueen vaiheittainen sulkeminen aloittaa kyseistä rakennetta käyttämällä. Pohjois-Suomen aluehallintovirasto antoi asiasta myönteisen päätöksen 12.6.2020. Koetoiminta jatkuu vuoden 2022 loppuun saakka.

Yhtiö on tehnyt ympäristönsuojelulain 31 §:n mukaisen ilmoituksen koeluonteisesta toiminnasta, jolla selvitetään kaivoksen sivukivialueen suunnitellun pintarakenteen rakennettavuutta ja toimivuutta. Koetoiminnassa testattava rakenne on bentoniittimaton ja lujiteverkon sekä moreenikerroksen yhdistelmä. Koetoiminnan tavoitteena on saada tietoa bentoniittimaton ja lujiteverkon muodostaman tiivistysrakenteen rakennettavuudesta ja sen pysyvyydestä tavanomaista jyrkemmässä luiskassa, jonka kaltevuus on noin 1:2,3. Bentoniittimatto ja lujiteverkko yhdessä moreenikerroksen kanssa muodostavat myös yhdistelmärakenteen, jonka hapen ja veden läpäisevyyttä ja sen vaikutusta sivukivialueelta tuleviin päästöihin selvitetään koetoiminnan aikaisella tarkkailulla. Lähtökohtaisesti koerakenteessa testataan lisäksi kahta eri bentoniittimaton ja lujiteverkon päälle tulevan moreenikerroksen paksuutta. Koetoiminta-alueen rakentaminen on valmistunut syyskuussa 2021.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto 1.3.2021 antanut vesilainmukaisen vesitalouspäätöksen (Nro 36/2021, Dnro PSAVI/499/2019), joka koskee pohjaveden pinnan alentamista suojapumppauksin rikastushiekka-altaan A ympäristössä. Lupapäätöksen mukaisesti enintään 1 500 m³/vrk rikastushiekka-altaan A luoteispuolelle sijoitetusta 12 suojapumppauskaivosta. Pumppaustavoitteisiin ei ole päästy vuoden 2021 aikana ja suojapumppauksia ollaan tehostamassa vuoden 2022 aikana.

Boliden Kevitsa Mining Oy toimitti Pohjois-Suomen Aluehallintovirastolle hakemuksen ympäristöluvan lupamääräysten tarkistamiseksi 28.12.2021.

3 LOUHOSALUE

Vuoden 2021 aikana louhintaa tehtiin kolmannen ja neljännen louhintavaiheen alueilla (Stage 3-4). Stage 3 -louhoksessa louhinta eteni vuoden aikana tasolle -6, eli aiemman Stage 2 pohjan tasolle, noin 240 metrin syvyyteen maanpinnasta, ja Stage 4:ssa tasolle +150 noin 80 metrin syvyyteen. Louhinta jakautui tasan Stage 3 ja Stage 4 välillä, mutta malmin louhinta painottui vielä selvästi Stage 3 -louhokseen, josta louhittiin noin 85 % malmista.

Vuoden 2021 kokonaislouhintamäärä oli yhteensä 33,8 Mt, mikä jäi 12 % budjetoidusta tavoitteesta. Kokonaislouhintamäärästä malmia oli 9,8 Mt ja sivukiveä 24 Mt. Kapseloitavaa sivukiveä (CW) louhittiin 2,6 Mt, normaalia sivukiveä (UNW) 10,5 Mt ja tarvekiveä (USW) 10,8 Mt. Normaalia sivukiveä ja tarvekiveä käytettiin louheena ja murskeena rakentamisessa ja teiden kunnossapitotöissä yhteensä 2,1 Mt. Tarve- ja sivukiven murskaamisessa urakoisija vaihtui kesken vuoden ja siirtyi Maansiirto Jorma Vainio Oy:ltä syyskuun alusta Snells Finland AB:lle. Tarve- ja sivukiveä murskattiin vuonna 2021 hyötykäyttäväksi yhteensä 1,00 Mt. Vuoden 2021 aikana tehtiin vähäisiä maanpoistotöitä. TSF B itäisen kuivatusojan rakennustöiden yhteydessä syntyneet leikkausmassat on sijoitettu välivarastoon ojan eteläpuolelle myöhemmin tapahtuvaa hyötykäyttöä varten. Läjitysalueelle on varastoitu moreenia, pintamaita sekä rapakalliota. Materiaalit on jaoteltu omiin alueisiin. Läjitetty kokonaismäärä on noin 57 300 m³. Massat hyödynnetään soveltuvilta osin rikastushiekka-altaan B korjausrakentamiseen.

Räjäytysten typpipäästöjä ja -jämiä pyritään minimoimaan käyttämällä räjähdysainetta, josta liukenee vain vähän typpeä, sekä panostus- ja räjäytysteknisillä toimenpiteillä. Räjähdysaineena käytettiin emulsiota, jossa nitraattiliuos on emulgoitu öljyfaasin sisään eikä siksi ole suorassa yhteydessä pohjaveteen. Räjäytysaine pumpataan letkulla suoraan porareikään, ja pumppaus pysäytetään ennen putken poistamista reiästä, jolloin panostuskentälle ei roisku emulsiota. Reikien yläpäästä jätetään 3,5-4,5 m panostamatta ja tämä osuus täytetään sepelillä, mikä ohjaa räjähdysvoiman ympäröivään kallioon, pienentää tarvittavaa räjähdysainemäärää ja saa aikaan puhtaamman palamisen. Räjähdysaineen tehokkaampaa käyttöä on edistetty asentamalla nallit emulsiopatsaassa lähemmäs optimaalista sijaintia. Tulokset näkyvät selvästi pienentyneenä raekokona, joka antaa mahdollisuuden vähentää räjähdysaineen käyttöä (ominaispanostusta) kentillä tulevaisuudessa. Myös tehokkaampaa etu-reikävälisuhdetta porauskaavioissa on testattu, missä kiven hajoamisen aiheuttavat iskuaallot saadaan paremmin ja tehokkaammin hyväksikäytettyä. Tulokset ovat olleet hyviä ja kehittämistyötä jatketaan edelleen. Rakolinjaräjätöksissä käytettävä tuote on vaihdettu räjähdysainetoimittajan vaihtumisen yhteydessä sekä panostamistapaan- ja kytkentöihin on tehty muutoksia lähtemättömien räjähteiden määrän vähentämiseksi. Digitaalisten nallien käyttö on lisääntynyt, mikä on vaikuttanut seinämäturvallisuuden paranemiseen, optimaalisempiin räjäytyksiin, ja sitä kautta päästöjen pienentymiseen. Ohiporausten vähentäminen ja muut räjäytysten optimoinnin toimenpiteet tähtäävät puhtaampaan räjäytysaineiden palamiseen, mikä näkyy suoraan typen päästöjen vähentymisenä.

Räjähdysainetoimittajana ja panostusurakoitsijana vuonna 2021 toimi pääasiassa Forcit Oy Ab. Forcit Oy Ab:stä tuli uusi Kevitsan pääasiallinen räjähdysainetoimittaja ja panostusurakoitsija vuoden vaihteessa. Tuotantoteknisistä syistä on tuotantoräjätysten lukumäärää pyritty pienentämään ja vastaavasti suurentamaan kerralla räjäytettävää kivimäärää. Tuotantoräjätysten lisäksi louhosalueella suoritettiin paljon pieniä rikko- ja kynsiräjätöksiä. Emulsioräjätysainetta käytettiin yhteensä noin 10 550 084 kg, josta Orican osuus oli 197 538 kg ja Forcitin 10 352 546 kg. Kevitsassa

käytetään kaikissa rei'issä kahta nallia ja aloitepanosta, millä pyritään varmistamaan kaikkien reikien räjähtäminen ja koko emulsiopylvään puhdas palaminen.

Vuoden 2021 aikana avolouhoksella suoritettiin tuotantoräjäytyksiä 47 päivänä ja räjäytettiin yhteensä 73 kenttää. Edellisen vuoden luvut olivat 65 räjäytyspäivää ja 109 kenttää. Keskimääräinen kenttäkoko tuotantolouhinnassa oli vuonna 2021 noin 462 000 t, kun edellisen vuoden keskiarvo oli 362 000 t.

Kaivosalueella kului yhteensä 21,7 miljoonaa litraa polttoöljyä, josta noin 83 prosenttia käytettiin kaivosyhtiön koneissa ja loput eri urakoitsijoiden toimesta. Maansiirto Vainio Oy, Arctic Infra Oy sekä Tapojärvi Oy ovat kaivosyhtiön jälkeen merkittävimmät polttoaineen käyttäjät kaivosalueella. Dieseliä kului vuonna 2021 yhteensä 2,1 miljoonaa litraa, kun edellisvuonna kulutus oli 1,8 miljoonaa litraa. Dieselin käytössä on otettu huomioon kaivoksella kevyisiin ajoneuvoihin käytetty diesel ja rikasterekkaliikenteessä kulutettu polttoaine. Dieselin kulutuksesta suurin osa oli VR Transpointin rikasterekkaliikenteestä (1,5 miljoonaa litraa). Kaivososaston tunnuslukuja, ja niiden vertailua aiempiin vuosiin on esitetty tarkemmin taulukossa 3-1.

Taulukko 3-1. Kaivososaston tunnuslukuja vuosilta 2016-2021.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
	Kokonaislouhinta (Mt)	39,6	42,5	41,4	39,9	39,5	33,8
	Louhittu malmi (Mt)	7,7	8,4	7,9	7,7	9,5	9,8
Sivukivi (UNW + CW)	Louhinta (Mt)	18,1	21,9	23,6	22,6	17,4	13,1
	Läjitys (Mt)	17,9	21,9	23,6	22,6	17,4	12,6
	Kapseloitavan sivukiven osuus (Mt)	4,4	7,4	11,6	8,9	2,5	2,6
Tarvekivi (USW)	Louhinta (Mt)	13,8	12,1	9,9	9,6	12,5	10,8
	Läjitys (Mt)	11,9	10,2	5,5	6,1	10,4	9,3
Läjitetty	Puhdas moreeni (Mt)	0	0	0	0	0	0
	Ni-moreeni (Mt)	1,1	0	1,5	1,7	0	0
	Pintamaa meluvallille (Mt)	0,3	0,12	0,1	0,3	0,04	0
Hyötykäytetty	USW & UNW (Mt)	2,1	1,9	4,4	3,5	2,1	2,1
	Puhdas moreeni (Mt)	0	0	0	0	0,2	0,02
	Ni-moreeni (Mt)	0	0	0	0	0,44	0,38
	Pintamaa	0	0	0	0	0,001	0,005
	Emulsioräjähdysaine (t)	14 559	15 818	14 086	12 920	13 850	10 550
	Räjäytetyt kentät (kpl)	189	164	169	173	109	73
	Keskimääräinen kenttäkoko (t)	209 000	259 000	245 000	231 000	362 000	462 000
	Moottoripolttoöljy* (MI)	22,6	25,3	27,5	24,8	24,3	21,7
	Dieselöljy* (MI)	0,4	1,5	2,0	2,1	1,8	2,1

*Kaivosalueella käytetyn polttoaineen kokonaismäärä, käsittää sekä rikastamon että louhoksen polttoaineen kulutuksen.

Sivukivi läjitettiin alueille 1a, 1b, 2a, 2b ja 3a. Kesällä maisemoitiin koetoimintaa varten noin yhden hehtaarin alue sivukivialueen luoteisreunan luiskaa, edellisvuoden testialueen jatkona. Alue on esitetty kuvassa 3-1 ruskealla rajauksella. Tässä pilottikokeessa testataan bentoniittimaton soveltuvuutta maisemointiin kaivoksen sulkemis- ja jälkihoitosuunnitelmassa esitettyjä peittorakenteita mukailten.

Avolouhoksella on käytössä Modular Mining -tuotannon johtamis- ja seurantajärjestelmä, minkä avulla sivukiven läjitystä on mahdollista ohjata ja seurata siten, että GPS –paikannuksen perusteella sivukivikuormat on mahdollista kipata tarkasti suunniteltuun paikkaan, ja kippauspaikan koordinaatit tallentuvat kuormakohtaisesti tuotantotietokantaan. Kippauspaikkojen (läjityskohteiden) muoto ja koko ovat vapaasti valittavissa. Läjityskohteiden rajat noudattavat sivukivikasan sisäistä rakennetta siten, että yhteen kohteeseen läjitetään vain yhtä, nimeämisjärjestelmän mukaista sivukivityyppiä. Vuonna 2021 käytössä olleet sivukiven läjityskohteet on esitetty kuvassa 3-1. Kapseloitavan sivukiven läjityskohteet on merkitty kuvaan punaisella.



Kuva 3-1. Vuonna 2021 käytössä olleet sivukiven läjitysalueet (vihreällä) ja kapseloitavan kiven sijoituspaikat (punaisella rajatut alueet). Vuoden 2021 aikana maisemoitu alue, sivukivialueen 1B maisemointipilotti on rajattu ruskealla.

Kaivoksella muodostuvista sivukivijakeista on otettu vuoden 2021 aikana yhteensä noin 2390 tuotannon näytettä. Näytemäärät ja näytteiden painotetut keskiarvot ovat esitetty taulukossa 3-2. Tuotannon näytteiden lisäksi sivukivijakeista teetettiin kuukausittain näytteet, jotka tutkittiin Eurofins Labtium Oy:n laboratorioissa Kuopiossa. Näytteistä analysoitiin kuukausittain rikkipitoisuus, hiilen kokonaispitoisuus, karbonaattisen ja ei-karbonaattisen hiilenpitoisuudet, AP, NP, NPR ja joitakin alkuaineita. Lisäksi näytteistä tehtiin neljä kertaa vuodessa NAG ja ABA-testit. Sivukivijakenäytteiden tuloksia käsitellään tarkemmin sivukivijakeiden vuosiraportissa.

Taulukko 3-2. Sivukivijakeiden tuotannon näytteiden painotetut keskiarvot ja näytemäärät 2016-2021.

Sivukiviluokka	Vuosi	Määrä (Mt)	Kokonais-Ni (%)	Sulfidinen Ni (%)	Cu (%)	S (%)	Näytemäärä (kpl)
Kapseloitava sivukivi	2021	2,6	0,093	0,073	0,095	1,500	260
	2020	2,5	0,066	0,057	0,100	1,656	278
	2019	8,9	0,064	0,058	0,012	1,889	814
	2018	11,6	0,060	0,050	0,090	1,850	988
	2017	7,4	0,090	0,068	0,082	0,989	996
	2016	4,4	0,101	0,079	0,098	0,984	550
Normaali sivukivi	2021	10,5	0,095	0,068	0,081	0,652	1050
	2020	14,9	0,073	0,048	0,059	0,433	1195
	2019	13,7	0,078	0,051	0,064	0,435	2050
	2018	12,0	0,060	0,040	0,050	0,450	1401
	2017	14,5	0,087	0,057	0,069	0,475	2406
	2016	13,7	0,101	0,069	0,070	0,454	4200
Tarvekivi	2021	10,8	0,068	0,040	0,037	0,261	1080
	2020	12,5	0,065	0,029	0,025	0,191	2916
	2019	9,6	0,067	0,030	0,029	0,200	3708
	2018	9,9	0,060	0,030	0,030	0,210	1744
	2017	12,1	0,051	0,027	0,031	0,181	2447
	2016	13,8	0,063	0,035	0,027	0,166	2350

Avolouhoksen pohjoispuolella olevalla varikkoalueella on tehty huoltoja vuonna 2021. Alueella tehtiin PC8000 peruskunnostus elo-syyskuun aikana. Kyseisen koneen peruskunnostusta jatkettiin samalla alueella marraskuussa. PC5500 on ollut joulukuussa samalla alueella "stand by" tilassa. Alue on myös varastokäytössä. Koneita saadaan huoltaa avolouhoksessa imeytysmateriaalien päällä. Komatsun varikkoalueella on vuonna 2021 välivarastoitu öljyvahingoista poistettuja öljyllä pilaantuneita louheita ennen niiden toimittamista jatkokäsittelyyn. Alueella on testattu lisäksi kaivoksen toiminnassa muodostuvan öljyä sisältävän louheen ja hiekanerotuskaivolietteen puhdistamista uudella ex situ -menetelmällä.

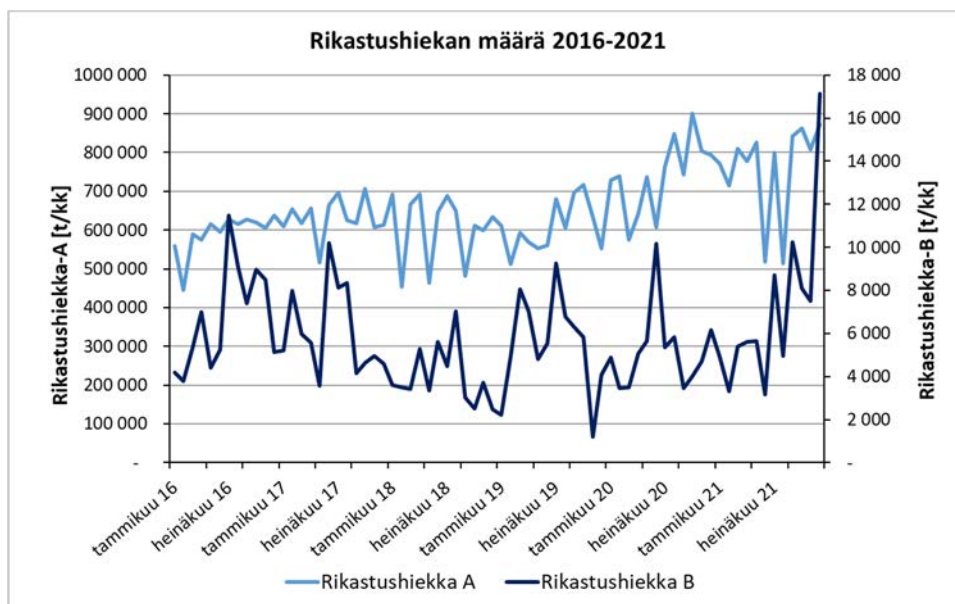
Kaivososasto ylläpitää kaikissa työvuoroissa käyttötarkkailupäiväkirjaa, johon merkitään mm. vuorossa tapahtuneet tuotantoon liittyvät asiat, ympäristö- ja turvallisuuspoikkeamat sekä koneiden viat. Käyttöpäiväkirjan ylläpidosta vastaavat vuorotyönjohtajat.

4 RIKASTAMO

Rikastamolla oli vuoden 2021 aikana yhteensä 343 tuotantopäivää. Rikastamon tuotannon laajentaminen näkyi nikkeli- ja kuparirikasteen tuotantomäärissä. Nikkelirikastetta tuotettiin noin 144 600 tonnia ja kuparirikastetta noin 117 900 tonnia, mikä oli enemmän kuin vuoden 2020 vastaavat tuotantomäärät (2020 129 100 tonnia ja 109 500 tonnia). Matalarikkistä rikastushiekkaa läjitettiin rikastushiekka-altaalle A (TSF A) yhteensä 9,1 miljoonaa tonnia, kun vuotta aikaisemmin läjitysmäärä oli 8,9 miljoonaa tonnia. Korkearikkistä rikastushiekkaa läjitettiin rikastushiekka-altaalle B (TSF B) 0,085 miljoonaa tonnia, mikä oli hieman enemmän kuin vuonna 2020 (2020 0,06 miljoonaa tonnia). Rikastamon tuotantomäärän kasvu vuonna 2021 näkyi myös sähkön ja lämmön kulutuksen kasvuna. Vuonna 2021 sähkönkulutus oli 450 GWh (2020 424 GWh). Lämmön kulutus oli vuonna 2021 36 GWh (2020 28,3 GWh). Rikastamon tunnuslukuja, ja niiden vertailua aiempiin vuosiin on esitetty taulukossa 4-1.

Taulukko 4-1. Rikastamon tunnuslukuja 2016-2021.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jauhettu malmi (Mt)	7,4	7,9	7,6	7,5	9,19	9,47
Rikastushiekka A (Mt)	7,1	7,6	7,3	7,3	8,9	9,1
Rikastushiekka B (Mt)	0,08	0,07	0,05	0,07	0,06	0,085
Nikkelirikaste (t)	120 100	138 600	145 200	104 800	129 100	144 600
Kuparirikaste (t)	80 100	110 900	109 800	80 200	109 500	117 900
Tuotantopäivien lkm	360	347	350	349	344	343
Sähkönkulutus (GWh)	349	347	335	342	424	450
Lämmönkulutus (GWh)	11,5	14,5	16,7	21,1	28,3	36
Raakaveden kulutus (Mm ³)	0,9	1,8	2,1	2,0	2,1	2,1



Kuva 4-1. Rikastushiekan A ja B läjitysmäärät kuukausittain vuosina 2016-2021.

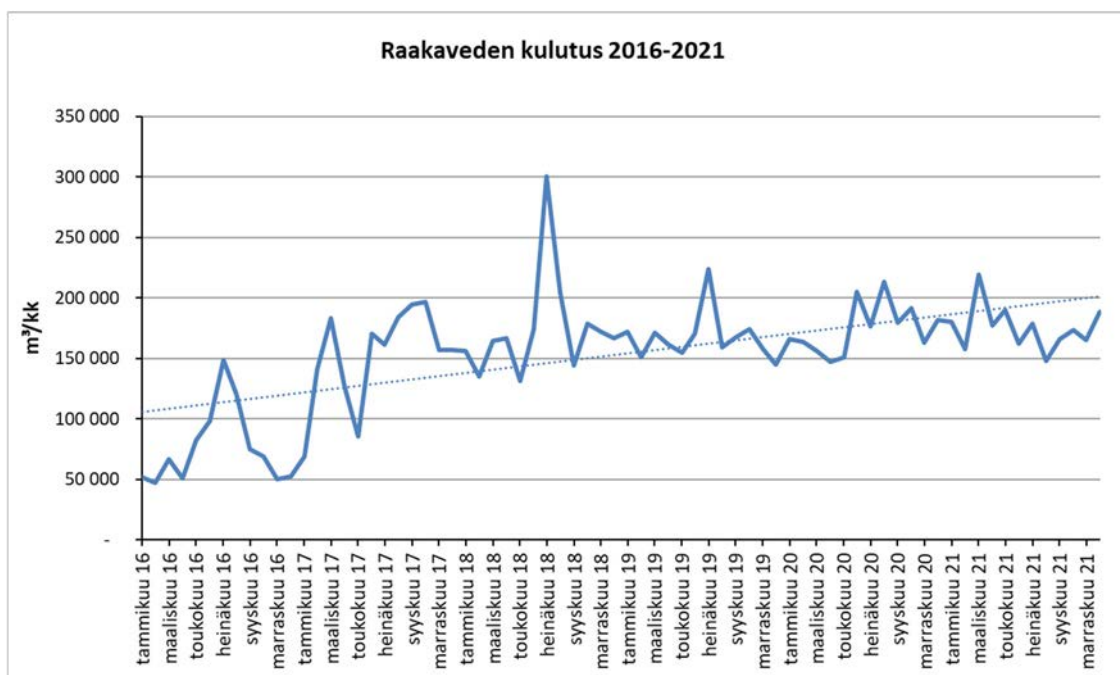
Molemmista rikastushiekkajakeista otetaan vuosittain tuotannon näytteitä noin 700 kpl. Ympäristöluvan (79/2014/1) lupamääräyksen 50 mukaisesti rikastushiekka-altaalle A sijoitettavan rikastushiekan rikkipitoisuuden on oltava tavoitearvona enintään 0,8 %. Vuosikeskiarvo oli 0,63 %

tuotannon näytteissä, joka alittaa tavoitearvon. Rikastushiekkojen tuotannon näytteiden painotetut kuukausi- ja vuosikeskiarvot on esitetty taulukossa 4-2 ja rikastushiekkojen läjitysmäärät kuukausittain kuvassa 4-1. Rikastushiekkänäytteiden tulokset on käsitelty tarkemmin raportissa Kevitsan rikastushiekkajakeiden tarkkailu (Eurofins Ahma Oy 2022).

Taulukko 4-2. Rikastushiekkojen läjitysmäärät ja näytteiden painotetut kuukausi- ja vuosikeskiarvot 2021.

Rikastushiekka A						Rikastushiekka B				
	Määrä (t)	Kuukausi ka.			Vuosi ka.	Määrä (t)	Kuukausi ka.			Vuosi ka.
		Cu (%)	Ni (%)	S (%)	S (%)		Cu (%)	Ni (%)	S (%)	S (%)
1/2020	770 849	0,02	0,05	0,54	0,54	4 914	0,32	1,61	10,37	10,37
2/2020	715 645	0,02	0,05	0,45	0,50	3 310	0,35	1,67	10,43	10,40
3/2020	810 910	0,02	0,04	0,53	0,51	5 403	0,34	1,58	11,49	10,83
4/2020	777 418	0,03	0,05	0,63	0,54	5 618	0,34	1,22	12,56	11,34
5/2020	826 003	0,03	0,07	0,53	0,54	5 640	0,37	1,87	15,20	12,21
6/2020	518 165	0,03	0,05	0,42	0,52	3 172	0,41	1,82	14,78	12,50
7/2020	799 573	0,03	0,07	0,48	0,52	8 708	0,35	1,88	14,39	12,95
8/2020	514 776	0,02	0,04	0,65	0,53	4 954	0,25	1,57	14,54	13,14
9/2020	843 510	0,02	0,04	0,93	0,58	10 242	0,16	0,95	17,83	14,06
10/2020	863 435	0,03	0,04	0,63	0,58	8 106	0,35	1,14	11,98	13,78
11/2020	809 066	0,03	0,04	0,90	0,62	7 523	0,31	1,06	13,93	13,80
12/2020	872 144	0,04	0,05	0,80	0,63	17 118	0,27	0,61	7,7	12,57

Raakaveden kulutus rikastamolla oli edellisvuoden tasolla. Vuonna 2021 raakaveden kulutus oli noin 2,1 Mm³ (2020 2,1 Mm³). Raakavettä käytetään pääasiassa myllyjen jäähdytysvetenä, mutta sitä käytetään myös tehdasalueen ja rikastushiekka-allasalueen tiestön kasteluun. Kuvassa 4-2 on esitetty raakaveden kulutus vuosina 2016-2021.



Kuva 4-2. Raakaveden kulutus vuosina 2016-2021.

Rikastamalla määrällisesti eniten käytetyt kemikaalit olivat pH:n säädössä käytetty rikkihappo, kalkki sekä vaahdotuksessa käytetyt kemikaalit SIPX ja CMC. Rikkihapon, kalkin, Aerophinen, Nasfrothin ja CMC:n käyttö prosessissa kasvoi vuonna 2021. Kemikaalien käyttömäärien kasvu johtui rikastamon tuotannon nostamisesta vuonna 2021. Vaahdotusprosessissa nikkelin kokoojakemikaalina käytetyn SIPX:n määrä vähentyi edellisvuoteen verrattuna alhaisemmista syötepitoisuuksista johtuen. Nasmin 469 kemikaalia on testattu vaahdotusprosessissa vuonna 2021 erityyppisten malmilaatujen vaahdotuksessa. Vesienkäsittelyssä käytettyjen rikkihapon sekä kalkin määrä oli pienempi prosessin optimoinnin johdosta. Kokoojakemikaaleista SEX on poistettu käytöstä vuonna 2017. Fennopol N200 valmistus on lopetettu ja tilalle otettiin ensin Superfloc A120, joka kuitenkin vaihdettiin tehokkaampaan flokkulanttiin Drewfloc 270 vuonna 2018. Rikastamalla ja vesienkäsittelyprosessissa käytettyjen kemikaalien määrät vuosina 2016-2021 on esitetty taulukossa 4-3.

Taulukko 4-3. Rikastusprosessissa ja vesienkäsittelyssä käytetyt kemikaalit vuosina 2016-2021.

Rikastusprosessi	2016 (t)	2017 (t)	2018 (t)	2019 (t)	2020 (t)	2021 (t)
pH-säätö						
Sammutettu kalkki	551	533	400	271	476	540
Rikkihappo	1 301	1 420	1 186	801	1 158	1 441
Kokoojat						
Aerohpine 3418A (Natrium-di-isobutyyliditi- tiofosfinaatti)	47	62	48	36	46	53
SEX (Natriumetyyliksantaatti)	207	89	-	-	-	-
PIAX (Kaliumisoamyyliksantaatti)	97	36	46	42	23	33
SIPX (Natriumisopropyliksantaatti)	260	363	303	286	386	277
Vaahdotteet						
Nasfroth 240/350	201	205	185	162	177	190
Flokkulantit						
Fennopol N200	0,9	3,2	-	-	-	-
Superfloc A120	3,4	3,9	2,0	-	-	-
Drewfloc 270	-	-	1,0	2,4	2,9	2,5
Muut						
CMC (Karboksimetyyliselluloosa)	398	322	259	268	370	767
Nasmin 469 (Trietyleenitetra-amiini)	24	33	25	21	-	9,2
Vesienkäsittely						
Sammutettu kalkki	331	180	68	28	117	68
Rikkihappo	72	44	11	11	47	11
Fennofloc 105 (PIX)	-	32	183	170	225	240
Flopam AN934	-	0,8	2,2	4,0	8,0	10
Kemira PAX-XL60	-	2,1	-	-	-	-

Kemikaalien pääkäytönvalvoja vastaa Kevitsan Chemsoft ylläpidosta. Uuden kemikaalin käyttöönottohakemuksen tekemisestä ja käyttöturvallisuustiedotteen lisäämisestä Chemsoftiin vastaavat alueen/rakennuksen kemikaalien käytönvalvojat. Chemsoft on Boliden-konsernin yhteinen kemikaalirekisteri, johon on koottu kaikki konsernissa käytössä olevat kemikaalit ja niiden käyttöturvallisuustiedotteet. Jokaisella Bolidenin työntekijällä on vapaa pääsy kemikaalirekisteriin.

5 RIKASTEKULJETUKSET

Kaivokselle saapuva ja lähtevä logistiikka kulkee kaikki maanteitse. Rikastekuljetuksia ajetaan arkipäivisin noin 20 kertaa päivässä. Loppuosan raskaasta liikenteestä kattaa kaivokselle saapuvat kemikaalikuljetukset ja muut lähetykset. Vuonna 2021 rikastekuljetuksista vastasi VR Transpoint. Rikastekuljetukset on suoritettu kokonaisuudessaan irtotavarakuljetuksina lokakuun 2016 jälkeen, kun rikasteen säkityksestä luovuttiin. Rikasteet ajetaan kaivokselta rekoilla Kemiin, jossa rikaste lastataan joko junaan tai laivaan. Rautateitse kuljetettava rikaste viedään Harjavaltaan Bolidenin sulatolle. Laivalla kuljetettavasta rikasteesta osa menee Ruotsiin Rönnskäriin ja osa Harjavaltaan. Myös Rönnskärin sulatto on Bolidenin omistuksessa. Satamista on junayhteys sulatoille. Kuvassa 5-1 on esitetty rikasteiden kulkureitti ja Bolidenin pohjoisen toimipisteet.



Kuva 5-1. Rikasteiden kuljetusreitit sekä Bolidenin Suomen, Ruotsin ja Norjan toimipisteet.

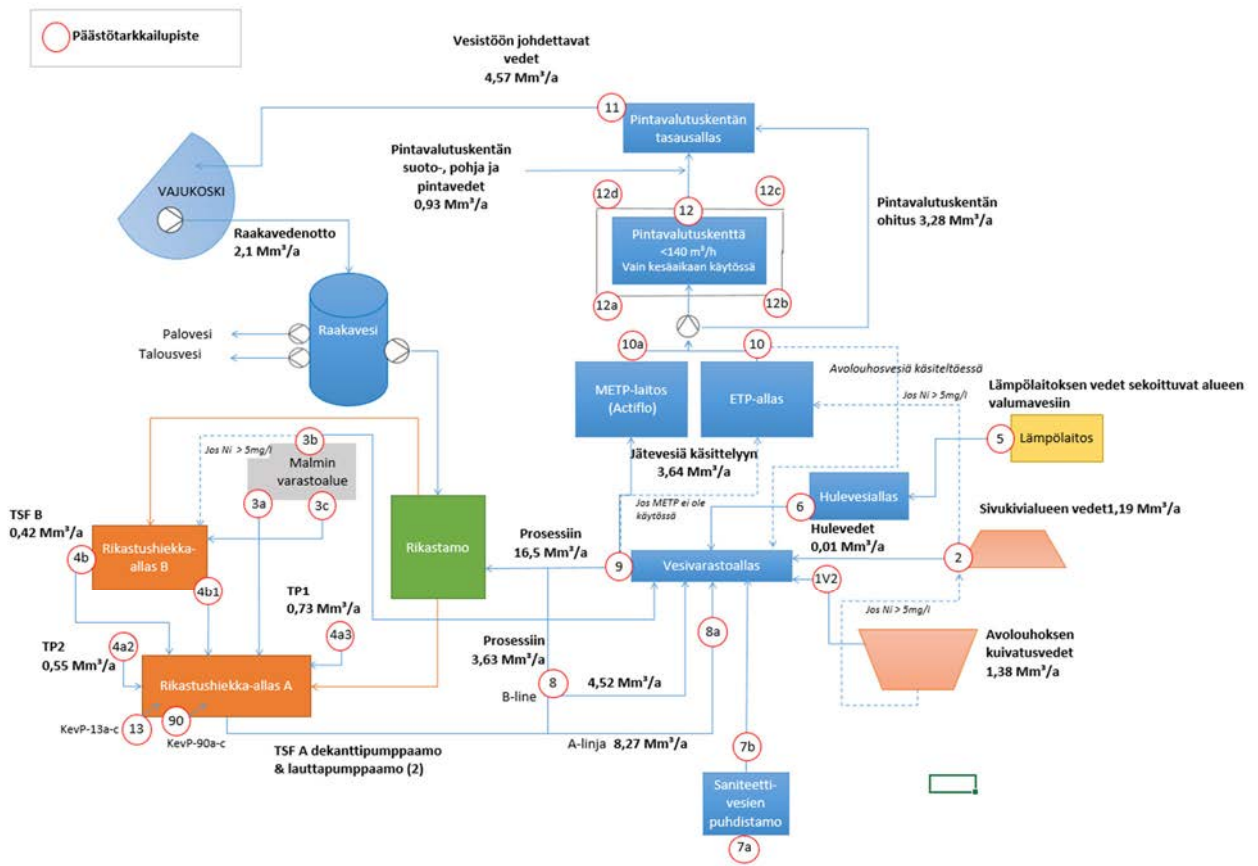
Vuonna 2021 rikastamolta lähti yhteensä 2467 kuparirikastetta ja 3030 nikkelikastetta kuljettavaa rekkaa. Ympäristöluvan (79/2014/1) mukaisesti raskasliikenne on kesäaikaan 15.6.–31.8. pääsääntöisesti hoidettava kello 06:00-22:00 välisenä aikana. Vuonna 2021 kesäaikaan ei suoritettu rikastekuljetuksia yöaikana klo 22-06. Taulukossa 5-1 on esitetty tietoja rikasteliikenteestä vuosina 2016-2020.

Taulukko 5-1. Vuosien 2016-2020 rikastekuljetukset.

Vuosi	Rikastekuljetukset (kpl)			Rikasteliikenne yöaikaan 15.6.-31.8.
	Kupari	Nikkeli	Yhteensä	
2016	1 858	3 071	4 929	0
2017	2 340	2 943	5 283	0
2018	2 287	2 995	5 882	0
2019	1 685	2 228	3 913	0
2020	2 186	2 652	4 838	0
2021	2 467	3 030	5 797	0

6 VESIENHALLINTA JA VESITASE

Kaivoksen vesitasetta on mallinnettu GoldSim-ohjelmiston avulla, millä pystytään tekemään ennusteita pitkällekin aikavälille. Lisäksi lyhyemmän ajan ennustetta varten ylläpidetään excel-mallia. Kaivoksen vesitaseesta ja sen päivittämisestä vastaa rikastamo. Kuvassa 6-1 on esitelty Kevitsan kaivoksen vesitase vuonna 2021. Taulukossa 6-1 on esitetty kaivoksen tärkeimpien vesijakeiden pumppausmääriä vuosilta 2016-2021.



Kuva 6-1. Kevitsan kaivoksen vesitase ja merkittävimpien vesijakeiden pumppausmäärät vuonna 2021.

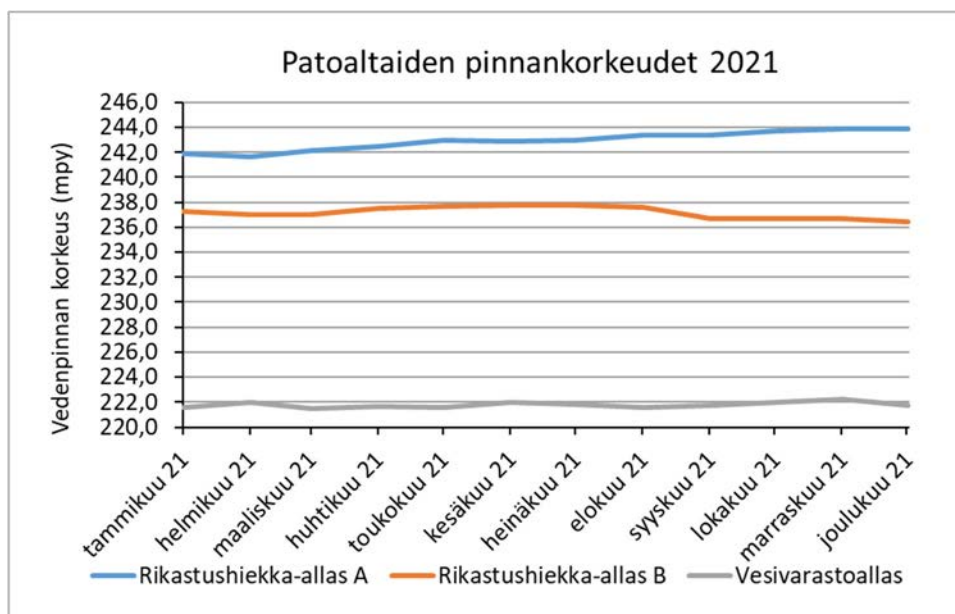
Kaivoksen raakavedenotto ja käsiteltyjen ylitevesien purkupiste sijaitsevat Vajukosken patoaltaassa Kitisessä. Kaivoksen vesikierrossa rikastushiekka-allas A ja vesivarastoallas toimivat veden varastoaltaina. Rikastushiekka-allaassa A saa ympäristöluvan mukaisesti varastoida vettä enintään 4 Mm³. Vuonna 2021 rikastushiekka-allaassa varastoitii vettä enimmillään elokuussa 1,66 Mm³ ja koko vuonna keskimäärin 1,3 Mm³ (kuva 6-2).

Kevitsa



Kuva 6-2. Rikastushiekka-altaalla A varastoidun veden määrä verrattuna luparajaan 4 Mm³.

Rikastushiekka-altaan ja vesivarastoaltaan vesipintaa seurataan automaatiojärjestelmän avulla. Lisäksi rikastushiekka-altaan A vedenpinnan korkeuden manuaalinen mittaus tehtiin pääsääntöisesti kerran päivässä kuukausittaista raportointia varten. Patoaltaiden pinnankorkeuden muutokset vuonna 2021 on esitetty kuvassa 6-3. Vedenpinnan korkeuksien lisäksi rikastushiekka-allasta A seurataan useiden erilaisten seurantainstrumenttien avulla. Instrumentaation seurantaraportti on esitetty liitteessä 2. Rikastushiekka-altaan A vedenpinta nousi vuoden 2021 aikana 1,9 metriä.



Kuva 6-3. Patoaltaiden pinnankorkeuksien vaihtelut vuonna 2021.

6.1 Pohjaveden suojauspumppaus rikastushiekka-altaan A luoteiskulmalla

Pohjaveden pinnan alentamiselle suojauspumppauksin Kevitsan kaivoksen rikastushiekka-altaan A ympäristön luoteiskulmalla on Pohjois-Suomen Aluehallintoviraston lupapäätös, Dnro PSAVI/499/2019, 1.3.2021. Suojauspumppaus aloitettiin heinäkuussa 2021. Vuoden 2021 aikana toteutettujen pumppausten tavoitteena oli rikastushiekka-altaan A suotovesien suojauspumppauksen aloituksen ja seurannan toteuttaminen.

Alueelle rakennettiin pitempiaikaisen pumppauksen aloittamiseksi neljä siirrettävää pumppausasemaa. Pumput asennettiin kaivoihin KevG-A101, KevG-A103, KevG-A104 ja KevG-A108. Kesäaikaan käytössä olivat pumppausasemien lisäksi pintapumput, joilla pumpattiin vettä max. 7 metrin syvyydestä. Lisäpumppuja oli asennettu porakaivoihin KevG-A102, KevG-A105, KevG-A107 ja KevG-A110. Lisäpumput otettiin pois käytöstä marraskuun lopulla, niiden jäätymisriskin vuoksi. Pumpattujen vesisen yhteismäärä on ollut vuoden 2021 aikana 27 956 m³.

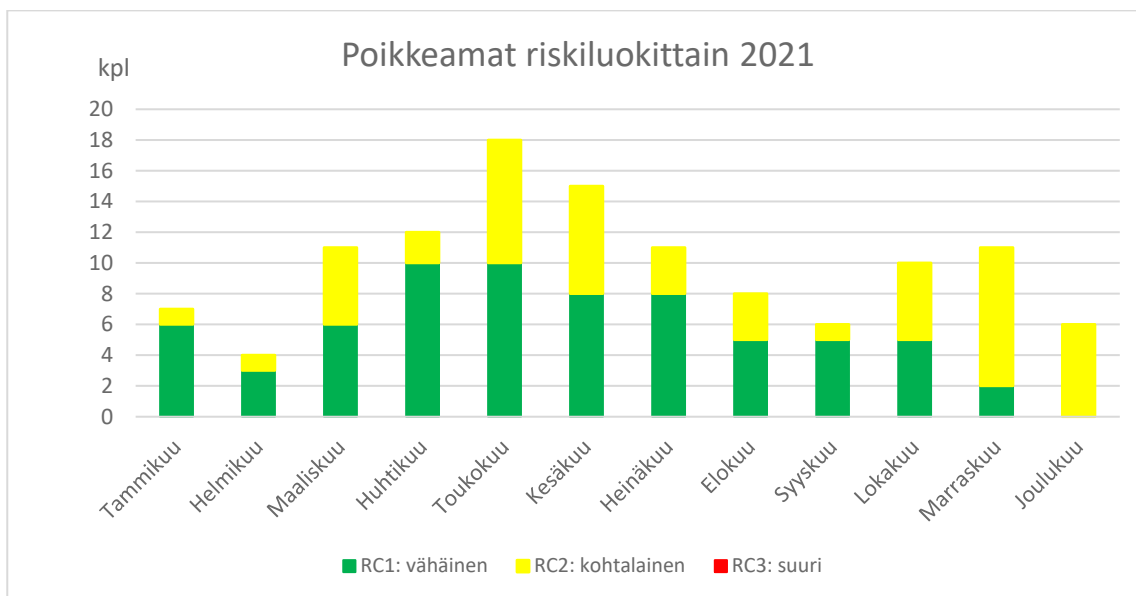
Pumpattavia suotovesiä ja suojauspumppausalueen läheisyydessä sijaitsevien pohjavesitarkkailuputkien pinnankorkeutta sekä veden laatua on seurattu suojauspumppauksille laaditun erillisen tarkkailuohjelman mukaisesti. Pumppausten tulosten perusteella on arvioitu pumppausjärjestelyn soveltuvuutta alueelle ja ko. pumppausjärjestelyillä saatavaa veden määrää. Vesianalyysitulosten tuloksin on huomioitu alueen taustapitoisuudet ja tuotannon aikaisen tarkkailun tulokset. Haitallisten aineiden pitoisuuksia verrattiin asetuksen 341/2009 mukaisiin ympäristönlaatuunormeihin. Tutkimusalueella useimpien suotovedenkeräyskaivojen ja pohjavesiputkien vesien kloridin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät ympäristönlaatuunormin vertailupitoisuuden. Vuoden 2021 aikana suojauspumppauksilla ei ole ollut vaikutusta tutkimusalueen haitallisten aineiden pitoisuuksiin. Nykyisellä pumppausjärjestelyllä ei ole saavutettu haluttua pohjavedenpinnan alenemaa suotovedenkeräyskaivoissa eikä siten riittävän merkittävää ja tehokasta suojauspumppausten vaikutusta rikastushiekka-altaan luoteiskulman ympäristön pohjavesiin. Suojauspumppausten tulokset ja rikastushiekka-altaan A luoteiskulmalla sijaitsevien pohjavesitarkkailupisteiden tulokset on esitetty tarkemmin liitteessä 3.

7 YMPÄRISTÖPOIKKEAMAT

Kaivoksella kirjattiin vuoden 2021 aikana yhteensä 127 ympäristöpoikkeamaa. Poikkeamista 77 oli ympäristövahinkoja, 36 ympäristöhavaintoja, kuusi ulkoiselta osapuolelta saatua huomautusta, yksi luparikkomus, 6 lupapoikkeamaa ja yksi positiivinen ympäristöhavainto. Vuonna 2020 poikkeamia kirjattiin 104 kappaletta ja vuonna 2019 105 kappaletta.

Kaivoksella on käytössä yhtiön sisäinen poikkeamanhallintajärjestelmä, jossa kaikki ympäristöpoikkeamat käsitellään. Centuri-poikkeamanhallintajärjestelmä oli käytössä maaliskuun loppuun, jonka jälkeen otettiin käyttöön IA- poikkeamanhallintajärjestelmä. Ympäristöpoikkeamat luokitellaan Bolidenin käytännön mukaan kolmeen riskiluokkaan RC1, RC2 ja RC3. Luokkaan RC1 ilmoitetaan poikkeamat, jotka aiheuttavat ainoastaan vähäisen riskin, ja jotka hallitaan rutiinitoimien avulla. Luokan RC2 poikkeamaksi luokitellaan tapahtumat, joilla on ainoastaan rajoitettu tai väliaikainen vaikutus maahan, veteen tai ilmaan. Luokan RC3 poikkeamat taas aiheuttavat merkittäviä ja pitkäaikaisia vaurioita ympäristöön. Luokan RC3 poikkeamia ei ole tapahtunut kaivoksen toiminta-aikana.

Vuonna 2021 kaikista poikkeamista 57 % oli luokan RC1 poikkeamia ja 43 % luokan RC2 poikkeamia (kuva 7-1). RC1 luokan poikkeamista 33 kpl oli ympäristövahinkoja ja 32 kpl ympäristöhavaintoja ja 3 lupapoikkeamaa. RC2 luokan poikkeamista 44 kpl oli ympäristövahinkoja ja 4 kpl ympäristöhavaintoja ja 3 lupapoikkeamaa.



Kuva 7-1. Luokan 1 ja 2 ympäristöpoikkeamat Kevitsassa vuonna 2021.

Edellisvuosien tapaan suuri osa kaikista ympäristöpoikkeamista liittyi öljyvuotoihin. Öljyvuotoihin liittyviä ympäristövahinkoja ja -havaintoja raportoitiin vuonna 2021 56 kpl (44 %) kaikista Centuri- ja IA-järjestelmään raportoiduista ympäristöpoikkeamista. Vuonna 2020 öljyvuotoja raportoitiin 47 kappaletta, joka oli kaikista raportoiduista poikkeamista 46 %. Öljyvuotojen seurauksena vuonna 2021 toimitettiin noin 326 tonnia öljyllä pilaantuneita maita Kemiin Savaterra Oy:lle termiseen käsittelyyn.

Huhtikuussa (6.4.2021) mitattiin Mataraojan pintavesipisteessä liukoisen nikkelin pitoisuudeksi 50 µg/l, mikä ylitti ympäristölaatu normin MAC-arvon 34 µg/l. Lisänäytteitä otettiin huhtikuun lopussa ja näytteenottoa jatkettiin toukokuussa. Rikastushiekka-altaan A suunnasta tulotien ali pintavalutus kenttää/Mataraojaa kohti viettävästä ojasta otetussa lisätarkkailunäytteessä kokonaisnikkelipitoisuus oli huhtikuun lopussa 130 µg/l. Toukokuun alussa saman pisteen pitoisuus oli laskenut tasolle 33 µg/l. Lisätarkkailunäytteitä otettiin myös Mataraojan pintavesipisteen läheisyydestä. Pitoisuudet olivat toukokuussa palautuneet normaalille tasolle pintavedessä. Pintavesipisteen läheltä lammikosta on otettu myös lisänäyte, jossa kupari ja nikkelpitoisuudet olivat lievästi koholla (nikkeli 14 µg/l ja kupari 4,7 µg/l).

Toukokuussa (26.5.2021) tapahtui polttoaineen jakeluaseman öljynerotuskaivon lähtevän veden öljypitoisuuden raja-arvon ylitys. Öljynerotuskaivoon tulevasta ja lähtevästä vesistä otettiin toukokuussa vuosittainen näyte. Lähtevän veden öljypitoisuus ylitti sille annetun raja-arvon 5 mg/l. Raja-arvon ylitys johtui öljynerotuskaivon putkilinjan kiinnityksen pettämisestä, minkä vuoksi öljynerotuskaivo ei toiminut oikein.

Lokakuussa (13.10.2021) havaittiin mobiilimurskaimilta tarvekiven murskauksen yhteydessä pölyämistä avolouhoksen alueella. Mobiilimurskaimen pölynhallinnan kastelujärjestelmästä loppui vesi ja tuulen suunta oli tapahtuma-aikaan mobiilimurskaimilta avolouhoksen suuntaan, jolloin pölyhaitta suuntautui avolouhokselle.

Rikastushiekka-altaan B itäreunalta havaittiin Kevitsavaarasta purkautuvien pohjavesien aiheuttamia pullistumia patorakenteessa vuonna 2018. Syksyllä 2018 alueelle asennettiin pohjaveden talteenotto kaivoja, joiden kautta vettä pumpaamalla pyrittiin vähentämään altaan rakenteisiin kohdistuvaa painetta. Vuonna 2019 rikastushiekka-altaan B eteläluiskanpadon rakenteessa havaittiin myös poikkeamia. Eteläpadon vaurioiden korjaamiseksi on tehty korjaussuunnitelma, joka oli tarkoitus toteuttaa kesällä 2020. Keväällä 2020 havaittiin jälleen pullistumia patorakenteen itäpadolla. Eteläpadon korjausta päätettiin lykätä ja liittää B-altaan korjaussuunnitelmaan B-altaan itäpuolen paineellisen pohjaveden hallinta. Tarkoituksena on estää patorakenteeseen kohdistuvia paineellisen pohjaveden aiheuttamia vahinkoja B-altaan alueella. B-altaan ympäristöön on asennettu lisää havaintoputkia pohjaveden vuotuisen kierron monitoroimiseksi. B-altaan korjaussuunnitelma toimitettiin Lapin ELY-keskukselle hyväksyttäväksi 31.1.2021. Kesän 2021 aikana, ns. sulamiskauden aikaan, huomattiin, että asennetuilla pohjaveden talteenotto kaivoilla ei voida varmistaa riittävän alhaista pohjaveden pintaa B-altaan eteläpäähän korjausten totuttamiseksi. Pohjaveden pinnan alentamiseksi patorakenteita vasten päätettiin edetä uuden suunnitelman mukaisesti. B-altaan ja Kevitsavaaran väliin kaivettiin ns. katkaisuoja pohjaveden talteenottoa varten ja pohjaveden paineen vähentämiseksi patorakenteisiin. Tämä katkaisuoja valmistui marraskuussa 2021. Tämän johdosta rikastushiekka-altaan B eteläpenkan korjaus siirtyi kesälle 2022.

8 JÄTEHUOLTO

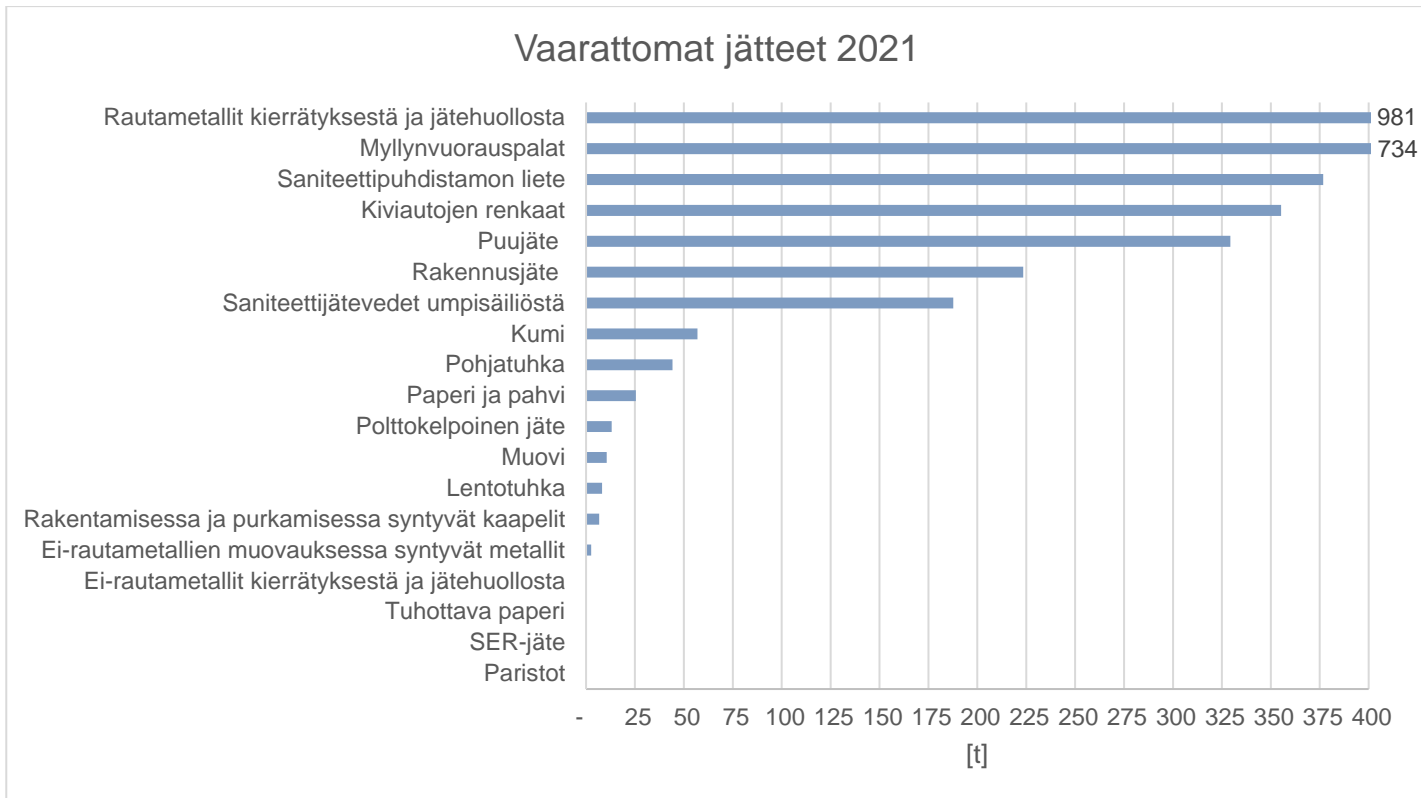
Kevitsan kaivoksella syntyneistä jätteistä lajitellaan erilleen kaikki vaaralliset jättejakeet sekä ne jättejakeet, jotka voidaan saattaa hyötykäyttöön, kierrättää materiaalina tai hyödyntää energiana tehokkaasti ja kohtuullisin kustannuksin. Polttokelpoiset jätteet toimitetaan energiahyötykäyttöön, eli jätteen sisältämä energia hyödynnetään lämpönä ja sähköinä. Rakennusjätteestä suurin osa päätyy energiahyötykäyttöön ja loput toimitetaan materiaalikierrätykseen.

Rakennusjätettä syntyi yhteensä noin 223 tonnia, mikä laski edellisvuoteen verrattuna noin 50 prosenttia. Vuonna 2021 myllynvuorauspaloja lähetettiin käsittelyyn yhteensä noin 730 tonnia kun vuonna 2020 määrä oli noin 243 t. Metallijätteitä syntyi noin 984 tonnia (2020 960 t) ja ne toimitettiin Kuusakoski Oy:lle kierrätykseen. Muovi ja kumi jätettä syntyi vuonna 2021 noin 70 tonnia, mikä oli edellisvuoteen verrattuna noin puolet vähemmän (2020 135 t).

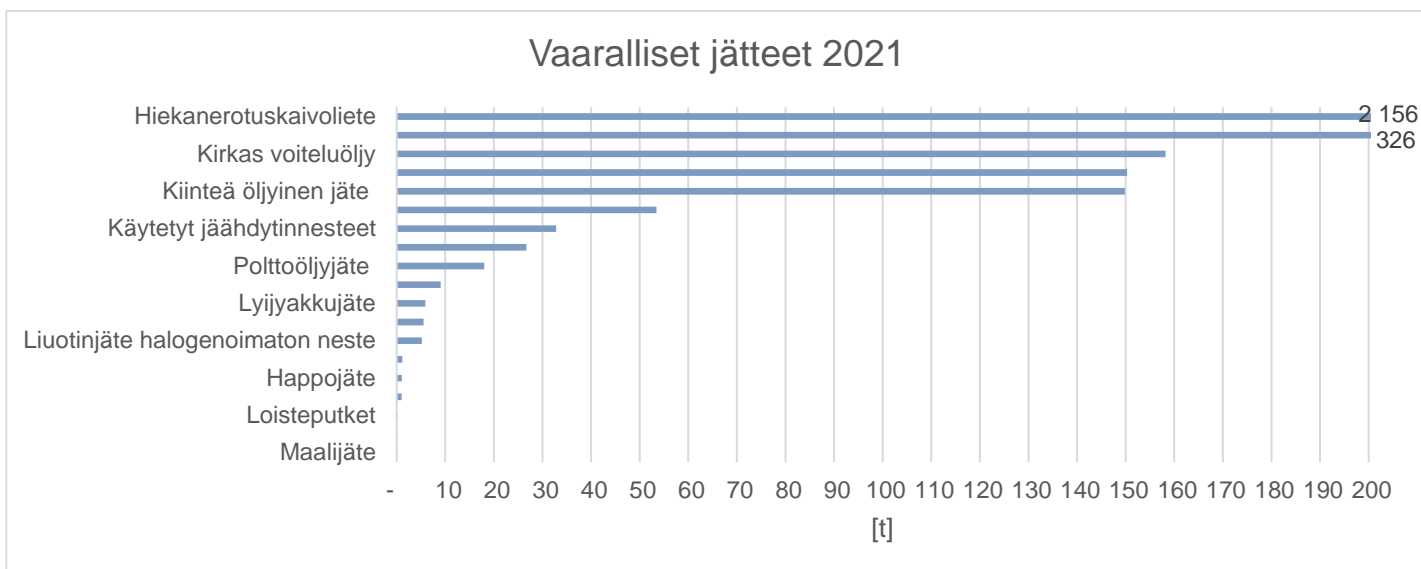
Vaarattomia jätteitä syntyi kaivoksen toiminnassa vuonna 2021 yhteensä 3400 tonnia, mikä on enemmän kuin vuonna 2020 (2900 t). Kaikista vaarattomista jätteistä noin 556 tonnia (17 %) päätyi energian hyötykäyttöön, materiaalin hyötykäyttöön 2220 tonnia (66 %) ja loppusijoitukseen 580 tonnia (17 %). Kaivoksella syntyvien vaarallisten jätteiden jatkokäsittelystä vastasi pääasiassa Stena Recycling Oy. Vaarallisia jätteitä syntyi kaivoksella hieman edellisvuotta enemmän, yhteensä noin 3100 tonnia (2020 2900 t). Jäteöljyistä kirkaat jätteöljyt (158 t) toimitettiin regenerointiin ja mustat jätteöljyt, eli käytetyt moottoriöljyt (150 t) uusiokäyttöön. Öljyvuotojen seurauksena pilaantuneet maa-ainekset kuljetettiin välivarastoitavaksi avolouhoksen pohjoispuolella olevalle varikkoalueelle ja siitä eteenpäin jatkokäsittelyyn Kemiin Savaterra Oy:lle. Vaarattomien ja vaarallisten jätteiden jakautuminen on esitetty kuvassa 8-1. Vaarattomien jätteiden jakautuminen on esitetty kuvassa 8-2 ja vaarallisten jätteiden kuvassa 8-3. Eri jättejakeiden määrän kehitys vuosina 2017-2021 on esitetty kuvassa 8-4.



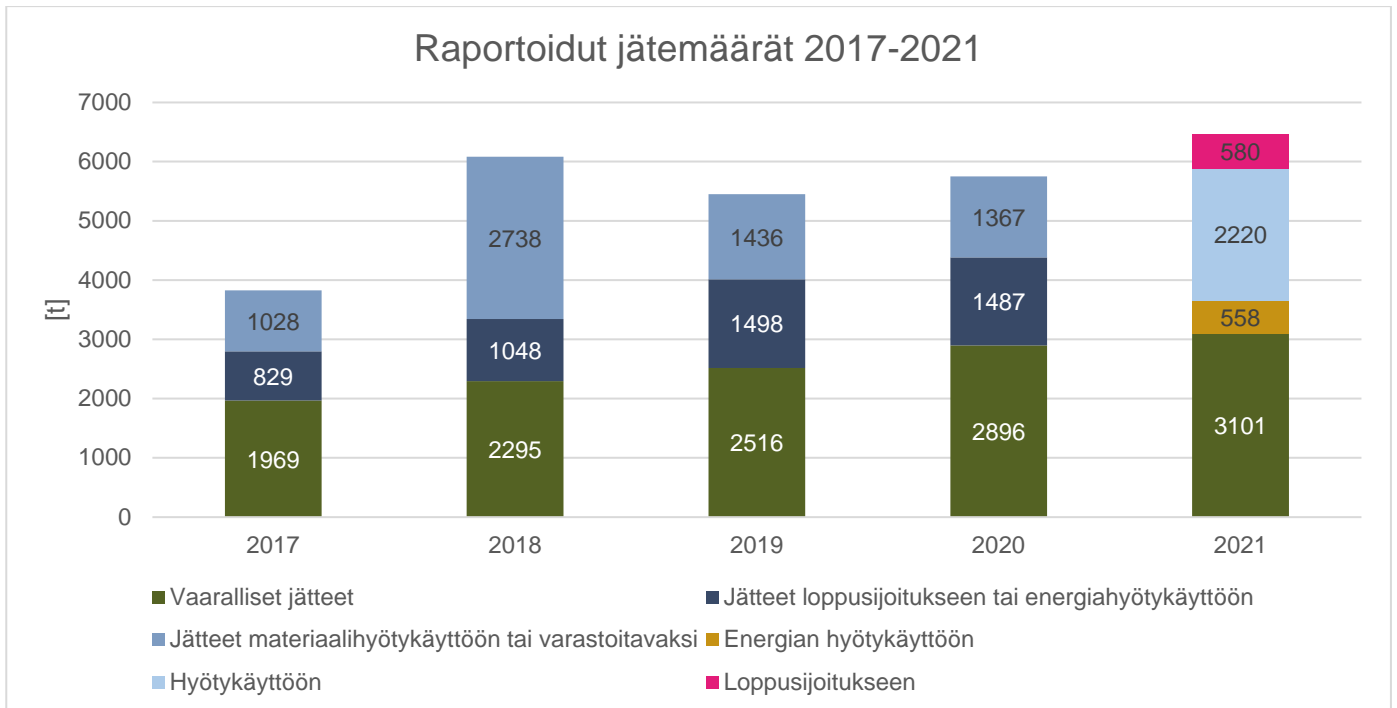
Kuva 8-1. Vaarattomien ja vaarallisten jättejakeiden jakautuminen vuonna 2021.



Kuva 8-2. Vaarattomien jätteiden jakautuminen vuonna 2021.



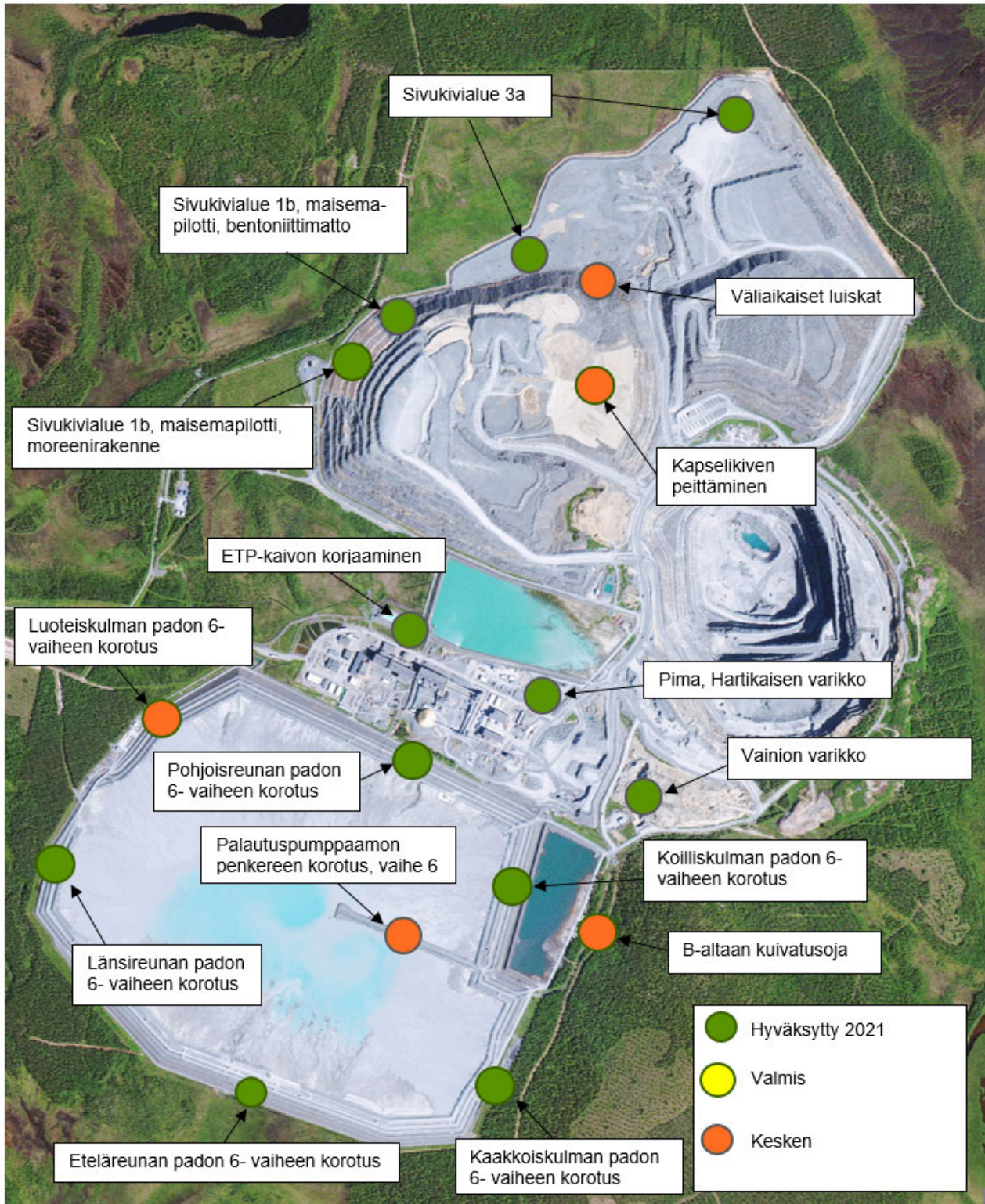
Kuva 8-3. Vaarallisten jätteiden jakautuminen vuonna 2021.



Kuva 8-4. Jätejakeiden määrän jakauma vuosina 2017-2021. Jätejakeiden raportointia uudistettiin vuonna 2021 vastaamaan jätelain mukaista etusijajärjestystä. Aiempina vuosina ei ole eroteltu materiaali- ja energiahyötykäyttöön toimitettuja jätteitä.

9 YMPÄRISTÖRAKENTEET

Vuosi 2021 jatkui edellisvuoden tapaan aktiivisesti ympäristörakentamisen kannalta. Kuvassa 9-1 on esitetty vuonna 2021 tekeillä olleet ja tehdyt ympäristörakenteet. Kaivoksen riippumattomana laadunvalvojana on toiminut syyskuusta 2014 lähtien Sitowise Oy.



Kuva 9-1. Vuonna 2020 tekeillä olleet ja tehdyt ympäristörakenteet.

9.1 Sivukivialueet

Sivukivialue 1b, maisemointipilotti, moreenirakenne

Aluehallintovirasto on antanut päätöksen 12.6.2020 Kevitsan kaivoksen sivukivialueen pintarakenteen rakennettavuuden ja toimivuuden selvittämiseen liittyvään koetoimintailmoitukseen.

Sivukivialueen 1b maisemoinnin osalta ensimmäisen vaiheen (moreenirakenteen) rakennustyöt valmistuivat loppuvuodesta 2020. Riippumattoman laadunvalvojan loppuraportti toimitettiin ELY-keskukselle 21.1.2021. Urakassa kirjattiin neljä poikkeamaa, jotka korjattiin rakentamisen yhteydessä. Riippumattoman laadunvalvojan mukaan urakan rakennekerrokset on tehty pääosin ympäristöluvan ja hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti ja eri rakennekerrosten ja rakenteiden toteutunut laatu täyttää pääosin sekä materiaalien ominaisuuksien, että työn osalta asetetut laatuvaatimukset. Lapin ELY-keskus on hyväksynyt päivämäärällä 7.6.2021 sivukivialueelle 1b rakennetun moreenirakenteisen koerakenteen rakentamisen riippumattoman laadunvalvojan loppuraportin perusteella.

Sivukivialue 1b, maisemointipilotti, bentoniittimattorakenne

Aluehallintovirasto on myöntänyt luvan 23.7.2021 Kevitsan kaivoksen sivukivialueen sulkemISRakennevaihtoehdon toiminnan selvittämiseen liittyvään koeluontoiseen toimintaan.

Sivukivialueen 1b maisemoinnin toisen vaiheen (bentoniittimattorakenne) rakennustyöt valmistuivat syyskuussa 2021. Riippumattoman laadunvalvojan loppuraportti toimitettiin ELY-keskukselle 23.11.2021. Täydennetty loppuraportti toimitettiin 9.12.2021. Urakassa todettiin kaksi poikkeamaa, jotka korjattiin rakentamisen yhteydessä. Riippumattoman laadunvalvojan mukaan urakan rakennekerrokset on tehty pääosin ympäristöluvan ja hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti ja eri rakennekerrosten ja rakenteiden toteutunut laatu täyttää pääosin sekä materiaalien ominaisuuksien, että työn osalta asetetut laatuvaatimukset. Lapin ELY-keskus on hyväksynyt päivämäärällä 16.12.2021 sivukivialueelle 1b rakennetun bentoniittirakenteisen koerakenteen rakentamisen riippumattoman laadunvalvojan loppuraportin perusteella.



Kuva 9-2. Maisemoinnin bentoniittimattoalue (vasemmalla) liittyy tiivismoreenialueeseen

Sivukivialue 3

Lapin ELY-keskus on hyväksynyt 4.2.2019 sivukivialueen 3 rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmat.

Sivukivialue 3a vaiheen 3 (16,3 ha alue) riippumattoman laadunvalvonnan loppuraportti on toimitettu ELY-keskukselle 10.3.2021. Urakassa kirjattiin 11 poikkeamaa, jotka korjattiin rakentamisen yhteydessä. Riippumattoman laadunvalvojan mukaan urakan rakennekerrokset on tehty pääosin ympäristöluvan ja hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti ja eri rakennekerrosten ja rakenteiden toteutunut laatu täyttää pääosin sekä materiaalien ominaisuuksien että työn osalta asetetut laatuvaatimukset. Lapin ELY-keskus on hyväksynyt esitetyt laadunvalvonta-asiakirjat sekä alueen käyttöönoton 20.5.2021.

Sivukivialue 3a vaihe 4 eli ylempi esikonsolidointikerros ja bentoniittimaton louherakenteinen suojakerroksen riippumattoman laadunvalvonnan loppuraportti on toimitettu ELY-keskukselle 10.5.2021. Urakassa ei kirjattu poikkeamia ja riippumattoman laadunvalvojan mukaan urakan rakennekerrokset on tehty ympäristöluvan ja hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti ja eri rakennekerrosten ja rakenteiden toteutunut laatu täyttää sekä materiaalien ominaisuuksien, että työn osalta asetetut laatuvaatimukset. Lapin ELY-keskus on hyväksynyt esitetyt laadunvalvonta-asiakirjat sekä Sivukivialue 3a vaiheen 4 (ylempi esikonsolidointikerros ja bentoniittimaton louherakenteinen suojakerros) käyttöönoton 20.5.2021.



Kuva 9-3. Sivukivialue 3a vaihe 4 eli ylempi esikonsolidointikerros ja bentoniittimaton louherakenteinen suojakerros

9.2 Rikastushiekka-altaat

Rikastushiekka-altaan A korotus (vaihe 6)

Lapin ELY-keskus on 12.5.2020 hyväksynyt padonkorotuksen vaiheita 6 ja 7 koskevat rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmat.

Rikastushiekka-altaan A korotus (vaihe 6) toteutetaan useassa osassa. Näistä neljä on joko hyväksytty käyttöön tai valmistunut vuoden 2021 aikana. Jokaisesta osasta on laadittu oma riippumattoman laadunvalvonnan loppuraportti.

Rikastushiekka-altaan A länsireunan ja koilliskulman padon korotus (vaihe 6)

Paaluvälien 2020-2670 (koilliskulma) ja 5380-5950 (länsireuna) korotus on valmistunut joulukuussa 2020 ja riippumattoman laadunvalvonnan loppuraportti on toimitettu ELY-keskukselle 22.12.2020. Urakassa todettiin yksi poikkeama. Riippumattoman laadunvalvojan mukaan urakan rakennekerrokset on tehty pääosin ympäristöluvan ja hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti ja eri rakennekerrosten ja rakenteiden toteutunut laatu täyttää pääosin sekä materiaalien ominaisuuksien, että työn osalta asetetut laatuvaatimukset. Lapin ELY-keskus on hyväksynyt esitetyt laadunvalvontasiakirjat sekä länsi- ja koillispadon korotuksen käyttöönoton 26.1.2021. Kuvassa 9-4 on rikastushiekka-altaan A vaiheen 6 märän puolen luiskan eroosiosuojausta.



Kuva 9-4. Rikastushiekka-altaan A vaiheen 6 märän puolen luiskan eroosiosuojausta.

Rikastushiekka-altaan A kaakkoispadon korotus (vaihe 6)

Paaluvälin 2750-3460 korotus on valmistunut maaliskuussa 2021 ja riippumattoman laadunvalvonnan loppuraportti on toimitettu ELY-keskukselle 10.3.2021. Urakassa todettiin yksi poikkeama, joka korjattiin rakentamisen yhteydessä. Riippumattoman laadunvalvojan mukaan urakan rakennekerrokset on tehty pääosin ympäristöluvan ja hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti ja eri rakennekerrosten ja rakenteiden toteutunut laatu täyttää pääosin sekä materiaalien

ominaisuuksien, että työn osalta asetetut laatuvaatimukset. Lapin ELY-keskus on hyväksynyt esitetyt laadunvalvonta-asiakirjat sekä pohjoispadon korotuksen käyttöönoton 27.4.2021.

Rikastushiekka-altaan A eteläpadon korotus (vaihe 6)

Paaluvälin 3460-5380 korotus on valmistunut heinäkuussa 2021 ja riippumattoman laadunvalvonnan loppuraportti on toimitettu ELY-keskukselle 23.7.2021. Urakassa todettiin neljä poikkeamaa, jotka korjattiin rakentamisen yhteydessä. Riippumattoman laadunvalvojan mukaan urakan rakennekerrokset on tehty pääosin ympäristöluvan ja hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti ja eri rakennekerrosten ja rakenteiden toteutunut laatu täyttää pääosin sekä materiaalien ominaisuuksien että työn osalta asetetut laatuvaatimukset. Lapin ELY-keskus on hyväksynyt esitetyt laadunvalvonta-asiakirjat sekä pohjoispadon korotuksen käyttöönoton 25.8.2021.

Rikastushiekka-altaan A pohjoispadon korotus (vaihe 6)

Paaluvälin 940-2020 korotus on valmistunut marraskuussa 2021 ja riippumattoman laadunvalvonnan loppuraportti on toimitettu ELY-keskukselle 22.11.2021. Urakassa ei todettu poikkeamia. Riippumattoman laadunvalvojan mukaan urakan rakennekerrokset on tehty ympäristöluvan ja hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti ja eri rakennekerrosten ja rakenteiden toteutunut laatu täyttää sekä materiaalien ominaisuuksien että työn osalta asetetut laatuvaatimukset. Lapin ELY-keskus on hyväksynyt esitetyt laadunvalvonta-asiakirjat sekä pohjoispadon korotuksen käyttöönoton 4.1.2022.

9.3 ETP-altaan rikkihapon annostelukaivon korjaus

Lapin ELY-keskus on 4.5.2021 hyväksynyt vesienkäsittelyaltaan rikkihapon annostelukaivon (ETP-kaivo) korjausta koskevat rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmat.

ETP-kaivon korjaus valmistui toukokuussa 2021. Riippumattoman laadunvalvojan loppuraportti toimitettiin ELY-keskukselle 19.10.2021. Urakan rakennustöissä ei todettu poikkeamia. Riippumattoman laadunvalvojan mukaan ETP-kaivon korjaus on tehty ympäristöluvan ja hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti ja rakenteiden toteutunut laatu täyttää sekä materiaalien ominaisuuksien että työn osalta asetetut laatuvaatimukset. Lapin ELY-keskus on hyväksynyt esitetyt laadunvalvonta-asiakirjat sekä käyttöönoton 27.10.2021.

9.4 Urakoitsijan varikkoalue (Vainio)

Lapin ELY-keskus on 10.10.2019 hyväksynyt Vainion varikkoalueen rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmat. Muutossuunnitelmat on hyväksytty 6.10.2020.

Rakennustyöt aloitettiin elokuussa 2019 ja valmistuivat joulukuussa 2020. Riippumattoman laadunvalvojan loppuraportti toimitettiin ELY-keskukselle 18.1.2021. Urakan rakennustöissä todettiin 2 poikkeamaa, joista toinen poikkeama aiheutti 2 vuoden seurantavelvoitteen. Riippumattoman laadunvalvojan mukaan rakennustyöt on tehty ympäristöluvan ja pääosin hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti ja rakenteiden toteutunut laatu täyttää sekä materiaalien ominaisuuksien että työn osalta pääosin asetetut laatuvaatimukset. Lapin ELY-keskus on hyväksynyt esitetyt laadunvalvonta-asiakirjat sekä käyttöönoton 16.3.2021.



Kuva 9-5. Vainion varikkoalueen hallin lattia toteutettiin muutossuunnitelmien mukaisesti teräsbetonirakenteena

9.5 Pima, Hartikaisen varikko

Päätös Hartikaisen varikkoalueen pilaantuneen maaperän ja pohjaveden puhdistamista koskevan ilmoituksen hyväksynnästä on tehty 2.7.2020.

Hartikaisen varikkoalueen Pima-puhdistukset aloitettiin kesällä 2020 ja saatiin päätökseen loppuvuodesta 2020. Riippumattoman laadunvalvojan loppuraportti valmistui 31.3.2021. Loppuraporttiin tehtiin täydennys 7.7.2021. Riippumattoman laadunvalvojan raportin mukaan ELY-keskuksen päätöksen 1. ja 6. määräyksen katsotaan täyttyvän, koska laboratoriotulosten perusteella öljyhiilivetypitoisuudet alittivat yhtä poikkeusta lukuun ottamatta kaivantojen pohjalta ja kaikilta reunoilta öljyhiilivedyille asetetut ohjearvotasot. Lapin ELY-keskuksen 16.12.2021 antaman lausunnon mukaan Lapin ELY-keskus hyväksyy tehdyt puhdistustyöt sekä loppuraportin täydennyksineen.

9.6 Kapselikivien peittäminen

Kapselikiven moreenipohjan rakentaminen aloitettiin vuoden 2019 syksyllä. Ensimmäisen alueen peittäminen saatiin valmiiksi loppuvuodesta 2020. Riippumattoman laadunvalvojan loppuraportti valmistui 27.5.2021. Urakassa kirjattiin yksi poikkeama, jota korjattiin rakentamisen yhteydessä. Riippumattoman laadunvalvojan mukaan urakan rakennekerrokset on tehty pääosin ympäristöluvan ja hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti ja eri rakennekerrosten ja rakenteiden toteutunut laatu täyttää sekä materiaalien ominaisuuksien että työn osalta asetetut laatuvaatimukset em. poikkeamasta huolimatta. Lapin ELY-keskus on käynyt läpi esitetyn loppuraporttiaineiston 16.8.2021 ja eikä ole todennut siinä huomautettavaa.

Kapselikiven moreenipohjan rakentaminen jatkui, ja toisen alueen peittäminen saatiin valmiiksi loppuvuodesta 2021. Riippumattoman laadunvalvojan raportti valmistuu alkuvuodesta 2022. Kapselikiven moreenipohjan kolmannen alueen peittäminen on käynnissä.



Kuva 9-5. Kapselikiven pohjalle levitettyä moreenirakennetta.

10 MUUT TOIMINNOT

10.1 Pölyn hallinta

Louhos- ja sivukivialueen pölyntorjuntaan käytettiin vuonna 2021 vettä ja suolaa. Louhosalueen tiestöä kasteltiin huhtikuusta lokakuun loppupuolelle urakoitsijan dumppereilla, joihin oli rakennettu vesisäiliöt. Louhosalueen tiealueiden kasteluun käytettiin vuonna 2021 yhteensä noin 102 300 m³ vettä, kun vuotta aiemmin kasteluvettä käytettiin noin 83 000 m³. Louhosalueen kasteluun käytettiin avolouhoksen kuivatusvesiä.

Veden lisäksi louhosalueen pölyntorjuntaan käytetään suolaa tehostamaan pölynsidontaa kuivilla keleillä ja talvella liukkauden torjuntaan. Suolaa levitettiin louhosalueen teille eli avolouhoksen ja sivukivialueen tiestölle sekä malmitielle vuonna 2021 yhteensä 32 t, mikä oli huomattavasti vähemmän kuin edellisvuonna käytetyn suolan määrä 58 t. Suolan käytön määrää on pyritty optimoimaan ja vähentämään, jotta suolauksesta mahdollisesti aiheutuva ympäristökuormitus olisi mahdollisimman vähäinen. Avolouhoksella pölyämistä aiheuttaa myös poraus, jota hallitaan kiinteillä pölyntorjuntalaitteilla. Poravaunujen pölynpoisto perustuu porareian ympärille tulevaan suojukseen ja siihen liittyvään sykloniin, johon pöly imetään, sekä kasteluun. Kaivoksen hajapölypäästöjen hallintasuunnitelma on esitetty liitteessä 1.

Tehdasalueen- ja rikastushiekka-alueen teiden pölyämistä ehkäistiin kastelemalla niitä huhtikuusta lokakuun loppuun tarvittaessa päivittäin. Tehdasalueen sorateiden kastelusta vastasi edellisvuoden tapaan Työpalvelu Pentti Niskasaari Oy. Niskasaari vastasi myös rikastushiekka-alueen tiestön kastelusta. Tehdas- ja rikastushiekka-alueen kasteluun käytettiin aikaisempien vuosien tapaan raakavettä Kitisestä. Rikastushiekka-altaan A, sen ympärivän tiestön ja louhosvalvomolle menevän kevyenliikenteenväylän kasteluun käytettiin vuonna 2021 yhteensä noin 12 200 m³ raakavettä (2020: 12 300 m³, 2019: 9 000 m³). Vuonna 2018 tehdasalueen tiestön asfaltointi saatiin valmiiksi, mikä on helpottanut teiden kunnossapitoa ja vähentänyt tiestön käytöstä johtuvaa pölyämistä.

Mobiilimurskauksen haasteena on ollut murskauksesta aiheutuva pölyäminen. Kesällä mobiilimurskalla käytettiin kastelujärjestelmää pölyämisen estämiseksi, mutta talvella se ei ole jäätyneen vuoksi mahdollista. Mobiilimurskaimen kuljettimet on koteloitu ja valmiin murskeen pudotuskorkeutta varastokasaan pidetään mahdollisimman pienenä pölyämisen vähentämiseksi. Talvella murskattavan kiven pölyämisen ehkäisemiseksi murskattavan kiviaineksen joukkoon syötettiin tarvittaessa lunta.

Kevitsassa pilotoitiin kesällä 2021 nestemäistä, ympäristöystävällistä ja veteen nopeasti liukenevaa kaupallista pölysidontatuotetta. Sen teho perustuu sokerin ja tärkkelyksen vaikutukseen, lisäksi mineraalinen komponentti auttaa maa-ainesta kovettumaan, mikä suojaa tuotetta huuhtoutumasta sadeveden mukana. Pilottikohteita oli kaikkiaan kolme, jotka tehtiin ajallisesti eri aikoina, kevätkesällä, heinäkuussa ja loppukesästä 2021. Jokaisella tiellä oli myös erilainen liikenne ja kalusto (kevyt liikenne rikastushiekka-altaan huoltotiellä, louhosautoliikenne rikastushiekka-altaan penkereellä ja kiviautoliikenne sivukivialueella) sekä erilainen tien rakentamisessa käytetty materiaali. Tutkimuksissa selvitettiin pölynsidontatuotteen käytännön levitystä ja tienpinnan muokkausta käytännössä (tienpinnan karhuaminen ja jyrääminen) sekä käsittelyn jälkeistä kuivatusta. Pilotissa seurattiin tuotteen ja tienpintojen kestävyyttä sekä pölyämistä aistinvaraisesti. Jokaisessa pilotissa käsiteltiin tienpinnat pölynsidontatuotteella sekä muokattiin tienpintaa fyysisesti.

Yksikään piloteista ei antanut 100% tulosta tien kulutuspinnan keston suhteen. Levityksessä jouduttiin käyttämään tiesoraa, johon pölynsidonta-aine sekoitettiin. Tiesora antoi periksi tiepohjan karkeaa kiviainesta vasten ja vajosi varsinkin kääntymäpaikoilla nopeasti muun aineksen joukkoon. Louhosteilla tien pintakäsittely ei toiminut ja käsittelytapamuutos katsottiin tarpeelliseksi. Ruiskutusmenetelmä nähtiin mahdollisena. Pienemmän kaluston teissä itse pölynsidonta-aine toimi käytännössä hyvin. Tiealueiden jaottelu kevyeen ja raskaaseen nähtiin tarpeelliseksi tuotteen toimivuuden parantamiseksi.

10.1.1 Työhygieeniset mittaukset

Kevitsan kaivoksen alueella tehtiin vuosittainen pölymittaus marraskuussa 2021. Selvitys painottui erityisesti asbestikuituihin sekä niiden leviämisen kartoittamiseen. Mittauskohteita oli yhteensä 56. Edellisinä vuosina mitattu päämurskan alue jätettiin tällä kertaa mittaamatta. Uusina kohteina olivat mm. geologien näytteenkäsittelytilat, uusi Larox ja myllyhallissa sijaitseva surgetankki. Asbestikuituja havaittiin koko tuotantoketjussa ja selvityksen sekä mittaustulosten perusteella asbesti on edelleen merkittävin altiste sekä kaivoksella että rikastamolla. Kaivoksella oli mittauspäivänä räjäytyspäivä. Rikastamolla mitattiin tavanomaiseen tapaan asbestin lisäksi hengittyvän epäorgaanisen pölyn ja metallien (nikkeli, koboltti, mangaani ja kupari) pitoisuuksia.

Louhoksen alueella poravaunujen hyteissä ja kunnossapidon työtehtävissä oli merkittäviä asbestipitoisuuksia. Kaivoskonekorjaamolla asbestia esiintyi kaikkien mittauksiin osallistuneiden asentajien hengitysvyöhykkeellä sekä tilojen yleisilmassa. Asbestialtistuminen oli liiallista kevytautojen ja kaivoskonekorjaamon 2 asentajilla, joilla pitoisuudet ylittivät raja-arvon 3-5 -kertaisesti. Myös raskaan ajoneuvopuolen asentajan altistuminen oli merkittävää, 74 % raja-arvosta.

Rikastamon puolella seurantamittausten perusteella parin vuoden takaisia hyvin suuria asbestipitoisuuksia on saatu onnistuneesti laskettua kohtalaiselle tasolle seulan ympäristössä. Asbestin raja-arvot ylittyivät useissa mittauskohteissa kuten HIMU:lla (hienomurska), kuljettimien 11/12 risteyksessä, kuljettimella 9 sekä surgetankilla. Asbestialtistuminen oli liiallista malminkäsittelyssä kunnossapidon työntekijöillä ja alueiden operaattoreilla. Asbestia esiintyi myllyhallissa ja vaahdotushallin ilmassa merkittäviä pitoisuuksia ja edelliskertaa enemmän. Kuituja ei rikastamolla ollut levinnyt ns. puhtaampiin tiloihin kuten tauko- ja valvomotiloihin.

Rikastamolla nikkelin pitoisuudet olivat yleisilmamittauksissa enimmillään kohtalaisia ja pitoisuustasoissa oli pientä laskua edellisvuosiin, mutta pölyisimmissä olosuhteissa työskennelleiden nikkeli-altistuminen oli liiallista ja suurempaa kuin edellisellä mittauskerralla. Uudella Laroxilla operaattorin nikkeli-altistuminen oli liiallista, mutta prosessitiloissa nikkelpitoisuus oli vähäinen ja pienempi kuin vanhalla Laroxilla.

Asbesti- ja nikkeli-altistumisen vuoksi hengityksensuojainten käyttö on edelleen tarpeen malminkäsittelyssä ja rikastamolla. Hengityksen suojaimia on pidettävä poravaunuissa ja niiden läheisyydessä työskenneltäessä, pienajoneuvojen huoltohallissa ja kaivoskonekorjaamoilla pölyävissä työvaiheissa. Säännöllisiä seurantamittauksia suositellaan edelleen tehtäväksi. Teknisiä parannuksia suositellaan myös jatkettavaksi malminkäsittelyssä pölypitoisuuksien vähentämiseksi.

10.2 Polttoaineen jakeluasema

Neste Oyj toimitti kaivoksen polttoaineen jakeluasemalle sekä kaivoksen omaan tankkiautoon vuoden 2021 aikana yhteensä 21,7 miljoonaa litraa polttoöljyä, josta yli 80 prosenttia käytettiin kaivosyhtiön toimesta ja loput urakoitsijoiden toimesta. Polttoöljyn käyttömäärä oli aiempaan vuoteen nähden alhaisempi, jolloin toimitetun polttoöljyn kokonaismäärä oli 24,3 miljoonaa litraa. Diesel polttoainetta Neste Oyj toimitti vuonna 2021 0,54 miljoonaa litraa, josta kaivosyhtiön toimesta käytettiin noin puolet. Dieselin kulutus oli hieman pienempää kuin vuotta aiemmin, jolloin dieseliä toimitettiin jakeluasemalle yhteensä 0,59 miljoonaa litraa. Polttoaineen jakeluaseman huoltajana toimi edelleen vuonna 2021 Kiinteistöhuolto T. Rajaluoto Tmi. Huoltokäyntejä suoritettiin kaksi kertaa viikossa. Näihin huoltokäynteihin sisältyi tankkausautomaatin, mittareiden, säiliöiden ja laitteiden kunnon sekä toiminnan tarkastus, asema-alueen puhtaanapito, sähkökeskuksen kunnon tarkastus ja pumppulaitteiston tarkastus. Joka kuukauden ensimmäinen tiistai otettiin huoltokäynnin yhteydessä näyte polttoaineen laadun tarkkailemiseksi. Lisäksi Kevitsan kaivoksen kunnossapito suorittaa viikoittain tarkistus- ja huoltokäynnin.

Jakeluaseman öljynerotuslaitteistojen tarkkailusta vastaa Kevitsan kaivoksen kunnossapito. Öljynerotuslaitteisto ja koalisattorit on puhdistettiin 4 kertaa vuoden 2021 aikana. Vuonna 2021 öljynerotuslaitteisto on huollettu keväällä, minkä lisäksi huolto on suoritettu kolme kertaa heinä-marraskuun välisenä aikana.

Polttoaineen jakeluaseman vuositarkastus ja -huolto suoritettiin edellisvuosien tapaan U-Cont Oy:n toimesta. Vuositarkastuksen yhteydessä tarkastettiin kaikki polttoaineen jakeluaseman sisäiset- ja ulkoiset rakenteet ja tehtiin pieniä huoltotoimenpiteitä, kuten ilmansuodattimien vaihdot.

AdBlue-aseman, joka on jakeluaseman yhteyteen sijoitettu urean jakeluasema, huolto on suoritettu Wennstrom Fuel Systems Oy:n toimesta kaksi kertaa vuonna 2021.

Jakeluasemalla tapahtui 12.8.2021 poikkeustilanne, jossa tapahtui moottoripolttoöljysäiliön ylitäyttö kaivosautojen jakelumittarin vakauksen yhteydessä. Vakauksessa käytetty Inspecta Kiwan vakaaja palautti polttoöljyn säiliöön, jolloin säiliöön tuli ylitäyttö. Moottoripolttoöljyä valui säiliön päälle noin 100 litraa ja säiliön päältä moottoripolttoöljy valui edelleen aseman mittarikentän hiekanerotuskaivoon ja siitä edelleen öljynerotuskaivoon. Päästöä imeytettiin aseman imeytysaineella, mittarikenttä puhdistettiin ja hiekanerotus- ja öljynerotuskaivot tyhjennettiin.

Lisäksi vuonna 2021 jakeluaseman ympäristön turvallisuutta parannettiin ja jakeluaseman betonilaatan ympärille tehtiin asfaltointi, jolla vähennetään viemäreihin päätyvää maa-ainesta.

10.3 Lämpölaitos

Lämpölaitoksen toiminnasta vastasi edellisten vuosien tapaan Adven Oy. Lämpölaitoksella tuotettiin lämpöenergiaa yhteensä 36 GWh vuoden 2021 aikana, joka oli noin 7,7 GWh enemmän kuin edellisenä vuonna. Energiasta tuotettiin noin 96 % (v. 2020 94 %) puuhakkeella kiinteän polttoaineen kattilassa K1 ja 4 % (v. 2020 6 %) kevyellä polttoöljyllä öljykattiloilla K2 ja K3. Uusiutuvan energian käyttö lämpölaitoksen polttoaineena kasvoi vuoteen 2020 verrattuna näin ollen 2 prosenttia. Kiinteän polttoaineen (KPA) kattila oli käytössä 1.1.-23.6.2021 ja 23.8.-31.12.2021 välisinä ajanjaksoina. Öljykattila K3 oli käytössä yhteensä 1066 h vuoden 2021 aikana. K2-kattilaa ei käytetty vuoden 2021 aikana. Vuonna 2020 K2-kattilaa käytettiin yhteensä 5 tuntia. Öljykattiloiden vuotuinen käyntiaika saa kaivoksen ympäristöluvan lupamääräyksen 28 mukaan kattilakohtaisesti olla enintään 1500

tuntia viiden vuoden liukuvana keskiarvona (79/2014/1). Vuonna 2019 saavutettiin ensimmäistä kertaa yli 1500 tunnin käyntiaika kattilalla K3. Vuonna 2021 1500 tunnin käyntiaikaa ei ylitetty. Lämpölaitoksen hyötysuhde ja hiilidioksidin ominaispäästökerroin ovat pienentyneet entisestään verrattuna vuosiin 2020 ja 2019. Laitoksen hyötysuhteeksi laskettiin 97 % (v. 2020 94 %, 2019 89 %) ja CO₂-ominaispäästökertoimeksi 10,0 tCO₂/GWh (v. 2020 16,2 tCO₂/GWh, 2019 35,4 tCO₂/GWh). Ominaispäästökerroin tarkoittaa fossiilista hiilidioksidia tuotettua energiaa kohti. Päästökertoimen pienentyminen johtuu uusiutuvan energian käyttömäärän suhteellisesta kasvusta verrattuna fossiilisen polttoaineen käyttöön.

Laitoksella käytettiin raakavettä yhteensä 116 m³. Ruste K200 vedenkäsittelykemikaalia käytettiin 90 l ja Pettex Pol peittauskemikaalia 90 l. Savukaasupesurin lauhdevettä syntyi noin 12 707 m³ (v. 2020 6 300 m³, 2019 1400 m³). Pohjatuhkaa toimitettiin yhteensä 44,22 t Lassila & Tikanojalle Kiiminkiin hyötykäytettäväksi. Lentotuhkaa toimitettiin 8,20 t Lassila & Tikanojalle Kiiminkiin käsittelyyn ja loppusijoitukseen tavanomaisena jätteenä. Taulukossa 14 on esitetty lämpölaitoksen ilmapäästöt vuosilta 2016-2021.

Taulukko 10-1. Lämpölaitoksen päästöt ilmaan vuonna 2016-2021.

Päästöt ilmaan (t/a)	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Hiukkaset	0,26	0,4	0,01	0,01	0,02	0,14
Rikkidioksidi	0,0	0,3	0,1	0,1	0,1	0,14
Typen oksidit	2,13	3,3	3,1	4,4	5,3	5,7
Hiilidioksidi, fossiiliset	357	695	261	746,3	458,8	358,77
Hiilidioksidi, bio	4440	4 750	6 400	8 274	11 351	14257

10.4 Talusvesilaitos

Kevitsan talusvesilaitoksella tuotettiin vuonna 2021 talusvettä noin 14 500 m³ (2020; 13 700 m³). Talusvesilaitoksen toiminnasta vastasi Teollisuuden Vesi Oy. Jatkuvalla valvonnalla hankitaan säännöllisesti tietoa talusveden käsittelyn, erityisesti desinfioinnin, tehokkuudesta ja talusveden laatuvaatimusten täyttymisestä. Laitoksessa, jossa talusveden tuotto on alle 100 m³/vrk riittäisi ottaa jatkuvan valvonnan näytteet kerran vuodessa. Kevitsassa on kuitenkin varauduttu mahdolliseen talusveden tuoton kasvuun yli 100 m³/vrk, joten näytteet otetaan 4 kertaa vuodessa.

Talusveden laadun jatkuvaa valvontaa suoritettiin vuonna 2021 valvontatutkimusohjelmassa määritetyistä tarkkailupisteistä raakavedestä, vedenkäsittelystä lähtevästä vedestä ja ruokalan keittiöstä neljä kertaa (10.3., 18.5., 18.8., 9.11.) (Taulukko 10-2). Tuotetun talusveden laatu oli kaikkien näytteiden kemiallisten, mikrobiologisten ja aistinvaraisten ominaisuuksien perusteella erittäin hyvä ja täytti tutkituilta osin STM:n asetuksen 1352/2015 mukaiset laatuvaatimukset ja –suositukset. Laitoksella tarkkaillaan erityisesti raudan pitoisuuksia, koska sen poistamisessa on ollut haasteita juomavesilaitoksen alkuajoina. Vuonna 2020 vesilaitoksella saavutettiin hyvä raudan poistuma ja raudan pitoisuus oli lähtevässä vedessä sekä ruokalan vedessä alle määritysrajan kaikilla mittauskerroilla.

Ruokalan keittiöstä otettiin myös jaksottaisen valvonnan näyte 9.11., josta analysoitiin lukuisia haitta- ja torjunta-aineita. Jaksottaisen valvonnan analyysit teetetään yhden kerran kahdessa vuodessa juomavesilaitoksen valvontatutkimussuunnitelman sekä sosiaali- ja terveysministeriön 1352/2015 asetuksen mukaisesti. Jaksottaisen valvonnan tulosten perusteella juomavesilaitokselta verkostoon johdetussa vedessä ei esiinny haitallisia aineita ja näyte täytti tutkituilta osin STM:n asetuksen 1352/2015 mukaiset laatuvaatimukset ja -suositukset.

Taulukko 10-2. Talusvesilaitoksen jatkuvan valvonnan näytteiden tulokset (Teollisuuden Vesi 2022).

Talusvesitarkkailu 2021		10.3.2021			18.5.2021			18.8.2021			9.11.2021			
Parametri	Yksikkö	Raak a-vesi	Lähtevä vesi	Ruokalan keittiö	Raak a-vesi	Lähtevä vesi	Ruokalan keittiö	Raak a-vesi	Lähtevä vesi	Ruokalan keittiö	Raak a-vesi	Lähtevä vesi	Ruokalan keittiö	Laatusuositus talusvedelle
Lämpötila	°C	1,7	5,5	4,8	4,8	8,7	8,5	15,1	17,8	16,2	3	6,3	7,7	< 20
Sähkönjohtavuus	µS/cm	33		18	37		15	30		10	31		17	< 2500
pH		6,74		7,3	6,77		7,1	7,18		7	6,99		6,9	6,5 – 9,5
Väri	mg Pt/l	51		<5	58		<5	53		<5	66		<5	Käyttäjien hyväksyttävissä, ei epätavallisia muutoksia
Haju				Hajuton			Hajuton			Hajuton			Hajuton	
Maku				Ei huom.			Ei huom.			Ei huom.			Ei huom.	
Sameus	FTU			<0,15			<0,15			<0,15			<0,15	
Rauta	µg/l	480	<2,5	<2,5	970	<2,5	<2,5	620	<2,5	<2,5	450	<2,5	<2,5	< 200
Mangaani	µg/l			<0,2			<0,2			<0,2			<0,2	< 50
KMnO4-luku	mg/l	27		<2	28		<2	29		<2	43		<2	< 20 ⁽¹⁾
Clostridium perfringens	cfu/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E. coli, Colilert	MPN/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0 ⁽²⁾
Enterokokit	cfu/100 ml			0			0			0			0	0 ⁽²⁾
Kolif.bakteerit, Colilert	MPN/100 ml	0	0	0	0	0	0	32	0	0	10	0	0	0
Pesäkkeiden lkm 22 °C, 72 h	cfu/ml	13	0	0	92	0	0	150	0	0	>300	0	0	Ei epätavallisia muutoksia

10.5 Saniteettipuhdistamo

Kevitsan kaivosalueella syntyvät saniteettijätevedet käsitellään kemiallis-biologisella panospuhdistamolla (Raita Environment PA50 MULTI). Puhdistustuloksen parantamiseksi puhdistamo on saneerattu vuonna 2018, jolloin puhdistamoon lisättiin käsitellyn jäteveden jälkiselkeytys ja kiintoaineen suodatus sekä uudistettiin laitoksen automaatio. Saniteettipuhdistamon tarkkailusta vastaa Teollisuuden Vesi Oy.

Jätevesiä käsiteltiin vuonna 2021 noin 7 100 m³ ja lietteitä poistettiin imuautolla yhteensä 392 m³. Käsiteltävän veden määrä lisääntyi hieman vuoteen 2020 verrattuna, jolloin jätevesiä puhdistettiin noin 6 730 m³ ja lietteitä poistettiin 364 m³.

Taulukko 10-3. Saniteettipuhdistamolla käsiteltyjen jätevesien määrä sekä imuautolla poistetun lietteen määrä (teollisuuden Vesi Oy 2022).

	Puhdistettu jätevesi	Poistettu liete
	m ³ /kk	m ³ /kk
Tammikuu	650	22
Helmikuu	504	22
Maaliskuu	632	24
Huhtikuu	606	24
Toukokuu	654	24
Kesäkuu	550	104
Heinäkuu	599	29
Elokuu	574	30
Syyskuu	617	26
Lokakuu	554	22
Marraskuu	591*	65
Joulukuu	565	0
Yhteensä 2021	7096	392
Yhteensä 2020	6729	364

*Käytetty vuosikeskiarvoa

Marraskuulta ei ole saatavilla puhdistetun jäteveden määrää, koska puhdistettu vesi jouduttiin puhdistamolla ilmenneiden ongelmien vuoksi ohjaamaan lähtevän veden kaivoon väliaikaisesti sellaisen linjan kautta, jossa ei ollut virtausmittaria. Marraskuun lukemana on näin ollen käytetty vuoden 2021 jätevesimäärien perusteella laskettua kuukausittaista keskiarvoa.

Ympäristöluvan nro 79/2014/1 mukaan talousjätevedet on käsiteltävä siten, että puhdistamolla saavutettava puhdistusteho tulokuormituksesta on vuosikeskiarvona BOD:lle 90 % ja kokonaisfosforille 85 %. Lisäksi on noudatettava yhdyskuntajätevesistä annetun valtioneuvoston asetuksen nro 888/2006 vaatimuksia kemiallisen hapenkulutuksen osalta (< 125 mg O₂ tai 75 % erotus) sekä kiintoaineen osalta (< 35 mg/l tai 90 % erotusaste). Mikäli puhdistamolle tulevan jäteveden biologinen hapenkulutus tai kiintoainepitoisuus ylittää tason 750 mg/l tai fosforipitoisuus

tason 20 mg/l, ei kyseistä näytettä tule ELY-keskuksen linjauksen mukaan käyttää reduktiolaskennassa.

Puhdistamon tulokset olivat vuonna 2021 erinomaisia lukuun ottamatta tavallisesta poikkeavaa tulevan veden fosforitulosta (110 µg/l, 15.12.). Poikkeavasta tuloksesta huolimatta puhdistamolla saavutettiin vuonna 2021 ympäristöluvassa vaaditut luparajat sekä reduktion vuosikeskiarvon että lähtevän veden pitoisuuksien vuosikeskiarvon osalta. Kaikkien parametrien reduktioiden keskiarvot paranivat vuoteen 2020 verrattuna kokonaisfosforia lukuun ottamatta. Lähtevän veden pitoisuuksien keskiarvot paranivat kiintoaineen, COD:n ja BOD:n osalta. Kokonaistyyppi ja -fosfori pysyivät melko samalla tasolla viime vuoteen verrattuna.

Tarkempi raportti saniteettipuhdistamon toiminnasta vuonna 2021 liitteessä 4.

Saniteettipuhdistamolla ei tehty erityisiä kehittämistoimenpiteitä vuonna 2021, vaan keskityttiin normaalin toiminnan ylläpitämiseen ja seuraamiseen. Lisäksi Teollisuuden Vesi suoritti saniteettipuhdistamolla kuukausihuoltoja, joiden aikana saniteettipuhdistamolla tehtiin seuraavat toimenpiteet:

- Puhdistettiin lähtevän veden näytteenottolinjan letku.
- Puhdistettiin kiintoaine-, happi- ja pH-anturit.
- Tarkistettiin lietepumppujen toiminta.
- Pestiin rumpusuodatin joko kemikaaleilla tai painepesurilla.

Lisäksi Teollisuuden Vesi vaihtoi rumpusuodattimeen suodatinpaneelit 30.9.2021.

Hajapölypäästöjen hallintasuunnitelma

Suunnitelma-asiakirja

24.2.2022

Sisällysluettelo

1	Johdanto	3
2	Soveltamisala	3
3	Hajapölypäästöjä koskevat velvoitteet	3
4	Muodostuvat hajapölypäästöt	5
5	Hajapölypäästöjen vähentäminen	7
5.1	Louhinta ja lastaus	7
5.2	Mobiilimurskaus	7
5.3	Kaivosalueen tiestö	8
5.4	Tuotantorakennukset	11
5.5	Varastoalueet	12
5.6	Kaivannaisjäte- ja moreenialueet	12
6	Havainnot ja poikkeamat	14
7	Rompad alueen pölynhallinta	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.

1 Johdanto

Ensimmäinen suunnitelma hajapölypäästöjen hallintaan on laadittu Kevitsa kaivokselle toiminnan alkaessa vuonna 2012 (Hajapölypäästöjen rajoitussuunnitelma, FQM Kevitsa Mining Oy, 29.6.2012). Tätä suunnitelmaa päivitettiin 25.6.2013. Vuonna 2015 hajapölypäästöille laadittiin uusi suunnitelma ympäristöluvan lupamääräysten 27 ja 29 koskevan selvityksen liitteeksi (Hajapölypäästöjen hallintasuunnitelma, Pöyry Finland Oy, 16X290706, 2.9.2015).

Vuonna 2016 hajapölypäästöjen hallintasuunnitelma päivitettiin nykyiseen muotoon (Hajapölypäästöjen hallintasuunnitelma, Boliden Kevitsa Mining Oy, 30.6.2016). Suunnitelmaa on päivitetty vuodesta 2018 alkaen vuosittain vuosiraportin liitteeksi.

2 Soveltamisala

Suunnitelmassa on esitetty merkittävimmät pölyämisen lähteet ja tehdyt toimenpiteet pölyämisen estämiseksi. Suunnitelma sisältää toimintaohjeet pölyämisen varalle eniten pölyävissä kohteissa. Kohteille on nimetty vastuuhenkilöt sekä yhteyshenkilöt, joihin työntekijät voivat ottaa yhteyttä pölyämistä havaittuaan.

3 Hajapölypäästöjä koskevat velvoitteet

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on antanut 9.12.2016 päätöksen nro 164/2016/1, joka koski Kevitsan kaivoksen ympäristöluvan nro 79/2014/1 lupamääräysten 27 ja 29 mukaista selvitystä. Ympäristö- ja vesitalousluvan lupamääräys 27 on muutettu kuulumaan seuraavasti (muutokset kursivoitu):

Lupamääräys 27:

"Luvan saajan on toteutettava malmin-, sivukiven ja tarvekiven louhinta, lastaus, kuljetus ja murskaus, kaivosalueen liikenne sekä muu toiminta niin, että kaivosalueen ulkopuolelle kulkeutuvan malmi- ja muun kiviainespölyn määrä on vähäinen. Hajapölypäästöjä ja pölyn leviämistä on rajoitettava suunnitelmallisesti ja toimintatapoja jatkuvasti kehittämällä.

Luvan saajan on pidettävä hajapölypäästöjen hallintasuunnitelmassa toteutetuiksi esitetyt toimenpiteet käytössä ja niihin liittyvät laitteet toimintakuntoisina. Luvan saajan on rakennettava tekninen valmius nopeaan ennakoivaan pölynsidontaan rikastushiekka-altaan A osalta siten, että valittu järjestelmä on käyttökunnossa kesällä 2017. Altaan pölyntorjuntamenetelmä on valittava siten, että sen käyttö on mahdollista myös kevättalvella tapahtuvissa pölyämistilanteissa.

Tiealueiden kastelu voidaan hoitaa edelleen hoitaa kasteluajoneuvoin. Kiinteitä kastelulinjoja saa kokeilla kaivokselle hallintasuunnitelmassa esitetyn periaatteen ja tarvittaessa siirtyä niiden käyttöön.

Hajapölypäästöjen hallintasuunnitelma on pidettävä ajantasaisena päivittämällä sitä tarpeen mukaan. Luvan saajan on seurattava pölyntorjuntaan saataville tulevien uusien menetelmien ja teknikoiden kehittymistä ja otettava niitä käyttöön, mikäli niillä voidaan kaivoksen pölypäästöjä selvästi vähentää ja menetelmät ovat käyttöönotettavissa BAT-määritelmien mukaisesti. Erityisesti on seurattava teknikoiden ja menetelmien kehittymistä talviaikaisessa pölynsidonnassa.

Hajapölyjen torjuntatoimien toteutumisesta ja uusien teknikoiden seurannan tuloksista on raportoitava ympäristönsuojelun vuosiraportissa.

Hajapölypäästöjen hallintasuunnitelmaan saa tehdä muutoksia siten, etteivät muutokset heikennä suunnitelmassa esitettyjen menetelmien tehoa. Kaikista muutoksista on ilmoitettava Lapin ELY-keskukselle ja päivitetty suunnitelma liitettävä ympäristönsuojelun vuosiraporttiin."

Lisäksi lupapäätöksessä on annettu neljä uutta lupamääräystä (A-D):

Lupamääräys A:

"Mikäli tiealueiden ja muiden hajapölypäästöjä aiheuttavien alueiden pölyntorjunnassa on tarkoitus ottaa käyttöön pölynsidontakemikaaleja, on tästä toiminnan muutoksesta tehdä lupamääräyksen 7 mukainen ilmoitus ELY-keskukselle."

Lupamääräys B:

"Luvan saajan on esitettävä 31.8.2019 mennessä Lapin ELY-keskukselle teknis-taloudellinen selvitys laitoksen pölynpoiston järjestämisestä tarvekiven murskaussyksikköön sekä arvio kiinteällä pölynpoisto-järjestelmällä saavutettavasta pölypäästöjen vähenemästä ja tämän vaikutuksista ilman laatuun."

Lupamääräys C:

"Luvan saajan on otettava käyttöön kameravalvontajärjestelmä, joka kattaa keskeisimmät hajapölypäästöjä aiheuttavat kohteet (rikastus-hiekka-altaan A ja malmitien). Kamerakuva on kytkettävä näkyviin valvomoon, jossa on päivystys ympäri vuorokauden. Järjestelmä on oltava käytössä vuoden 2017 loppuun mennessä."

Lupamääräys D:

"Kaivoksen päästöjä ilmaan ja niiden aiheuttamia ilman laadun muutoksia on seurattava kolmen vuoden välein vähintään kahdesta pisteestä, joista toinen on nykyinen kaivoksen mittauspiste ja toinen kaivospiirin ulkopuolella, sen rajan läheisyydessä oleva ja vallitsevien tuulensuuntien alapuolella oleva, ELY-keskuksen kanssa sovittava piste.

Toimintaa koskevan ympäristölupapäätöksen mukaiseen biologiseen tarkkailuun maa-alueilla on lisättävä luonnonmarjojen metallipitoisuuksien tarkkailu. Luonnonmarjojen metallipitoisuuksien tarkkailu on tehtävä ensimmäisen kerran vuoden 2017 aikana ja tämän jälkeen yhdessä muun maa-alueiden biologisen tarkkailun kanssa kolmen vuoden välein.

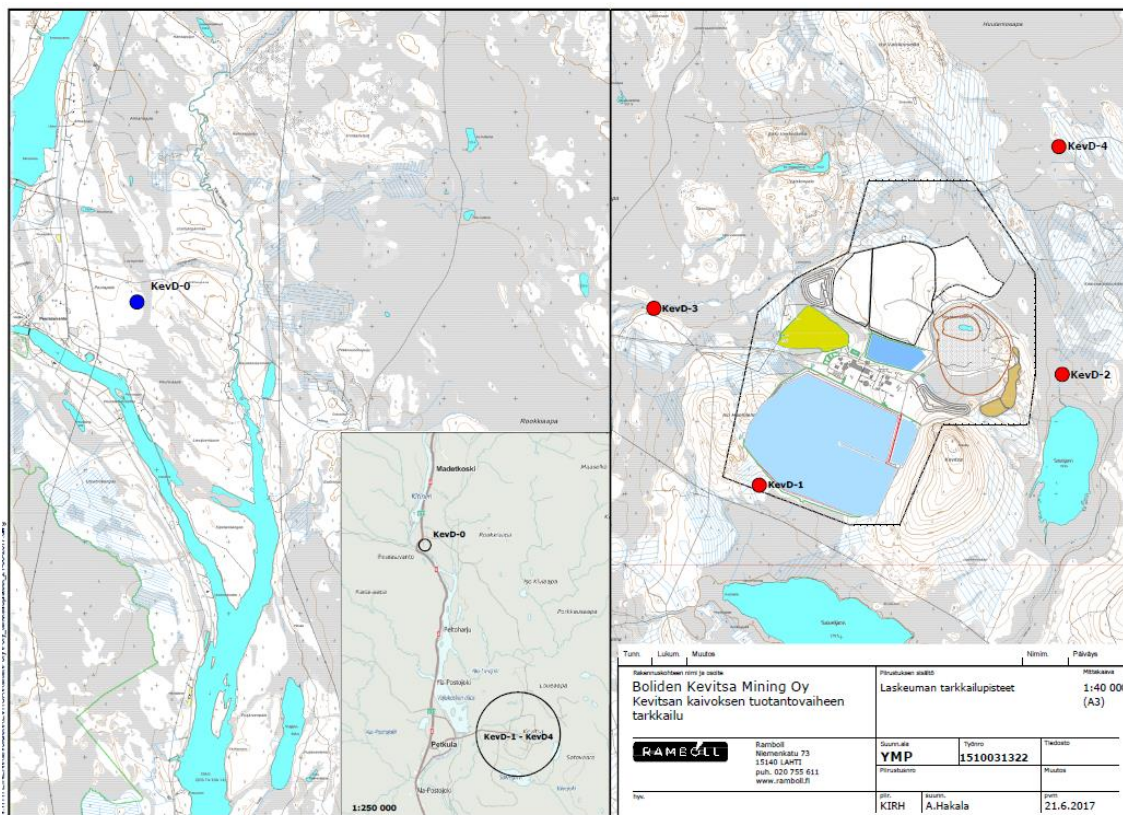
Nykyiset tarkkailuohjelmat on päivitettävä vastaamaan tämän päätöksen vaatimuksia Lapin ELY-keskuksen kanssa sovittuna aikana."

4 Muodostuvat hajapölypäästöt

Hajapölypäästöjen mittaaminen on teknisesti hankalaa ja epäluotettavaa. Päästöjen tarkkailu toteutetaan käyttötarkkailun ja ilmanlaadun tarkkailun sekä välillisesti maa-alueiden biologisen tarkkailun avulla. Pölyn kokonaislaskeumaa seurataan kuukausittain pölynkeräimillä neljästä eri pisteestä kaivosalueen ulkopuolelta (kuva 1). Laskeuman vaikutuksia seurataan biologisella näytteenotolla. Lisäksi kaivosalueen ulkoilman pienhiukkaspitoisuuksia seurataan neljällä jatkuvatoimisella mittapisteellä.

Ulkoilman hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuksien mittaus on aloitettu 2014-2015. Tarkkailu toteutetaan kolmen vuoden välein. Mittauksia on tehty kaivospiirin sisällä

tehdasalueella, kaivoksen välittömässä läheisyydessä sivukivialueen luoteis- ja koillispuolella sekä lähimmässä altistuvassa kohteessa Petkulan kylässä. Leijuvista hiukkasista määritettiin arseeni-, kadmium-, koboltti-, kupari-, lyijy-, sinkki- ja nikkelpitoisuudet suodatinnäytteistä. Kaivospiirin sisällä sijaitsevalta mittauspisteeltä on havaittu selvästi korkeampia hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia sekä arseenin ja metallien pitoisuuksia kaivospiirin ulkoisiin mittauspisteisiin nähden. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat vaihdelleet vuoden tarkastelujaksolla voimakkaasti ulkoisissa sekä kaivospiirin sisäisissä mittauspisteissä. Sivukivialueen luoteiskulman mittausten toteutusta häiritsi kesäaikaan viereisen metsäautotien voimakas pölyäminen.



Kuva 1. Pölylaskeuman tarkkailupisteet.

Jokaisella kaivoksen sekä eri urakoitsijoiden työntekijöillä on velvollisuus ilmoittaa pölyhavainnoistaan nimetyille vastuu- tai yhteyshenkilöille. Tunnistetuille hajapölypäästökohteille on nimetty sekä vastuu- että yhteyshenkilöt, joiden yhteystiedot löytyvät myös tästä suunnitelmasta (taulukot 1-4). Hajapölyjen hallintasuunnitelma ja eri kohteiden yhteyshenkilöt tullaan laittamaan myös kaivoksen intranettiin, josta tiedot ovat kaikkien saatavilla. Lisäksi ympäristökoulutuksissa käsitellään pölyhallintaan liittyvät asiat sekä pölyvien kohteiden vastuu- ja yhteyshenkilöt. Mahdolliset pölyhavainnot kirjataan poikkeamien hallintajärjestelmään, jossa määritetään tarvittavat toimenpiteet.

5 Hajapölypäästöjen vähentäminen

5.1 Louhinta ja lastaus

Louhinnan, eli lähinnä räjäytysten aiheuttamaa pölykuormitusta pyritään vähentämään räjäytysteknisillä toimilla, joita ovat optimaalinen panostus ja tärkeimpänä etutäytteen (täkkäys) käyttö panostetuissa rei'issä. Täkkäys vähentää selvästi räjäytyksestä aiheutuvaa pölyämistä. Malmin ja sivukiven lastauksesta aiheutuu jossain määrin pölyämistä, jota on hyvin vaikea kontrolloida tai vähentää. Kaivoksen jatkuvasti syventyessä tämä pölyvaikutus on kuitenkin kokonaisuuteen nähden merkityksetön.

5.2 Mobiilimurskaus

Kaivoksen urakoitsijan omistamia mobiilimurskaimia käytetään tarve- ja sivukiven murskaamiseen kaivoksen omaan käyttöön. Mobiilimurskain sijaitsee avolouhoksen eteläpuolella avolouhoksen ja nikkelpitoisen moreenikasan välissä. Mobiilimurskaimessa on kiinteä kastelujärjestelmä pölyämisen estämiseksi. Kuljettimen pudotuskorkeuden säätö on myös käytössä. Tarvittava kasteluvesi saadaan avolouhokseen kertyvistä vesistä. Myös mobiilimurskauksen vaihtoehtoisia murskauspaikkoja pölynhallinnan kannalta.

Pölyämisen torjunnassa on oltava käytössä kastelulaitteisto. Pakkaskaudella kastelulaitteistoa ei voida käyttää. Lisäksi on huolehdittava, että murskeen pudotuskorkeus kuljettimelta murskekasaan on pieni, koteloinnit ovat paikoillaan ja kunnossa. Urakoitsijan on keskeytettävä murskaus, mikäli pölyä leviää murskausalueen ulkopuolelle.

Taulukko 1. Toimintasuunnitelma mobiilimurskaimen pölyämisen rajoittamiseksi

Pölyävä kohde	Mobiilimurskain
Vastuushenkilöt	Jaakko Kilponen (050 4145188) tai Esko Pystynen (040 586 6460).
Yhteyshenkilöt	Päivätyönjohtajat: Pekka Lakkala (040 6302039) tai Jorma Koukkula (040 6613332)
Pölyntorjuntatoimenpiteet	Kiinteä kastelujärjestelmä on toiminnassa jatkuvasti mobiilimurskaimen ollessa päällä lämpötilan ollessa yli 0°C:n. Kuljettimet on koteloitu. Kuljettimien purkupäät on koteloitu/pölynsuojaus laitteet asennettu. Kuljettimien pudotuskorkeus kasaan/kuljettimelle on mahdollisimman pieni.
Työtavat	Urakoitsija seuraa pölyämistä ja murskaus keskeytetään, jos pöly nousee murskausalueen ulkopuolelle.
Toiminnan seuranta	Yleinen turvallisuustarkastus tehdään kuukausittain, jolloin tarkistetaan myös mobiilimurskaimen pölyntorjuntalaitteiden käyttö ja pölyntorjuntatoimenpiteiden toteutuminen.
Kalusto ja henkilöstö	Henkilöstön on pidettävä henkilökohtaisia suojarusteita ja työssä on noudatettava Bolidenin ohjeita pölyämiseltä suojaautumisessa. Murskauskalusto ja pölyntorjuntarakenteet on pidettävä kunnossa ja pölyntorjuntalaitteet toiminnassa murskauksen aikana.
Käyttöpäiväkirja	Urakoitsija pitää käyttöpäiväkirjaa, johon merkitään muun muassa toiminta-ajat, havainnot säätilasta, melusta, pölyämisestä sekä poikkeamat. Poikkeavasta pölyämisestä raportoidaan sähköiseen poikkeamien hallintajärjestelmään.

5.3 Kaivosalueen tiestö

Teiden pölyäminen kuivalla säällä on merkittävin pölynlähde. Kaivosalueen ajotiet sekä malmitie louhoksesta primäärimurskaimelle ovat kaikki päällystämättömiä. Raskaat louheautot aiheuttavat kuivalla kelillä teiden voimakasta pölyämistä. Teiden pölyämisen estämiseksi tiet kastellaan useaan kertaan päivässä. Louhosalueella käytetään avolouhoksesta tulevaa vettä ja rikastamon alueella pintavalutuskentän pumppaamon tasausaltaalta pumpattua vettä, joka pumpataan pintavalutuskentän pohjoispuolella olevaa putkea pitkin kasteluveden lastauspaikkaan. Tarvittaessa muualla kuin louhosalueella käytettävä kasteluvesi otetaan pintavalutuskentän tasausaltaan palautuslinjasta tai raakavesitankista rikastamolta.

On todettu, että vesi ei ole kovin tehokas pölyn sitoja, ja kastelua joudutaankin kuivina päivinä tekemään jatkuvasti. Sekä avolouhoksella että rikastamoalueella kastelua suoritetaan tarvittaessa siten, että pölyä ei pääse syntymään ja hyvä näkyvyys säilyy. Kaivosalueen teiden kastelusta vastaa kaksi urakoitsijaa. Tämänhetkinen tilanne kaivosalueen kastelualueiden jakautumisesta ja vedenottopaikoista on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Kasteluveden ottopisteet sekä alueet, joissa kasteluvettä käytetään.

Louhos- ja sivukivialueen pölyntorjuntaan käytetään vettä ja suolaa. Käytävissä on kaksi urakoitsijan dumperia, joihin on rakennettu vesisäiliöt. Veden lisäksi louhosalueen pölyntorjuntaan käytettiin suolaa tehostamaan pölynsidontaa kuivilla keleillä sekä tarvittaessa talvella sellaisissa olosuhteissa, jolloin suolauksella voidaan vähentää pölyämistä. Rikastushiekka-altailta veden lisäksi pölyntorjuntaan on mahdollista tarvittaessa käyttää polymeeria.

Kaivosalueen teiden kastelu on kaivososaston vastuulla. Kastelu-urakoitsija pitää päivittäistä lokikirjaa mahdollisista kastelutarpeista, kastelukerroista ja käytetystä vesimäärästä. Kaivosalueella on yleinen nopeusrajoitus, jonka yhtenä tarkoituksena on vähentää pölyn muodostumista tieliikenteestä.

Taulukko 2. Toimintasuunnitelma kaivosalueen teiden pölyämisen rajoittamiseksi

Pölyvä kohde	Kaivosalueen tiet
Vastuhenkilö	Louhosalueen tiet: Jaakko Kilponen (050 4145188) tai Esko Pystynen (040 586 6460) Rikastamon alueen tiet: Aki Korpikoski (040 482 4661) tai Juha Virtanen (040 6497488)
Yhteyshenkilöt	Louhosalueen tiet: Päivätyönjohtajat: Pekka Lakkala (040 6302039) tai Jorma Koukkula (040 6613332) Muina aikoina: TOKE-tuotannon ohjauskeskus (040 750 3998) tai kaivostyönjohto: vuoro 1 – Markku Pöyliö (040 628 2738), vuoro 2 – Matti Rantatalo (040 678 1655), vuoro 3 – Antti Kunnari (040 768 0778), vuoro 4 – Janika-Miia Kettunen (040 359 3966), vuoro 5 – Mauno Honkonen (040 184 8162) Rikastamon alueen tiet: Valvomo (040 809 3395) Aki Korpikoski (040 482 4661) tai Juha Virtanen (040 6497488)
Ajankohdat	Kastelu-urakoitsija huolehtii, että pölyä ei pääse teiltä nousemaan ilmaan liikaa ja hyvä näkyvyys säilyy. Kuivan sään aikana kastelua suoritetaan jatkuvasti.
Työvaiheet	Louhosalueen kasteluvesi haetaan avolouhoksesta kerätyistä vesistä. Rikastamoalueen kasteluvesi haetaan joko vesivarastoaltaan länsipuolen kastelueden ottopaikasta, pintavalutuskentän tasausaltaan pumppaamolta tai rikastamon raakavesitankista.
Materiaalit	Sekä louhoksen että rikastamon alueelle käytetään kastelussa pääasiassa vettä. Kaivosalueella voidaan levittää myös vesi-suolaliuosta tai suolaa.
Kalusto ja henkilöstö	Maansiirto J. Vainiolla on kaivosalueella kolme kasteluun soveltuvaa autoa: kaksi 40 m ³ :n säiliöllä varustettua kuorma-autoa sekä vanha säiliöauto, joka on tilavuudeltaan 10 m ³ . Urakoitsija Niskasaarella käytössään traktori ja säiliöperäkärri.
Käyttöpäiväkirja	Urakoitsijat merkitsevät käytetyn vesimäärän ja tuntimäärän käyttöpäiväkirjaan. Kaivoksen henkilökunta tarkistaa käyttöpäiväkirjan kuukausittain. Poikkeavasta pölyämisestä raportoidaan sähköiseen poikkeamien hallintajärjestelmään.

5.4 Tuotantorakennukset

Varsinaisen tuotantoprosessin osalta merkittävin pölynlähde on murskaamo. Murskaamon ja rikastamon pölypäästöjä aiheuttavat kohteet on varustettu kohdepoistoin, ja poistoilma johdetaan pölynpoistolaitteiston kautta ulkoilmaan. Pölynpoistolaitteistot on asennettu primääri- ja sekundäärimurskalle sekä seulalle. Kuljettimet on suojattu sivuilta ja päältä koteloinnein. Alueiden pölyämistä seurataan päivittäin, ja pölyämishavainnot kirjataan poikkeamien hallintajärjestelmään.

Pölyn keräysyksiköistä pöly ohjataan ruuvikuljettimella keräyslavoille. Murskauksen ja seulonnan pölyn takaisinpumppausjärjestelmä on purettu. Primäärimurskalle on asennettu vain kesäaikaan toimiva vesisumujärjestelmä hienoaineksen sitomiseksi.

Primäärimurskan, sekundäärimurskan ja seulan pölynkeräysjärjestelmiä on muutettu käyttökokemusten perusteella.

Pesun toimintaa tarkkaillaan ja kehitetään tarvittaessa. Kuljettimelle on asennettu myös kolmas kaavin kahden edellisen lisäksi vähentämään kuljettimen ripetystä (eli kuljettimeen kertyneen hienoaineksen putoamista hihnalta). Kuljettimelle on asennettu myös hihnaharja. CVR 3:lle on tehty parannustoimenpiteitä lisäämällä kuljettimen kotelointia (osittainen kotelointi), jolla saatu vetoa pienennettyä.

Kaavarien huollettavuutta on parannettu yhteensä viidellä kuljettimella muuttamalla ne ajon aikana huollettaviksi. Kuljettimelle, joka palauttaa malmin sekundäärimurskauksesta asennetaan ajon aikana huollettavat kaavarit. Kaavarit on asennettu myös primäärimyllyjen syötössä oleville kuljettimille 8 ja 9. Kuljettimeen asetetulla suoristusrullalla tehostetaan kaavinnan toimintaa. Kuljettimen ja syöttösuppilon väliin on asennettu lisätiivisteet. Pölyn keräysyksikköä tiivistetään lisää vuotojen vähentämiseksi. Primäärimyllyjä syöttävillä kuljettimilla 5 ja 6 on tehty hinnan käännöt sekä selvitetty mahdollisuutta asentaa harjoja, vesipesuja ja lisäkaapimia pölyämisen vähentämiseksi. Myös kuljettimille 1, 8 ja 9 on tehty hihnankäännöt. Harjatyypinen kaavari lisättiin 2019 CVR 3:lle. Lisäksi kuljetin 10 on suljettu kokonaan.

Lisäksi kuljettimien osalta riippukiristys on muutettu vetoasemakiristykseksi seitsemällä kuljettimella kymmenestä, jolloin ripetys poistuu kokonaan riippukiristyksen kohdalta. Myllyhallista hienomurskalle kiveä siirtävä kuljetin on umpinainen eikä pölyämistä tapahdu. Hihnakuljettimille 10, 5, 6 ja 1 on asennettu paluuhinnan kääntölaitteet. Kääntölaitteen ansiosta ripetyksen määrä kuljettimen alle vähenee huomattavasti. Hihnakuljettimen 2 (CVR 2) kuljetintunneliin on tehty väliseinä, joka estää välivarastosta leviävän pölyn pääsyn kuljetintunneliin/ulkoilmaan.

Seulalla on kehitetty tiivisteiden kiinnitysmenetelmiä käyttämällä monihuullostiivisteitä. Kuljettimelle, joka kuljettaa seulotun malmin välivarastoon on asennettu kuljetinharja ja kolmas kaavin edellisten lisäksi. Kuljettimelle asennetaan myös itsestään puhdistuvat kantorullat välivaraston päähän. Seulalle asennetaan pölyä ionisoiva laitteisto. Pääseulan purkusuppilo on koteloitu. Palasiilon on lisätty suppilot. Toukokuussa 2019 asennettiin uusi pääseula. Seulan

pölynpoistot ja kotelointi tehtiin tiiviimmäksi ja paremmaksi kuin nykyisessä seulassa. Seula on kokonaisuudessaan koteloitu.

Taulukko 3. Toimintasuunnitelma tuotantorakennusten pölyämisen rajoittamiseksi

Pölyävä kohde	Tuotantorakennukset
Vastuuhenkilö	Antti Niemelä (040 183 3733) tai Janne Laukkanen (050 5179860)
Yhteyshenkilöt	Valvomo (040 8093395) Rikastamon työnjohto: vuoro 1 – Mika Vihriälä (040 635 0849) vuoro 2 – Alekski Imponen (040 151 1932), vuoro 3 – Juha Hjelm (040 483 8369), vuoro 4 – Risto Pöllänen (040 649 5550), vuoro 5 – Petri Mikkola (040 635 2752)
Ajankohdat	Prosessityöntekijät kiertävät usean kerran vuoron aikana prosessirakennuksissa, jolloin pölyäminen voidaan havaita nopeasti. Pölynpoistojärjestelmien tukkeutuminen havaitaan prosessiautomaatiojärjestelmästä ja tukkeutumistapauksessa pölynpoistolaite pysäytetään, avataan ja pölytukos poistetaan.
Työvaiheet	Pölyämisen ilmetessä rakennusten sisällä suljetaan ovet. Pölyntorjuntarakenteissa puutteita havaittaessa puhdistetaan tai korjataan pölynkeräysjärjestelmät ja tiivistetään kuljettimien koteloinnit. Rakennusten sisällä pöly pestään ja imuroidaan pois tarvittaessa.
Materiaalit	Pölyn siivoamiseen käytetään vettä. Tarvittaessa kuivaimuautoa apuna.
Kalusto ja henkilöstö	Prosessi- ja kunnossapito-osastojen henkilökunta huolehtivat pölyntorjunnasta sekä ennakoivasti että puutteita havaittuaan. Pölynkeräysyksiköjä on kolme ja pölyn siivoamista varten löytyy veden jakelupisteitä.
Käyttöpäiväkirja	Vuoromestarit pitävät päivittäin sähköistä käyttöpäiväkirjaa, johon merkitään pölyhavainnot. Poikkeavasta pölyämisestä raportoidaan sähköiseen poikkeamien hallintajärjestelmään.

5.5 Varastoalueet

Tehdas- ja kaivosalueen varastoalueista osa on asfaltoitu ja osa murskepinnalla. Alueiden ei ole havaittu aiheuttavan merkittävää pölyämistä. Tarvittaessa asfaltoituja alueita harjataan ja pestään tehostetusti.

5.6 Kaivannaisjäte- ja moreenialueet

Mahdollisia pölyviä kohteita ovat sivukivialue, moreenin varastointialueet ja rikastushiekka-allas A. Sivukivialueella pölyämistä esiintyy kiven kaatovaiheessa läjitysalueelle sekä kuivalla kelillä lastausteiden pölyämisenä. Sivukivialueen pölyhavainnot kirjataan käyttöpäiväkirjaan. Sivukivialueen pölyämistä tarkkaillaan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti

sijoittamalla yksi pölytarkkailupiste sivukivialueesta koilliseen Huutamoaavan suuntaan. Tällä tarkkailulla voidaan havaita sivukivialueen suunnasta tulevan pölyn laatua ja määrää. Moreenin ja muiden maa-ainesten varastointialueiden pölyämistä tarkkaillaan silmämääräisesti päivittäin.

Rikastushiekka-allas A on rakennettu ympäristö- ja vesitalousluvan lupamääräysten mukaisesti. Rikastushiekka-altaan A padon läpi suotautuvaa vesimäärää hallitaan altaan juureen rakennettujen juurisalaojien ja pumppaamojen avulla. Tämä lisää merkittävästi padon stabiliteettia ja mahdollistaa myöhemmässä vaiheessa padon korottamisen vastavirtaan rikastushiekan päälle turvallisesti. Rikastushiekka-altailla A ja B on aloitettu rikastushiekan läjitys kesällä 2012. Rikastushiekka-altaalla B rikastushiekan ei ole havaittu pölyävän, luvan mukaisesti B hiekka tulee pitää vesipinnan alapuolella. Rikastushiekka-altaalla A on havaittu pölyämistä korotustöiden yhteydessä sekä haasteellisten sääolosuhteiden valitessa (tuulinen, kuivina ja kuumina keleinä). Pölyntorjunta rikastushiekka-altaalla A hallitaan pääasiassa spigotointikohdan muuttamisella tarvittaessa. Patokorotustöiden yhteydessä tai spigotointisuunnitelman niin vaatiessa, missä ei voida spigotoinnilla ehkäistä pölyämistä, asennetaan alueelle harso. Pölyämistä minimoidaan rikutun pinnan määrää padon rakentamisen yhteydessä. Lisäksi patorakennussekvenssiä on tarkennettu pölyämisen minimoimiseksi.

Rikastamo seuraa rikastushiekka-alueita ja niiden mahdollista pölyämistä 2 krt/vuorossa tehtävillä kierroksilla. Lisäksi rikastushiekka-altaan padonkorotustyömaalla työskentelevä urakoitsija pystyy havainnoimaan pölyämistilannetta jatkuvasti. Rikastushiekka-altaan osissa spigotointikohtia vaihtamalla voidaan vaikuttaa siihen nopeasti, ettei liian kuivia reuna-alueita pääse syntymään.

Taulukko 4. Toimintasuunnitelma rikastushiekka-altaiden pölyämisen rajoittamiseksi

Pölyävä kohde	Rikastushiekka-altaat
Vastuuhenkilö	Sami Hindström (040 718 3933) tai Tero Ristimella (040 630 5234)
Yhteyshenkilöt	Valvomo (040 809 3395) Rikastamon työnjohto: vuoro 1 – Mika Vihriälä (040 635 0849) vuoro 2 – Alekski Imponen (040 151 1932), vuoro 3 – Juha Hjelm (040 483 8369), vuoro 4 – Risto Pöllänen (040 649 5550), vuoro 5 – Petri Mikkola (040 635 2752)
Ajankohdat	Rikastamon työntekijät käyvät kiertämässä rikastushiekka-altaat joka vuorossa, jolloin pölyämistä myös havainnoidaan. Urakoitsija kastelee tiealueita myös tarvittaessa.
Työvaiheet	Urakoitsija kastelee tiealueita kasteluautollaan tarvittaessa, johon vesi otetaan rikastamorakennuksen raakavesitankista.
Materiaalit	Kasteluun käytetään toistaiseksi tiealueilla vettä, rikastushiekka-altaan pölyämistä hallitaan pääasiassa läjityspaikan muutoksella, alueilla joissa korotustyö on käynnissä eikä läjitystä voida pölytapauksissa sinne ohjata, pölyä estetään harsottamalla kuivat rikastushiekkapinnat
Kalusto ja henkilöstö	Urakoitsijan kasteluauto

Käyttöpäiväkirja	Vuoromestarit pitävät päivittäin sähköistä käyttöpäiväkirjaa, johon merkitään pölyhavainnot. Poikkeavasta pölyämisestä raportoidaan sähköiseen poikkeamien hallintajärjestelmään.
-------------------------	---

6 Havainnot ja poikkeamat

Poikkeamien hallintajärjestelmään raportoituja tilanteita tarkastellaan nykyisin säännöllisesti päivittäin ympäristöyksikön ja eri osastojen toimesta, ja pyritään mahdollisille toistuville tilanteille etsimään ennaltaehkäiseviä ratkaisuja.

TEKNINEN MUISTIO

Päiväys: 24.02.2022

Projektinumero 20373404_Q4/2021_A0

Vastaanottaja: Tero Ristimella, Boliden Kevitsa Mine Oy

Kopio: Sami Hindström, Heliminna Modig, Johanna Holm, Hannu Jussila, Pekka Lindroos

Lähtettäjä: Jussi Vikainen

Sähköposti: jussi_vikainen@golder.fi

KEVITSAN KAIVOKSEN RIKASTUSHIEKKA-ALTAAN A MONITOROINNIN NELJÄNNESVUOSIRAPORTTI (Q4/2021) JA VUOSIRAPORTTI (2021) /

QUARTERLY (Q4/2021) AND YEARLY (2021) REPORT FOR MONITORING OF TSF A OF KEVITSA MINE

1.0 Johdanto / Introduction

Tässä teknisessä muistiossa esitetään yhteenveto instrumentoinnin seurannasta vuoden 2021 neljännen kvartaalin (Q4) aikana, sekä käydään läpi Bolidenin Kevitsan kaivoksen rikastushiekka-altaan A (TSF A) toimintaa seurannan tulosten valossa. Tässä neljännesvuosittaisessa raportissa tarkastellaan myös monitorointidatan pidempiaikaisia trendejä.	This Technical Memorandum presents a summary of the Instrumentation monitoring over the fourth quarter (Q4) of 2021 and discusses the performance of the facility during 2021, in relation to the monitoring data at Tailings Storage Facility (TSF) A at Boliden's Kevitsa Mine. In this quarterly and annual report, also longer timescale trends of the monitoring data will be discussed
Tämän raportin sisältö on seuraava:	The contents of this report are as follows:

SISÄLLYSLUETTELO / CONTENTS

1.0	Johdanto / Introduction	1
2.0	Yhteenveto ja toimenpidelista / Summary and action list	3
3.0	Seurantamittaukset / Monitoring results	9
3.1	TSF A luoteiskulman painuma / TSF A northwest corner settlement.....	9
3.2	Pohjavesiputket (CPP) / Casagrande standpipe piezometers (CPP).....	13
3.2.1	Pinnantasojen vuosittainen vaihtelu / Yearly variation in phreatic levels	19
3.3	Värähdyslanka -pietsometrit (VWP) / Vibrating wire piezometers (VWP)	19
3.3.1	Vuosineljänneksen mittaustulokset / Quarterly measurements.....	19
3.3.2	Huokosveden paineen vuosittainen vaihtelu / Pore water pressure yearly variation	22
3.4	Inklinometrit (INC) / Inclinometers (INC).....	26
3.5	Painumalevyt (PMK) / Settlement measurement points (PMK).....	29

3.6	Rikastushiekka-altaan vedenpinnan taso ja kuivavara / Tailings pond water level and beach length	35
3.7	Sää / Weather	37
4.0	Rikastushiekkan rakeisuus / Gradation of Tailings	41
4.1	Prosessin rakeisuusmääritykset / Process Gradation Determinations.....	41
4.1.1	Lähtötiedoista tehdyt havainnot / Observations on the primary data	41
4.1.2	Rakeisuusanalyysi / Gradation analysis	42
4.2	Rikastushiekka-altaasta otetut näytteet / Tailings samples from the TSF.....	44
4.2.1	Otetut näytteet / Collected Samples	44
4.2.2	Rakeisuusanalyysi / Gradation analysis	45
5.0	Vuosittaisen tarkastuskäynnin havainnot / observations from the yearly site inspection.....	45
5.1	Käynnin tiedot / Site Inspection Details	45
5.2	Rikastushiekka-altaan A rakenteet / TSF A Structures	45
5.3	Rikastushiekka-altaan B rakenteet / TSF B Structures	47
5.4	Suotovesi / Seepage water.....	50
5.5	Yhteenveto tarkastuskäynnin havainnoista ja johtopäätökset / Summary of Observations and Conclusions from the Site Inspection.....	55

Liitteet:	Appendices:
Liite A. Mittaustulosten yhteenveto	Appendix A. Summary of measurements
Liite B. Instrumenttien sijaintikartta	Appendix B. Instrumentation plan
Liite C. Rikastushiekkan rakeisuudet	Appendix C. Tailings Gradations

2.0 Yhteenveto ja toimenpidelista / Summary and action list

Vuoden 2021 neljännen kvartaalin (Q4/2021) seurantatulokset olivat yleisesti hyväksyttäviä pois lukien muutamat poikkeavat tulokset.	Monitoring readings for the fourth quarter of 2021 (Q4/2021) were generally acceptable excluding a few diverging results.
TSF A luoteiskulman painuma	TSF A northwest corner settlement
TSF A:n luoteiskulmalla todetun painuman kehitystä seurataan säännöllisillä GPS- ja inklinometrimittauksilla. Lisäksi korotusvaiheen 4 alapuolisen rikastushiekkan lämpötilaa seurataan arvioitun jäätyneen kerroksen syvyydellä.	The settlement observed on the northwest corner of TSF A is monitored with regular GPS and inclinometer surveys. Additionally, the temperature of the tailings under upstream raise stage 4 is monitored at the depth of the estimated frozen layer.
Kesäkuusta 2021 lähtien GPS-mittauksilla mitattu painuma pisteessä 2BET on yhteensä n. 100 mm vuoden loppuun mennessä. Seurantapiste sijaitsee korotusvaiheen 4 ylävirran puolella TSF A:n luoteiskulmalla. Mittaustulokset pisteestä sekä kiinteiden mittauspisteiden sijainnit on esitetty kuvissa Kuva 1 - Kuva 4.	Since June 2021 a settlement of about 100 mm has been measured at point 2BET with GPS surveys. The monitoring point is situated on the upstream side of the stage 4 dam raise on the northwest corner of TSF A. Survey results from the point and locations of fixed survey monuments are shown in pictures Kuva 1 to Kuva 4.
Syyskuussa 2021 aloitetuissa inklinometrimittauksissa on todettu putkessa 1_0735_INC4A vuoden loppuun mennessä siirtymää yhteensä n. 15 mm ylävirran suuntaan putken ylimmässä osassa alkaen n. 6 m syvyydeltä maanpinnasta. Inklinometrimittausten yhteenveto on esitetty taulukossa 5.	In inclinometer surveys started in September of 2021 a displacement of about 15 mm has been observed until the end of the year towards upstream in the topmost 6 m of the casing below ground level. A summary on inclinometer surveys is presented in table 5.
Lämpötilan seurantaputkessa 1_0735_TMP4A on todettu tasolla +234,2 ... +235,0 kerros, jossa lämpötila on nollan °C asteen alapuolella (jäätynyt kerros). Lämpötilan on todettu nousevan jäätyneessä kerroksessa. Tämän vaikutusta painumanopeuteen seurataan edelleen. Lämpötilaprofiilin muutos on esitetty kuvassa 5.	Temperatures below zero degrees °C (frozen layer) have been observed in the temperature monitoring casing 1_0735_TMP4A at level +234,2 ... +235,0. An increase in temperature has been observed in the frozen layer. The effects of the temperature increase to the settlement are being monitored. The change in temperature profile is presented in picture 5.
Kaikkia mittauksia jatketaan, kunnes painumanopeuden todetaan olevan samaa luokkaa ympäröivän padon osan kanssa. Inklinometrimittaukset putkesta 1_0735_INC4A suoritetaan tällä hetkellä kuukausittain 3.11.2021 päivätyn muistion ” TSF A NORTHWEST CORNER CONSTRUCTION PERMIT ” seurantasuunnitelman mukaisesti. GPS mittaukset kiinteistä seurantapisteistä 1-5BET suoritetaan kahdesti viikossa.	All monitoring will continue until the settlement rate is observed to be in line with the surrounding dam section. Inclinometer surveys are being carried out monthly at the moment according to the memo “ TSF A NORTHWEST CORNER CONSTRUCTION PERMIT ” dated 3.11.2021. GPS surveys are done twice per week from fixed survey monuments 1-5BET.

Pohjavesiputket (CPP) mittaavat pohjaveden pinnan tasoa alkupadon alla olevassa moreenikerroksessa, sekä mahdollista huokospaineen kasvua padon louhetäytöissä.	The Casagrande piezometers (CPP) record the moraine foundation groundwater level and any pore pressure build-up in the embankment rockfill.
Pohjavesiputket toimivat pääosin ja neljännesvuosittain tehtävää seurantaa tulee jatkaa.	The CPPs are generally working, and the quarterly monitoring is to be continued.
Pohjavesiputkille ehdotetaan seuraavia toimenpiteitä:	The following actions are recommended for Casagrande piezometers:
1_0260_CPP0A – Pohjavesiputken korjaus. Pohjavesiputki on mennyt poikki maan tasolta todennäköisesti lumitöiden yhteydessä. Ehdotetaan putken korjausta.	1_0260_CPP0A – Repair of the standpipe. The standpipe has been cut at ground level probably due to snow clearing. Repairing of the standpipe is recommended.
1_0350_CPP0A – Hälytysrajan arviointi. Pohjavesiputken hälytysrajaa ehdotetaan tarkastettavaksi ympäröivän maanpinnantason ja suotovesiojan pohjan suhteen.	1_0350_CPP0A – Review of trigger level. It is recommended that the trigger level be reviewed with respect to the surrounding ground level and seepage collection ditch.
1_0640_CPP2C – Hälytysraja määritetty. Hälytysraja on määritetty kairauksen aikana todetun moreenin yläpintaan.	1_0640_CPP2C – Alarm level defined. The trigger level for the standpipe was defined as the upper limit of the moraine layer.
1_1300_CPP2B - Pohjavesiputki mittaa veden pinnantaso alkupadon alapuolisessa moreenikerroksessa. Putkesta ei ole saatu oikeita mittaustuloksia vuoden 2016 jälkeen todennäköisesti sen vääntymisen tai tukkeutumisen takia. Ehdotetaan pohjavesiputken korvaamista muiden instrumenttiasennusten yhteydessä.	1_1300_CPP2B – The standpipe measures the water level in the moraine layer below the starter dam. Since 2016 no valid readings have been recorded from the pipe possibly due to a bend or blockage. It is recommended to be replaced along other instrument installations.
Ehdotetaan vuonna 2014 asennettujen pienten (sisähalkaisija 22 mm) pohjavesiputkien huuhtelua siiviläosan tukkeutumisen estämiseksi. Huuhdeltavien putkien tunnuksukset listattu alla. Putkien huuhtelu ehdotetaan suoritettavan keväällä tai kesällä 2022.	It is recommended that all narrow (ID 22 mm) standpipes installed in 2014 would be flushed to prevent the filter screen from blocking. Below is a list of the pipes to be flushed. The flushing of the standpipes is recommended to be done in spring or summer of 2022.
■ 1_1300_CPP2A	■ 1_1300_CPP2A
■ 1_1550_CPP2A	■ 1_1550_CPP2A
■ 1_1550_CPP2B	■ 1_1550_CPP2B
■ 1_1840_CPP2A	■ 1_1840_CPP2A
■ 1_1840_CPP2B	■ 1_1840_CPP2B

■ 1_2550_CPP2A	■ 1_2550_CPP2A
■ 1_2550_CPP2B	■ 1_2550_CPP2B
■ 3_1000_CPP2A	■ 3_1000_CPP2A
■ 3_1000_CPP2A	■ 3_1000_CPP2A
■ 3_1310_CPP2A	■ 3_1310_CPP2A
■ 3_1310_CPP2B	■ 3_1310_CPP2B
Syyskuussa 2021 asennetut pohjavesiputket 1_0735_CPP4A and 5A TSF A:n luoteisnurkassa ehdotetaan otettavan neljännesvuosittaiseen seurantaan.	Standpipes installed in September 2021 1_0735_CPP4A and 5A are recommended to be added to quarterly monitoring.
Värähdyslanka pietsometrit (VWP) mittaavat huokospainetta ja suotoveden painetasoa rikastushiekassa.	The vibrating wire piezometers (VWP) record the pore pressure and phreatic level in the Tailings.
Anturin 1_2550_VWP5A mittaama painetaso on anturin asentamisesta toukokuussa 2021 lähtien jatkuvasti ylittänyt sille asetetun hälytysrajan. Painetason kehityksen seurantaan jatketaan sekä pyritään selvittämään korkean paineen syyt. Hälytysrajan nostamista tarkastellaan työn alla olevan stabiiliteettianalyysien tulosten perusteella.	The measured pressure reading has consistently exceeded the alarm level in sensor 1_2550_VWP5A since installation in May 2021. The development of the pressure will be continued to be monitored and the reason for high pressure is to be discovered. Raising of the alarm level may be considered based on the results of the stability analysis which is being prepared.
Paineantureiden painetasot ja putkesta mitatut vedenpinnantasot joissakin havaintoputkissa eivät aina täsmää. Ilmanpaineen vaihtelu voi osaltaan vaikuttaa eroon.	The pressure measured by the sensor and manual measurements from some standpipes do not always match. One reason may be changes in air pressure.
Inklinometrit (INC) mittaavat vaiheen 3 korotuspadon ja alkupadon sekä niiden välisen rikastushiekan siirtymää. Syyskuussa 2021 asennettiin kolme uutta inklinometrin suojauputkea TSF A:n luoteisnurkalle vaiheen 4 korotuspadolle seuraamaan todettuun painumaan liittyviä mahdollisia siirtymiä louhetäytössä ja rikastushiekassa.	The inclinometers (INC) measure displacement of the Stage 3 and starter dam embankments and the tailings between them. In September 2021 three new inclinometer casings were installed to the northwest corner of TSF A on stage 4 to monitor possible displacements in the rock fill and tailings connected to the observed settlement.
Inklinometrien profiilit on esitetty graafisesti liitteessä A. Kuvaajiin on lisätty maakerrosten paksuudet.	Inclinometer profiles are presented graphically in appendix A. Graphs are updated with subsurface layer thickness profiles.
Inklinometrimittaukset suoritetaan tällä hetkellä Sisgeon toimittamalla manuaalisella	Inclinometer measurements are conducted with a manual probe provided by Sisgeo. The last remaining

inklinometrillä. Viimeinen automaattinen IPI järjestelmä poistettiin toukokuussa 2021.	original automatic IPI system was removed in May 2021.
Korotusvaiheen 4 ja 5 harjalle asennetut Painumalevyt (PMK) mitataan neljännesvuosittain siirtymän mittaamiseksi.	Settlement plates (PMK) installed on the Stage 4 and 5 crests are surveyed on a quarterly basis to measure displacement.
Siirtymämittauspisteet PMK13 ja ST5_PMK2500 itäisellä padolla otettiin tiheennettyyn kuukausittaiseen tarkkailuun 2021 kolmannen kvartaalin alussa ympäröiviä pisteitä suuremman painuman takia. Tiheennyssä tarkkailussa on todettu painumanopeuden hidastuneen molemmissa pisteissä ja niitä ehdotetaan tarkkailtavan jatkossa neljännesvuosittain muiden PMK pisteiden tavoin.	Settlement monitoring points PMK13 and ST5_PMK2500 were monitored with more frequent monthly surveys starting in Q3/2021 due to having a settlement greater than surrounding points. The more frequent surveys showed that the settlement rate had slowed down in both points and it is recommended that they will be henceforth monitored quarterly along with other PMK points.
Pysyvien mittauspisteiden asennus on käynnissä.	Installation of permanent survey points is on-going.
Tarkastuskäynnin yhteydessä ei todettu rikastushiekka-aldaiden toimintaa vaarantavia tekijöitä. Tarkastuskäynnin yhteydessä tehtiin kuitenkin seuraavat havainnot ja johtopäätökset:	No observations were made during the site inspection that might endanger the safety of the tailings storage facilities. The following observations and conclusions were made:
Suotovesiojissa ja rummuissa todettiin virtausta osin padottavia roskia. Ojat ja rummut suositellaan puhdistettaviksi roskista kerran vuodessa.	The seepage collection ditches and culverts contained debris which limited the flow of water. The ditches and culverts are recommended to be cleaned annually.
Altaan A pohjoispuoleisella huoltotien itäosassa suoto-ojan puoleisessa reunassa todettiin halkeamia, jotka aiheuttavat potentiaalisen riskin, jos raskas kalusto ajaa lähelle tien reunaa esim. kohtaustilanteissa. Ojan luiska on jyrkkä. Ojan luiskan loiventamista tai tien reunan tukemista, tai reunapenkereen rakentamista tien reunaan suositellaan tehtäväksi.	Cracks were observed on the eastern side of the northern service road of TSF A on the shoulder facing the seepage ditch. The cracks may pose a risk for heavy traffic veering to the edge of the road for example to avoid oncoming traffic. The slope facing the ditch is steep. It is recommended that the slope either would be made less steep, reinforced or that an embankment be built on the side of the road.
Altaan luoteis/pohjoisnurkassa suotautuu ojaan vettä kohdassa, jossa suoto-oja kääntyy pohjoiseen TP1 altaaseen. Tämä kohta ehdotetaan otettavaksi valvojan viikoittaiseen tarkkailuun.	On the northern/northwestern corner of TSF A seepage water is discharged into the ditch where the ditch turns towards the north to TP1 pond. It is recommended that this area will be taken into weekly monitoring by the field supervisor.
Altaan A pohjoispuoleisen huoltotien viereisessä suoto-ojan padonpuoleisessa luiskassa todettiin useissa kohdissa vähäistä veden suotautumista. Mahdollista muutosta suotautumisessa huoltotien luiskasta suositellaan havainnoitavaksi keväällä sulamisen aikaan ja	Minor seepage was observed in several spots along the ditch running next to the northern service road of TSF A. The discharge was observed on the dam facing slope. Possible seepage from the slope of the service road is to be observed by the field supervisor during spring melt and in the autumn

	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1_0260_CPP0A <p>Pohjavesiputkien lisäys neljännesvuosittaiseen seurantaan. / Adding standpipes to quarterly monitoring</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 1_0735_CPP4A ■ 1_0735_CPP5A 	Q1/2022	Golder / Boliden
3	<p>Värähdyslanka -pietsometrit (VWP) / Vibrating wire piezometers (VWP)</p> <p>1_2550_VWP5A korkean paineen syyn selvittäminen ja ehdotettu stabiiliteettianalyysi sekä hälytysrajan uudelleenarviointi sen perusteella / 1_2550_VWP5A discover the reason for high pressure Recommend additional stability analysis and re-evaluate trigger level based on this</p> <p>Antureiden mittaaman tason ja manuaalisen pinnanmittauksen eron syiden selvittäminen / Studies into level difference between sensor readings and manual measurements</p>	<p>Results presented Q1/2022</p> <p>Ongoing</p>	<p>Golder</p> <p>Golder</p>
4	<p>Painumalevyt (PMK) / Settlement plates (PMK)</p> <p>Korotusvaiheen 4 piste PMK 13 neljännesvuosittainen seuranta / Stage 4 PMK 13 quarterly monitoring</p> <p>Korotusvaiheen 5 piste ST5_PMK 2500 neljännesvuosittainen seuranta / Stage 5 ST5_PMK 2500 quarterly monitoring</p> <p>Pysyvien mittauspisteiden asennus. / Installation of permanent survey points.</p>	<p>Q1/2022</p> <p>On-going</p>	<p>Arctic Infra / Golder</p> <p>Arctic Infra / Golder</p>
5	<p>Tarkastuskäynnin toimenpiteet / Actions recommended based on the site inspection</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Suotovesiojien ja ojarumpujen putsaus vuosittain / cleaning of seepage ditches and culverts annually ■ Suotoveden purkupaikkojen tarkkailu / Monitoring of seepage discharge points ■ Pohjoisen huoltotien korjaus / Repairing of the northern service road 	<p>2022</p> <p>2022</p> <p>2022</p>	<p>Boliden Kevitsa</p> <p>Golder</p> <p>Boliden Kevitsa</p>

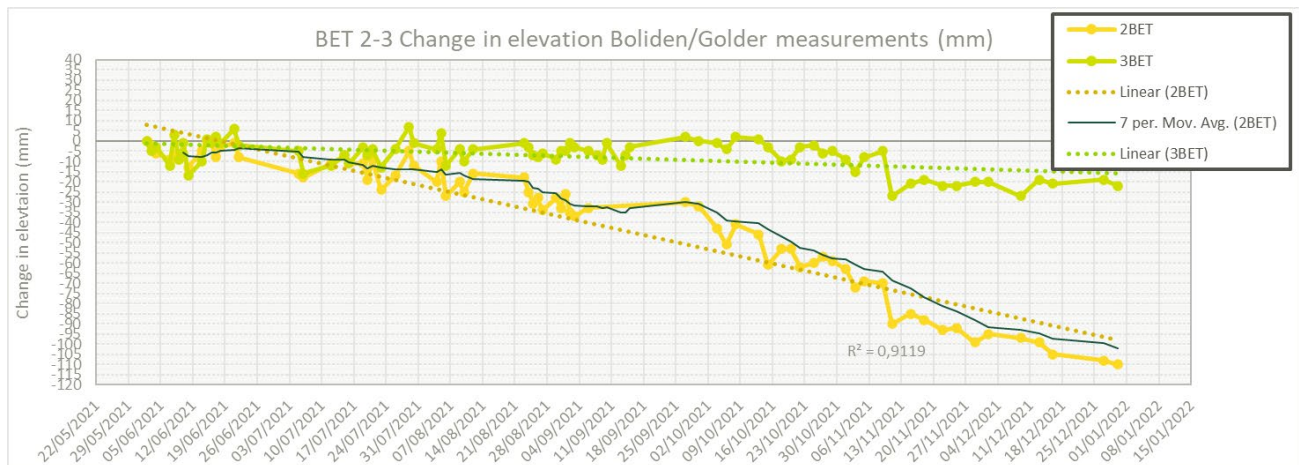
3.0 Seurantamittaukset / Monitoring results

Rikastushiekka-altaaseen A (TSF A) asennetun instrumentoinnin detaljit ja nimeämisperusteet on esitetty liitteessä A. Instrumenttien sijainnit on esitetty liitteen B kartassa.	Details and naming convention of the instrumentation installed around the tailings storage facility A (TSF A) are found in appendix A. Instrument locations are shown in the plan in appendix B.
Mitattuja arvoja vertaillaan hälytysarvoihin, jotka on määritetty kullekin laitteistolle osana TSF A:n stabiliteetti selvitystä (Golder, 2017) ja joita on päivitetty vuoden 2018 seurantaraportissa (Golder, 2019). Hälytysarvot on esitetty OMS-manuaalissa (Operations, Monitoring and Surveying). Vuosien 2020-2021 aikana asennetuille uusille instrumenteille määriteltiin alustavat hälytysrajat vanhojen instrumenttien perusteella. Hälytysarvot tullaan arvioimaan ja tarvittaessa päivittämään vuonna 2022 suunnitellun stabiliteettitarkastelun yhteydessä.	Measured values are compared to trigger levels which were defined for each instrument according to the stability analysis of TSF A (Golder, 2017) and which have been updated in the yearly monitoring report of 2018 (Golder 2019). The trigger levels are also presented in the OMS- manual (Operations, Monitoring and Surveying). Preliminary trigger levels for the new instruments installed in 2020 and 2021 were defined based on previously installed instrumentation. The trigger levels will be reviewed and updated if necessary, as part of the stability analysis planned for 2022.

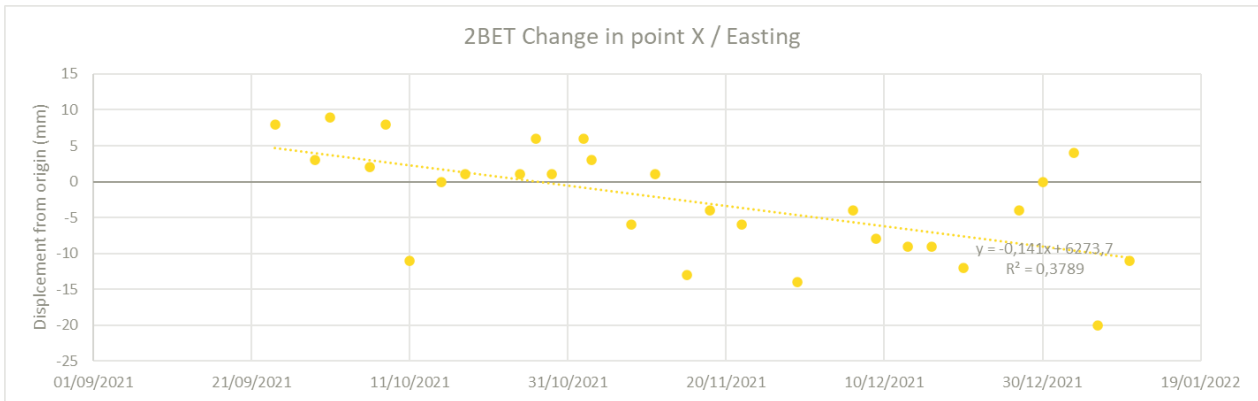
3.1 TSF A luoteiskulman painuma / TSF A northwest corner settlement

TSF A:n luoteiskulmalla korotusvaiheen 4 padolla on todettu ympäröivää patoa suurempaa painumaa. Painuma rajautuu n. 50 m leveälle alueella paalulukujen 1_0715 ja 1_0765 (vaihe 4 paalutus) välillä.	On the northwest corner of TSF A on stage 4 settlement has been observed that is happening at a rate faster than the surrounding dam. The settlement is bounded within an area about 50 m wide between chainage 1_0715 and 1_0765 (stage 4 chainage).
Painuma todettiin vuoden 2021 toukokuussa, josta lähtien sen kehittymistä on seurattu GPS -mittauksin (Kuva 1). Syyskuusta 2021 lähtien luoteiskulman painumaan liittyviä siirtymiä on seurattu inklinometrimittauksilla (Taulukko 5) korotusvaiheen 4 alavirran puoleiseen reunaan asennetusta inklinometriputkesta.	The settlement was first observed in May of 2021 and it has been since monitored with GPS measurements (Kuva 1). Since September 2021 displacements connected to the settlement have been monitored with inclinometer measurements from an inclinometer casing installed on the downstream side of stage 4 (Taulukko 5).
Painumaa seurataan viidestä betoniporsaasta, jotka on sijoitettu padon eri korotusvaiheille. Pisteiden sijainnit ja nimet on esitetty kuvassa 4. Pisteessä 2BET korotusvaiheen 4 ylävirran puolella on todettu kesäkuussa aloitetuissa mittauksissa vuoden loppuun mennessä n. 100 mm painumaa	The settlement is monitored from 5 concrete blocks placed on different stages of the dam. The locations and names of the points are presented in picture Kuva 4. In point 2BET on the upstream side of stage 4 a total settlement of about 100 mm has been recorded by the end of the year in measurements started in June.
Kiinteistä mittauspisteistä 1-5BET seurataan myös horisontaalista siirtymää. Ainoastaan pisteessä 2BET voidaan todeta selvä trendi	The points 1-5BET are also monitored for horizontal displacement. Only point 2BET shows a clear trend of horizontal displacement. The point has moved about

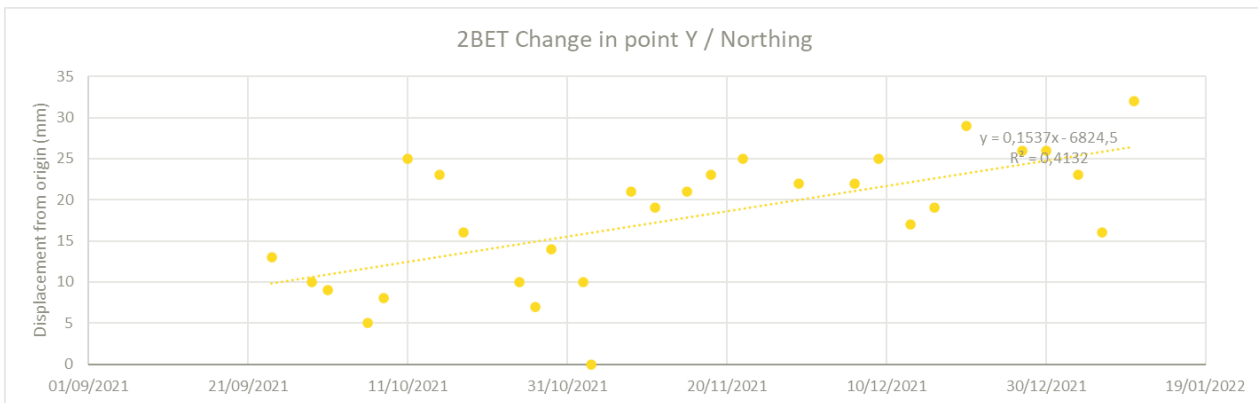
<p>horisontaalisessa siirtymässä. Piste on siirtynyt n. 30 mm luoteeseen (alavirran suuntaan) Q4 2021 aikana.</p>	<p>30 mm towards northwest (towards downstream) during Q4 2021.</p>
<p>Inklinometriputki 1_0735_INC4A korotusvaiheen 4 alavirran puolella osoittaa siirtymää ylävirran suuntaan (lounaaseen) yhteensä n. 15 mm syyskuun referenssimittaukseen nähden. Siirtymä näyttäisi alkavan likimäärin louhetäytön ja rikastushiekan rajapinnasta n. 6 m syvyydeltä mitattuna padon harjalta. Louhetäytön odotetaan normaalisti painuvan ja siirtyvän ylävirran suuntaan. Mitattu siirtymänopeus on kuitenkin huomattavasti ympäröiviä mittauspisteitä nopeampaa.</p>	<p>Inclinometer casing 1_0735_INC4A on the downstream side of stage 4 indicates a displacement of 15 mm towards upstream (southwest). The displacement is limited to the rock fill layer starting at a depth of 6 m measured from the dam crest which corresponds approximately to the interface of rockfill and tailings. The rockfill is expected to settle and move towards the upstream over time. However, the measured rate of displacement is significantly faster than in surrounding monitoring points.</p>
<p>Inklinometrimittauksia tehdään luoteiskulman havaintopisteestä 1_0735_INC4A toistaiseksi kuukausittain.</p>	<p>Inclinometer surveys are continued on the northwest corner monitoring point 1_0735_INC4A monthly for the time being.</p>



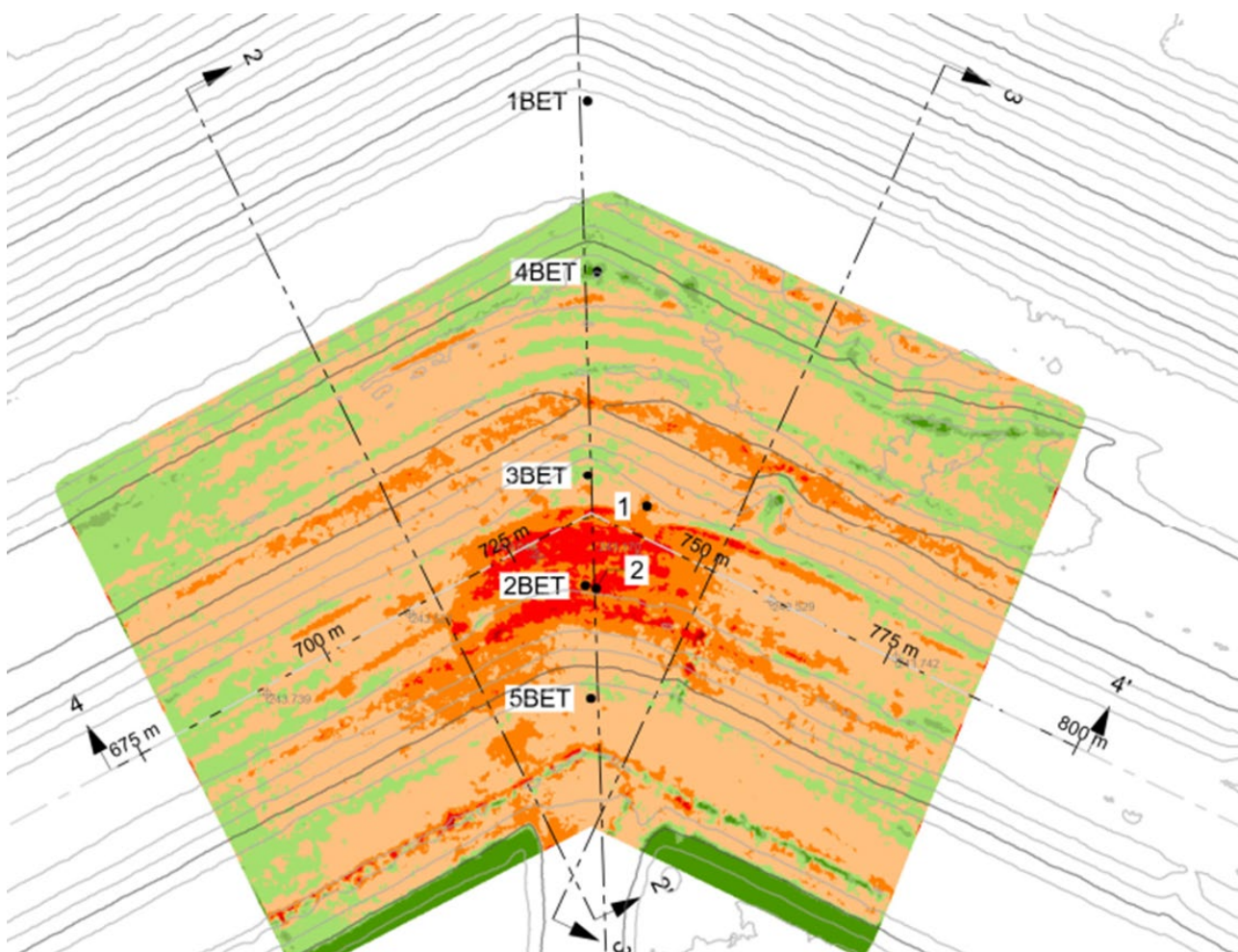
Kuva 1: Painumamittauspisteiden 2BET ja 3BET korkeuden muutos GPS mittauksissa (N60). / Settlement monitoring points 2BET and 3BET elevation change from GPS surveys (N60)



Kuva 2: Painumapisteen 2BET X-koordinaatin siirtymä (Easting) / Change in settlement point 2BET in X axis coordinate (Easting).



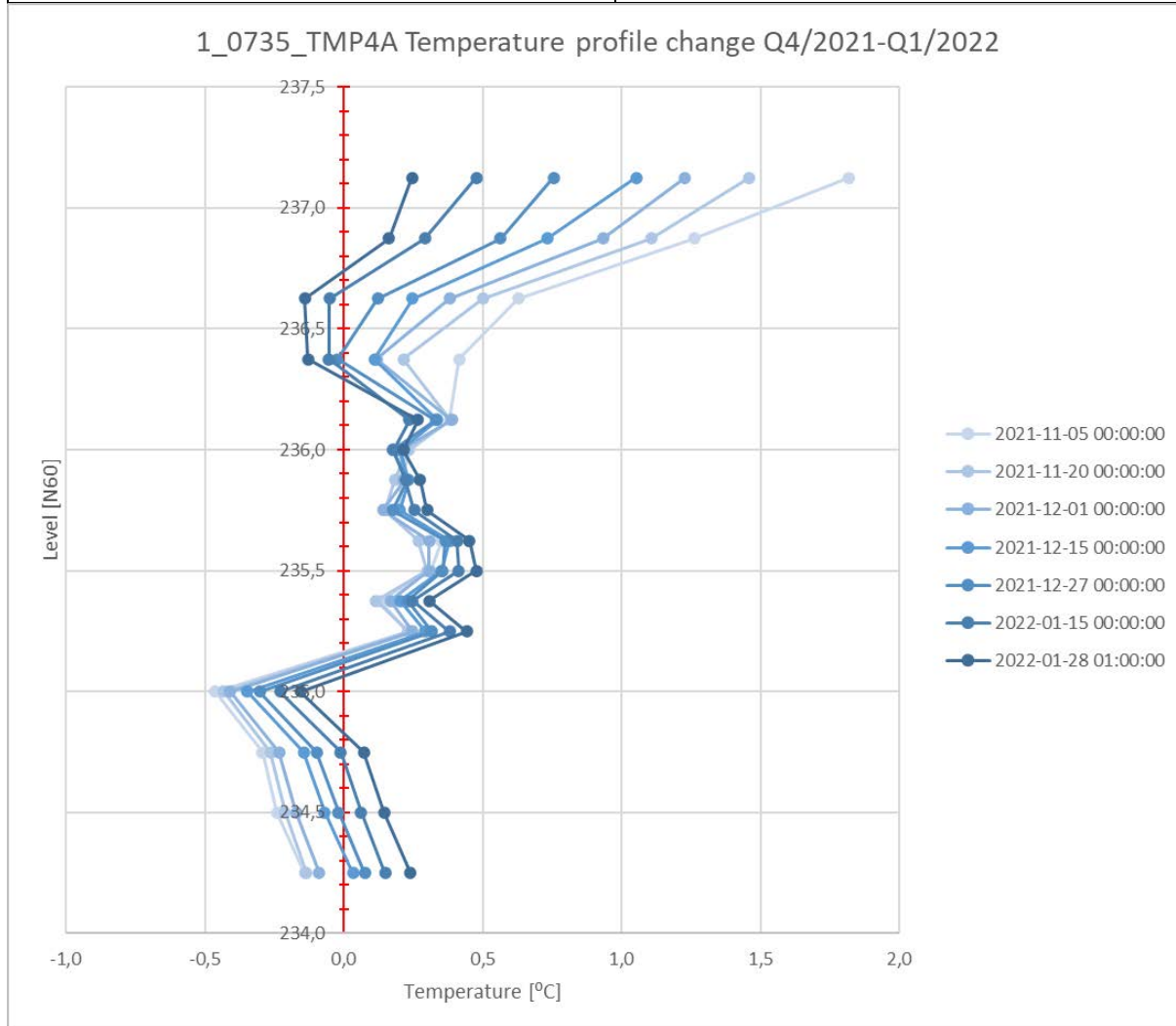
Kuva 3: Painumapisteen 2BET Y-koordinaatin siirtymä (Northing) / Change in settlement point 2BET in Y axis coordinate (Northing).



Kuva 4: Painumamittauspisteiden 1-5BET sijainnit TSF A:n luoteiskulmalla. / Locations of settlement points 1-5BET on the northwest corner of TSF A.

<p>Syyskuussa 2021 luoteiskulmalle asennettiin havaintoputki maanalaisia lämpötilamittauksia varten (havaintopiste 1_0735_TMP4A). Lämpötila-anturit asennettiin marraskuussa 2021. Antureita asennettiin rikastushiekkaan yhteensä 16 kpl tasojen +234,2 m ja +237,1 m välille mittaamaan CPTu-kairauksissa todetun jäätyneen kerroksen paksuutta ja sen mahdollista sulamista.</p>	<p>In September of 2021 a standpipe was installed on the northwest corner intended to accommodate sub-surface temperature measurements (monitoring point 1_0735_TMP4A). The temperature sensors were installed in November of 2021. A total of 16 sensors were installed into the tailings layer between levels +234,2 m and +237,1 m to measure the thickness of the frozen layer detected in CPTu tests and to monitor possible thawing.</p>
<p>Asennuksen jälkeen lämpötila putken alimmassa osassa (tasojen +234,2 m ja +235,0 m välissä) todettiin olevan nollan alapuolella. Vuoden loppuun mennessä samassa kerroksessa lämpötila oli noussut n. 0,4 °C, osittain nollan yläpuolelle ja osoittaen sulamista tapahtuvan. Samaan aikaan ylempänä olevan kerroksen (tasolla noin +236,5 m) lämpötila laski nollan</p>	<p>Following the installation in the lowest section of the standpipe (between +234,2 m and +235,0 m) a temperature below zero was measured. Until the end of the year the temperature in this section had risen by about 0,4 °C bringing some of the sensors above zero and indicating that thawing was indeed taking place. At the same time temperature in the upper layers (at around +236,5 m) decreased to below zero. Change in</p>

alapuolelle. Lämpötilaprofiilin muutos ajan suhteen esitetty kuvassa 5.	temperature profile with respect to time is shown in Kuva 5.
Lämpötilan nousun ja painuman mahdollista korrelaatiota seurataan.	The correlation between the rising temperatures and settlement is monitored.



Kuva 5: Lämpötilamittauspisteen 1_0735_TMP4A lämpötilaprofiilin muutos. Anturit asennettu rikastushiekkaan. / Temperature monitoring point 1_0735_TMP4A, change in temperature profile. Sensors are installed in tailings.

3.2 Pohjavesiputket (CPP) / Casagrande standpipe piezometers (CPP)

Taulukossa 2 on yhteenveto pohjavesiputkista (CPP), jotka mittaavat vedenpintaa louhetäyhteisessä alkupadossa ja padon alapuolisessa pohjamaassa. CPP-putkien vedenpinnan tasot mitataan neljännesvuosittain manuaalisesti Bolidenin henkilökunnan toimesta.	Casagrande standpipe (CPP) level data is summarised in table 2. The standpipes measure the phreatic level within the rock fill of the starter dam and in the underlying moraine. The levels are measured every quarter by Boliden personnel. The levels for the fourth quarter were measured on 21.-22.12.2021.
--	---

<p>Neljännän kvartaalin mittaukset suoritettiin 21.-22.12.2021.</p>	
<p>Vedenpinnantasojen kuvaajat on esitetty liitteessä A</p>	<p>Phreatic levels are shown as graphs in Appendix A.</p>
<p>Pohjavesiputket on asennettu seuraaviin maakerroksiin:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Louhetäyttö – seuraa huokospaineen tasoa louhetäytössä. On epätodennäköistä, että vedenpinta nousee louhetäyttöön, mutta huokosvedenpainetta voi muodostua moreeni-tiivisteiden ja rikastushiekan kulkeutuessa louhetäytön huokosiin. ■ Moreeni – seuraa huokospaineen tasoa pohjamaassa ■ Louhetäytön raja – seurataan mahdollista suotautumista patovallin louhetäytön ja perusmaan moreenin rajapinnalla. 	<p>The casagrande standpipes are installed in the following layers:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Rockfill – Monitors the pore pressure level within the rockfill. It is unlikely that the water level would rise to the rock fill, however pore pressure can rise if moraine and tailings are transported to the voids in the rock fill. ■ Moraine – Monitors pore pressure in the underlying moraine layer. ■ Rock fill contact – Monitors possible seepage between the rock fill embankment and underlying moraine layer.

Taulukko 2 : Pohjavesiputkien pinnantasojen yhteenveto. / Summary of phreatic levels from Casagrande standpipes.

Pato / Dam section	Putken tunnus / Pipe ID	Materiaali siiviläosan ympärillä / Material around filter screen	Veden korkeustaso (N60) / Water level (N60)	Hälytysraja (N60) / Trigger level (N60)	Trendi ja kommentit / Trend and comments
Pohjoinen / Northern	1_0260_CPP0A	Louhetäytön raja / Rock fill contact	+230,8	+235,7	OK, taso noussut edellisestä mittauksesta. Putki vaurioitunut. Katso teksti alla. / OK, level has risen since last measurement. Standpipe has been damaged. See text below.
	1_0340_CPP4A	Louhetäytön raja / Rock fill contact	+230,6	+231,0	OK, pinnantaso vakaa vuoden 2021 mittauksissa / OK, level stable over 2021 measurements
	1_0350_CPP2A	Louhetäyttö / rock fill	+229,5	+228,2 (Mitattava vesipatsas / Water column) Hälytysrajaa muokattu Q4/2022 / Trigger level adjusted Q4/2022	Hälytysraja ylittynyt , pinnantaso vakaa vuoden 2021 mittauksissa. Katso teksti alla. / Trigger level exceeded , level stable over 2021 measurements. See text below.

Pato / Dam section	Putken tunnus / Pipe ID	Materiaali siiviläosan ympärillä / Material around filter screen	Veden korkeustaso (N60) / Water level (N60)	Hälytysraja (N60) / Trigger level (N60)	Trendi ja kommentit / Trend and comments
	1_0350_CPP0A	Louhetäytön raja / Rock fill contact	+228,2	+229 Hälytysrajaa muokattu Q4/2022 / Trigger level adjusted in Q4/2022	Hälytysrajaa nostetaan suotovesiojan pohjan korkoon. Taso noussut edellisestä mittauksesta. Katso teksti alla. / Trigger level to be raised to the bottom level of the seepage collection ditch. Level has risen since last measurement. See text below.
	1_0640_CPP2A	Louhetäyttö / Rock fill	+227,0 (kuiva/dry)	+227,0 (Mitattava vesipatsas / Water column)	OK, ei vesipatsasta todettu vuoden 2021 mittauksissa / OK, no water column measured in 2021
	1_0640_CPP2B	Louhetäyttö (rapautunut) / Rock fill (weathered)	+222,0 (kuiva/dry)	+222,0 (Mitattava vesipatsas / Water column) Hälytysrajaa muokattu Q4/2022 / Trigger level adjusted Q4/2022	OK, taso laskenut n. 2 m edellisestä mittauksesta. Hälytysraja tarkistetaan. Katso teksti alla. / OK, level has dropped about 2 m since last measurement. Trigger level to be reviewed. See text below.
	1_0640_CPP2C (asennettu/installoitied 2021)	Moreeni / Moraine	+219,7	+219,2 Hälytysrajaa muokattu Q4/2022 / Trigger level adjusted Q4/2022	Hälytysraja asetettu moreenikerroksen yläpintaan. Hälytysraja ylittyy. Katso teksti alla. / Trigger level defined as the upper limit of the moraine layer. Trigger level exceeded. See text below.
	1_1300_CPP2A	Louhetäyttö / Rock fill	Ei mittauksia / No reading	+222,4 (Mitattava vesipatsas / Water column)	Putki tukossa maanpinnan tasolla. Mahdollisesti jäähtynyt. Uusintamittaus keväällä. / Standpipe blocked at ground level. Possibly frozen. To be remeasured in spring.
	1_1300_CPP2B	Moreeni / Moraine	+232,0 (kuiva/dry)	+222,0	Putken pohjan tason pitäisi olla +219,31 m. Putki todennäköisesti tukkeutunut tai vääntynyt. Katso teksti alla. / The bottom of the standpipe should be +219,31 m. The pipe is likely blocked or bent. See text below.
	1_1550_CPP2A	Louhetäyttö / Rock fill	+223,0 (kuiva/dry)	+223,0 (Mitattava vesipatsas / Water column)	OK
	1_1550_CPP2B	Moreeni /	+223,1	+224,0	OK, taso noussut edellisestä mittauksesta. /

Pato / Dam section	Putken tunnus / Pipe ID	Materiaali siiviläosan ympärillä / Material around filter screen	Veden korkeustaso (N60) / Water level (N60)	Hälytysraja (N60) / Trigger level (N60)	Trendi ja kommentit / Trend and comments
		Moraine			OK, level has risen since last measurement.
	1_1840_CPP2A	Louhetäyttö / Rock fill	+228,6 (kuiva/dry)	+228,6 (Mitattava vesipatsas / Water column)	OK
	1_1840_CPP2B	Moreeni / Moraine	+228,1	+229,0	OK, taso noussut edellisestä mittauksesta. Veden pinnan taso ulottuu n. 1 m louhetäyttöön. / OK, level has risen since last measurement. The water level extends about 1 m into the rock fill.
Itäinen / Eastern	1_2550_CPP2A	Louhetäyttö / Rock fill	+225,0 (kuiva/dry)	+225,0 (Mitattava vesipatsas / water column)	OK
	1_2550_CPP2B	Moreeni / Moraine	Ei mittausta	+229,0	Putki tukossa. Mahdollisesti jäätynyt. Mittaus 8.12.2021 +226,16 / Standpipe blocked. Possible frozen. Measurement on 8.12.2021 + 226,16
	2_0140_CPP2B	Louhetäytön raja / Rock fill contact	+236,1 (kuiva/dry)	+236,1 (Mitattava vesipatsas / Water column) Hälytysrajaa muokattu Q4/2022 / Trigger level adjusted Q4/2022	OK. Hälytysrajaksi asetettu putken pohjan taso. / Ok. Trigger level defined as the bottom of the pipe.
	3_0500_CPP2A	Louhetäyttö / Rock fill	+231,3 (kuiva/dry)	+231,3 (Mitattava vesipatsas / Water column)	OK
	3_0500_CPP2B	Moreeni / Moraine	+231,4	+231,6	OK, taso laskenut edellisestä mittauksesta. / OK, level has decreased since last measurement.
Eteläinen / Southern	3_1000_CPP2A	Louhetäyttö / Rock fill	+226,4 (kuiva/dry)	+226,4 (Mitattava vesipatsas / Water column)	OK, taso laskenut edellisestä mittauksesta. Q2 ja Q3 mittauksissa todettu vesipatsas. / OK, level has decreased since last measurement. In Q2 and Q3 measurements a water column was measured.
	3_1000_CPP2B	Moreeni /	+227,0	+228,0	OK, laskenut edellisestä mittauksesta. /

Pato / Dam section	Putken tunnus / Pipe ID	Materiaali siiviläosan ympärillä / Material around filter screen	Veden korkeustaso (N60) / Water level (N60)	Hälytysraja (N60) / Trigger level (N60)	Trendi ja kommentit / Trend and comments
		Moraine			OK, level has decreased since last measurement.
	3_1310_CPP2A	Louhetäyttö / Rock fill	+227,8 (kuiva)	+227,8 (Mittattava vesipatsas / Water column)	OK
	3_1310_CPP2B	Moreeni / Moraine	+226,2	+230,6	OK, noussut edellisestä mittauksesta. / OK, level has risen since last measurement.
	3_1760_CPP0A	Louhetäytön raja / Rock fill contact	+229,7	+230,1	OK, laskenut edellisestä mittauksesta. / OK, level has decreased since last measurement.
	3_1770_CPP2A	Louhetäyttö / Rock fill contact	+234,7	+233,5 (Mittattava vesipatsas / Water column)	Hälytysraja ylittynyt. Katso teksti alla. / Trigger level exceeded. See text below.
	3_1770_CPP2B	Moreeni / Moraine	+231,7	+231,6	Hälytysraja ylittynyt. Katso teksti alla. / Trigger level exceeded. See text below.
Läntinen / Western	4_0720_CPP2A	Louhetäyttö / Rock fill	+243,4 (kuiva)	+243,4 (Mittattava vesipatsas / Water column)	OK
	4_0720_CPP2B	Moreeni / Moraine	+240,0 (kuiva)	+242,8	OK

Poikkeavia lukemia todettiin seuraavissa pohjavesiputkissa:	Diverging results were observed from the following standpipes:
<ul style="list-style-type: none"> 1_0260_CPP0A – Putki mennyt poikki maanpinnan tasolta. Suositellaan putken korjausta keväällä/kesällä 2022 sekä putken suojausta esim. betonirenkaalla. Putken juurta joudutaan todennäköisesti kaivamaan auki, jolloin kaivutyöt tulee tehdä sulan maan aikaan. 	<ul style="list-style-type: none"> 1_0260_CPP0A – Standpipe was cut at the ground level. It is recommended to be repaired in spring/summer 2022 and protected with e.g. a concrete ring. The stem of the pipe most likely has to be dug open, thus the excavation works should be done when the ground is not frozen.
<ul style="list-style-type: none"> 1_0350_CPP2A – Hälytysraja ylittyi. Hälytysrajaa laskettu tasosta +234,5 m putken pohjan tasoon +228,2 m muiden louhetäytön putkien mukaisesti. Vesipatsas nousee n. 1,3 m louhetäyttöön. 	<ul style="list-style-type: none"> 1_0350_CPP2A – Trigger level exceeded. The trigger level was lowered from +234,5 m to the level of the bottom of the standpipe +228,2 m to match other standpipes in rock fill. The water column rises about 1,3 m to the rock fill layer.
<ul style="list-style-type: none"> 1_0350_CPP0A – Putki mittaa veden pinnantasoa alkupadon juurella louheen ja 	<ul style="list-style-type: none"> 1_0350_CPP0A – The standpipe measures the water level at the foot of the starter dam from the rock

<p>moreenin rajapinnasta. Vesipatsas ei ulotu louhetäyttöön. Pinnantason vaihtelu asennuksesta lähtien, vuodesta 2018, on ollut +- 0,3 m ilman havaittavaa nousevaa trendiä. Ympäröivä maanpinta on tasossa +231,1 m. Veden pinta on lähellä suotoveden keräysojan pohjaa leikkauksessa (n. +229 m). Hälytysrajaa nostetaan suotoveden ojan pohjan tasolle +229.</p>	<p>fill and moraine interface. Water column does not extend to rock fill. Variation in phreatic level since installation in 2018 has been +- 0,3 m without observable increasing trend. Surrounding ground surface at level +231,1 m. The water level is close to the level of the seepage collection ditch at the same section (about +229 m). The trigger level is raised to the bottom level of the seepage collection ditch.</p>
<p>■ 1_0640_CPP2B – Putki mittaa veden pinnantaso alkupadon alla olevassa rapautuneessa kiviaineksessa. Putken hälytysrajaksi muutetaan mitattava vesipatsas.</p>	<p>■ 1_0640_CPP2B – The standpipe measures the water level below the starter dam in a weathered rock fill layer. The trigger level is changed to a measurable water column.</p>
<p>■ 1_0640_CPP2C – Hälytysraja ylittyi. Putki mittaa veden pinnantaso alkupadon alla olevassa moreenikerroksessa. Vesipatsas ulottuu n. 0,5 m rapautuneeseen kiviainekseen, joka todettiin louhetäytön alla putken asennuksen yhteydessä. Jatketaan tarkkailua trendin selvittämiseksi.</p>	<p>■ 1_0640_CPP2C – Trigger level exceeded. The standpipe measures the water level in the moraine layer beneath the starter dam. The water column reaches to about 0,5 m into the weathered rock fill that was observed during the installation of the standpipe. Monitoring continued to investigate trend.</p>
<p>■ 1_1300_CPP2A – Putki tukossa maan pinnan tasolla, mahdollisesti jäätyminen takia.</p>	<p>■ 1_1300_CPP2A – The standpipe was blocked close to the ground level likely due to freezing.</p>
<p>■ 1_1300_CPP2B – Putki tukkeutunut tai taipunut -6,35 m syvyydellä putken päästä. Putkesta ei mittauksia vuoden 2016 jälkeen. Suositellaan putken uusimista.</p>	<p>■ 1_1300_CPP2B – The standpipe is blocked or bent at -6,35 m below the top of the pipe. No measurements since 2016. Replacing of the standpipe is recommended.</p>
<p>■ 1_2550_CPP2B – Putki tukossa, mahdollisesti jäätyminen takia. Golderin kenttävalvoja havaitsi joulukuun aikana putken tulpan puuttuvan. Putki tulpattiin teipillä väliaikaisesti.</p>	<p>■ 1_2550_CPP2B – The standpipe was blocked likely due to freezing. Golder's field supervisor observed during December that the pipe cap was missing. The pipe was temporarily closed off with tape.</p>
<p>■ 3_1770_CPP2A – Hälytysraja ylittyi. Putki mittaa veden pinnantaso alkupadon louhetäytössä. Putkesta mitattu vesipatsas säännöllisesti Q2 2021 mittauksesta lähtien. Vesipatsas todettu myös syksyllä 2019 ja talvella 2020.</p>	<p>■ 3_1770_CPP2A – Trigger level exceeded. The standpipe measures the phreatic level in the starter dam rock fill. A water column has been measured consistently since Q2 2021. A water column was also detected in autumn of 2019 and winter 2020.</p>
<p>■ 3_1770_CPP2B – Hälytysraja ylittyi. Putki mittaa veden pinnantaso alkupadon alla olevassa pohjareenissa. Pinnantaso putkessa on noussut tasaisesti vuodesta 2020 lähtien.</p>	<p>■ 3_1770_CPP2B – Trigger level exceeded. The standpipe measures the phreatic level in the moraine below the starter dam. The phreatic level in the standpipe has been rising steadily since 2020.</p>

3.2.1 Pinnantasojen vuosittainen vaihtelu / Yearly variation in phreatic levels

TSF A:n pohjoispuolen pohjavesiputkissa ei ole nähtävissä selkeää nousevaa tai laskevaa trendiä mittaushistorian aikana.	In standpipes on the northern side of TSF A there is no clear rising or lowering trend in phreatic level.
TSF A:n eteläpuolella seuraavissa putkissa on todettu pidemmällä tarkastelujaksolla nouseva vedenpinnan trendi:	In the following standpipes on the southern side of TSF A rising trend over a longer time scale can be identified:
<ul style="list-style-type: none"> 3_0500_CPP2B (moreeni): Havaintoputki mittaa vedenpinnan tasoa alkupadon alaisessa pohjamoreenissa TSF A:n kaakkoiskulmalla. Mittaushistorian aikana, vuodesta 2018 lähtien, pinnantaso noussut n. 1,5 m (+230,0 m ... +231,5 m). Korkein mitattu lukema +232,8, mitattu elokuussa 2021. 	<ul style="list-style-type: none"> 3_0500_CPP2B (moraine): The standpipe measures the phreatic level in the moraine (glacial till) layer under the starter dam on the southeast corner of TSF A. During the measurement history since 2018 phreatic level has increased by about 1,5 m (+230,0 m ... 231,5 m). The highest recorded level is +232,8, measured in August 2021.
<ul style="list-style-type: none"> 3_1770_CPP2A (louhetäyttö): Havaintoputki mittaa vedenpinnantaso alkupadon louhetäytössä TSF A:n lounaiskulmalla. Vuoden 2021 mittauksissa putkessa todettu säännöllisesti vesipatsas. Aikaisemmin vesipatsas on mitattu 2019 syksyllä sekä 2020 talvella. Louhetäytössä sijaitsevien putkien tulisi olla kuivia. 	<ul style="list-style-type: none"> 3_1770_CPP2A (rockfill): The standpipe measures the phreatic level in the rockfill of the starter dam on the southwest corner of TSF A. In the surveys done in 2021, a water column has been consistently measured from the standpipe. In earlier measurements a water column was also detected in autumn of 2019 and winter of 2020. Standpipes located in rockfill should be dry.
<ul style="list-style-type: none"> 3_1770_CPP2B (moreeni): Havaintoputki mittaa vedenpinnan tasoa alkupadon alaisessa pohjamoreenissa TSF A:n lounaiskulmalla. Mittaushistorian aikana, vuodesta 2018 alkaen, pinnantaso on noussut n. 1,7 m (+230,0 m ... +231,7 m). 	<ul style="list-style-type: none"> 3_1770_CPP2B (moraine): The standpipe measures the phreatic level in the moraine (glacial till) layer under the starter dam on the southwest corner of TSF A. During the measurement history, since 2018 the phreatic level has increased by about 1,7 m (+230,0 m ... +231,7 m).

3.3 Värähdyslanka -pietsometrit (VWP) / Vibrating wire piezometers (VWP)

3.3.1 Vuosineljänneksen mittaustulokset / Quarterly measurements

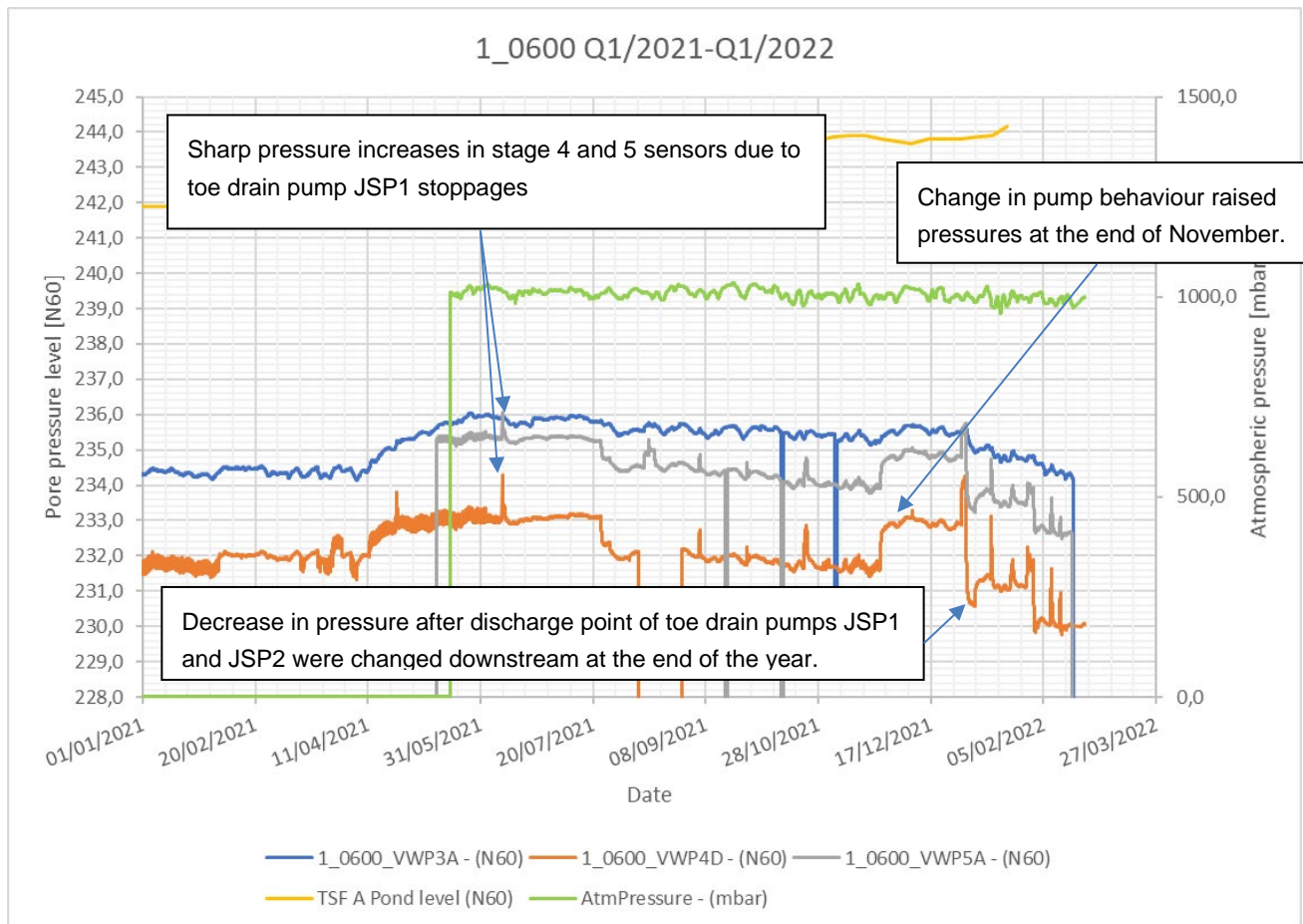
Taulukossa 3 on esitetty yhteenveto kvartaalin värähdyslanka -pietsometriä (VWP) mittaustuloksista. Nämä paineanturit mittaavat huokosveden painetasoa rikastushiekassa TSF A:n ympärillä. Antureiden mitaamat painetason aikasarjat on esitetty liitteessä A.	Table 3 presents a summary of quarterly vibrating wire piezometer (VWP) measurements. These sensors measure the pore pressure in the tailings around TSF A. The timeseries of the pressure measured by the sensors is shown in appendix A.
Kolmannen kvartaalin raportissa (Q3/2021) todettiin antureiden mitaaman painetason ja putkesta manuaalisesti mitatun pinnantason eroavan toisistaan jopa 0,5 m. Mittaustulosten	In the third quarterly report (Q3/2021) it was noted that there is a discrepancy between the measured pressure level of the piezometer and the actual water level in the standpipe of up to 0,5 m. The discrepancy

<p>eroa pyrittiin selvittämään laajennetulla manuaalisella mittauksella, jolloin todettiin mitatun painetason ja pinnantason erotuksen vaihtelevan huomattavasti samassa putkessa. Ilmanpaineen vaikutusta anturin toimintaan tullaan selvittämään.</p>	<p>was investigated with more manual measurements, when it was found that the level difference varies over time even in the same pipe. The effect of atmospheric pressure on the sensor will be investigated further.</p>
---	---

Taulukko 3 : Värähdyslanka -pietsometriä yhteenveto tarkastelujaksolla Q4/2022. / Summary of vibrating wire piezometer measurements of Q4/2022.

Pato / Dam section	Anturin tunnus / Sensor identifier	Huokosveden painetason vaihteluväli (N60) / Range of pore water pressure level (N60)	hälytys- rajan taso (N60) / Trigger level (N60)	Trendi ja kommentti / Trend and comment
Northwest	1_0600_VWP3A	+235,2 – +235,6	+238,0	<p>Suotoveden painetaso nousi nopeasti 21.10.2021 juurisalaojapumpun pysähtymisen seurauksena. Painetaso palautui häiriötä edeltävälle tasolle 28.10.2021.</p> <p>Noin 1 m nousu todettiin 24.11.2021 alkaen korotusvaiheen 4 ja 5 havaintopisteissä nostaen painetason Q3 alun tasolle. Painetason nousun syyksi arvioitiin muutosta juurisalaojapumppujen toiminnassa.</p> <p>Juurisalaojapumppujen purkupaikan muutostyöt keskeyttivät pumppauksen hetkellisesti 1.1.2022. Pumput käynnistettiin samana iltapäivänä, jonka jälkeen painetaso laski 24.11. alkanutta häiriötä edeltävälle tasolle. Vaiheen 3 mittauspisteessä pumppujen toiminnan muutokset näkyvät viiveellä ja pienemmällä magnitudilla.</p> <p>/</p> <p>The pore water pressure level rose quickly on 21.10.2021 due to toe drain pump stoppage. The pressure recovered on 28.10.2021 to a level preceding the disturbance.</p> <p>A pressure rise of about 1 m was observed 24.11.2021 onwards in stage 4 and 5 monitoring points raising the pressure to a similar level that was recorded in the beginning of Q3. The pressure rise is attributed to by changes in toe drain pump behavior.</p> <p>Works to change the toe drain discharge point interrupted the pumping on 1.1.2022. The pumps were restarted on the same afternoon, after which the pressure lowered to a similar level as before the disturbance started on 24.11.2021.</p>
	1_0600_VWP4D	+231,4 – +234,2	+238,0	
	1_0600_VWP5A	+233,8 – +235,6	+238,0	
	1_0735_VWP4A	+230,1 – +234,2	+238,0	<p>Muutokset juurisalaojan pumppauksessa näkyvät selvästi leikkauksen suotoveden painetasossa samalla tavalla kuin leikkauksessa 1_0600.</p> <p>/</p> <p>Changes in toe drain pumping show clearly in the pore water pressure levels of the section in a similar manner as in section 1_0600.</p>
	1_0735_VWP5A	+232,7 – +234,2	+238,0	
North	1_1000_VWP5A	+232,3 – +234,7	+238,0	<p>Muutokset juurisalaojan pumppauksessa näkyvät selvästi leikkauksen suotoveden painetasossa samalla tavalla kuin leikkauksessa 1_0600.</p> <p>/</p> <p>Changes in toe drain pumping show clearly in the pore water pressure levels of the section in a similar manner as in section 1_0600.</p>

	1_1550_VWP3A	+233,5 – +234,5	+238,0	<p>Muutokset juurisalaojan pumppauksessa näkyvät selvästi leikkauksen suotoveden painetasossa samalla tavalla kuin leikkauksessa 1_0600.</p> <p>/</p> <p>Changes in toe drain pumping show clearly in the pore water pressure levels of the section in a similar manner as in section 1_0600.</p>	
	1_1550_VWP4D	+232,2 – +234,4	+238,0		
	1_1550_VWP5A	+234,9 – +235,7	+238,0		
	1_1840_VWP5A	+236,8 – +237,4	+238,0		<p>Painetaso havaintopisteessä vakaa. Muutokset pohjoispadon juurisalaojapumppujen toiminnassa näkyvät havaintopisteessä, vaikkakin hieman vaimennettuna.</p> <p>/</p> <p>Pressure levels stable in the monitoring point. Changes in north dam toe drain pumping are visible albeit in a smaller magnitude.</p>
East	1_2550_VWP5A	+238,7 – +239,3	+238,0	<p>Painetaso ylittää hälytysrajan. Vrt. teksti alla. Painetaso havaintopisteessä vakaa. Muutokset juurisalaojapumppujen toiminnassa eivät heijastu yhtä selkeästi painetasoon kuin pohjoisissa monitorointileikkauksissa.</p> <p>/</p> <p>The pressure level exceeds the trigger level. See text below. Pressure level in the monitoring point is stable. Changes in toe drain pumping are not reflected in the pressure level compared to monitoring sections on the northern dam.</p>	
South	3_1000_VWP3A	+232,1 - +232,8	+238,0	<p>Havaintopisteissä tasaisia mittaustuloksia. Lievästi nouseva trendi Q4 tarkastelujaksolla. Mahdollisesti eteläpadolla tapahtuvan spigotoinnin vaikutusta.</p> <p>/</p> <p>Stable readings in the monitoring point. Slightly increasing trend over the monitoring period Q4. Possibly due to tailings deposition in the area.</p>	
	3_1000_VWP4D	+232,7 – +233,3	+238,0		
	3_1000_VWP5A	+234,5 – +235,1	+238,0		
		3_1313_VWP3A	+235,6 – +236,5	+238,0	<p>Havaintopisteissä tasaisia mittaustuloksia. Lievästi nouseva trendi Q4 tarkastelujaksolla. Mahdollisesti eteläpadolla tapahtuvan spigotoinnin vaikutusta.</p> <p>/</p> <p>Stable readings in the monitoring point. Slightly increasing trend over the monitoring period Q4. Possibly due to tailings deposition in the area.</p>
		3_1313_VWP4D	+234,6 – +235,7	+238,0	
		3_1313_VWP5A	+236,3 – +237,1	+238,0	
	3_1773_VWP4D	+235,4 – +236,4	+238,0	<p>Havaintopisteissä tasaisia mittaustuloksia. Lievästi nouseva trendi Q4 tarkastelujaksolla. Mahdollisesti eteläpadolla tapahtuvan spigotoinnin vaikutusta.</p> <p>/</p> <p>Stable readings in the monitoring point. Slightly increasing trend over the monitoring period Q4. Possibly due to tailings deposition in the area.</p>	



Kuva 6: Huokospainetasot luoteispadolla poikkileikkauksessa 1_0600. / Pore water pressure levels on the northwest dam in section 1_0600.

<p>Poikkeavia huokosveden painetasoja todettiin seuraavissa havaintopisteissä:</p>	<p>Diverging pore water pressure levels were observed in the following monitoring points.</p>
<p>■ 1_2550_VWP5A – Painetaso on asennuksesta (05/2021) lähtien ylittänyt asetetun hälytysrajan. Mittaustulokset havaintopisteessä ovat vakaita. Vedenpaineen vaikutusten ymmärtämiseksi itäpadolle tullaan tekemään stabiiliteettianalyysi. Hälytysraja tarkistetaan stabiiliteettianalyysien tulosten perusteella.</p>	<p>■ 1_2550_VWP5A – The pressure level has exceeded the trigger level since installation (May 2021). Pressure levels in the monitoring point are stable. To understand the effects of the pressure level a stability analysis will be conducted on the eastern dam. The trigger level will be evaluated based on the results of the stability analysis.</p>

3.3.2 Huokosveden paineen vuosittainen vaihtelu / Pore water pressure yearly variation

Pato / Dam section	Anturin tunnus / Sensor ID	Huokosveden paineen vaihteluväli 2021 [N60] / Pore pressure range in 2021 [N60]	Keskiarvo [N60] / Average [N60]	Mediaani [N60] / Median [N60]	Painetason trendi 2021 / Pressure level trend in 2021

Northwest	1_0600_VWP3A	+234,1 ... +235,9	+235,1	+235,4	Lievästi nouseva trendi. / Slightly rising trend.
	1_0600_VWP4D	+231,3 ... +234,0	+232,2	+232,0	Runsaasti vaihtelua juurisalaojapumppauksen muutosten myötä. Ei selkeää trendiä. / Lots of variation due to changes in toe drain pumping. No clear trend.
	1_0600_VWP5A	+233,9 ... +236,0	+234,7	+234,7	Runsaasti vaihtelua juurisalaojapumppauksen muutosten myötä. Ei selkeää trendiä. / Lots of variation due to changes in toe drain pumping. No clear trend.
	1_0735_VWP4A	+230,1 ... +234,5	+231,4	+230,9	Asennettu 09/2021, ei tarpeeksi mittausdataa pidemmän ajan trendin osoittamiseen / Installed in 09/2021, not enough measurements to indicate longer timescale trend
	1_0735_VWP5A	+232,8 ... +234,7	+233,5	+233,7	
North	1_1000_VWP5A	+232,7 ... +234,5	+233,6	+233,6	Laskeva trendi mahdollisesti luoteiskulman vähäisen spigotoinnin seurauksena. / Decreasing trend possibly due to lack of spigoting on the northwest corner
	1_1550_VWP3A	+233,5 ... +234,9	+234,2	+234,2	Runsaasti vaihtelua juurisalaojapumppauksen muutosten myötä. Ei selkeää trendiä. / Lots of variation due to changes in toe drain pumping. No clear trend.
	1_1550_VWP4D	+232,1 ... +234,5	+233,1	+233,1	Runsaasti vaihtelua juurisalaojapumppauksen muutosten myötä. Ei selkeää trendiä. / Lots of variation due to changes in toe drain pumping. No clear trend.
	1_1550_VWP5A	+234,8 ... +236,2	+235,6	+235,6	Lievästi laskeva trendi. / Slight decreasing trend.
	1_1840_VWP5A	+236,5 ... +237,3	+237,0	+237,0	Lievästi nouseva trendi. / Slight increasing trend.
East	1_2550_VWP5A	+238,7 ... +239,3	+239,0	+239,0	Stabiili / Stable
South	3_1000_VWP3A	+232,0 ... +234,2	+233,7	+233,9	Laskeva trendi. / Decreasing trend.
	3_1000_VWP4D	+232,7 ... +234,7	+234,2	+234,5	Laskeva trendi. / Decreasing trend.
	3_1000_VWP5A	+234,3 ... +235,8	+235,0	+234,9	Laskeva trendi. / Decreasing trend.
	3_1313_VWP3A	+233,2 ... +236,0	+234,9	+235,6	Laskeva trendi. / Decreasing trend.
	3_1313_VWP4D	+233,3 ... +236,4	+235,0	+235,5	Laskeva trendi. / Decreasing trend.
	3_1313_VWP5A	+235,0 ... +237,2	+235,9	+235,8	Laskeva trendi. / Decreasing trend.
	3_1773_VWP4D	+234,2 ... +236,6	+235,6	+235,8	Laskeva trendi. /

					Decreasing trend.
--	--	--	--	--	-------------------

<p>Luoteis- ja pohjoispadon havaintopisteiden mittaustuloksiin vaikuttaa vahvasti juurisalaojapumppausten toiminta, joten vuoden 2021 mittauksista on haastavaa löytää pidemmän ajan trendiä. Juurisalaojapumppujen purkupaikan muuttaminen alavirran suuntaan parantaneen niiden kapasiteettia ja mahdollisesti tulee laskemaan huokosveden painetasoa alkupadon läheisyydessä pitemmällä aikavälillä.</p>	<p>The monitoring points on the northwestern and northern dams are heavily affected by changes in toe drain pumping thus making it difficult to identify longer timescale trends for 2021. The modification to change the discharge point of the pumps towards downstream, seems to have improved their capacity and will likely lower the pore pressure level near the starter dam in the long term.</p>
<p>Pohjoispadolla pidemmän aikavälin tarkastelua voidaan suorittaa pohjoispadon korotusvaiheen 3 ylävirran puolella vertailemalla anturin 1_1550_VWP3A mittauksia aikaisempaan, jo nyt tuhoutuneen anturin tuloksiin. Uudella ja vanhalla mittauspisteellä sama tunnus. Tällöin voidaan tarkastella lähes jatkuvaa mittaussarjaa vuoden 2014 elokuusta alkaen.</p>	<p>On the northern dam a longer-term analysis of pore pressure development can be done from the sensor 1_1550_VWP3A, located on the upstream shoulder of stage 3, by comparing it to the dataset from the already destroyed sensor at the same location. This way a timeseries from August 2014 can be reviewed.</p>
<p>Vanhan mittausjärjestelmän mukaan huokospaineen nousu havaintopisteessä on ollut n. 1 m/vuosi 2014–2018 ajanjaksolla. Tasolta +229 m tasolle +234 m.</p>	<p>According to the old measurement system the increase in pore pressure in the monitoring points has been about 1 m/year during 2014-2018. From level +229 m to +234 m</p>
<p>Uuden mittausjärjestelmän käynnistyessä vuoden 2021 toukokuussa painetaso havaintopisteessä oli n. +234 m. Vuoden aikana juurisalaojapumppauksen muutokset vaikuttivat painetasoon, mutta selkeää nousevaa trendiä ei voida todeta.</p>	<p>The starting level recorded by the new measurement system in May of 2021 was about +234 m. During the year changes in toe drain pumping affected the pressure level but a clearly rising trend cannot be observed.</p>
<p>TSF A altaan veden pinta on noussut vuoden 2021 aikana n. 1,9 m (+241,9 m ...+243,8 m). Altaan vedenpinnan nousulla ei ole ollut tällä tarkastelujaksolla havaittavaa vaikutusta huokospaineen tasoon pohjoisen padon huokospaineantureissa tai muut tekijät ovat vaikuttaneet enemmän.</p> <p>Ajanjaksolla 2016-2021 TSF A altaan veden pinta on noussut n. 7m (+234,9 m ... +241,9 m).</p>	<p>The water level of TSF A has risen during 2021 about 1,9 m (+241,9 m ...+243,8 m). During this monitoring period the rising pond level has not attributed to a noticeable pore pressure increase or other phenomena have had a larger impact.</p> <p>Between 2016-2021 the pond level of TSF A has risen about 7 m (+234,9 m ... +241,9 m).</p>

<p>Juurisalaojapumppaamon JSP2 itäpuolella pumppauksen vaikutus painetasoon kehitykseen ei ole yhtä selkeä. Pidemmän ajan tarkastelua suoritetaan tuhoutuneesta pisteestä</p>	<p>East of toe drain pump JSP2 the effect of pumping on the development of pore pressure level is not as evident. A long term analysis of pore pressure is done from monitoring point 1_1840_VWP3B (2014-2019)</p>
---	--

1_1840_VWP3B (2014-2019) sekä uudesta havaintopisteestä 1_1840_VWP5A (05/2021 lähtien). Havaintopisteet eivät sijaitse samalla korotusvaiheella, joten mittauksia ei voi verrata suoraan keskenään.	and the newly established monitoring point 1_1840_VWP5A (from May 2021 onwards). It should be noted that the sensors are installed on different stages and thus cannot be compared directly with one another.
Vanhassa pisteessä 1_1840_VWP3A korotusvaiheen 3 ylävirran puolella painetaso on noussut mittaushistorian (08/2014-11/2019) aikana n. 5 m tasosta +231,0 m tasolle +236,0 m.	In the old monitoring point 1_1840_VWP3A on the upstream side of stage 3 the pressure level has risen about 5 m during the measurement period (08/2014-11/2019) from +231 m to +236 m.
Toukokuussa 2021 asennettu havaintopiste 1_1840_VWP5A sijaitsee samassa leikkauksessa korotusvaiheella 5. Asennuksesta lähtien painetaso on pysynyt n. tasossa +237,0 m.	The monitoring point 1_1840_VWP5A installed in May of 2021 in the same cross section on the upstream dam raise stage 5. Since the installation the sensor has shown the pressure level to be around +237,0 m.

Itäisellä padolla tarkastellaan huokosveden paineen suhteellista muutosta pisteessä 1_2550_VWP3B, joka on asennettu 2016 korotusvaiheen 4 ylävirran puolelle. Tässä monitorointipisteessä vanha lähetin edelleen toimii ja tuloksia voidaan verrata ainakin laadullisesti uuden järjestelmän mittauksiin (1_2550_VWP5A korotusvaiheella 5). Vuonna 2016 asennettujen antureiden asennussyvyydestä ei ole täyttä varmuutta, joten absoluuttiset tasot saattavat olla virheelliset. Paineen muutosta voidaan kuitenkin tarkastella.	On the eastern dam section the relative change in pore pressure is studied from monitoring point 1_2550_VWP3B installed in 2016 on the upstream side of the stage 4 dam raise. In this section the old data logger is still functional and monitoring results can be qualitatively compared to the levels recorded by the new monitoring system (1_2550_VWP5A on stage 5). The installation depths of the sensors installed in 2016 are uncertain and the absolute levels might thus be erroneous. The change in pressure over time can still be studied from the data.
Mittaushistorian aikana 2016-2020 paine on noussut anturissa 1_2550_VWP3B n. 5,5 m tasolta +232,0 m tasolle +237,5 m. Joulukuussa 2021 todettiin myös hetkellinen +238,0 m painetaso todennäköisesti johtuen muutoksista juurisalaojapumppeihin. Vuoden 2021 aikana havaintopisteessä ei ole todettu huomattavaa painetason nousua.	During the measurement history between 2016-2020 the pore pressure in sensor 1_2550_VWP3B has risen about 5,5 m from +232,0 m to +237,5 m. In December of 2021 a momentary pressure level exceeding +238,0 m was recorded possibly due to changes in the toe drain pumping. During 2021 no significant rise in pore pressure was observed.
Samaan leikkauksen ylemmälle korotusvaiheelle 5 toukokuussa 2021 asennetun anturin 1_2550_VWP5A painetaso on myös pysynyt vuoden 2021 ajan vakaana n. tasolla +239,0 m.	Sensor 1_2550_VWP5A was installed on the higher stage 5 of the same monitoring section in May 2021. The pressure level has remained stable at around level +239,0 m during 2021.

Eteläpadolla vuosittaista vaihtelua tarkastellaan korotusvaiheen 3 ylävirran puoleisesta havaintopisteestä 3_1000_VWP3A. Mittausdataa	On the southern dam yearly variation is observed from point 3_1000_VWP3A situated on the upstream side of the stage 3 dam. Measurement data from the
---	--

pisteestä löytyy ajanjaksoilta 08/2014-11/2017 ja korvaavan järjestelmän myötä 12/2020 lähtien. Anturin tunnus on sama molemmissa järjestelmissä.	monitoring point is available between 08/2014-11/2017 and with the installation of the new sensor from 12/2020 onwards.
Vanhan järjestelmän mittaushistorian aikana suotoveden painetaso on noussut n. 1,5 m kolmen vuoden aikana tasolta +229,5 m tasolle +231,0 m.	During the measurement history of the old system the pore pressure has risen about 1,5 m over a 3 year period from +229,5 m to +231,0 m.
Joulukuussa 2020 asennetun järjestelmän suotoveden paineen lähtötaso oli +234,0 m, josta se on laskenut vuoden 2021 aikana n. 1,5 m tasolle +232,5 m.	The initial pressure level of the new measurement system installed in December of 2020 was about +234,0 m from which it has decreased by about 1,5 m during 2021 to the level +232,5 m.

3.4 Inklinometrit (INC) / Inclinometers (INC)

Rikastushiekka-altaan A (TSF A) ympärille on asennettu yhteensä 7 inklinometriputkea. Ensimmäiset putket asennettiin vuonna 2016 seuraamaan korotusvaiheen 3 patovallin ja tämän alapuolisten kerrosten mahdollisia siirtymiä. Täydentäviä putkia asennettiin 3 kappaletta korotusvaiheelle 4 syyskuussa 2021 seuraamaan etenkin TSF A:n luoteiskulman painuman aluetta.	Around TSF A there are a total of 7 inclinometer casings installed. The first casings were installed in 2016 on stage 3 to monitor possible deformations on the dam raise and in underlying layers. To complement the monitoring system 3 new inclinometer casings were installed on stage 4 in September of 2021 to monitor the area around the settlement on the northwest corner of TSF A.
Inklinometriputkien kaltevuutta mitataan manuaalisella inklinometrilaitteistolla (Sisgeo B.R.A.I.N digital inclinometer system). Putken pohjan oletetaan olevan liikkumaton ja sitä käytetään referenssinä kaikissa mittauksissa. Tulokset on esitetty standardin ISO18674-3 mukaisessa muodossa, jossa A+ suunta osoittaa suurimman epäillyn liikkeen suuntaan eli padon ylävirran suuntaan.	The inclination of the casings is measured with a manual inclinometer system (Sisgeo B.R.A.I.N digital inclinometer system). The bottom of the casing is assumed to be fixed and is used as a reference point in all following measurements. The results are displayed according the ISO18674-3 standard where the assumed principal axis of movement is designated as A+, in this case towards upstream.
Inklinometriputkien sijainnit on esitetty liitteen B instrumentointikartassa.	The locations of the inclinometer casings are shown in the instrumentation plan in appendix B.

Taulukko 4 : Inklinometriputkien tiedot. / Inclinometer casing summary.

Putken tunnus / Casing ID	X	Y	Putken pään taso (N60) / Casing top level (N60)	Putken pituus (m) / Casing length (m)
1_0600_INC3A	3496618,3	7511784,2	241,51	22,50
1_1550_INC3A	3497416,8	7511487,6	241,61	22,50
1_2550_INC3A	3497861,5	7510795,6	242,20	18,25

Putken tunnus / Casing ID	X	Y	Putken pään taso (N60) / Casing top level (N60)	Putken pituus (m) / Casing length (m)
3_1000_INC3A	3496864,5	7510023,3	241,21	18,00
1_0600_INC4A	3496642,122	7511766,692	244,53	29,10
1_0735_INC4A	3496709,388	7511812,433	244,45	25,30
1_1000_INC4A	3497008,985	7511655,072	244,72	28,15

<p>Neljännän kvartaalin mittaukset tehtiin 29.-31.12.2021. Lisäksi putkesta 1_0735_INC4A, TSF A:n luoteiskulmalla, on tehty tihennettyä seuranta noin kahden viikon välein. Vuoden 2022 alussa putken 1_0735_INC4A osalta siirrytään kuukausittaisiin mittauksiin. Muut inklinometriputket mitataan neljännesvuosittain.</p>	<p>The surveys for Q4 were done between 29.-31.12.2021. Furthermore, inclinometer casing 1_0735_INC4A, located on the northwest corner of TSF A, has been monitored more closely with surveys done about every other week. Starting at the beginning of 2022 surveying of casing 1_0735_INC4A will be done monthly. Other casings are surveyed quarterly.</p>
<p>Taulukossa 5 on esitetty yhteenveto mittaushavainnoista ja liitteessä A on esitetty mittausten profiilit muutoksena referenssimittauksesta.</p>	<p>A summary of inclinometer survey observations is presented in Taulukko 5 and profile changes with respect to the reference survey are presented in graphical format in appendix A.</p>
<p>Korotusvaiheen 3 inklinometriprofiileja verrataan vuoden 2016 mittauksiin, jotka tehtiin asennuksen yhteydessä. Kuvaajissa on esitetty myös viimeinen saatavilla oleva mittausdata automaattisesta mittausjärjestelmästä (IPI) vuosilta 2018 ja 2019 (ladattu GAUDI-järjestelmästä).</p> <p>Syyskuussa 2021 asennettujen inklinometriprofiileja verrataan asennuksen jälkeiseen lähtötilanteeseen. Referenssimittaukset suoritettiin 29.9.2021.</p>	<p>Stage 3 inclinometers are compared to their reference profile surveyed after their installation in 2016. Also shown are the last available IPI profiles from 2018 and 2019 (downloaded from Gaudi).</p> <p>Profiles from the inclinometers installed in September of 2021 are compared to their reference measurement conducted on 29.9.2021.</p>

Taulukko 5 : Inklinometrimitausten yhteenveto. / Summary of inclinometer surveys.

Pato / Dam section	Putken tunnus / Casing ID	Maksimi kokonais-siirtymä A -suunnassa ^{a)} / Maximum displacement in A -direction ^{a)}	Trendi ja huomioita / Trend and comments	Jatkotoimenpiteet / Further actions
Luode / Northwest	1_0600_INC3A	+69 mm @ -7 m -25 mm @ -11m	7 m syvyydellä rikastushiekassa siirtymää ylävirran suuntaan. 10-20 m syvyydellä siirtymää alavirran suuntaan. / Displacement at 7 m of depth towards upstream. From 10 to 20 m	Jatketaan seuranta neljännesvuosittain. / Quarterly monitoring to be continued

			depth the casing has moved downstream.	
	1_0600_INC4A	-2 mm @ 0-25 m	Ei huomattavaa siirtymää. / No significant displacement.	Jatketaan seurantaa neljännesvuosittain. / Quarterly monitoring to be continued
	1_0735_INC4A	+18 mm @ 0-6 m	Louhepenkereeseen asennettu putken osa siirtyy ylävirran suuntaan. / Top of casing installed in rock fill is moving towards upstream.	Jatketaan seurantaa kuukausittain. / Monthly monitoring to be continued
	1_1000_INC4A	+/- 2 mm	Ei huomattavaa siirtymää. / No significant displacement.	Jatketaan seurantaa neljännesvuosittain. / Quarterly monitoring to be continued
Pohjoinen / North	1_1550_INC3A	+20 mm @ -1 m -19 mm @ -13 m	Putken yläosa siirtynyt ylävirran suuntaan n. 7 m syvyydeltä lähtien. Noin 13 m syvyydellä putki siirtynyt alavirran suuntaan. Ei huomattavaa liikettä edelliseen kvartaaliin nähden. / Top of the casing starting from 7 m depth has moved towards upstream. At 13 m depth the casing has moved towards downstream. No significant movement since the previous quarter.	Jatketaan seurantaa neljännesvuosittain. / Quarterly monitoring to be continued
Itä / East	1_2550_INC3A	+25 mm @ 0-10 m	Referenssimittaus on todennäköisesti suoritettu eri tasolta kuin seurantamittaukset. Viitteitä siitä antaa peruskalliossa näennäisesti oleva mutka. Visuaalisesti voidaan tulkita putken yläosan siirtymän olevan ylävirran suuntaan yhteensä n. 25 mm 10 m syvyydeltä lähtien. Ei huomattavaa muutosta edelliseen kvartaaliin verrattuna. / The reference survey has likely been done from a different level than monitoring surveys. Evidence towards this is found in the apparent curving of the casing in the bedrock. Visually interpreted the total displacement in the top of the casing towards upstream is 25 mm starting at a depth of 10 m. No significant displacement occurred since the previous quarter.	Jatketaan seurantaa neljännesvuosittain. / Quarterly monitoring to be continued
Etelä / South	3_1000_INC3A	+52 mm @ 0-12 m	Putken yläosa siirtynyt 12 m syvyydeltä alkaen ylävirran suuntaan n. 40 mm. Ei huomattavaa muutosta edelliseen kvartaaliin verrattuna.	Jatketaan seurantaa neljännesvuosittain. / Quarterly monitoring to be continued

			/ Top of the pipe has moved about 40 mm towards upstream starting at a depth of 12 m. No significant change compared to the previous quarter.	Quarterly monitoring to be continued
--	--	--	--	--------------------------------------

■ ^{a)} Tämä on siirtymän suurin arvo asennuksen jälkeen. Suunnat: A- alavirran suuntaan ja A+ ylävirran suuntaan. / Largest measured displacement since installation. Directions A-:towards downstream, A+: towards upstream.

3.5 Painumalevyt (PMK) / Settlement measurement points (PMK)

Korotusvaiheen 4 (Taulukko 6, Kuva 7), korotusvaiheen 5 (Taulukko 7, Kuva 8), sekä korotusvaiheen 6 (Taulukko 8) padon harjalle asennetut tarkkailupisteet mitattiin 30.12.2021.	Stage 4 (Taulukko 6, Kuva 7), stage 5 (Taulukko 7, Kuva 8), and stage 6 (Taulukko 8) settlement monitoring points installed on the dam crests were surveyed on 30.12.2021.
Pysyvien mittauspisteiden asennus on käynnissä.	Installation of permanent survey points in on-going.
Seuraavia havaintoja tehtiin korotusvaiheen 4 mittauksista Q4/2021:	The following observations were made of the stage 4 surveys in Q4/2021:
Kaikki mitatut siirtymät olivat alle 15 mm.	All measured displacements were under 15 mm.
Pisteen PMK13 painuminen näyttäisi hidastuneen. Pistettä on seurattu kuukausittain Q2 2021 lähtien. Pisteen seuranta suositellaan tehtävän Q1 2022 lähtien neljännesvuosittain.	Settlement in point PMK13 seems to have slowed down. The point has been surveyed monthly since Q2 2021. It is recommended that the point will be surveyed quarterly from Q1 2022 onwards.
Vuoden 2021 korotusvaiheen 4 mittauksen tarkastelu.	Review of 2021 surveys on stage 4.
Vuoden aikana korotusvaiheen 4 mittauspisteissä ei todettu huomattavia painumia. Mittauspiste PMK13 otettiin kuukausittaiseen seurantaan vuoden alussa muita pisteitä suuremman kokonaispainuman seurauksena. Tihennetty kuukausittainen seuranta osoitti painumisen hidastuneen myös PMK13 pisteessä.	There were no significant settlements observed during the year on stage 4 monitoring points. Point PMK13 was monitored more frequently with monthly surveys due to the magnitude of settlement being larger than other points on stage 4. The frequent surveys showed that settlement has slowed down also in point PMK13.

Seuraavia havaintoja tehtiin korotusvaiheen 5 mittauksista Q4/2021:	The following observations were made of the stage 5 surveys in Q4/2021:
ST5_PMK300: 51 mm painumaa	ST5_PMK300: 51 mm settlement
ST5_PMK900: 15 mm painumaa	ST5_PMK900: 15 mm settlement
ST5_PMK1300: 39 mm painumaa	ST5_PMK1300: 39 mm settlement

ST5_PMK5300: 17 mm painumaa	ST5_PMK5300: 17 mm settlement
Muissa pisteissä mitattu painuma alle 15 mm.	In other points the measured settlement was less than 15 mm.
Pisteen ST5_PMK2500 painuminen näyttäisi hidastuneen. Pistettä on seurattu kuukausittain Q2 2021 lähtien. Pisteen seuranta suositellaan tehtävän Q1 2022 lähtien neljännesvuosittain.	Settlement in point ST5_PMK2500 seems to have slowed down. The point has been surveyed monthly since Q2 2021. It is recommended that the point will be surveyed quarterly from Q1 2022 onwards.
Vuoden 2021 korotusvaiheen 5 mittauksen tarkastelu.	Review of 2021 surveys on stage 5.
Koko vuoden 2021 mittauksen tarkastelu osoittaa painumisen edelleen jatkuvan osissa korotusvaiheen 5 patoa etenkin sen pohjoisosissa.	A review of the measurements from 2021 indicate that settlement is still happening on some parts of the stage 5 dam especially in the northern parts.

Seuraavia havaintoja tehtiin korotusvaiheen 6 mittauksista:	The following observations were made of the stage 6 surveys:
ST6_PMK4200: 18 mm painumaa	ST6_PMK4200: 18 mm settlement
ST6_PMK4400: 21 mm painumaa	ST6_PMK4400: 21 mm settlement
ST6_PMK4600: 29 mm painumaa	ST6_PMK4600: 29 mm settlement
ST6_PMK5000: 18 mm painumaa	ST6_PMK5000: 18 mm settlement
ST6_PMK5200: 23 mm painumaa	ST6_PMK5200: 23 mm settlement
ST6_PMK5400: 18 mm painumaa	ST6_PMK5400: 18 mm settlement
ST6_PMK5600: 17 mm painumaa	ST6_PMK5600: 17 mm settlement
Muissa pisteissä mitattu painuma alle 15 mm. Osa pisteistä mitattu ensimmäistä kertaa. Mittaukset aloitettu vuoden 2021 aikana eikä pidemmän ajan vertailua voida tehdä.	In other monitoring points measured settlement was less than 15 mm. Some of the points were surveyed for the first time. The surveys were started in 2021 and thus no longer term analysis is made.

Taulukko 6 : TSF A Korotusvaiheen 4 painumalevyjen koordinaatit ja siirtymät. / TSF A stage 4 settlement measurement point coordinates and displacements.

Point No.	Initial Reading (m)				Total Displacement (mm) ^b			Action Required
	Date	Easting	northing	Elevation	Date	Horizontal	Vertical ^a	
PMK 1	31/01/2018	7511455,900	3496230,980	244,177	2020-11-27	55	-121	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey

PMK 2	31/01/2018	7511543,880	3496306,640	244,323	2021-03-17	737	-117	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 3	31/01/2018	7511662,580	3496441,940	244,368	2021-03-17	147	-136	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 4	31/01/2018	7511762,800	3496628,930	244,222	2021-03-17	165	-232	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 5	31/01/2018	7511777,230	3496762,820	244,124	2020-06-19	246	-181	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 7	31/01/2018	7511601,490	3497128,200	244,280	2020-11-27	109	-124	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 8	31/01/2018	7511509,180	3497318,130	244,317	2019-08-23	0	-60	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 9	31/01/2018	7511422,790	3497493,480	244,237	2021-03-17	136	-152	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 10	31/01/2018	7511335,000	3497671,830	244,341	2020-11-27	323	-116	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 11	31/01/2018	7511244,330	3497854,840	244,180	2021-03-17	95	-86	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 12	31/01/2018	7511149,050	3497933,100	244,357	2020-11-27	87	-121	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 13	31/01/2018	7510955,660	3497880,180	244,327	2021-12-30	141	-310	Neljännesvuosittainen tarkkailu / Quarterly surveying
PMK 14	31/01/2018	7510764,080	3497827,390	244,461	2021-12-30	126	-245	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 15	15/05/2018	7510619,860	3497787,440	244,385	2019-08-23	0	-145	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 17	15/05/2018	7509883,830	3497602,320	244,800	2020-11-27	486	-176	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 18	15/05/2018	7509872,840	3497382,630	244,810	2019-01-30	0	-103	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 19	15/05/2018	7509927,090	3497194,180	244,670	2020-11-27	175	-171	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 20	15/05/2018	7509991,710	3497016,640	244,760	2020-11-27	159	-238	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 21	15/05/2018	7510071,410	3496800,610	244,760	2019-01-30	0	-72	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 22	15/05/2018	7510141,320	3496611,680	244,790	2019-08-23	0	-78	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 23	15/05/2018	7510199,550	3496453,900	244,840	2019-01-30	0	-76	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 24	15/05/2018	7510315,390	3496304,960	244,810	2019-01-30	0	-115	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 25	15/05/2018	7510455,730	3496174,840	244,730	2021-10-05	44	-142	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 26	15/05/2018	7510615,730	3496029,160	244,780	2019-01-30	0	-68	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
PMK 27	15/05/2018	7510772,410	3495897,690	244,820	2019-01-30	0	-141	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey

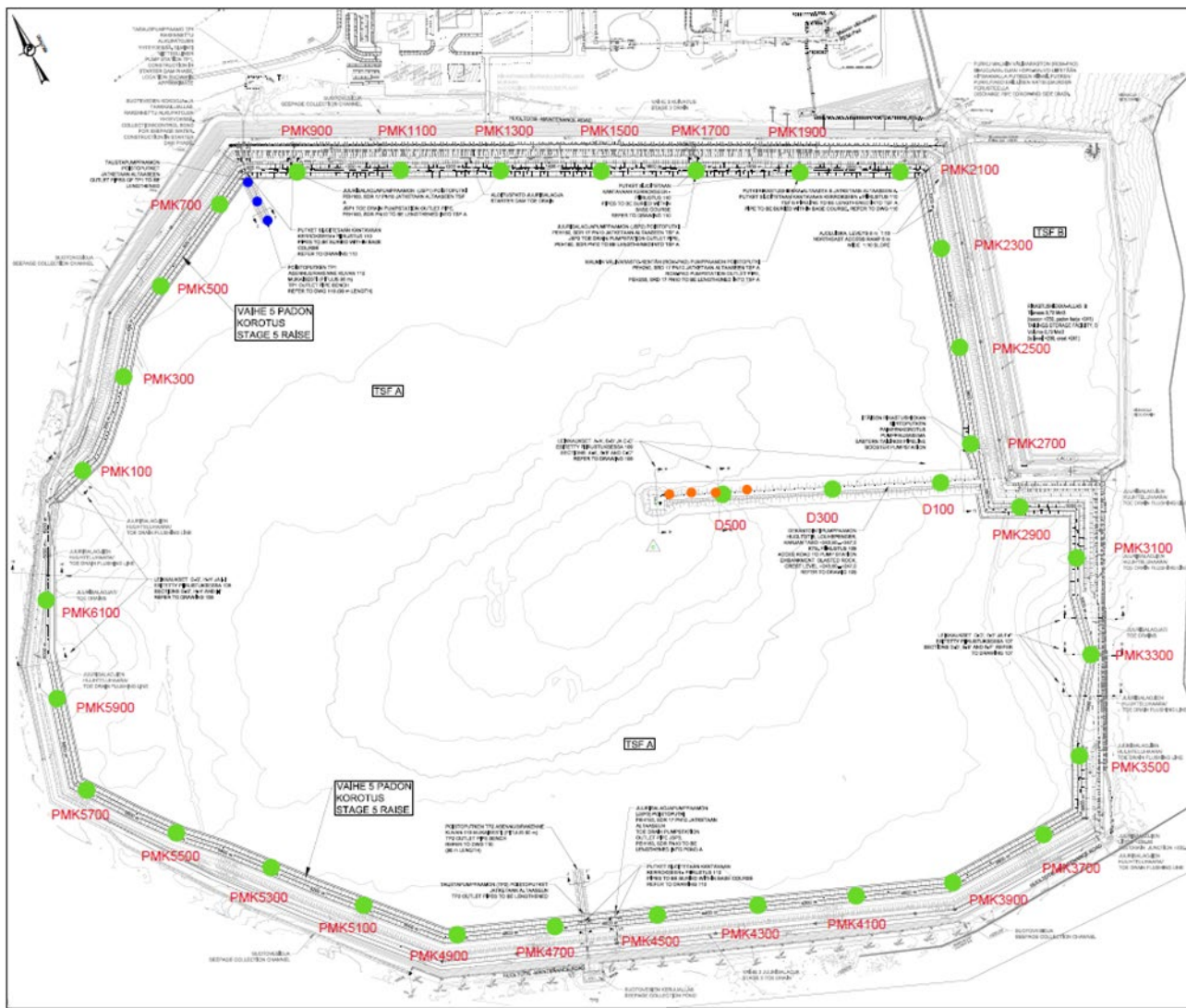


Kuva 7 : TSF A Korotusvaiheen 4 harjalle asennettujen PMK-pisteiden sijainnit.

Taulukko 7 : TSF A Korotusvaiheen 5 painumalevyjen koordinaatit ja siirtymät. / TSF A stage 5 settlement measurement point coordinates and displacements.

Point No.	Initial Reading (m)				Total Displacement (mm) ^b			Action Required
	Date	Easting	northing	Elevation	Date	Horizontal	Vertical ^a	
ST5_PMK 100	03/12/2018	7511386	3496167	247,881	2018-12-14	27	-11	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 300	03/12/2018	7511523,1	3496317,1	247,939	2021-12-30	165	-143	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 500	03/12/2018	7511649,3	3496462,6	247,794	2020-11-27	121	-126	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 700	03/12/2018	7511743,3	3496638	247,785	2021-12-30	88	-213	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey

ST5_PMK 900	03/12/2018	7511729,5	3496814,3	247,846	2021-12-30	120	-172	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 1100	03/12/2018	7511642,8	3496991,7	247,776	2021-12-30	167	-149	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 1300	25/10/2018	7511558,8	3497166,8	247,701	2021-12-30	88	-147	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 1500	25/10/2018	7511468,3	3497354,5	247,898	2021-10-05	67	-165	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 1700	25/10/2018	7511379,5	3497533,8	247,768	2021-10-05	225	-137	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 1900	25/10/2018	7511291	3497713	247,74	2020-11-27	69	-89	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 2100	25/10/2018	7511202,3	3497892,4	247,698	2020-06-19	34	-47	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 2200	25/02/2019	7511111,6	3497901,2	247,767	2021-06-29	546	-121	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 2300	25/02/2019	7511034,3	3497879,9	247,586	2021-03-17	157	-90	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 2500	25/02/2019	7510840,2	3497826,5	247,703	2021-11-23	104	-335	Neljännesvuosittainen tarkkailu / Quarterly surveying
ST5_PMK 2700	25/02/2019	7510658,3	3497758,4	247,46	2019-12-18	50	-241	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 2900	02/10/2019	7510494,2	3497800,7	247,057	2021-06-29	56	-147	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 3100	02/10/2019	7510373,9	3497866,5	247,197	2021-06-29	75	-142	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 3500	01/07/2019	7510021,2	3497699,4	247,247	2021-03-17	96	-56	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 3700	01/07/2019	7509902,1	3497578,6	247,393	2020-11-27	77	-54	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 3900	01/07/2019	7509893,2	3497375,6	247,211	2021-12-30	111	-142	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 4100	05/08/2019	7509949,8	3497192,3	247,175	2021-12-30	92	-134	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 4300	05/08/2019	7510019,6	3497002,5	247,275	2021-12-30	87	-88	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 4500	04/09/2019	7510089,2	3496814,2	247,112	2021-12-30	88	-101	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 4700	04/09/2019	7510157,7	3496626,6	247,259	2020-11-27	97	-97	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 4900	04/09/2019	7510227,4	3496439,1	247,251	2021-12-30	75	-90	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 5100	01/07/2019	7510355,4	3496294	247,665	2021-12-30	102	-74	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 5300	01/07/2019	7510503,1	3496160,2	247,506	2021-12-30	57	-27	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 5500	15/05/2019	7510649,3	3496023,1	247,427	2021-06-29	89	-154	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 5700	15/05/2019	7510805,4	3495898,8	247,657	2020-11-27	82	-174	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST5_PMK 5900	15/05/2019	7510985,3	3495913,7	247,527	2021-03-17	81	-162	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey



Kuva 8 : TSF A Korotusvaiheen 5 harjalle asennettujen PMK-pisteiden sijainnit.

Taulukko 8: TSF A Korotusvaiheen 6 painumamittauspisteiden koordinaatit ja siirtymät. / TSF A stage 6 settlement measurement point coordinates and displacements.

Point No.	Initial Reading (m)				Total Displacement (mm) ^b			Action Required
	Date	Easting	northing	Elevation	Date	Horizontal	Vertical ^a	
ST6_PMK2200	30/12/2021	7511066,3	3497861,6	250,628	2021-12-30	0	0	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK2400	30/12/2021	7510875,2	3497809,7	250,677	2021-12-30	0	0	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK2600	30/12/2021	7510682,3	3497755,9	250,513	2021-12-30	0	0	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK2800	05/10/2021	7510493	3497742,9	250,438	2021-12-30	5	-2	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey

ST6_PMK3000	05/10/2021	7510381,9	3497841,2	250,347	2021-12-30	28	3	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK3200	05/10/2021	7510201,4	3497784	250,762	2021-12-30	13	11	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK3400	05/10/2021	7510018	3497668,3	250,293	2021-12-30	9	-10	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK3600	05/10/2021	7509927,3	3497541	250,554	2021-12-30	12	-10	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK3800	05/10/2021	7509921,4	3497344,1	250,366	2021-12-30	20	-14	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK4000	05/10/2021	7509989,3	3497161,3	250,355	2021-12-30	23	-8	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK4200	05/10/2021	7510059,1	3496970,6	250,721	2021-12-30	6	-18	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK4400	05/10/2021	7510127,4	3496784,5	250,572	2021-12-30	13	-21	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK4600	05/10/2021	7510198,5	3496592	250,356	2021-12-30	15	-29	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK4800	05/10/2021	7510276,7	3496404,9	250,452	2021-12-30	34	-9	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK5000	05/10/2021	7510415,1	3496276,2	250,293	2021-12-30	37	-18	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK5200	05/10/2021	7510560,7	3496145	250,408	2021-12-30	38	-23	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK5400	05/10/2021	7510710,4	3496006,5	250,484	2021-12-30	54	-18	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK5600	05/10/2021	7510876	3495912,7	250,374	2021-12-30	26	-17	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey
ST6_PMK5800	05/10/2021	7511061,6	3495958,9	250,376	2021-12-30	16	-10	Jatketaan tarkkailua /Continue to survey

3.6 Rikastushiekka-altaan vedenpinnan taso ja kuivavara / Tailings pond water level and beach length

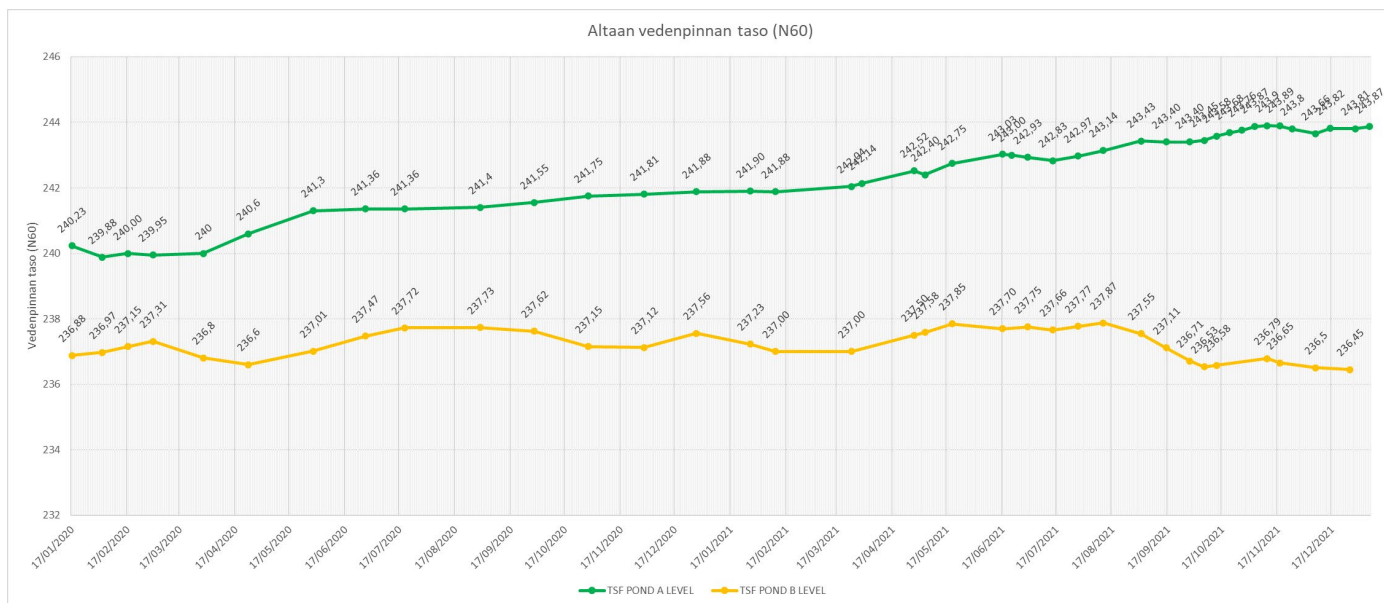
Altaan A vedenpinnan taso mitataan säännöllisesti GPS-paikannukseen perustuvalla menetelmällä. Kuukausittaiset keskiarvot on esitetty taulukossa 9 ja kuvaaja vedenpinnan tasosta kuvassa 9 ja liitteessä A. Altaan pinnantasoa mittaamaan asennettu VWP anturi on poistettu käytöstä sen lakattua lähettämästä dataa.	Pond A water level is measured regularly with GPS surveys. Monthly average levels are shown in table 9 and as a graph in picture 9 as well as in appendix A. The VWP sensor measuring the pond level has been dismantled after it stopped sending data.
Suotovesien keruualtaista (TP1 pohjoisessa ja TP2 etelässä) takaisin altaaseen A pumpattavien vesien määrät mitataan ja ne on esitetty liitteessä A. Keskimääräiset virtaamat koko vuonna 2021 sekä Q4 aikana olivat:	The flow of seepage pumped from collection ponds (TP1 in the north and TP2 in the south) back to TSF A is measured and shown graphically in appendix A. Average flow rates for 2021 and the fourth quarter were:
TP1 $Q_{av} = 92 \text{ m}^3/\text{h}$ (Q4); $84 \text{ m}^3/\text{h}$ (2021)	
TP2 $Q_{av} = 76 \text{ m}^3/\text{h}$ (Q4); $61 \text{ m}^3/\text{h}$ (2021)	

Taulukko 9 : TSF A kuukauden keskimääräinen vedenpinnankorkeus ja beachin kuivavara. / TSF A average monthly pond water level and minimum beach length.

Kuukausi / Month	Keskiarvot / Averages	
	TSF A veden pinnantas (N60) / TSF A water level (N60)	Rikastushiekkabiitsin vähimmäisleveys (m) ^A / Minimum beach length (m) ^A
Tammikuu / January	+241,8	Not measurable because of ice
Helmikuu / February	+241,9	Not measurable because of ice
Maaliskuu / March	+242,0	Not measurable because of ice
Huhtikuu / April	+242,3	> 70 m
Toukokuu / May	+242,5	> 70 m
Kesäkuu / June	+242,9	> 70 m
Heinäkuu / July	+242,9	> 70 m
Elokuu / August	+243,2	> 70 m
Syyskuu / September	+243,4	> 70 m
Lokakuu / October	+243,6	> 70 m
Marraskuu / November	+243,9	> 70 m
Joulukuu / December	+243,8	> 70 m

Notes:

1. Rikastushiekkabiitsin vähimmäisleveys on vaakasuora etäisyys, joka mitataan rikastushiekan alimmasta korkeudesta padolla verrattuna lammen pintaan. Korkean veden kuivavaraksi on määritetty 0,7 m korkeusero rikastushiekan alimman tason ja altaan vedenpinnan välillä. / Minimum Tailings beach length is the horizontal distance measured from the lowest elevation of tailings at dam in comparison with the pond water level. The high-water freeboard level is also defined as a vertical 0.7 m difference between the minimum tailings elevation and the pond level.
2. Talvikuukausien mittaukset eivät ole tarkkoja, koska allas on kokonaan jään ja lumen peitossa. / Measurements approximate during winter months due to the pond being completely covered by ice and snow.



Kuva 9 : TSF A ja B vedenpinnantasot 2020-2021. / TSF A and B water levels for 2020-2021.

3.7 Sää / Weather

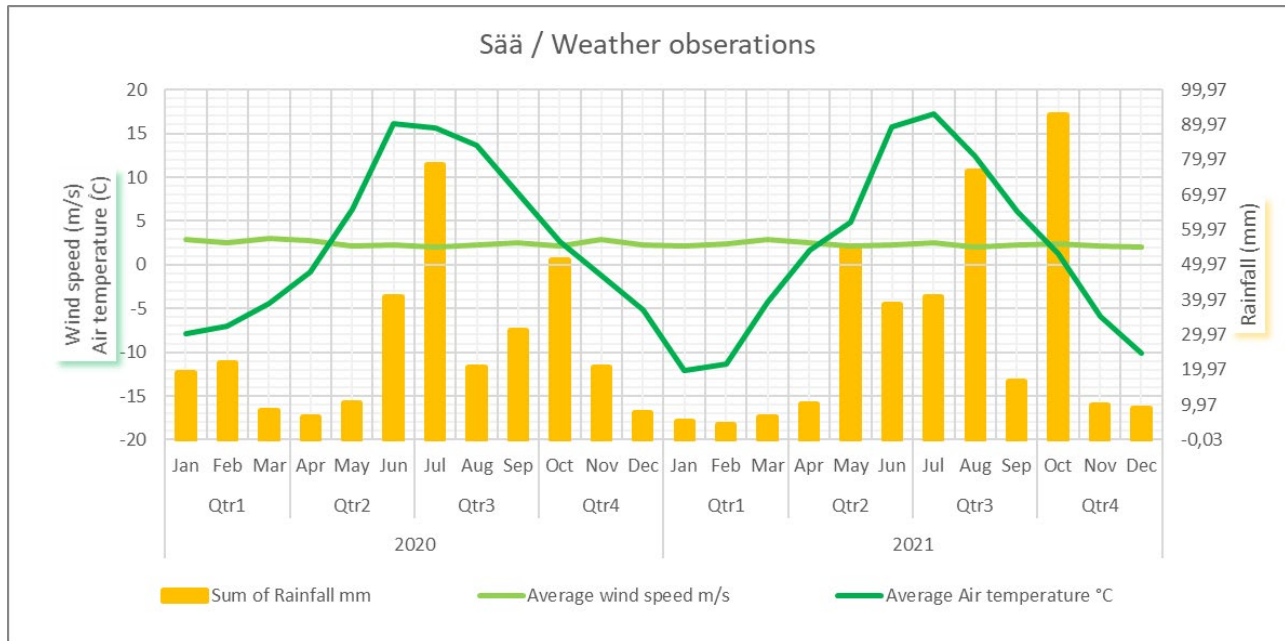
Sää tiedot saadaan Ilmatieteenlaitokselta (lähin sääasema sijaitsee Sodankylässä) ja alueella sijaitsevan EHP:n sääaseman tallenteista. Yhteenveto ilman lämpötilasta ja sadannasta 2021 Q4:n ja koko vuoden ajalta on esitetty kuvassa 10 ja taulukoissa 10 ja 11.

Weather information is compiled from the Finnish meteorological institute (closest observation point is in Sodankylä) and from the on-site weather station set up by EHP. Summary of air temperatures, wind speed and rain fall for 2021 Q4 and for the whole year in picture 10 and in tables **Taulukko 10** and **Taulukko 11**.

Taulukko 10 : Ilman lämpötilan, tuulennopeuden ja sadannan kuukausittaiset keskiarvot vuodelta 2021 EHP:n mittausasemalta. / Monthly averages of air temperature, wind speed and rain fall for 2021.

Kuukausi / Month	Ilman lämpötila (°C) / Air temperature	Tuulennopeus (m/s) / wind speed	Sadanta – päivittäinen keskiarvo (mm) / Rainfall – daily average	Yhteenlaskettu kuukausittainen sademäärä (mm) / Total monthly rainfall (mm)
Tammikuu / January	-12,1	2,1	0,2	5
Helmikuu / February	-11,3	2,4	0,2	4
Maaliskuu / March	-4,3	2,8	0,2	7
Huhtikuu / April	+1,7	2,5	0,3	10

Kuukausi / Month	Ilman lämpötila (°C) / Air temperature	Tuulennopeus (m/s) / wind speed	Sadanta – päivittäinen keskiarvo (mm) / Rainfall – daily average	Yhteenlaskettu kuukausittainen sademäärä (mm) / Total monthly rainfall (mm)
Toukokuu / May	+5,0	2,1	1,8	55
Kesäkuu / June	+15,7	2,2	1,3	40
Heinäkuu / July	+17,2	2,5	1,3	41
Elokuu / August	+12,5	2,0	2,5	77
Syyskuu / September	+6,1	2,3	0,6	17
Lokakuu / October	1,3	2,4	3,0	93
Marraskuu / November	-5,9	2,2	0,3	10
Joulukuu / December	-10,1	2,1	0,3	9
2021				366



Kuva 10 : Kohteen säähavainnot EHP mittauksista vuonna 2020 ja 2021. / Weather observations from the site according to EHP measurements from 2020 and 2021.

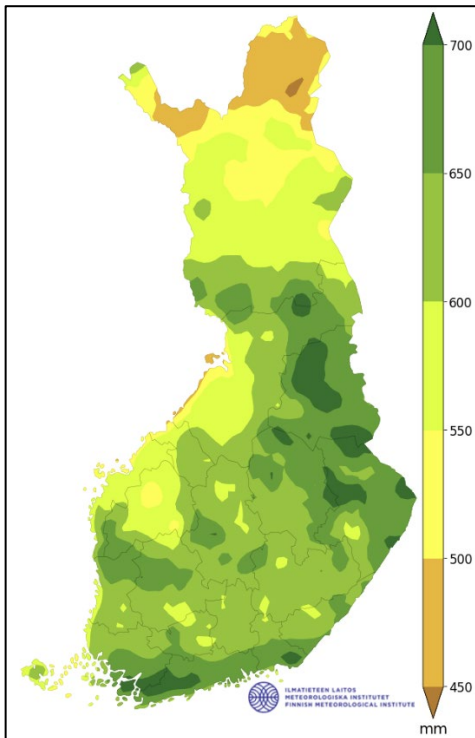
Taulukko 11 : Säähavainnot Sodankylän Tähtelän mittausasemalta vuonna 2021 / Weather observations from Tähtelä weather station in Sodankylä for 2021.

Kuukausi / Month	Lämpötila (°C) / Temperature	Lumen syvyys (mm) / Snow depth	Sadanta – päivittäinen keskiarvo (mm) / Rainfall – Daily average	Yhteenlaskettu kuukausittainen sademäärä (mm) / Total monthly rainfall (mm)
Tammikuu / January	-14,3	397	0,6	32
Helmikuu / February	-13,7	577	0,3	19
Maaliskuu / March	-8,3	656	0,3	19
Huhtikuu / April	+0,8	499	0,9	27
Toukokuu / May	+4,5	200	2,4	73
Kesäkuu / June	+15,3	0	2,3	67
Heinäkuu / July	+16,9	0	1,2	60

Kuukausi / Month	Lämpötila (°C) / Temperature	Lumen syvyys (mm) / Snow depth	Sadanta – päivittäinen keskiarvo (mm) / Rainfall – Daily average	Yhteenlaskettu kuukausittainen sademäärä (mm) / Total monthly rainfall (mm)
Elokuu / August	+11,4	0	2,8	83
Syyskuu / September	+5,9	0	0,7	22
Lokakuu / October	+1,2	520	3,9	120
Marraskuu / November	-7,7	1180	0,8	23
Joulukuu / December	-12,7	318	1,0	32
2021				577

Vuosittainen sademäärä vuonna 2021 ilmatieteenlaitoksen mittauksen mukaan edustaa hyvin alueellista keskiarvoa 550-600 mm/vuosi (Kuva 11).

The yearly rainfall in 2021 measured by the Finnish Meteorological Institute is very close to the annual average in the region, around 550-600 mm/year (Kuva 11).



Kuva 11: Alueellinen keskimääräinen vuosittainen sademäärä vuosilta 1991-2020. Ilmatieteen laitos. / Average annual rainfall per region between 1991-2020. Finnish Meteorological Institute.

4.0 RIKASTUSHIEKAN RAKEISUUS / GRADATION OF TAILINGS

4.1 Prosessin rakeisuusmääritykset / Process Gradation Determinations

<p>Rikastushiekan rakeisuus rikastamolla on määritetty päivittäin automaattisesti toimivalla laserdiffraktio - menetelmällä.</p>	<p>The particle size distribution (PSD) of the tailings is measured daily in the process plant by an automatic laser diffraction method.</p>
<p>Saadut rakeisuudet on koottu ja analysoitu seuraavasti:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Kultakin kuukaudelta on analysoitu 12 kpl näytteitä 2-5 päivän välein.■ Jokaiselle kuukaudelle on määritetty keskimääräiset läpäisyprosentit kullekin analysoidulle raekoolle.■ Vuoden keskimääräinen raekokohtainen läpäisyprosentti on laskettu keskiarvona kuukausittaisista keskiarvoista.■ Vuoden 2021 kuukausikeskiarvorakeisuuskäyrät on sijoitettu rakeisuuskäyräkuvaajaan liitteessä C.■ Vuoden 2021 keskimääräinen rakeisuuskäyrä on tulostettu kuvaajaan ja verrattu aikaisempien vuosien keskimääräiseen rakeisuuteen liitteessä C ja kuvassa 12.■ 63 mikronin (0,063 mm) läpäisyn jakauma on tulostettu pylväsdiagrammiin liitteessä C ja kuvassa 14. Vuoden 2021 jakaumaa on verrattu aikaisempien vuosien jakaumaan.	<p>The provided PSDs are summarised and analysed as follows:</p> <ul style="list-style-type: none">■ For each month 12 samples are analysed every 2-5 days.■ For each month an average passing percentage for each analysed particle size category is defined.■ The yearly average particle size category specific passing percentage is calculated as an average of monthly averages.■ The monthly average particle size distributions for 2021 are shown graphically in appendix C.■ The yearly average particle size distribution for 2021 is compared to previous years and is shown graphically in appendix C and in picture 12.■ The number of samples passing 63 micron (0,063 mm) sieve cut-off and their respective passing percentages are shown in a bar graph in appendix C and in picture 14. The distribution of samples from 2021 is compared to previous years.

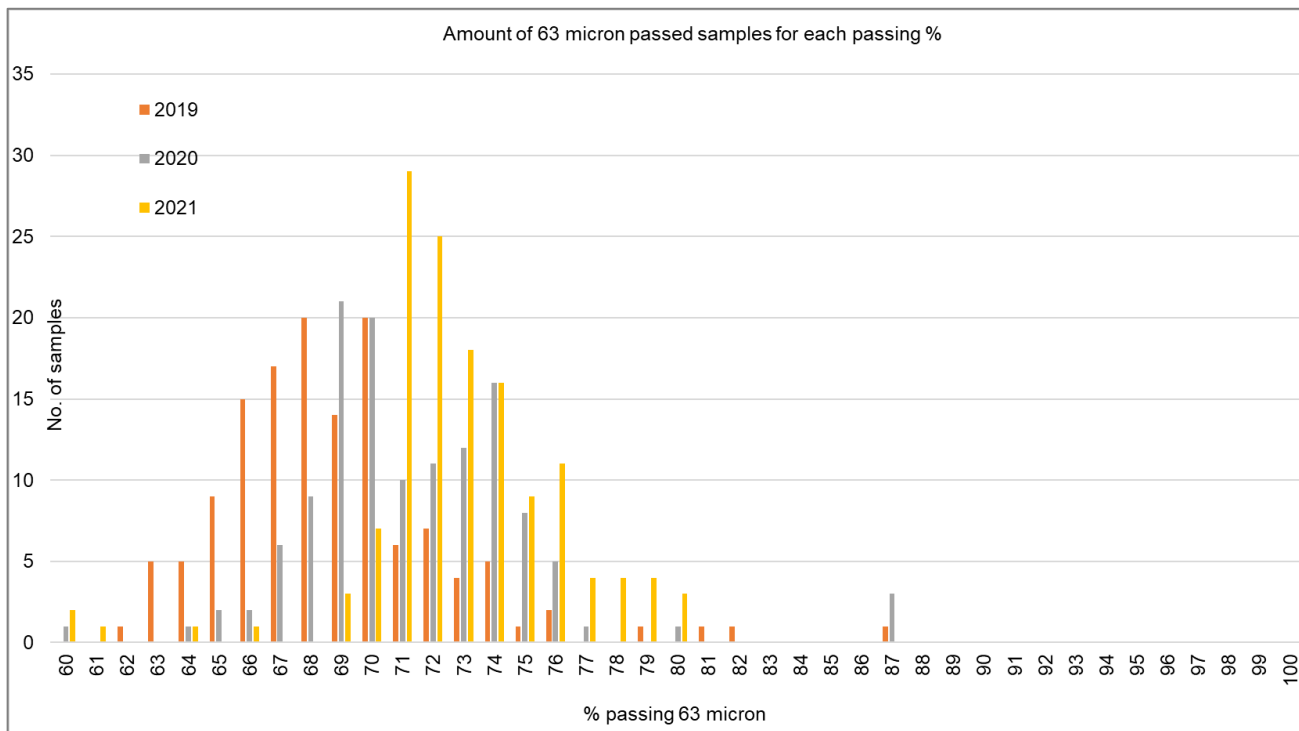
4.1.1 Lähtötiedoista tehdyt havainnot / Observations on the Primary Data

<p>Lähtötiedoista tehtiin seuraavat havainnot:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Vuoden 2018 ensimmäiset rakeisuuskäyrätiedot on lokakuulta.■ 73 mikronin läpäisyprosentti on kopioitunut vakioarvoksi kunkin kuukauden aikajaksolle. Tästä syystä 73 mikronin läpäisyä ei ole huomioitu rakeisuusanalyysissä.■ Vuosien 2018-2020 aikajaksolta kaikilta analysoiduilta päiviltä ei ollut saatavilla rakeisuusdataa. Näiden päivien määrä on ollut	<p>Following observations were made on the primary data:</p> <ul style="list-style-type: none">■ For 2018 the particle size distribution data is available from October onwards.■ The 73 micron sieve passing percentage is copied as a constant value for all measurements done in the same month. For this reason the 73 micron percentage is not considered in the gradation analysis.■ For the period 2018-2020 data was not available for all analysed days. However, the
---	--

<p>kuitenkin vähäinen eikä sillä oleteta olevan suurta vaikutusta lopputulokseen.</p> <ul style="list-style-type: none">■ Vuoden 2021 aikana on ollut muutamia muutaman päivän ajanjaksoja, jolloin läpäisyprosentit olivat identtisiä edellisten päivien kanssa. Nämä on jätetty huomioimatta rakeisuusanalyysissä.	<p>number of days not accounted for is not high and is not considered a significant factor in the analysis.</p> <ul style="list-style-type: none">■ During 2021 there have been some periods where sieve passing percentages have been identical with the previous days. These results are omitted from the gradation analysis.
--	---

4.1.2 Rakeisuusanalyysi / Gradation Analysis

<p>Partikkelikokojakaumasta voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Vuosien 2018 ja 2019 keskiarvorakeisuudet ovat lähes täysin identtiset.■ 0,01 mm läpäisyn vuosikeskiarvo on laskenut vuoden 2018 28 %:sta vuoden 2021 23 %:iin.■ 0,025 mm ylittävän siiviläkoon läpäisyprosentit ovat kasvaneet asteittain vuodesta 2019 alkaen. Keskimäärin 0,025 mm läpäisy on kasvanut noin 4 %-yksikköä (Kuva 12).■ Vuoden 2021 kuukausikeskiarvojen analysoitujen partikkelikokojen läpäisyprosentti on vaihdellut 3-4 % (Kuva 13).■ Vuosikeskiarvon hienoainespitoisuus (0,063 mm läpäissyt) on kasvanut 2019 vuoden 68 %:sta 2021 vuoden 72 %:iin.■ Perustuen yllä havaittuun rikastushiekan rakeisuuden muutokseen, rikastushiekan geoteknisten ja hydraulisten ominaisuuksien oletetaan muuttuneen hieman vuosien aikana, mutta sillä ei arvioida olevan kuitenkaan käytännön vaikutusta rikastushiekka-altaan toimintaan.	<p>The following conclusions can be made from the particle size distribution data:</p> <ul style="list-style-type: none">■ For the years 2018 and 2019 average distributions are almost identical.■ The share of material passing 0,01 mm sieve size has decreased from 28 % in 2018 to 23 % in 2021.■ The share of material passing 0,025 mm and larger sieve sizes has increased since 2019. 0,025 passing percentage has increased by about 4 %-points (Kuva 12).■ During 2021 the monthly averaged passing percentage for the analysed particle sizes has varied 3-4 %. (Kuva 13)■ The share of fines (material passing 0,063 mm) has increased from 68 % in 2019 to 72 % in 2021.■ Based on the findings above the geotechnical and hydraulic properties of the tailings have changed slightly over the years, however it is estimated not to have a practical impact on the performance of the tailings storage facility.
--	--



Kuva 14. 63 mikronin raekoon läpäisyprosenttia vastaava näytemäärä. / Number of samples per every passing percentage of the 63 micron sieve size.

4.2 Rikastushiekka-altaasta otetut näytteet / Tailings Samples from the TSF

4.2.1 Otetut näytteet / Collected Samples

Vuoden 2021 aikana otettiin seuraavat näytteet rikastushiekka-altaalta A:

- Sektoreilta E113 ja W015 padon läheisyydestä toukokuun lopussa 2021, jolloin rakentamisen aikaan alueella havaittiin purkautuvan vettä rikastushiekan pintaan. Rakeisuudet analysoitiin pesuseulonnalla ja hydrometrillä.
- W010, pl 5660 5 m, 25 m, 50 m ja 100 m etäisyydeltä padosta. Näytteenottopäivämäärä 3. elokuuta 2021. Rakeisuudet analysoitiin pesuseulonnalla.
- W010 20, 40 ja 60 m etäisyydeltä padosta. Näytteenottopäivämäärä 29.6.2021. Rakeisuudet analysoitiin pesuseulonnalla ja laserdiffraktiolla.
- Kaksi sedimenttinäytettä vesialtaan pohjalta. Näytteenottosijainti dekanttitiien päästä noin 100 m

The following tailings samples were retrieved from TSF A during 2021:

- From sectors E113 and W015 close to the dam in end of May 2021, when it was discovered during construction that water was being discharged to the surface of the tailings. The particle size distribution was analysed with wet sieving and hydrometer.
- Sector W010 ch 5660 (Stage 5 chainage) at 5, 25, 50 and 100 m distance from the dam. Sampling date 3rd of August 2021. Particle size distribution was analysed with wet sieving.
- Sector W010 at 20, 40 and 60 m distance from the dam. Sampling date 29th of June 2021. Particle size distribution was analysed with wet sieving and laser diffraction.
- Two sediment samples were retrieved from the bottom of the pond. Sampling location was about 100 m northwest from the decant platform. Sampling

luoteeseen. Näytteenotto heinäkuussa 2021. Rakeisuudet analysoitiin laserdiffaktiolla.	was done in July of 2021. Particle size distribution was analysed with laser diffraction.
--	---

4.2.2 Rakeisuusanalyysi / Gradation analysis

<ul style="list-style-type: none">■ Reunavyöhykkeellä rikastushiekka on lajittunut läjityksen yhteydessä ja sen hienoimman osan partikkelien määrä on selkeästi pienempi kuin rikastamolla määritetyissä näytteissä■ Reunavyöhykkeeltä otettujen näytteiden suomalainen geotekninen maalajiluokitus vaihteli hiekasta hiekkaiseen silttiin■ Reunavyöhykkeeltä otettujen näytteiden hienoainespitoisuus (0,063 mm läpäisy) vaihteli noin 20 %:sta noin 70 %:iin■ Vesialtaan pohjalta otettu sedimenttinäyte sisälsi runsaasti hienoainesta (noin 95 % alle 0,063 mm). 0,005 mm kohdalla, joka oli pienin analysoitu partikkelikoko, läpäisyprosentti oli vielä noin 40 %.	<ul style="list-style-type: none">■ On the beach the tailings material is more graded due to deposition and the share of fine material is clearly smaller than in samples retrieved from the enrichment plant.■ Samples retrieved from the beach varied from sand to silty sand according to Finnish geotechnical soil classification.■ The fine material content of the beach samples (passing 0,063 mm) varied from about 20 % to 70%.■ The sediment sample retrieved from the bottom of the pond contained a high share of fine material (about 95% passing 0,063 mm). At 0,005 mm, which is the smallest analysed particle size the passing percentage was still about 40.
---	---

5.0 VUOSITTAISEN TARKASTUSKÄYNNIN HAVAINNOT / OBSERVATIONS FROM THE YEARLY SITE INSPECTION

5.1 Käynnin tiedot / Site Inspection Details

Suunnittelijan tarkastuskäynti tehtiin 29.-30.9.2021. Käyntiin osallistuivat Hannu Jussila ja Pekka Lindroos Golder Associates Oy:stä. Käynnin yhteydessä osallistuttiin myös Bolidenin vuositarkastukseen 30.9.2021.	The site inspection by the design engineer was conducted between 29.-30.9.2021 by Hannu Jussila and Pekka Lindroos from Golder Associates Oy. Boliden's yearly inspection was also conducted on 30.9.2021, to which the design engineer also participated.
Käynnin yhteydessä tarkistettiin rikastushiekka- altaiden A ja B rakenteet ja suotovesitilanne.	TSF A and B structures as well as seepage conditions were inspected during the visit.

5.2 Rikastushiekka-altaan A rakenteet / TSF A Structures

Altaan A ylävirtaan korotuksista vaihe 5 on kokonaan rakennettu ja vaiheen 6 korotuksista oli rakennettu itä-, etelä- ja lounaisosat (sektorit E104-E113 ja W110-W115) sekä pohjoisosa oli rakenteilla (sektorit E101-E103).	TSF A upstream raises up to stage 5 were completed as well as stage 6 east, south and southwest dams (sectors E104-E113 and W110-W115) with the northern dam being under construction (sectors E101-E103.)
Altaan A padon rakenteissa ei havaittu painumia, siirtymiä tai halkeamia tarkastelluissa paikoissa. Vaiheen 4 korotuspenkereen luoteisnurkassa on	No settlements, displacements or cracks were noted in the inspected areas of TSF A. Settlement has been observed in upstream raise stage 4 northwest

<p>toukokuussa 2021 todettu painumaa (kokonaispainuma vuodesta 2017 lähtien noin 1 m), jonka on todettu jatkuvan edelleen. Painumaa seurataan ja raportoidaan erikseen (Kappale 3.1).</p>	<p>corner in May of 2021 (total settlement about 1 m since 2017), which is still on-going. The settlement is being monitored and reported upon separately (refer to Section 3.1).</p>
<p>Altaan A pohjoispuoleisen huoltotien itäosassa todettiin halkeamia suoto-ojan puoleisessa reunassa (Kuva 15). Halkeamat aiheuttavat potentiaalisen riskin, jos raskas kalusto ajaa lähelle tien reunaa esim. kohtaustilanteissa. Ojaluiska on jyrkkä. Ojan luiskan loiventamista, tien reunan tukemista, tai reunapenkereen rakentamista tien reunaan suositellaan tehtäväksi.</p>	<p>Cracks were observed on the eastern side of the northern service road of TSF A on the shoulder facing the seepage ditch (Kuva 15). The cracks may pose a risk for heavy traffic moving to the edge of the road for example to avoid oncoming traffic. The slope facing the ditch is steep. It is recommended that the slope either would be made less steep, reinforced or that an embankment be built on the side of the road.</p>



Kuva 15: Halkeamia altaan A pohjoispuolella huoltotien reunassa. / Cracks in the shoulder of the service road on the northern side of TSF A.

<p>Suotovesiojissa ja rummuissa todettiin virtausta osin padottavia roskia. Ojat ja rummut suositellaan puhdistettaviksi roskista kerran vuodessa.</p>	<p>Flow impairing debris was observed in seepage ditches and culverts. The ditches and culverts are recommended to be cleaned annually.</p>
<p>Dekanttien pohjoispuolella on keväällä todettu veden purkaumareikiä. Nyt oli edelleen havaittavissa kuivia pieniä reikiä. Syyksi veden purkautumiseen rikastushiekasta on arveltu esimerkiksi spigotointia, altaan vedenpinnan</p>	<p>Holes caused by discharging water were observed north of the decant road in the spring. During the site visit small dry holes were still visible. The water discharge is suspected to have occurred due to deposition, pond elevation changes or thawing of frozen tailings. The reason is unclear.</p>

vaihteluita tai routineen rikastushiekan sulamista. Varmuutta syystä ei ole.	
TP1 purkuputken louhepenkereen katkaisu toteutetaan syksyllä 2021. TP2 purkuputken penkka on katkaistu aiemmin kesällä 2021.	TP1 discharge pipe embankment will be partially removed during autumn of 2021. TP2 discharge pipe embankment removal was already completed during summer 2021.
Suotovesien keruualtaan TP2 kaivojen näytteenotto on hankalaa, erityisesti talvella. Boliden on suunnitellut kansien muutoksia näytteenoton helpottamiseksi.	TP2 seepage collection pond sampling through sampling wells is difficult especially in the winter. Boliden is planning on changes in the well lids to better facilitate sampling.

5.3 Rikastushiekka-altaan B rakenteet / TSF B Structures

Rikastushiekka-altaan B rakenteet tarkistettiin kesällä 2022 toteutettavaa korjausta varten. Tehdyt havainnot:	TSF B structures were inspected in light of the repair work planned to take place in summer of 2022. The following observations were made:
Eteläpato Altaan B etelänpuoleisella padolla on lähes koko matkalla havaittavissa moreenin valumaa tiivistyskalvon alla (Kuva 16). Korjaustoimenpiteet joudutaan ulottamaan koko padon matkalle pullistuman alapuolelle. Pullistuman alareunaa ei voitu altaan veden vuoksi tarkistaa. Altaan vesi tulee todennäköisesti kokonaan poistaa altaan eteläosasta padon korjaamiseksi.	Southern dam On the southern dam of TSF B downward movement of moraine (glacial till) under the sealing membrane is evident for the whole length of the dam (Kuva 16). Repair efforts will have to be extended under the bulge for the whole length of the dam. The lower limit of the bulging membrane could not be inspected due to the presence of water. It is likely that all water must be removed from the southern section of the dam to facilitate repair works.



Kuva 16: Pullistuma tiivistyskalvossa altaan B eteläisen padon luiskassa. / Bulge in the sealing membrane of TSF B southern dam.

Tiivistyskalvon saumasta todettiin aamulla 30.9.2021 tulevan kosteutta kalvon pintaan (märkä alue noin neliömetrin laajuinen). Myöhemmin aamupäivällä todettiin vain pieni märkä alue, eli kalvon läpi tuleva vesimäärä on vähäinen ja se kuivuu ilman lämmitessä (Kuva 17).

Moisture was observed to appear on the surface of the sealing membrane on the morning of 30th of September 2021 (wet area about 1 square meter). Later, before noon, the area had shrunk meaning that the leakage is minor and dries as the air temperature increases (Kuva 17).



Kuva 17: Vettä vuotaa altaan B eteläisen padon tiivistyskalvon läpi. Vasen kuva 30.9.2021 aamulla noin klo 8 ja oikea kuva pari tuntia myöhemmin. / Water is leaking through the sealing membrane of TSF B. Left picture was taken on the 30th of September 2021 at around 8 o'clock in the morning and the right picture about two hours later.

<p>Itäpato</p> <p>Altaan B idänpuoleisessa padossa on todettu pullistumia ja kalvon vaurioita, jotka tarkistetaan ja korjataan tarvittavassa laajuudessa kesällä 2022. Itäisen padon kalvo oli alaosistaan rikastushiekan peitossa, joten sen kuntoa ei tarkemmin voitu tarkistaa. Kalvon ja padon luiskan tarkistamiseksi rikastushiekka tulee poistaa altaan idänpuoleisesta luiskasta, kun altaan vedenpinta alennetaan kesällä 2022.</p>	<p>Eastern dam</p> <p>On the eastern dam of TSF B damage and bulges have been observed, which will be inspected and repaired in the required extent during summer of 2022. The toe of the membrane on the eastern dam was covered with tailings, thus it could not be inspected for damage. To check the condition of the membrane on the eastern slope the tailings need to be removed when the level of the water is lowered in summer of 2022.</p>
<p>Pohjoispato</p> <p>Altaan B pohjoisella padolla on todettu vähäisiä moreenin valumia (Kuva 18). Padon korjaustarve tarkistetaan eteläisen ja itäisen padon korjausten yhteydessä vuonna 2022.</p>	<p>Northern dam</p> <p>On the northern dam of TSF B slight downward movement of moraine (glacial till) was observed (Kuva 18). The repair need will be inspected in conjunction with the repair work of the southern and eastern dams in 2022.</p>



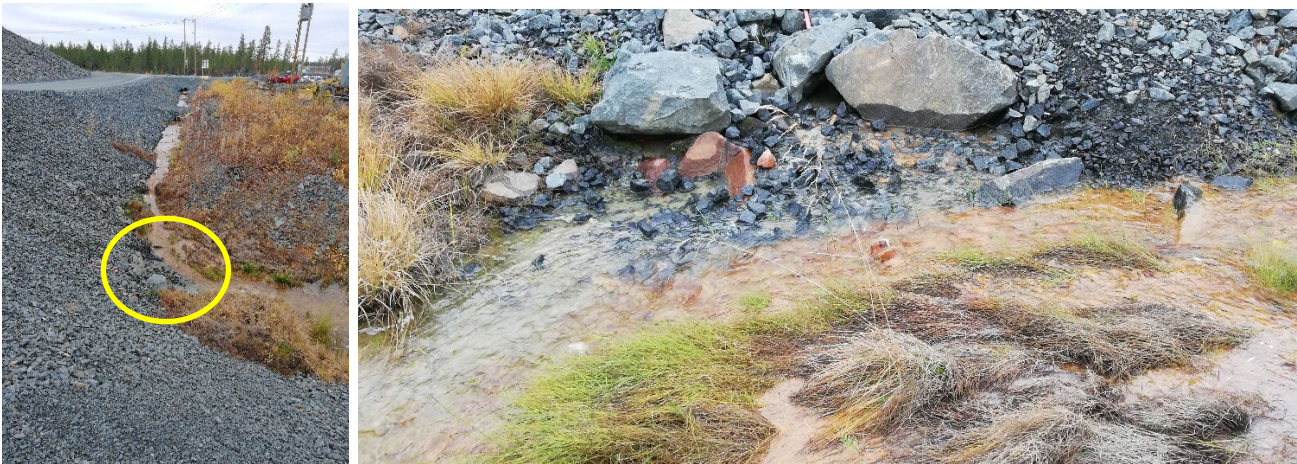
Kuva 18: Moreenin valumia kalvon alla altaan B pohjoisella padolla. / Downward movement of moraine (glacial till) under the membrane on the northern dam of TSF B.

<p>Länsipato</p> <p>Altaan B länsipuoleinen pato on arvioiden mukaan kunnossa siten, ettei siellä ole tarvetta korjaustoimenpiteille. Tämä vahvistetaan korjaustöiden yhteydessä.</p>	<p>Western dam</p> <p>The western dam of TSF B is estimated to be in such a condition that it does not require repairs. This will be confirmed as part of the repair works</p>
--	---

5.4 Suotovesi / Seepage Water

<p>Käynnin yhteydessä tarkistettiin tunnetut sekä potentiaaliset suotovesikohdat. Suotovettä todettiin seuraavissa kohdissa:</p>	<p>During the visit known and potential seepage locations were inspected. Seepage was detected in the following locations:</p>
<p>TSF A Luoteispuoli</p> <p>Valvojan seurannassa olevat suotoalueet:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ W006 St.6 ch.289 Northwest downstream drain. Urakoitsijan varikon kohdalla suoto-ojassa on vettä, mutta virtausta ei ole todettavissa. ▪ W006 St. 6 ch.421 Northwest downstream drain. Urakoitsijan varikon pohjoispuolelta lähtevään ojaan tulee kirkasta vettä. Vesimäärä normaali. <p>Altaan luoteis/pohjoisnurkassa suotautuu ojaan vettä kohdassa, jossa suoto-oja kääntyy pohjoiseen TP1 altaaseen. Kuvassa 19 erottuu oikealta tuleva suoto-ojan vesi ruskeana ja huoltotien penkasta purkautuva vesi vihertävän harmaana. Tämä kohta</p>	<p>TSF A Northwest side</p> <p>Seepage areas under supervision:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sector W006 St.6 ch.289 Northwest downstream drain. Seepage water was observed in the ditch next to the contractor's depot, but no flow was observed. ▪ W006 St. 6 ch.421 Northwest downstream drain. Clear water is flowing into the ditch starting from the north side of the contractor's depot. Water volume was normal. <p>On the northern/northwestern corner of TSF A seepage water is discharged into the ditch where the ditch turns towards the north to TP1 pond. The Kuva 19 photograph shows the brown water flowing</p>

<p>ehdotetaan otettavaksi valvojan viikoittaiseen tarkkailuun.</p>	<p>in the ditch from the right side of the picture is distinguishable from the gray-greenish seepage discharging from the service road embankment. It is recommended that this area will be taken into weekly monitoring by the field supervisor.</p>
--	---



Kuva 19: Suotovettä altaan A luoteis/pohjoisnurkassa. Oikeassa kuvassa suoto-ojan vesi tulee ruskeana oikealta ja huoltotien penkasta tulee vihertävän harmaata vettä. Vesi virtaa alavasemmalle TP1:een. Kuvaussuunta etelään. / Seepage water on TSF A northwest/north corner. On the right picture the brown water of the seepage ditch is flowing towards the left and mixing with the gray-greenish water seeping through the service road embankment.

<p><i>TSF A Pohjoispuoli</i></p> <p>Altaan A pohjoispuoleisen huoltotien viereisessä suoto-ojan padonpuoleisessa luiskassa todettiin useissa kohdissa vähäistä veden suotautumista (Kuva 20). Suotoveden määrä näyttää vähäiseltä. Mahdollista muutosta suotautumisessa huoltotien luiskasta suositellaan havainnoitavaksi keväällä sulamisen aikaan ja syksyllä sateisimpaan aikaan sekä spigotoitaessa pohjoispadolla.</p>	<p><i>TSF A Northern side</i></p> <p>Minor seepage was observed in several spots along the ditch running next to the northern service road of TSF A (Kuva 20). The discharge was observed on the dam facing slope. The volume of discharge seems low. Possible seepage from the slope of the service road is to be observed by the field supervisor during spring melt and in the autumn during heaviest rainfalls as well as during deposition on the north dam.</p>
---	--



Kuva 20: Esimerkki kohdasta, jossa todettiin vähäistä veden suotautumista altaan A pohjoispuolisen huoltotien luiskasta suoto-ojaan. / Example of minor seepage in the ditch along the northern service road on TSF A.

TSF A Itäpuoli

Alkupadon ja vaiheen 3 korotuspenkereen välissä dekanttitien jatkeella todettiin vettä, jota ei aiemmin kesällä ole havaittu (Kuva 21). Veden lähde ei selvinnyt eikä virtausta todettu, mutta on mahdollista, että vesi on tullut altaan suunnasta dekanttitien jatkeen louhetäytön kautta. Tämä kohta ehdotetaan otettavaksi valvojan viikoittaiseen tarkkailuun.

TSF A Eastern side

Water was observed between the starter dam and stage 3 upstream raise that was not noted earlier during the summer (Kuva 21). The origin of the water was not clarified, and no flow was observed, but it is possible that it originated from the pond via the rock fill in the decant road. It is recommended for the field supervisor to monitor this area weekly.



Kuva 21: Vettä alkupadon ja vaiheen 3 korotuspenkereen välissä dekanttitien jatkeella. / Standing water between the starter dam and stage 3 upstream raise on the decant road continuation.

<p>Altaan A itäpuolen maanpinta dekanttitiestä etelään on suhteellisen korkealla tasolla eikä siellä ole havaittavissa suotovettä nykyisellä altaan A vesipinnan tasolla.</p>	<p>Ground level on the eastern side of TSF A south of the decant road is relatively high and there is no seepage detected at the current pond level.</p>
<p>Altaan B itäpuoli</p> <p>Altaan B itäpuolen kuivatusoja oli käynnin aikana rakenteilla. Ojaan suotautuu vettä Kevitsan vaaran suunnasta. Ojassa oli runsaasti vettä eikä tarkat veden suotautumiskohdat olleet näkyvissä käynnin aikana.</p>	<p>TSF B eastern side</p> <p>The drainage ditch on the eastern side of TSF B was under construction during the visit. Water was seeping into the ditch from the direction of Kevitsanvaara. Due to the amount of water in the ditch the exact seepage locations could not be determined.</p>



Kuva 22: Altaan B itäpuolen kuivatusojan eteläpään syvennystyö kesken. Kuvaussuunta pohjoiseen. / TSF B drainage ditch under construction. Picture taken towards the north.

<p>Altaan A kaakkoispuoli</p> <p>Valvojan seurannassa olevat suotoalueet:</p>	<p>TSF A southeastern side</p> <p>The following seepage areas are monitored by the field supervisor:</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ E112 St. 6 ch. 3820 Southeast collection drain. Kevitsan vaaran rinteestä johtava oja oli kuiva altaan A kaakkoisosaan asti, jossa ojan pohjalta ja altaanpuoleisesta luiskasta suotautui vettä ojaan. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sector E112 St. 6 ch. 3820 Southeast collection drain. The ditch running from the Kevitsanvaara was dry until the southeastern part of TSF A, where water was seeping into the ditch from

<p>Havaintojen perusteella ei voida arvioida, tuleeko vesi altaasta vai Kevitsanvaaran rinteestä.</p> <p>Samalla kohdalla etelän suunnalla on aiemmin todettu vettä nousevan avoimen havaintoputken päästä (arteesinen pohjavesi). Alue oli nyt märkä, mutta vettä ei todettu purkautuvan havaittujen putkien päistä.</p>	<p>the bottom and the dam facing slope of the embankment. Based on the observations it was not possible to determine whether the water was coming from the pond or down the Kevitsanvaara slope.</p> <p>At the south side of this spot, water has been observed to rise to the ground surface from an open standpipe (artesian groundwater). At the time of the inspection the area was wet, but water was not observed to be discharging from the standpipes.</p>
---	--



Kuva 23: Kevitsanvaaran rinteestä tulevassa ojassa pohjasta ja luiskista suotautuvaa vettä. / . Water is seeping from the bottom and the embankments/slopes in the ditch downhill of the Kevitsanvaara.

<p><i>Altaan A eteläpuoli</i></p> <p>Altaan A huoltotien viereisessä suoto-ojassa ei todettu vettä. Suolla oli vettä tulvapenkan eteläpuolella. Vesi ei päässyt tulvapenkan yli.</p> <p>Taustapumppaamoon TP2 ei tullut vettä eteläisestä suotovesiputkesta idän suunnasta.</p> <p>Taustapumppaamoon TP2 tuli vettä suotovesiputkesta lännen suunnasta.</p>	<p><i>TSF A Southern side</i></p> <p>Water was not observed in the ditch running along the service road on the southern side of TSF A. The wetland area south of the flood embankment was wet. The water was not flowing over the embankment.</p> <p>Seepage water was not flowing towards TP2 collection pond from the eastern seepage collection</p>
--	---

	line, water was only flowing towards the pond from the western seepage collection line.
<p>Altaan A lounaispuoli</p> <p>Valvojan seurannassa olevat suotoalueet:</p> <ul style="list-style-type: none"> W013/W014 St.6 ch 4900 Southern downstream drain. Vettä purkautuu huoltotien luiskasta. Ei muutoksia aiempiin havaintoihin. <p>Länneestä suoto-ojaan tulevassa sivuojassa on vettä. Ojassa todettiin padottavia roskia, jotka sovittiin poistettavaksi.</p>	<p>TSF A southwestern side</p> <p>The following seepage areas are monitored by the field supervisor:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sectors W013/W014 St.6 ch 4900 Southern downstream drain. Water is discharging from the service road slope. No change to previous observations. <p>Water was observed in the seepage ditch entering the perimeter seepage ditch from west. Water flow impairing debris was observed in the ditch. It was agreed that the debris be cleared.</p>
<p>Altaan A länsipuoli</p> <p>Altaan A länsinurkassa suoto-ojan pohja oli ylempänä siten, että se padottaa vettä suoto-ojaan. Oja syvennetään syksyllä 2021. Ojassa oli käynnin aikana paljon vettä ja se on yhteydessä länsipuolen suon veteen. Ojan pohjalla aiemmin todettuja hiekan purkaumia (sandboil) ei ollut havaittavissa runsaan vesimäärän johdosta.</p> <p>Suotovesiojan syvennyksen jälkeen (myöhemmin syksyllä) ojassa ei ollut seisovaa vettä, mutta sen pohjalla todettiin jälleen hiekan purkaumia, joita tarkkaillaan.</p> <p>Vedessä oli leväkasvustoa.</p>	<p>TSF A western side</p> <p>In the western corner of TSF A, the bottom of the seepage ditch was on a higher level creating an obstacle for the seepage flow. The ditch will be made deeper in the autumn of 2021. During the inspection there was a lot of water in the ditch, and it was hydraulically connected to the water in the wetland area to the west. Previously observed sandboils were not visible due to the amount of water in the ditch.</p> <p>Following regrading of the drainage ditch (later in Autumn 2021), water is no longer ponding in the channel. The sand boils are, however, observed again and are currently being monitored.</p> <p>Algal growth was present in the water.</p>

5.5 Yhteenveto tarkastuskäynnin havainnoista ja johtopäätökset / Summary of Observations and Conclusions from the Site Inspection

Tarkastuskäynnin yhteydessä ei todettu rikastushiekka-altaiden toimintaa vaarantavia tekijöitä. Tarkastuskäynnin yhteydessä tehtiin kuitenkin seuraavat havainnot ja johtopäätökset:	No issues that might endanger the safety of the tailings storage facilities were observed during the inspection. The following observations and conclusions were made:
<ul style="list-style-type: none"> Suotovesiojissa ja rummuissa todettiin virtausta osin padottavia roskia. Ojat ja rummut suositellaan puhdistettaviksi roskista kerran vuodessa. 	<ul style="list-style-type: none"> The seepage collection ditches and culverts contained debris, which limited the flow of water. The ditches and culverts are recommended to be cleaned annually.
<ul style="list-style-type: none"> Altaan A pohjoispuoleisella huoltotien itäosassa suoto-ojan puoleisessa reunassa todettiin 	<ul style="list-style-type: none"> Cracks were observed on the eastern side of the northern service road of TSF A on the shoulder

<p>halkeamia, jotka aiheuttavat potentiaalisen riskin, jos raskas kalusto ajaa lähelle tien reunaa esim. kohtaustilanteissa. Ojan luiska on jyrkkä. Ojan luiskan loiventamista tai tien reunan tukemista, tai reunapenkereen rakentamista tien reunaan suositellaan tehtäväksi.</p>	<p>facing the seepage ditch. The cracks may pose a risk for heavy traffic moving to the edge of the road for example to avoid oncoming traffic. The slope facing the ditch is steep. It is recommended that the slope either would be made less steep, reinforced or that an safety embankment be built on the side of the road.</p>
<p>■ Altaan luoteis/pohjoisnurkassa suotautuu ojaan vettä kohdassa, jossa suoto-oja kääntyy pohjoiseen TP1 altaaseen. Tämä kohta ehdotetaan otettavaksi valvojan viikoittaiseen tarkkailuun.</p>	<p>On the northern/northwestern corner of TSF A seepage water is discharged into the ditch where the ditch turns towards the north to TP1 pond. It is recommended that this area will be taken into weekly monitoring by the field supervisor.</p>
<p>■ Altaan A pohjoispuoleisen huoltotien viereisessä suoto-ojan padonpuoleisessa luiskassa todettiin useissa kohdissa vähäistä veden suotautumista. Mahdollista muutosta suotautumisessa huoltotien luiskasta suositellaan havainnoitavaksi keväällä sulamisen aikaan ja syksyllä sateisimpaan aikaan sekä spigotoitaessa pohjoispadolla.</p>	<p>■ Minor seepage was observed in several spots along the ditch running next to the northern service road of TSF A. The discharge was observed on the dam facing slope. Possible seepage from the slope of the service road is to be observed by the field supervisor during spring melt and in the autumn during heaviest rainfalls as well as during deposition on the north dam.</p>
<p>■ Alkupadon ja vaiheen 3 korotuspenkereen välissä dekantitien jatkeella todettiin vettä, jota ei aiemmin kesällä ole havaittu. Tämä kohta ehdotetaan otettavaksi valvojan viikoittaiseen tarkkailuun.</p>	<p>■ Water was observed between the starter dam and stage 3 upstream raise that was not noted earlier during the summer. It is recommended for the field supervisor to monitor this area weekly.</p>

Golder Associates Oy



Jussi Vikainen
Projektipäällikkö



Hannu Jussila
Projektipäällikkö

QA: PLi

[https://golderassociates.sharepoint.com/sites/134737/project files/5 technical work/monitoring/monitoring/10 - quaterly monitoring/2021-q4/20373404_kevitsa_tsf_q4-2021_monitorointiraportti.docx](https://golderassociates.sharepoint.com/sites/134737/project%20files/5%20technical%20work/monitoring/monitoring/10%20-%20quaterly%20monitoring/2021-q4/20373404_kevitsa_tsf_q4-2021_monitorointiraportti.docx)

LIITE A

Mittaustulosten yhteenveto / Summary of measurements

Liitteessä A on esitetty seurannan toteutus ja tulokset.	Appendix A presents the instrumentation monitoring details and data:
1.0 RIKASTUSHIEKKA-ALTAALLE A (TSF A) ASENNETUT INSTRUMENTIT	INSTRUMENTATION INSTALLED WITHIN TSF A
Seuraavat instrumentit on asennettu altaan A padon korotuspenkereille (instrumenttien sijainti esitetty kuvassa 1):	The following instruments are installed within the TSF A (instruments shown in figure 1):
■ Inklinometrit (INC):	■ Inclinometers (INC):
Siirtymää mitataan altaan A padon vaiheen 3 ja 4 korotuspenkereeseen asennetuista inklinometritputkista.	Measures displacement within the embankments of the TSF A through inclinometer casings installed on the Stage 3 and Stage 4 embankment.
Suojaputket sijaitsevat leikkauksissa 1_0600, 1_0735, 1_1000, 1_1550, 1_2550 ja 3_1000. Mittaukset suoritetaan tällä hetkellä manuaalisella inklinometrillä.	Inclinometer casings are installed in sections 1_0600, 1_0735, 1_1000, 1_1550, 1_2550 and 3_1000. Measurements are conducted manually at the moment.
■ Pohjavesiputket (CPP)	■ Casagrande Standpipe Piezometers (CPP):
Mittaavat pohjaveden pinnantaso alkupadon louhetäytössä ja tämän alapuolisessa pohjamaassa. Kuhunkin kohtaan on asennettu kaksi pohjavesiputkea, joista toinen ulottuu alkupadon louhetäyttöön ja toinen alkupadon alapuolisen pohjamaan moreeniin.	Measures the water level within the starter dam rockfill and underlying foundation through two CPP installed at each location, within the starter dam rockfill, and down into the underlying till (moraine) foundation.
■ Värehdyslankapietsometrit (VWP)	■ Vibrating Wire Piezometers (VWP):
Mittaa rikastushiekan huokosvedenpainetta ja suotoveden pinnantaso.	Measures the pore water pressure and phreatic surface within the tailings.
Järjestelmä sisältää SISGEO S.r.l.:n valmistaman VWP sensorin (mallia OPK45C20000) jonka vedenpaineen mittaaväli on 0-200 kPa. Järjestelmä koostuu pystyputkesta, jossa on erikoisvalmisteinen kärki, joka mahdollistaa sensorin laskemisen putken pohjalle, jossa se paikalleen asettuneena mittaa huokosvedenpainetta. Tämä järjestelmä mahdollistaa tarvittaessa sensorien nostamisen ylös tarkastettavaksi ja huollettavaksi.	New replacement system includes a VWP sensor with measurement range of 0-200 kPa, manufactured by SISGEO S.r.l. (Italy), model OPK45C20000. System consists of a standpipe with special tip allowing sensor to be lowered to the bottom where locked in measures pore pressure. This solution allows for potential retrieval, inspection and maintenance of sensors.
■ Painumamittauspisteet (PMK):	■ Settling Plates (PMK):
Asennettu tasaisin välein patoharjan ylävirranpuoleiselle reunalle ja niitä käytetään padon mahdollisten siirtymien (x, y ja z) seurantaan.	Installed at regular intervals alongside the dam crest upstream edge land is used to monitor any potential movement (x, y and z) of the dam.
Olemassaolevien painumalevyjen sijainti on esitetty raportin kuvissa 1 ja 2.	A plan showing the location of existing Instrumentation is shown in the report in pictures 1 and 2.

<p>■ Altaan vedenpinnantasot:</p> <p>Altaiden A ja B vedenpinnantasot saadaan GPS mittauksilla (Arctic Infra Oy).</p>	<p>■ Pond levels:</p> <p>Results of pond level measurements for TSF A and B are derived from data obtained from GPS readings reported by Arctic Infra oy.</p>
<p>■ Pumppaus- ja virtausnopeudet</p> <p>Data pumppaus- ja virtausnopeuksista saadaan online-tietokannasta, jota ylläpitää EHP/Mitta seurantapalvelu.</p>	<p>■ Pumping and flow rates:</p> <p>Flowrates and pumping rates data are obtained and sourced from online database provided by EHP/Mitta monitoring service.</p>
<p>Altaan A mittalaitteet oli aiemmin liitetty Geometrik SWE:n hallinnoimaan online mittausten hallintajärjestelmään (GAUDI). Data on edelleen käytettävissä, mutta vain pohjavesiputkien dataa päivitetään tällä hetkellä. Huokospaineen mittaustulokset tallentuvat laitevalmistaja SISGEO:n online järjestelmään.</p>	<p>The instrumentation for TSF A used to be connected to the online monitoring surveillance system, Gaudi managed by Geometrik SWE. The data are still accessible but only Standpipe data are currently updated. Pore pressure readings are linked to online system supplied by manufacturer SISGEO.</p>

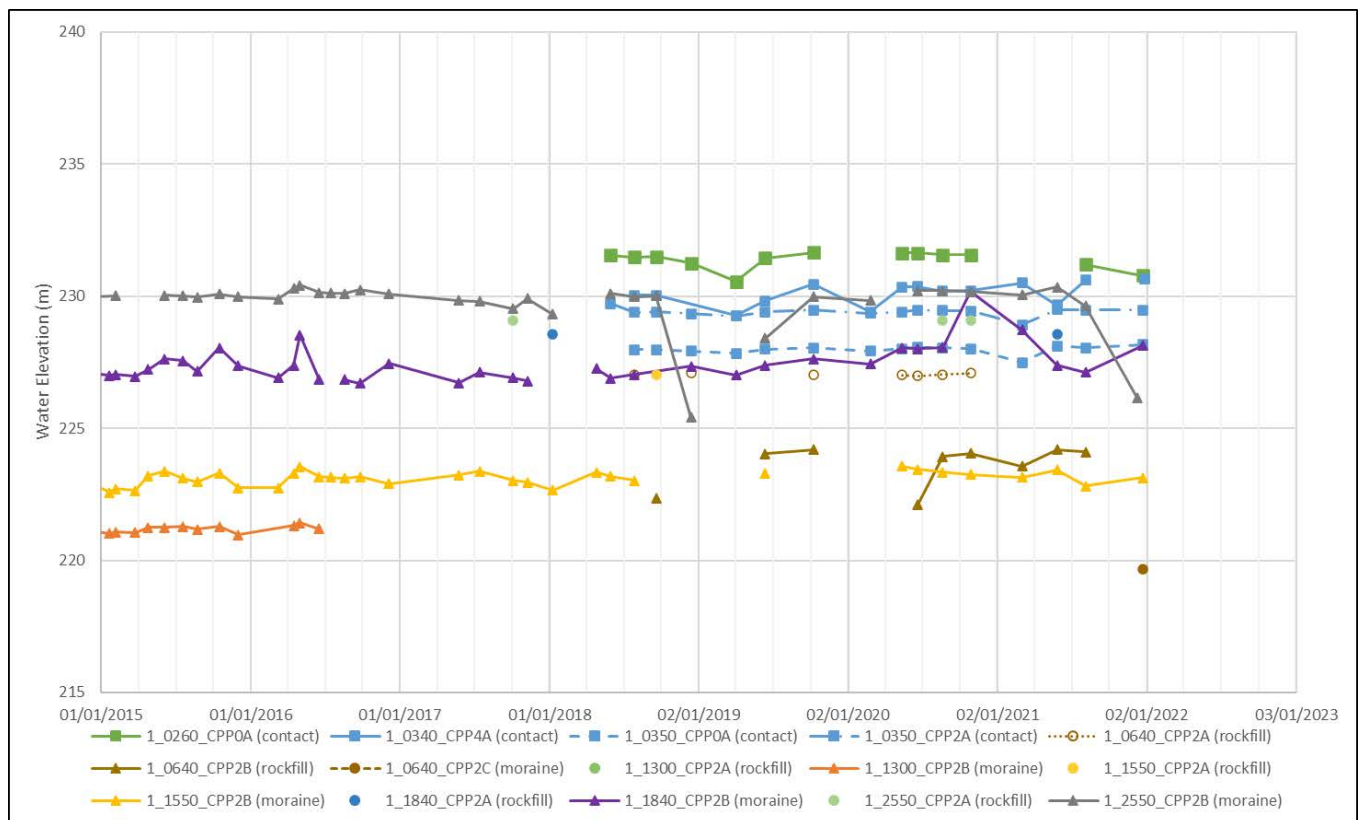
2.0 NIMEÄMISKÄYTÄNNÖT

NAMING CONVENTION

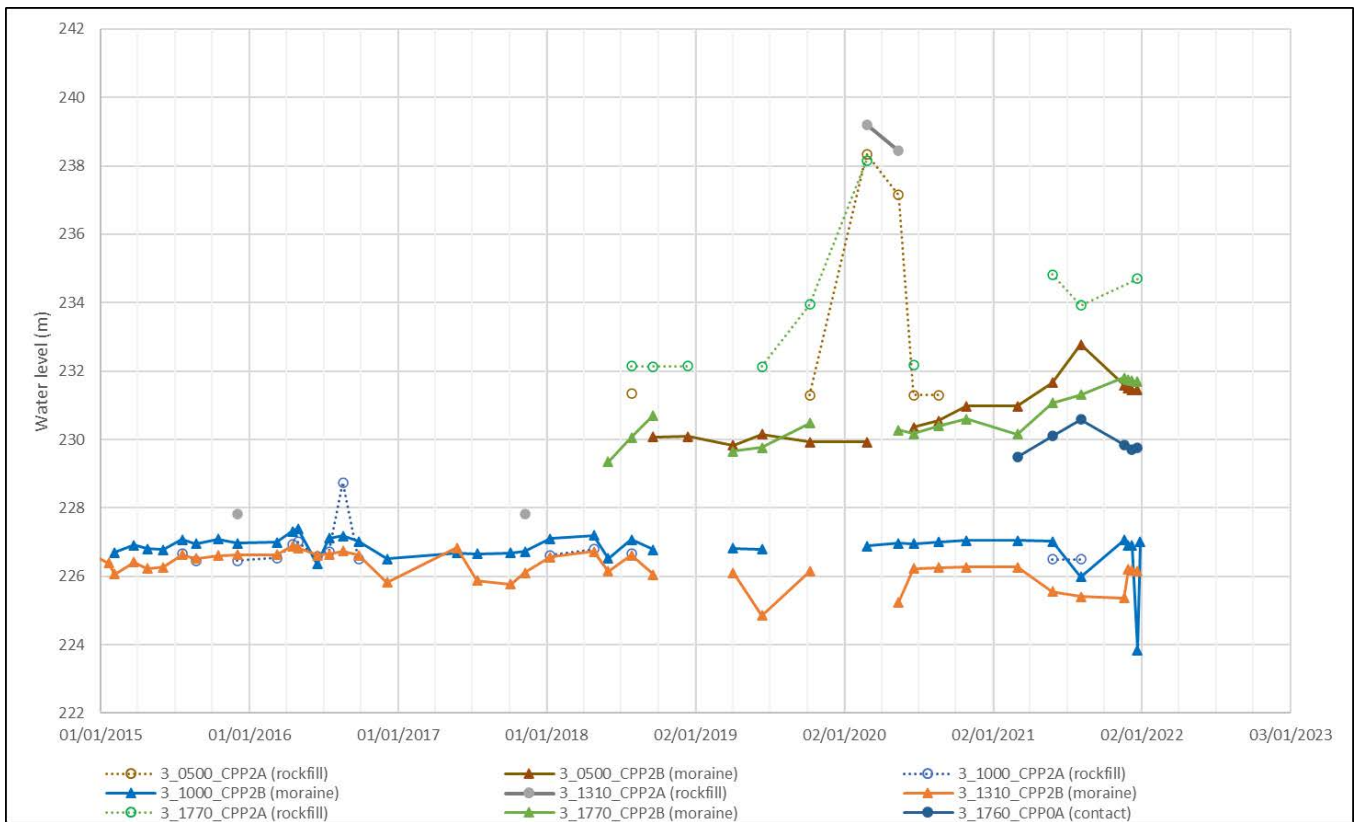
<p>Nimeämiskäytäntö sisältää tiedon sijainnista, instrumentin tyypistä ja patopenkereen vaiheesta, jolle instrumentti on asennettu. Nimeämiskäytäntö on kuvattu alla:</p>	<p>The naming convention includes information of location, type of the instrument, stage of installation. The naming convention is described as follows:</p>
<p>M_CCCC_TTTSL,</p>	<p>M_CCCC_TTTSL</p>
<p>missä:</p>	<p>Where:</p>
<p>■ M = Mittalinja, joita on altaan ulkokehällä neljä, ML1 – ML4 (Stage 4).</p>	<p>■ M = measurement line, of which there are four along the perimeter, ML1 to ML4 (Stage 4).</p>
<p>■ C = Paaluluku (metreinä)</p>	<p>■ C = chainage in meters</p>
<p>■ T = Instrumentin tyyppi, joko CPP, VWP, INC tai SP</p>	<p>■ T = type of the instrument, either CPP, VWP, INC or SP</p>
<p>■ S = Padon korotusvaihe, jolle instrumentti on asennettu</p>	<p>■ S = stage of the dam raise, where the instrument was installed</p>
<p>■ L = Kunkin korotusvaiheen Instrumenttien järjestyskirjain</p>	<p>■ L = serial letter of the instrument at each stage</p>
<p>Esimerkiksi: Piste joka on koodattu 1_1550_VWP3C sijaitsee mittalinjalla 1, 1550 m mittalinjan alkupisteestä, on värähdyslankapietsometri, asennettu korotusvaiheelle kolme ja on kolmas kyseisessä korotusvaiheessa asennettu VWP.</p>	<p>For example: point coded as 1_1550_VWP3C, is located along Measurement Line 1, 1550 m from the start of the measurement line, is identified as a vibrating wire piezometer, installed during stage 3 and was the 3rd VWP installed within that same stage.</p>

<p>3.0 INSTRUMENTTIEN MITTAUSTULOKSET</p>	<p>INSTRUMENTATION DATA</p>
<p>Alla olevissa kuvaajissa on esitetty altaalle A asennettujen instrumenttien mittaustulokset.</p>	<p>The graphs below present the readings for the instrumentation installed within TSF A.</p>
<p>3.1 Pohjavesiputket (CPP)</p>	<p>Casagrande Standpipe Piezometer (CPP)</p>

Pohjoinen

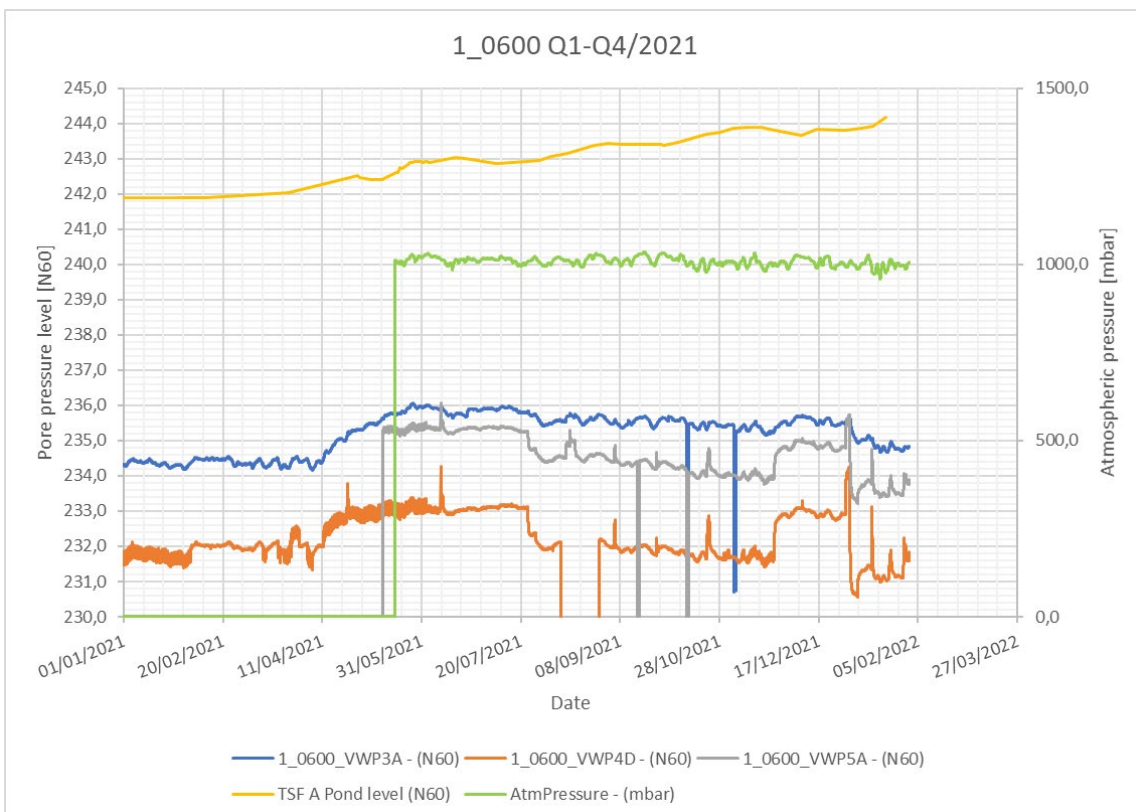
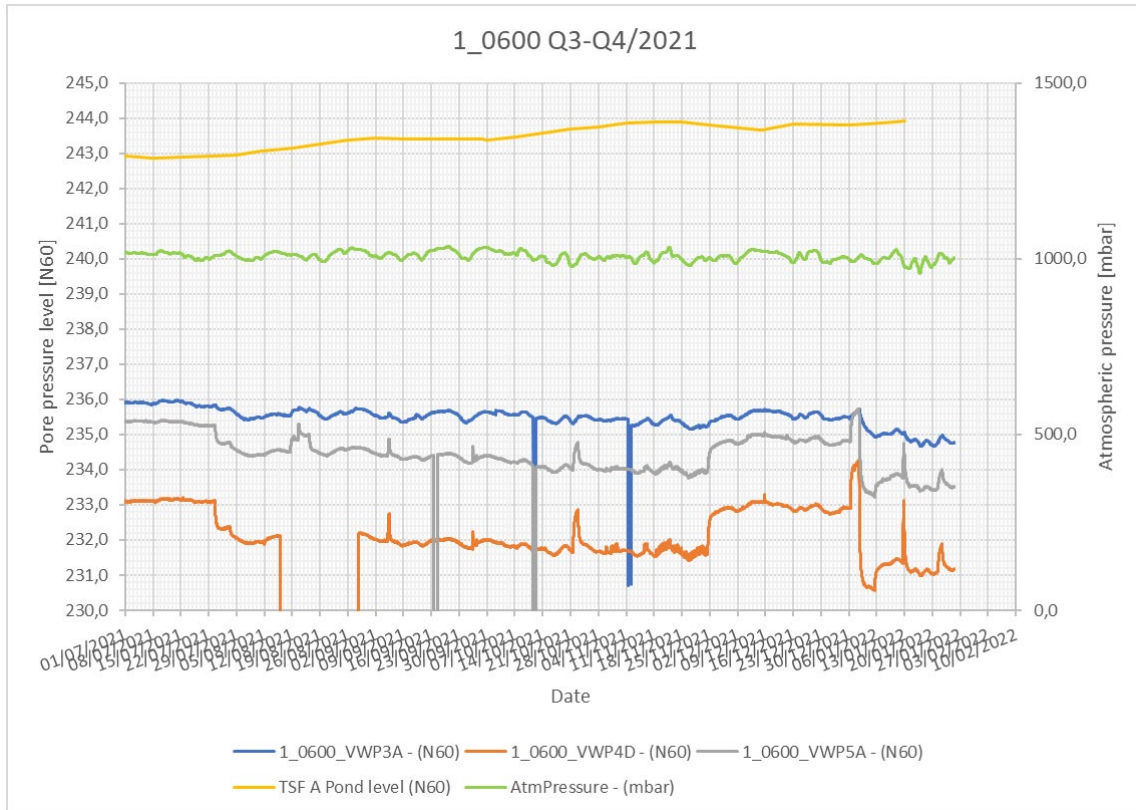


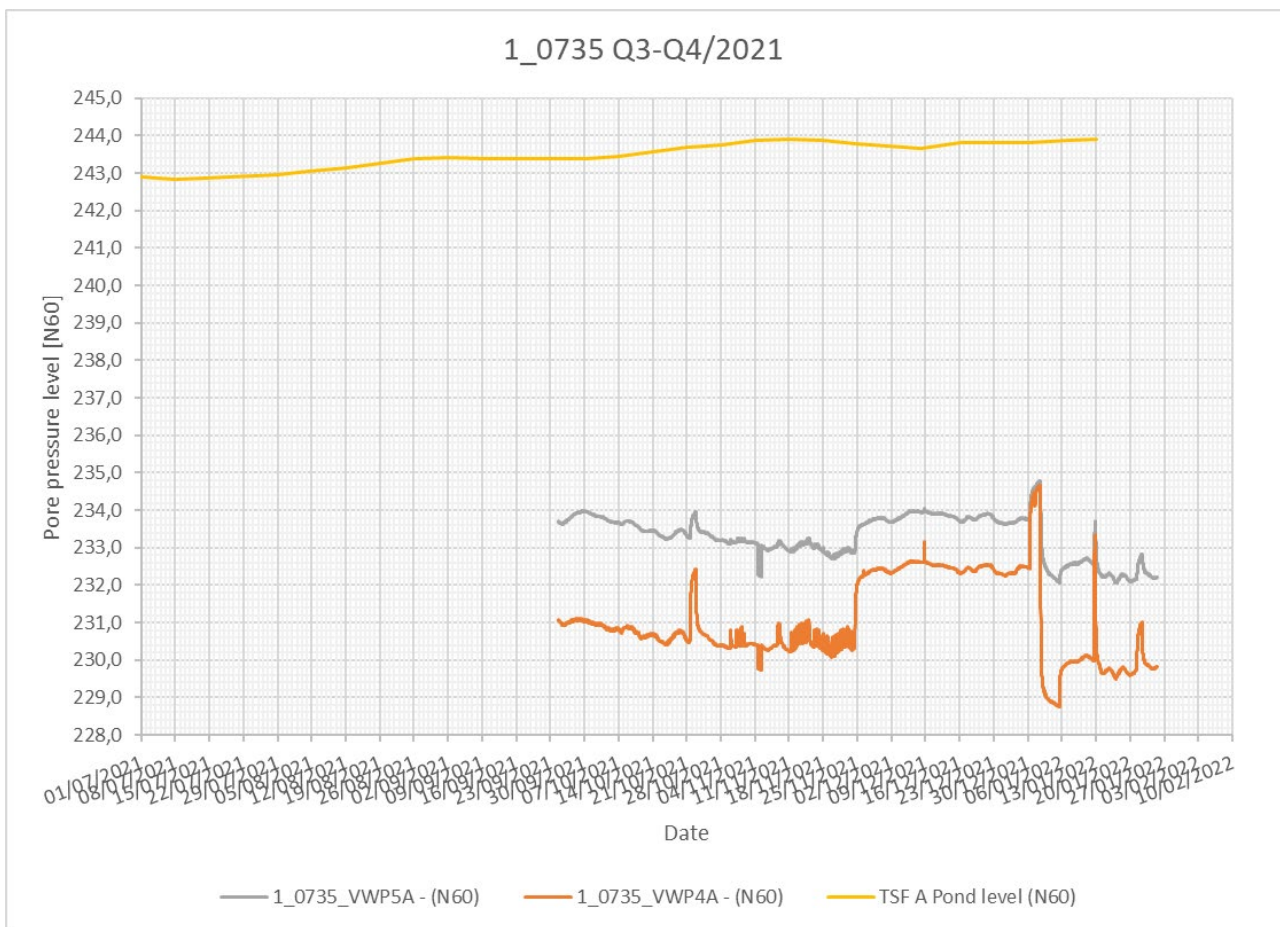
Etelä



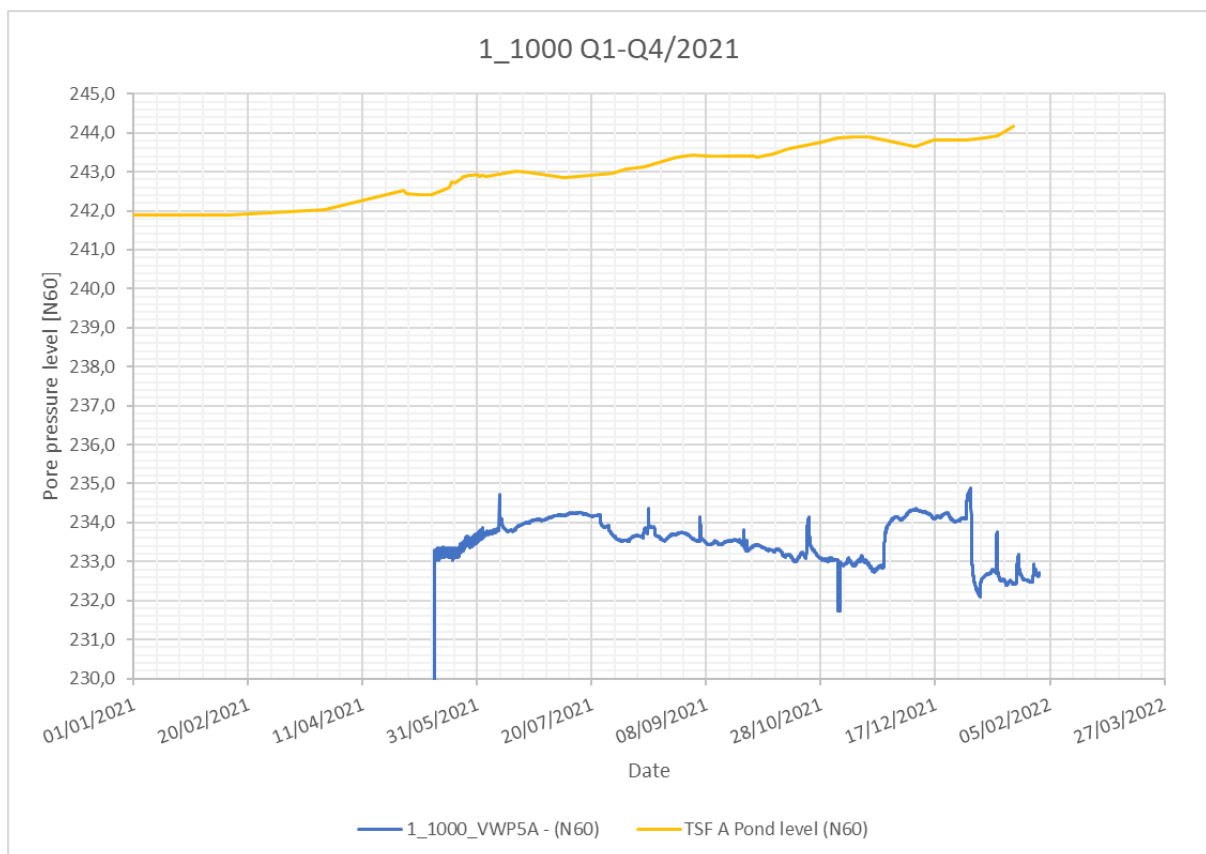
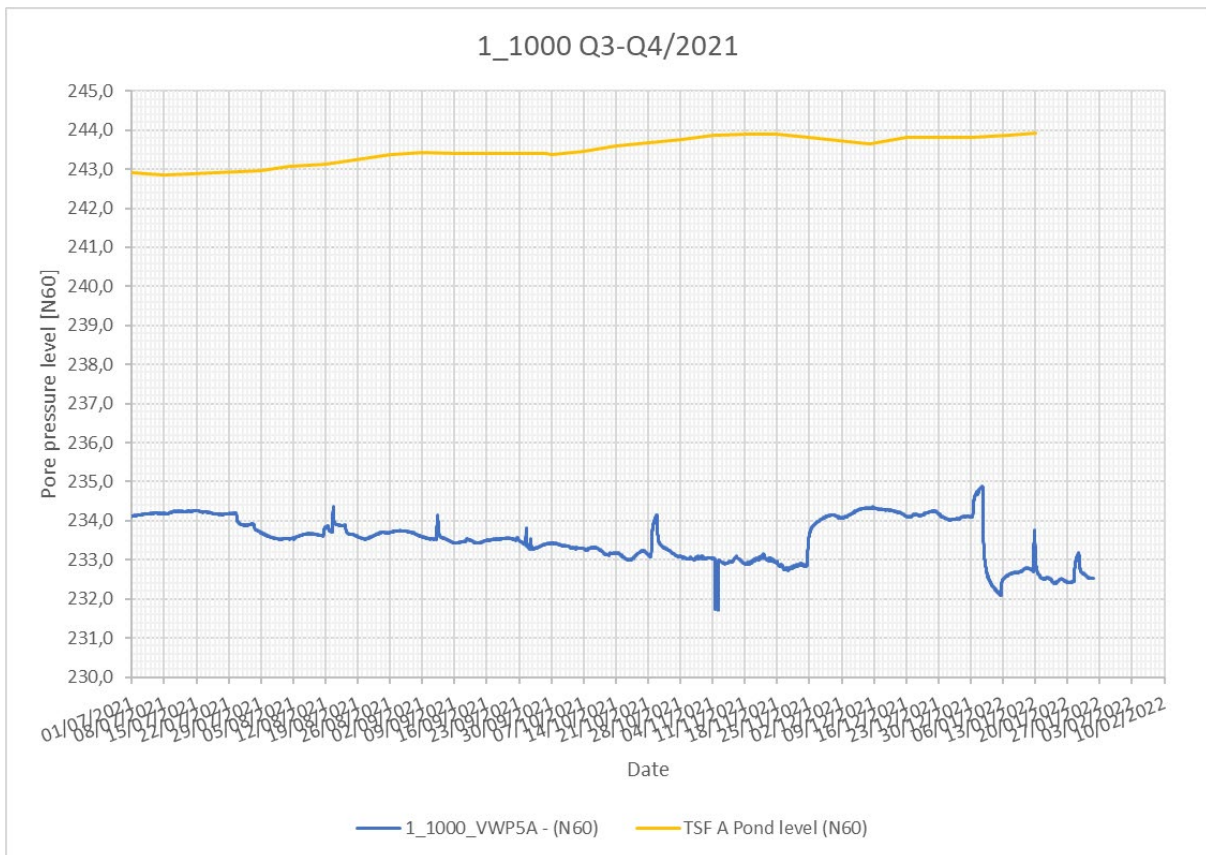
3.2 Värähdyslankapietsometrit (VWP) | Vibrating Wire Piezometers (VWP)

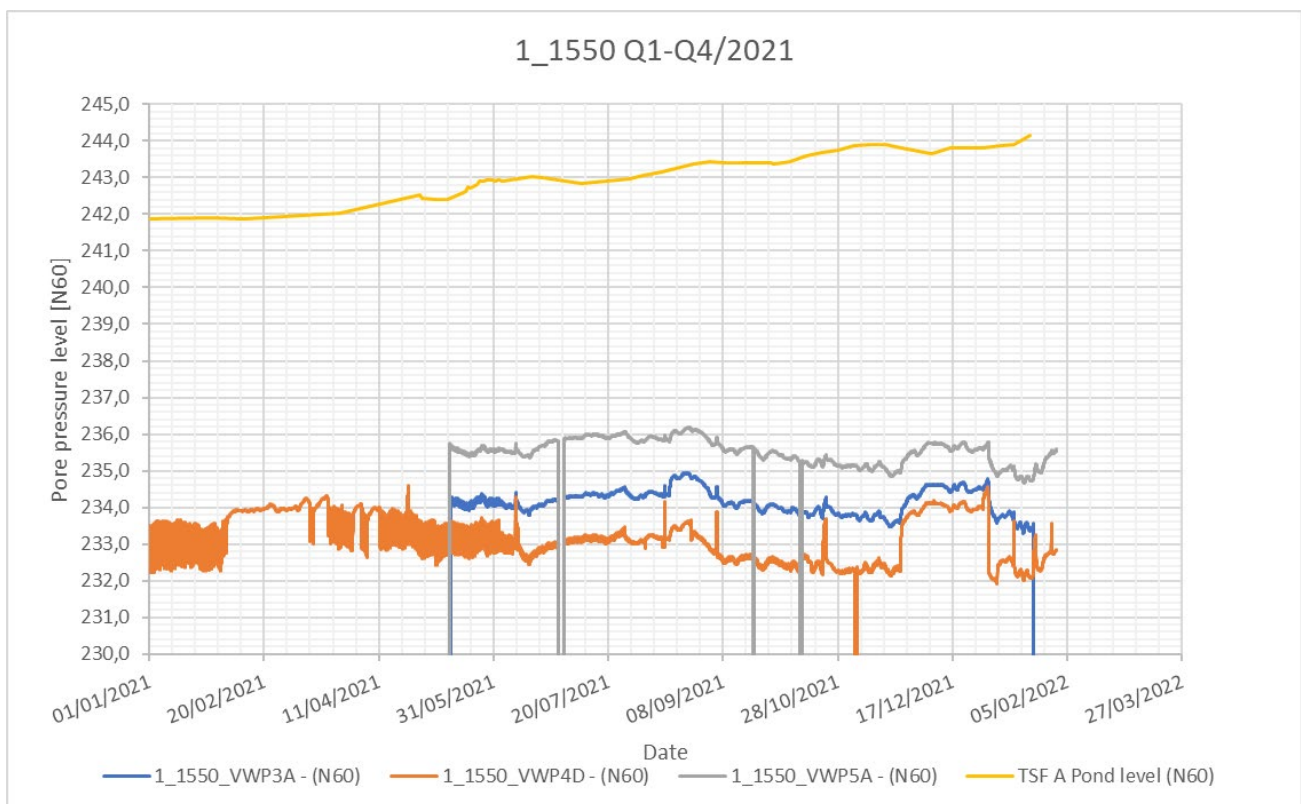
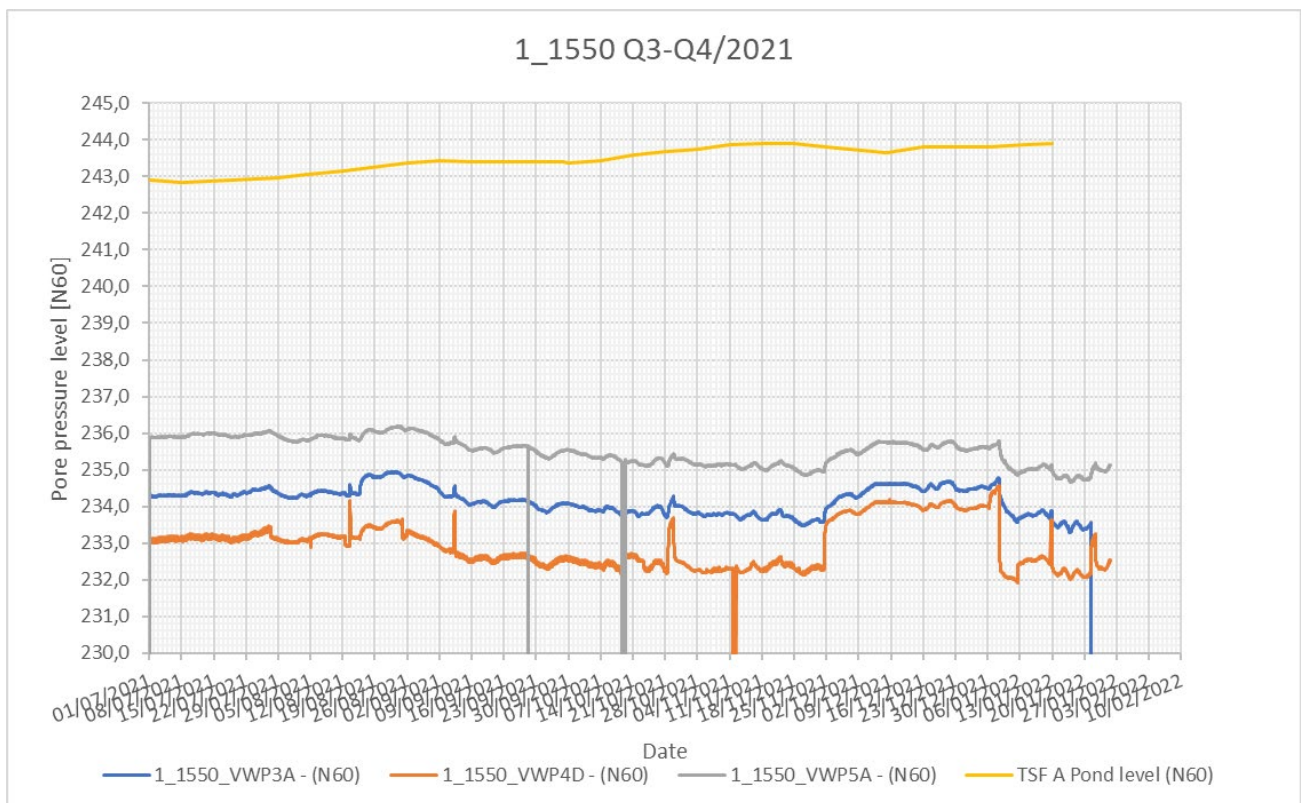
Luoteinen pato / Northwest dam

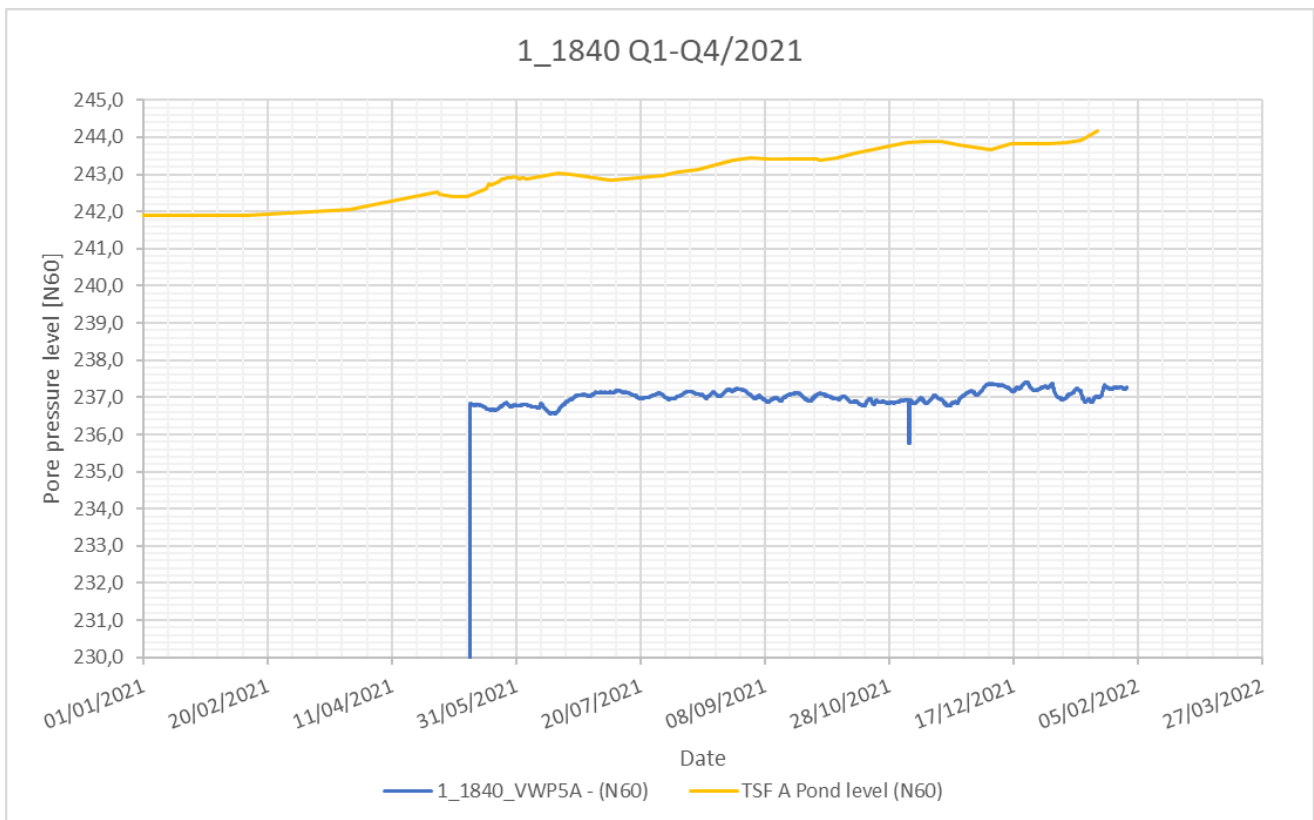
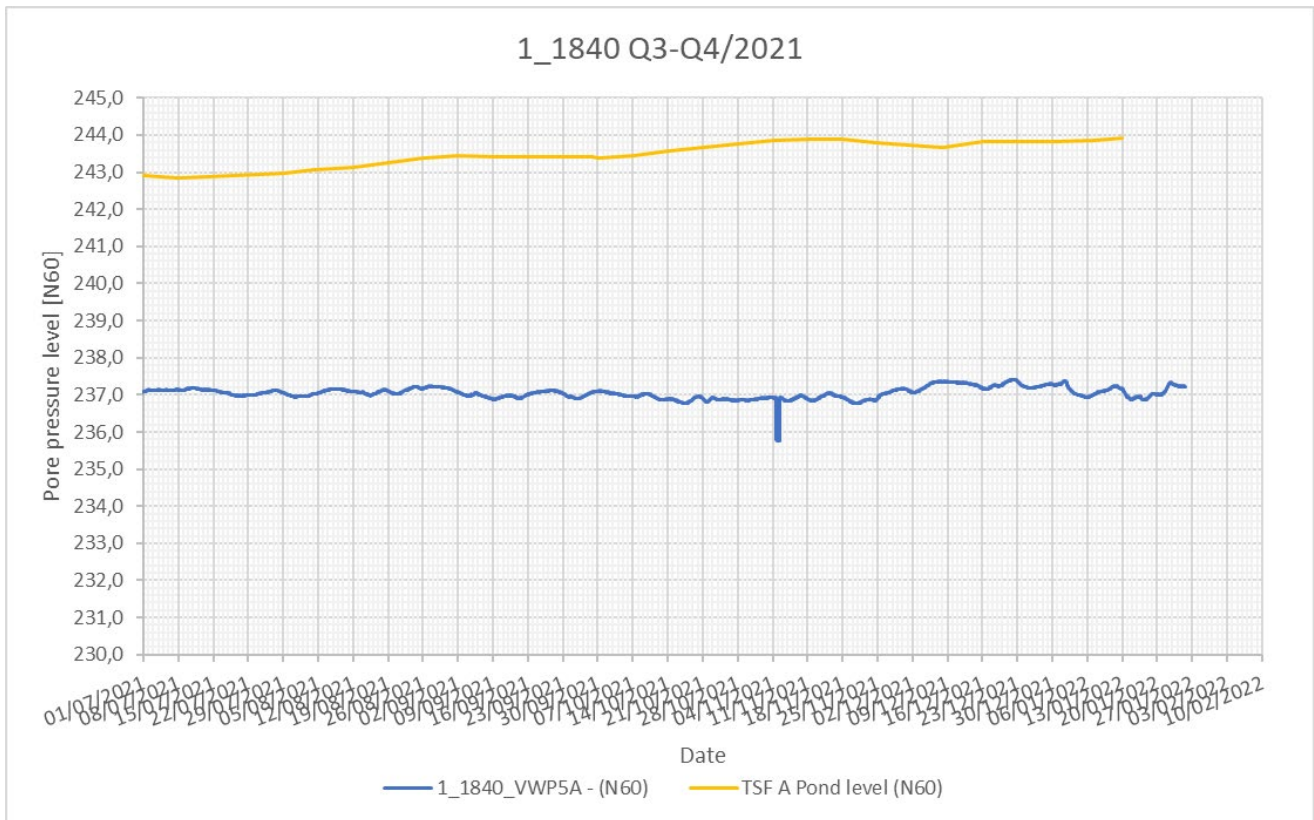




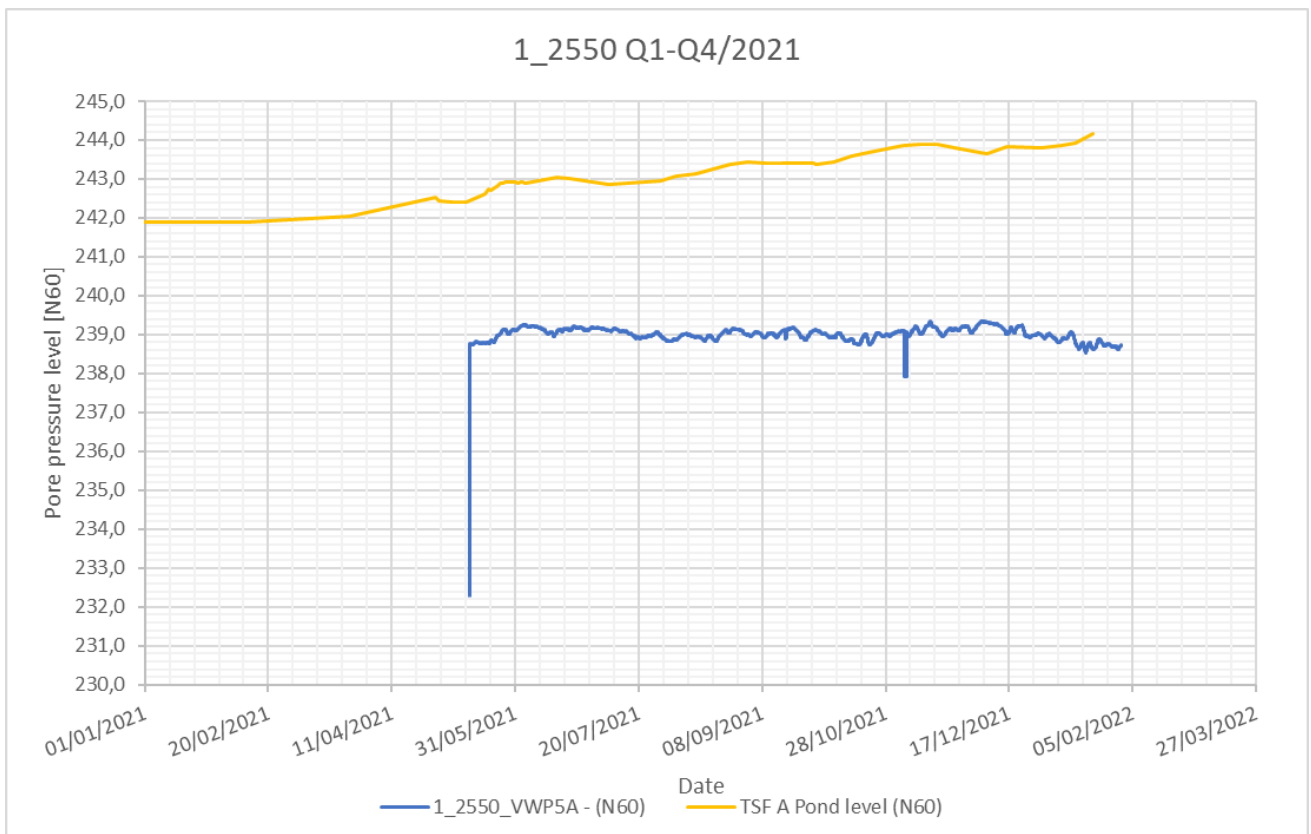
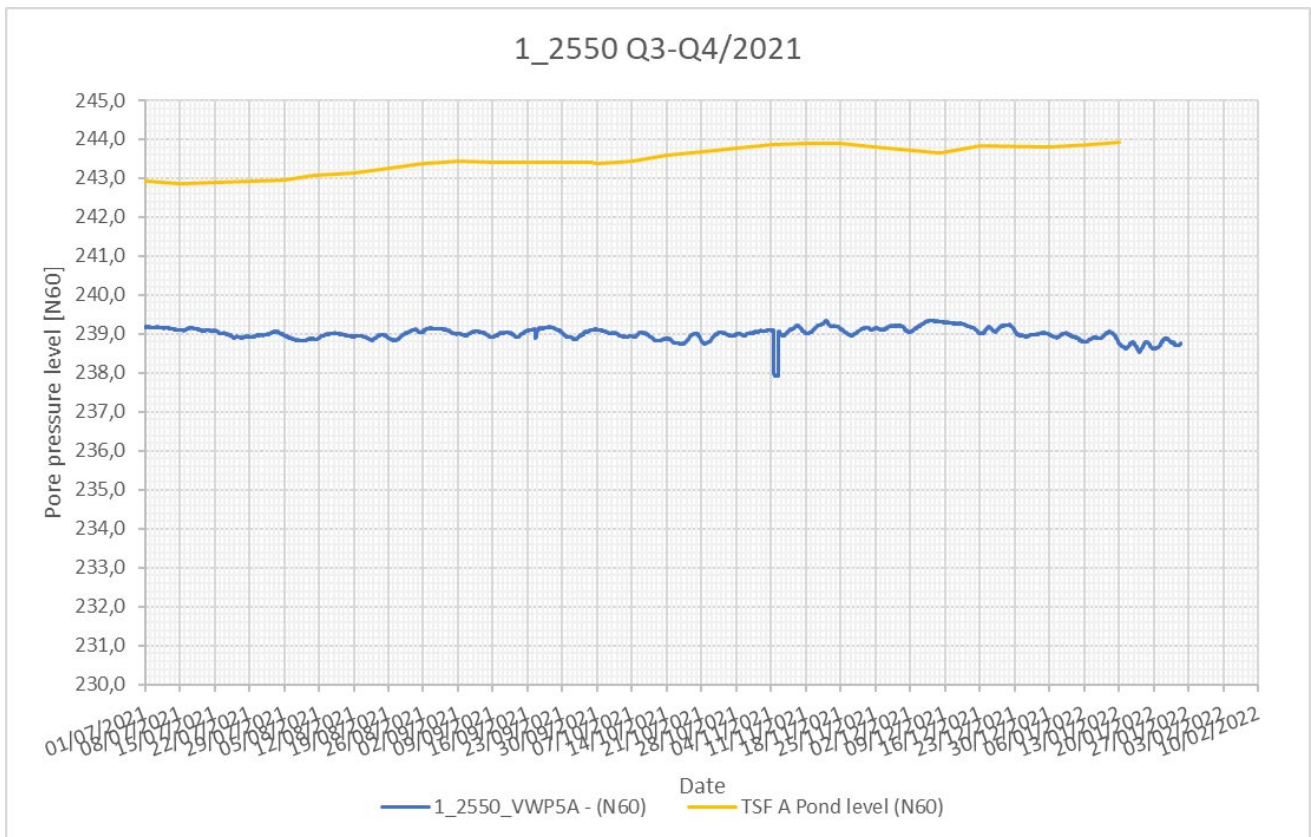
Pohjoinen pato / Northern dam



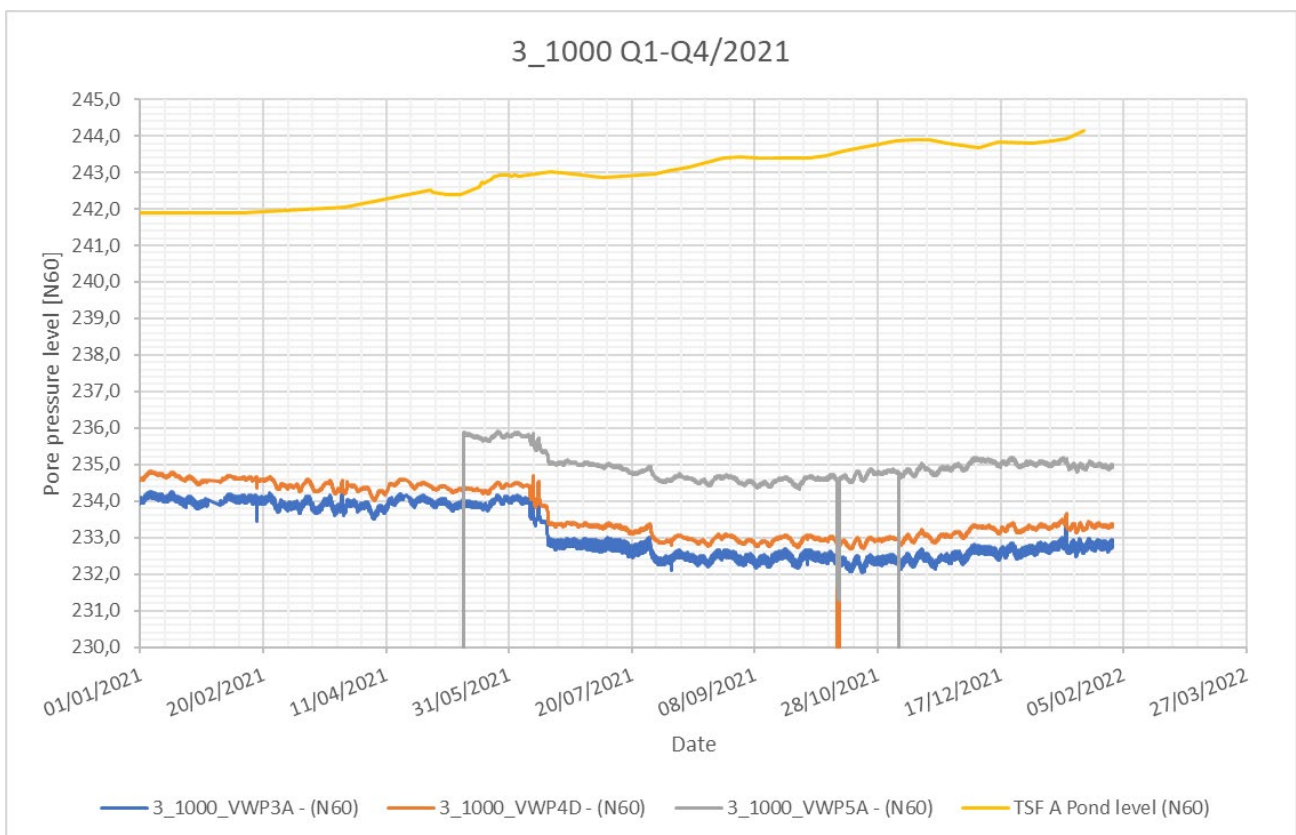
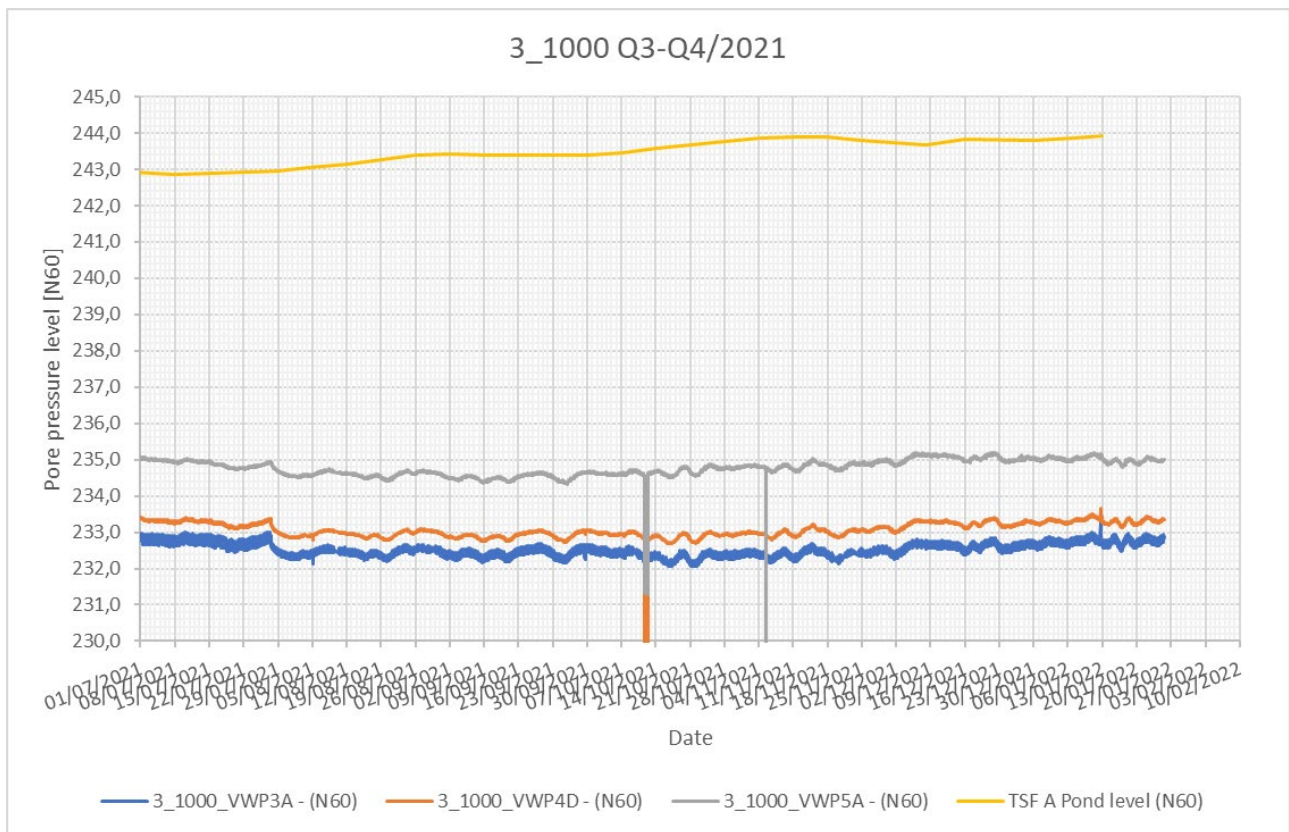


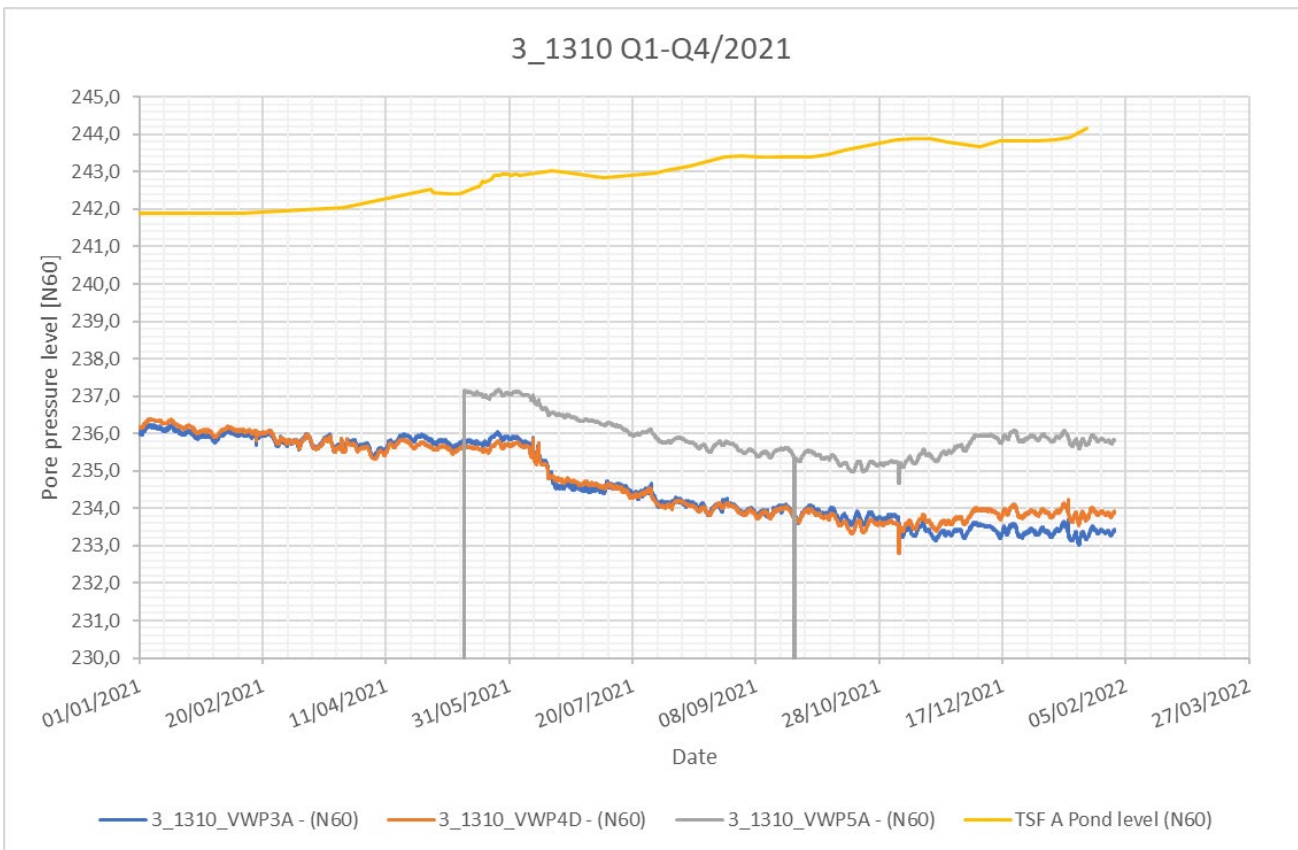
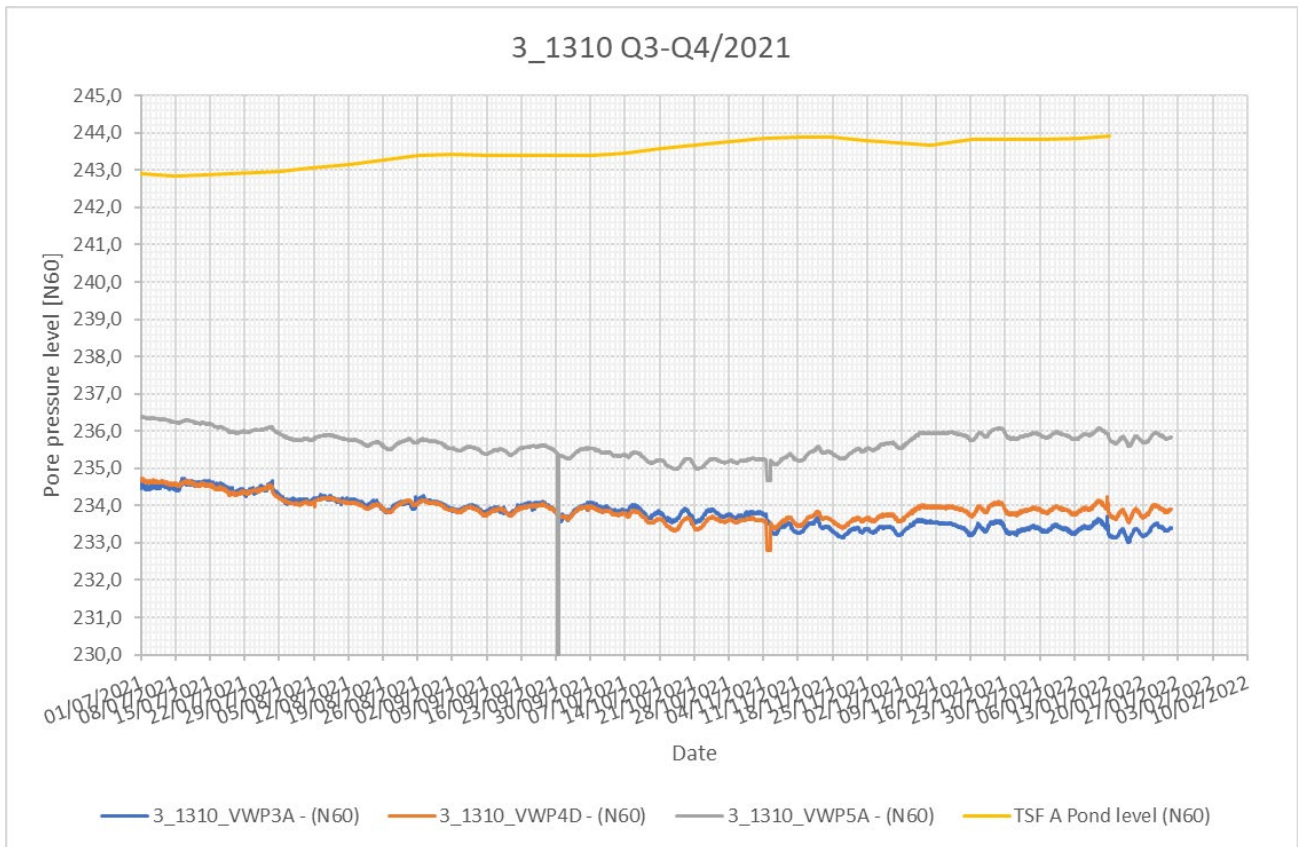


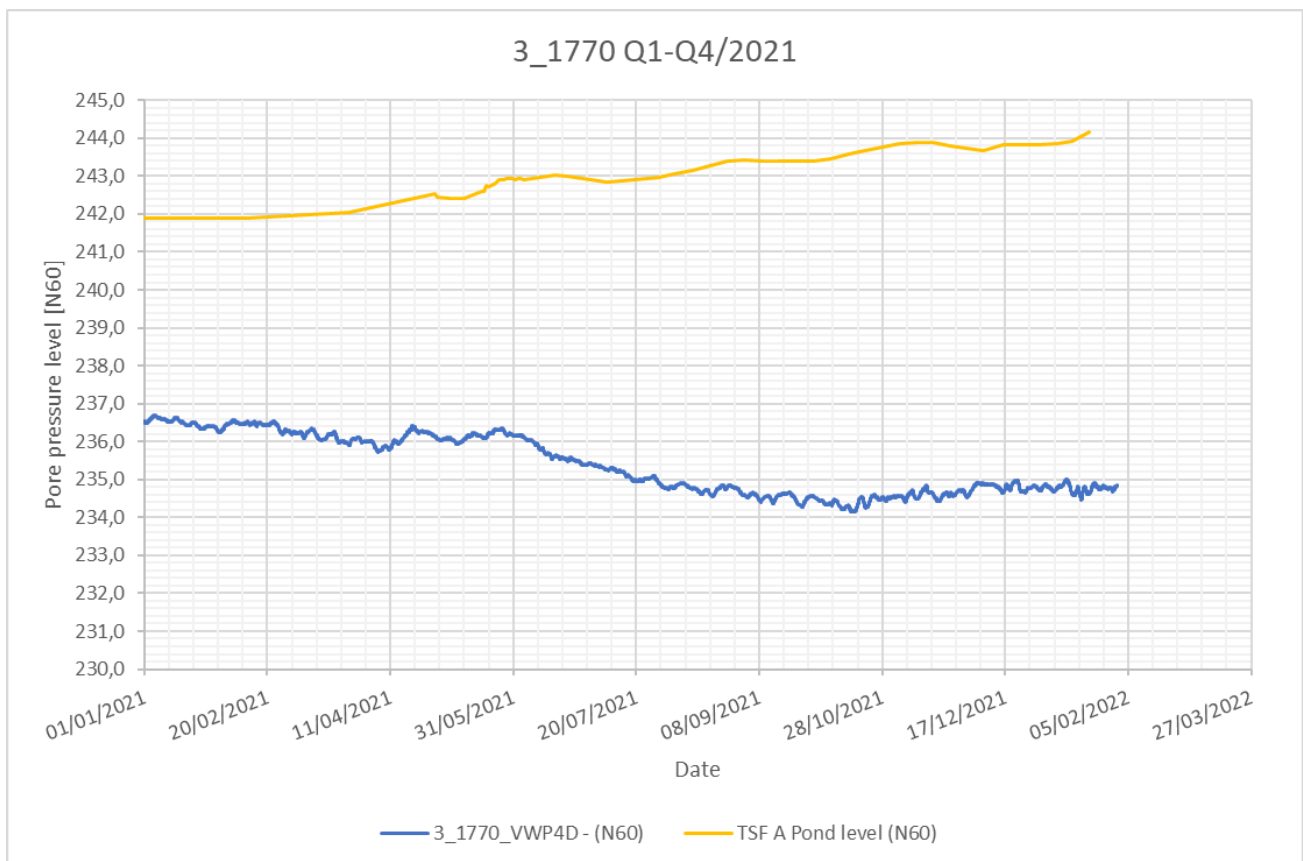
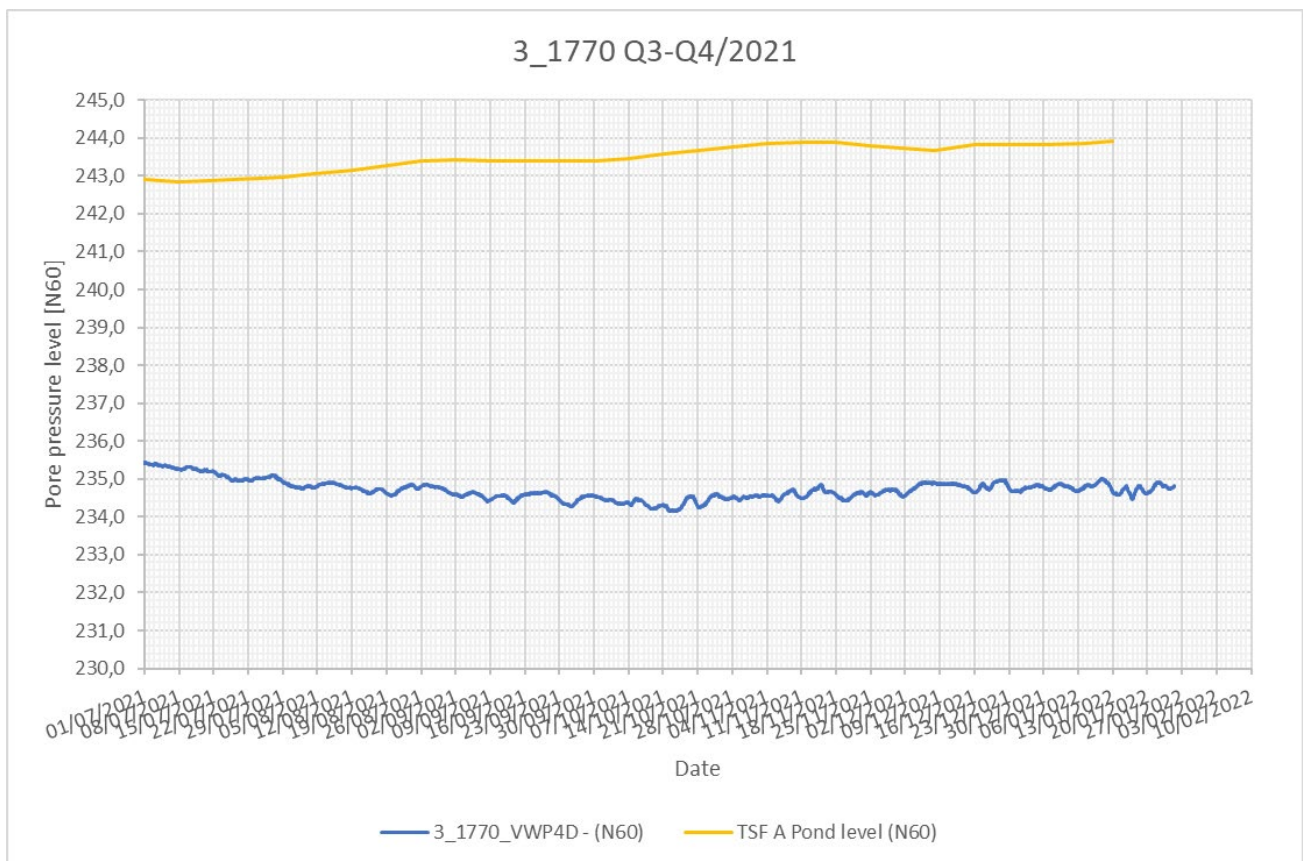
Itäinen pato / Eastern dam



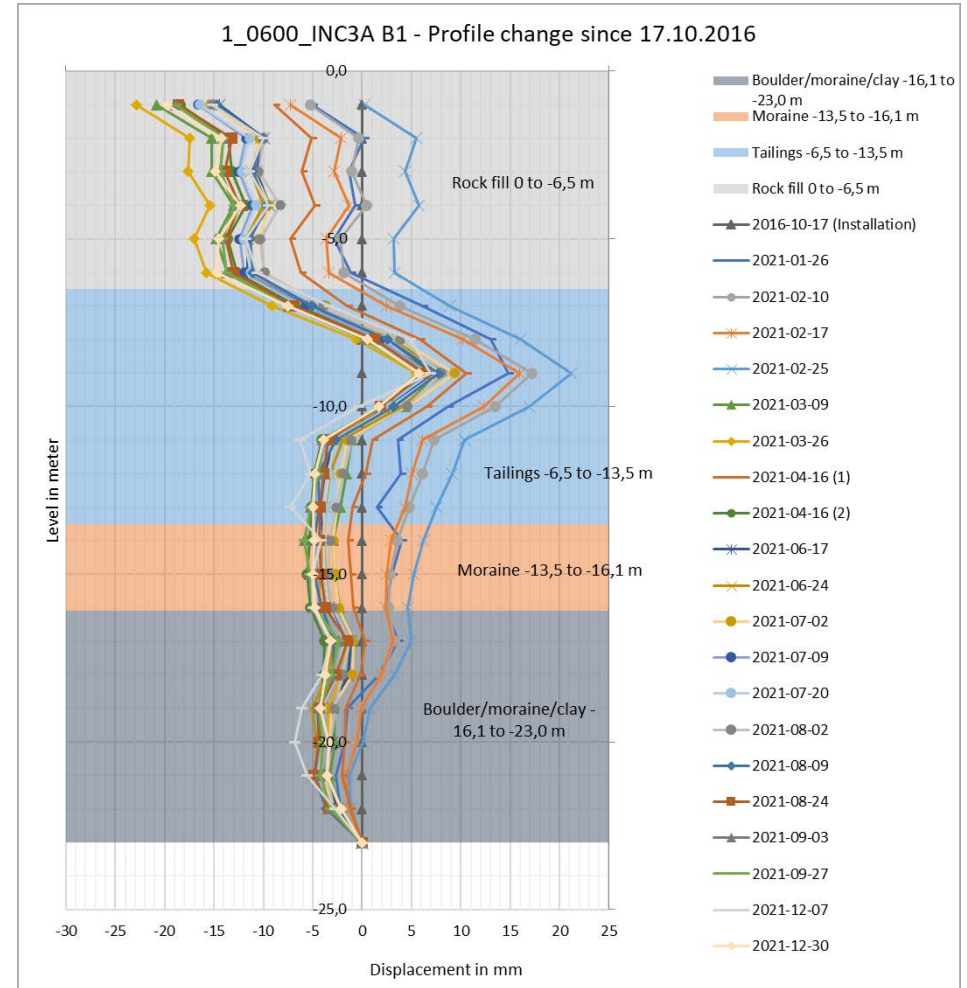
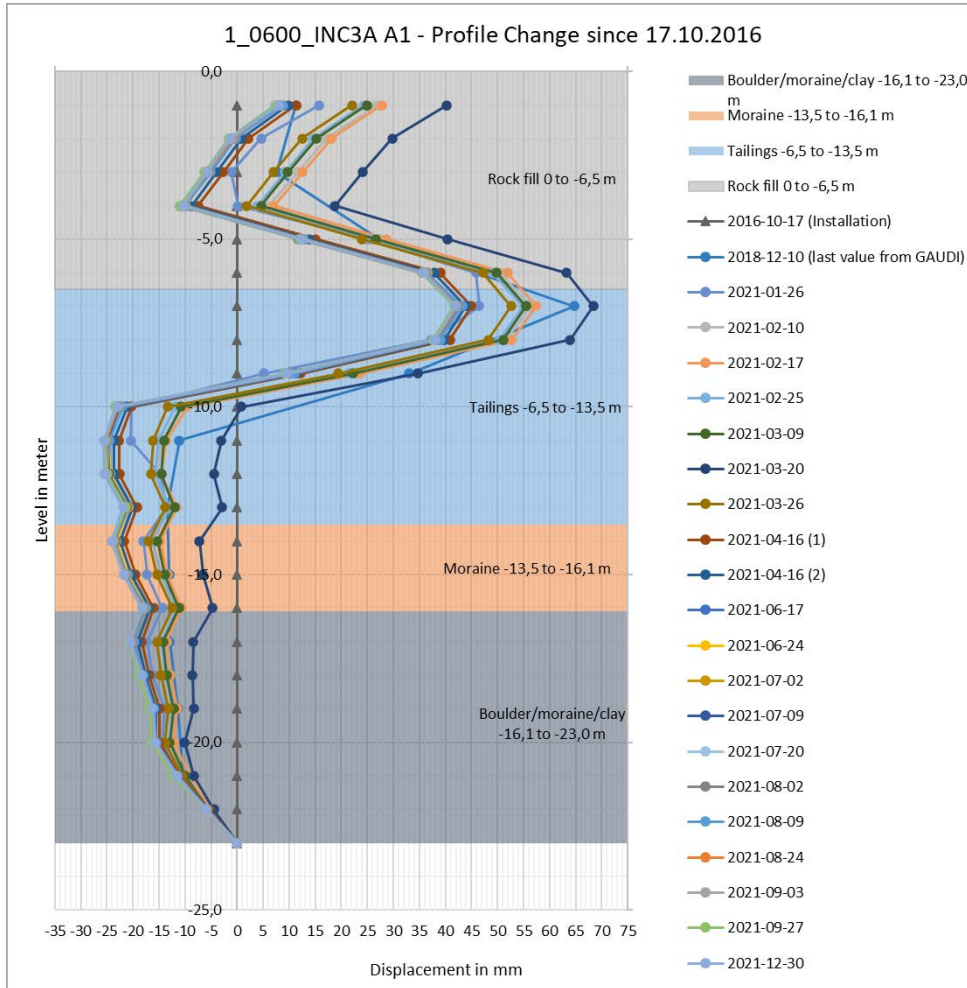
Eteläinen pato / Southern dam

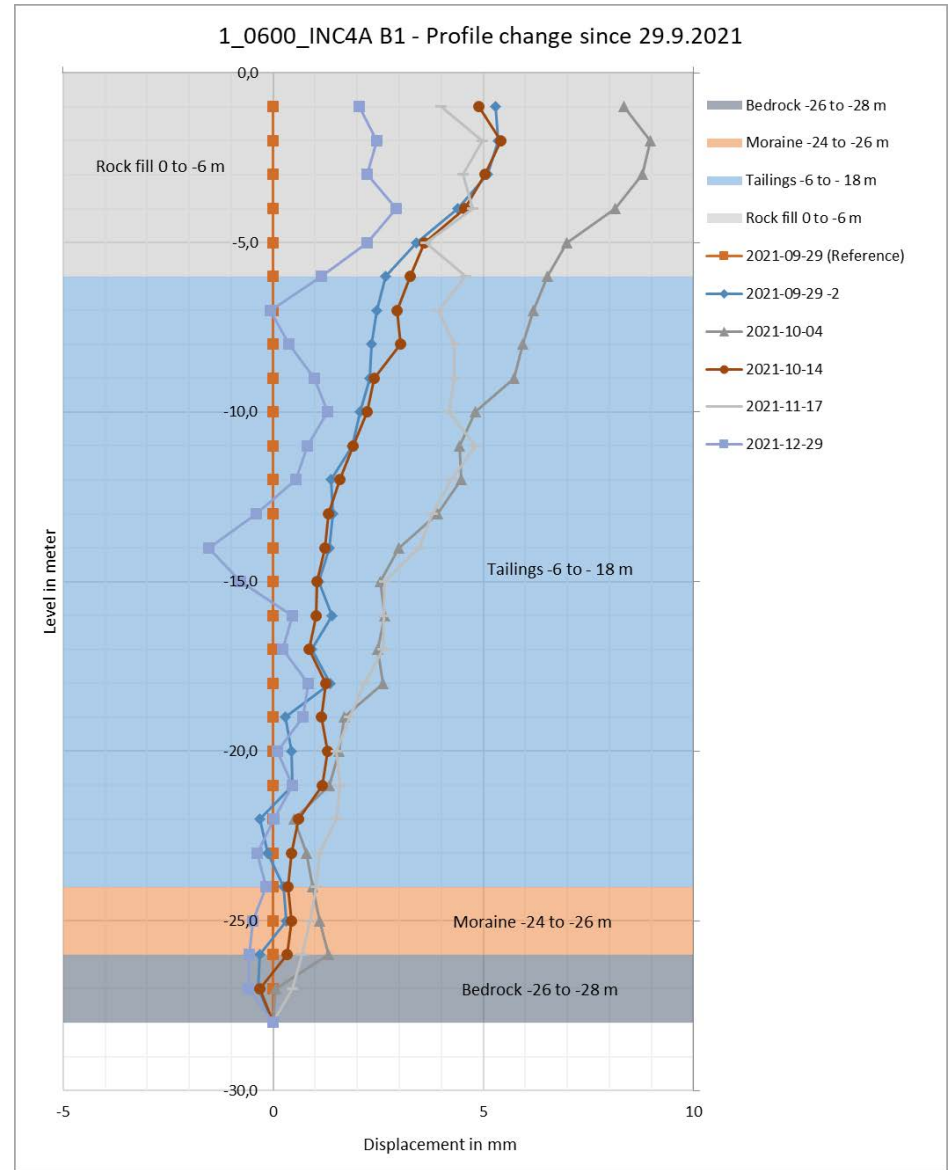
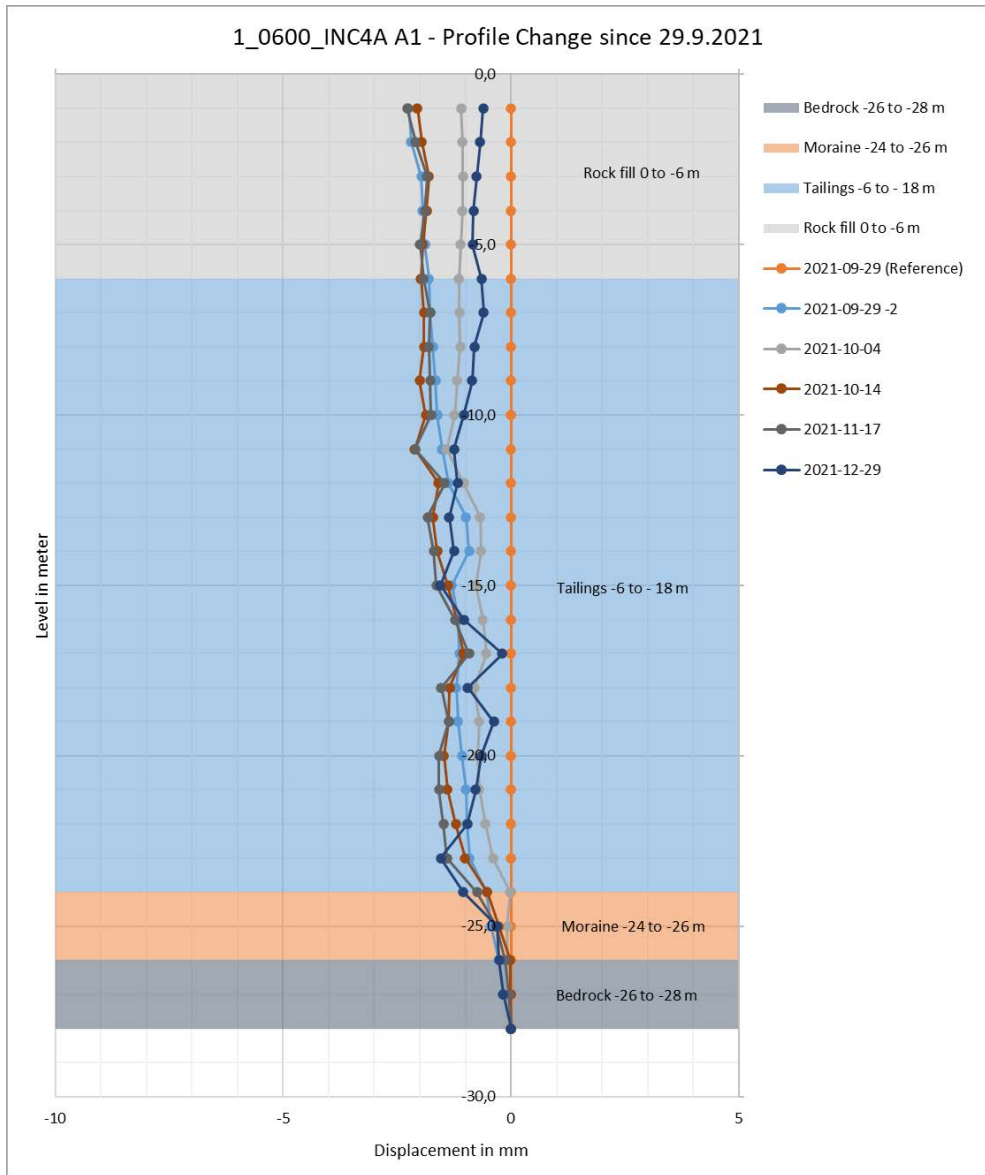


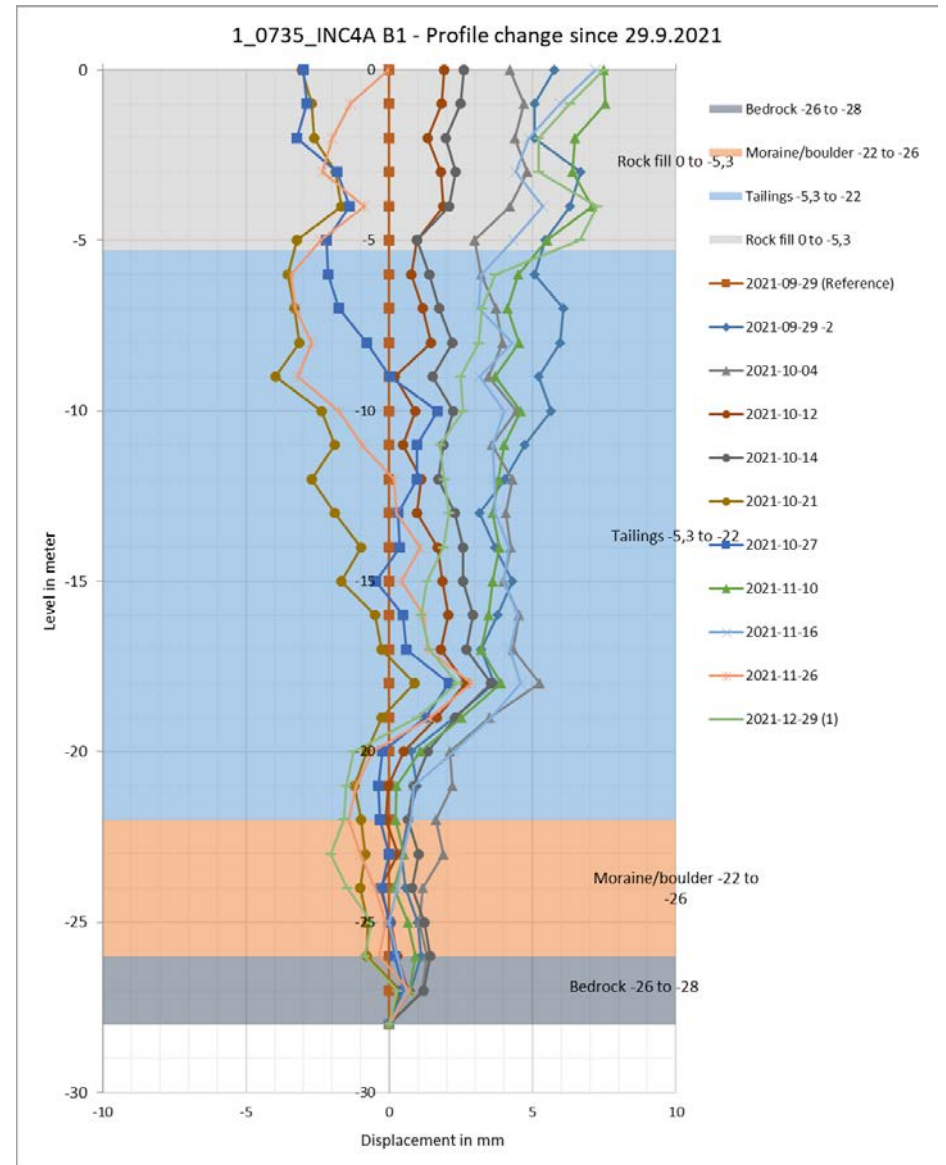
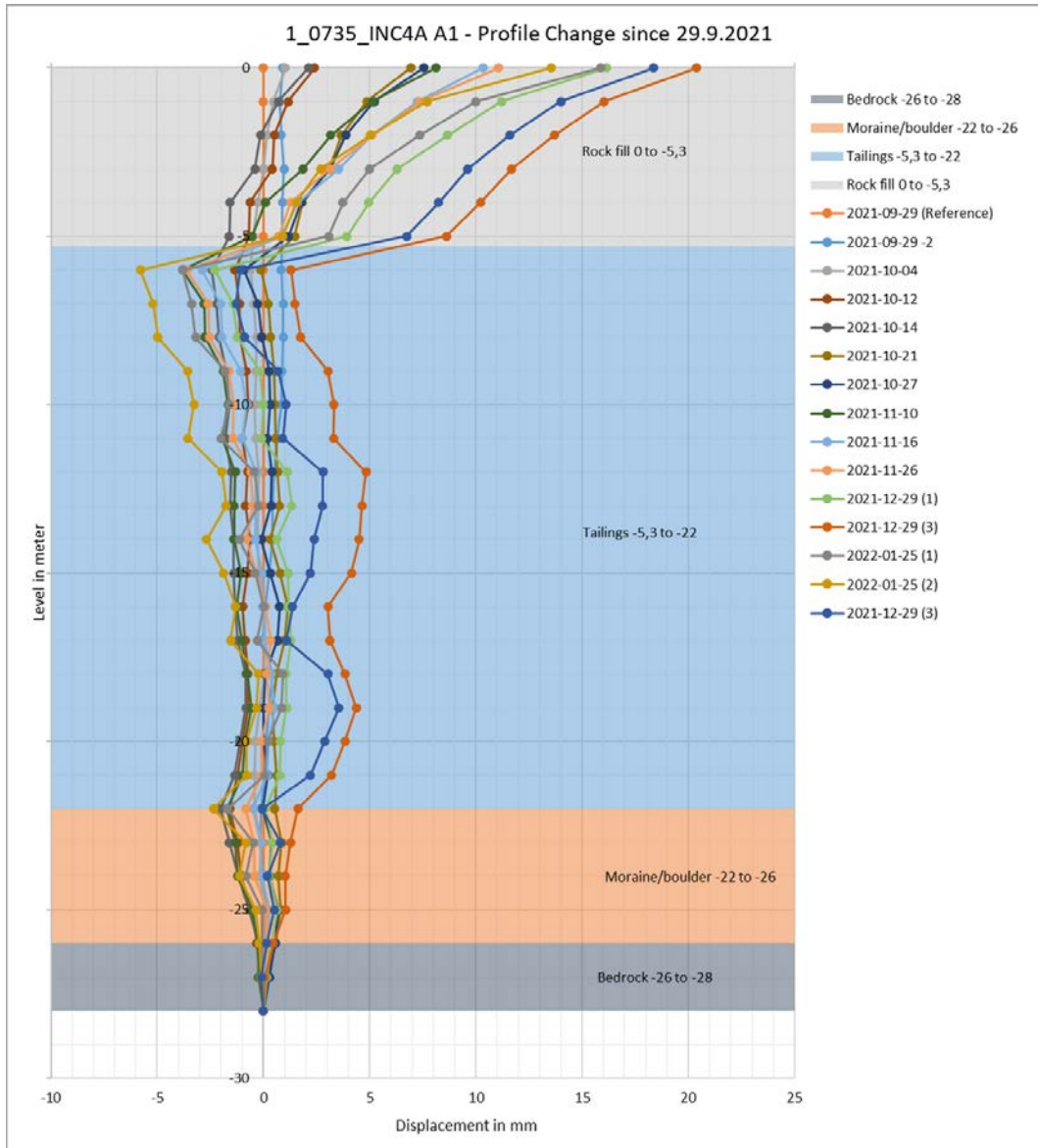


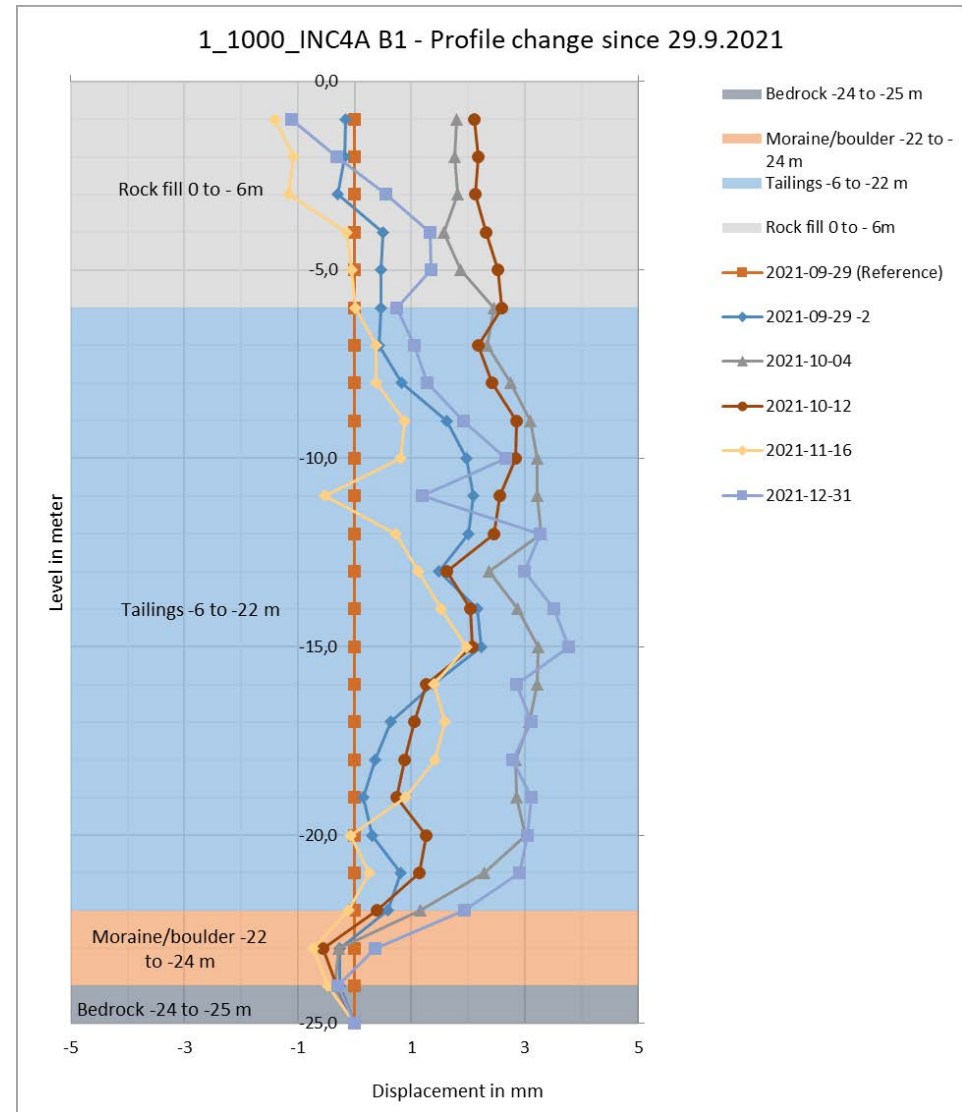
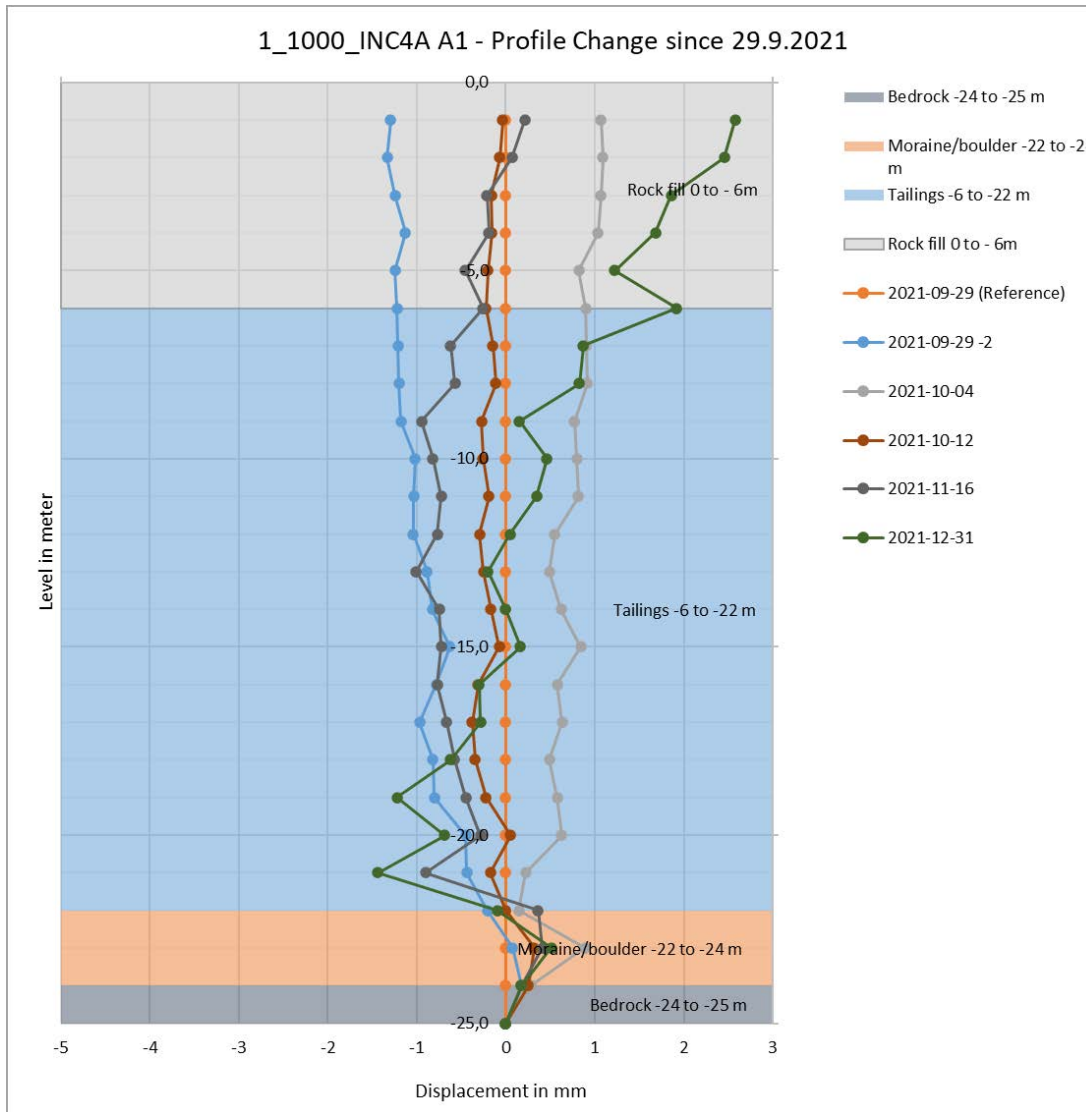


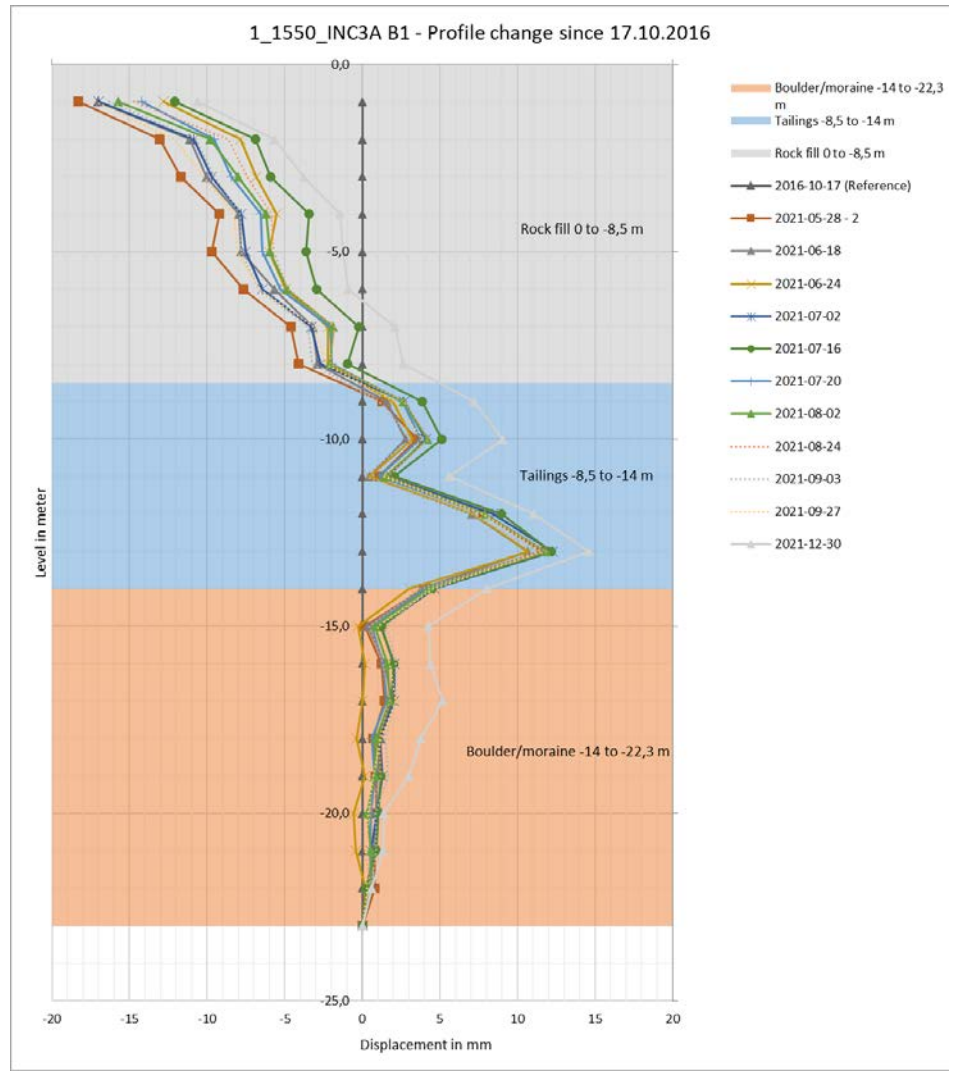
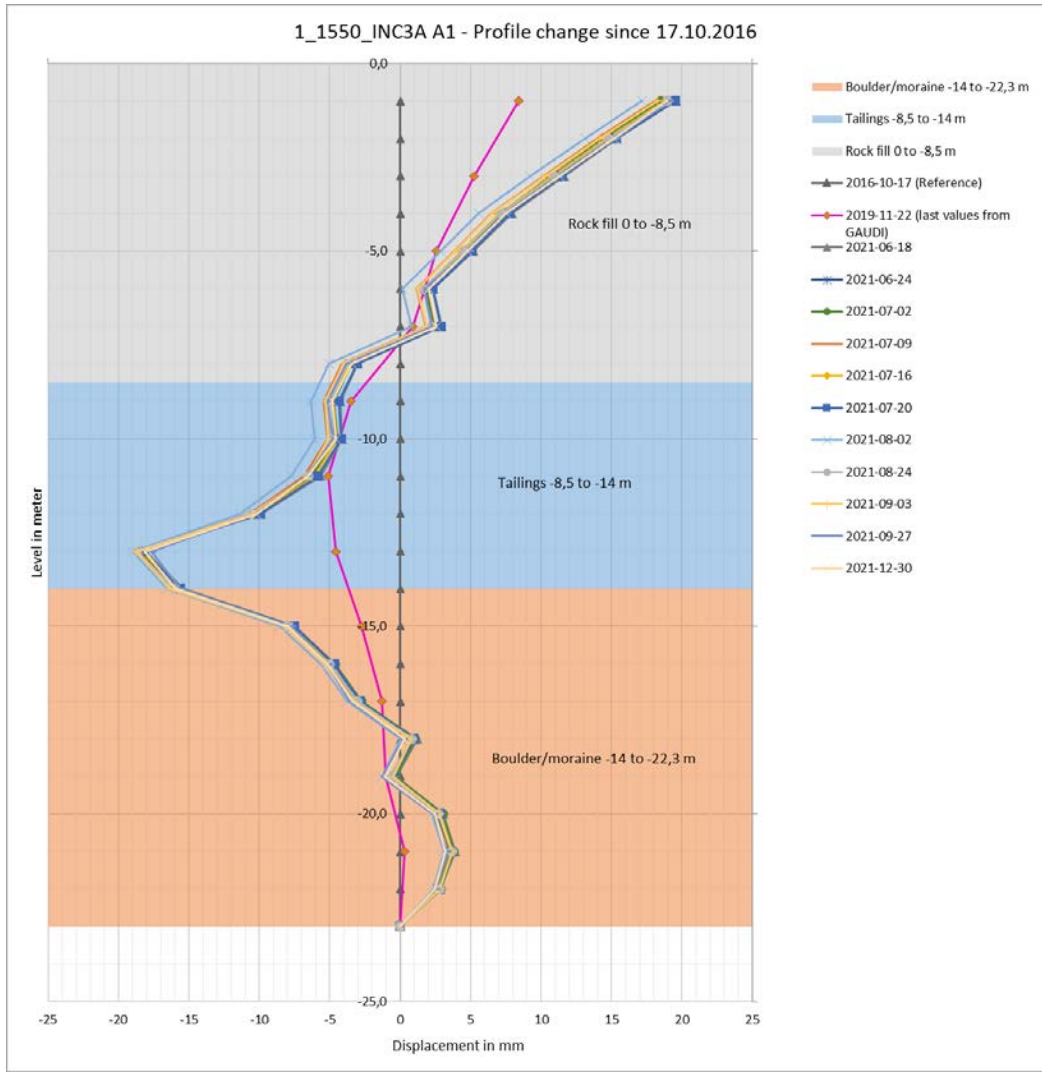
3.3 Inklinometrit | Inclinerometers

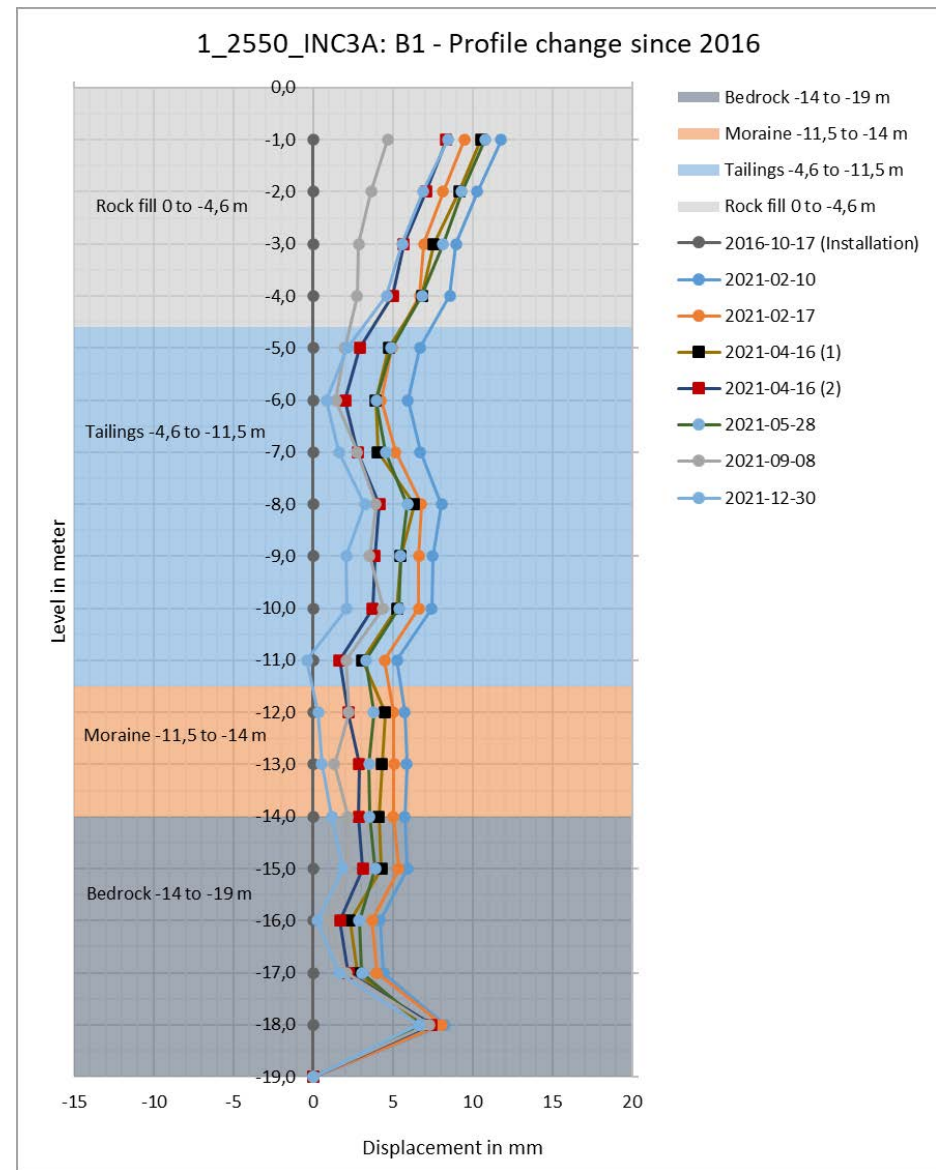
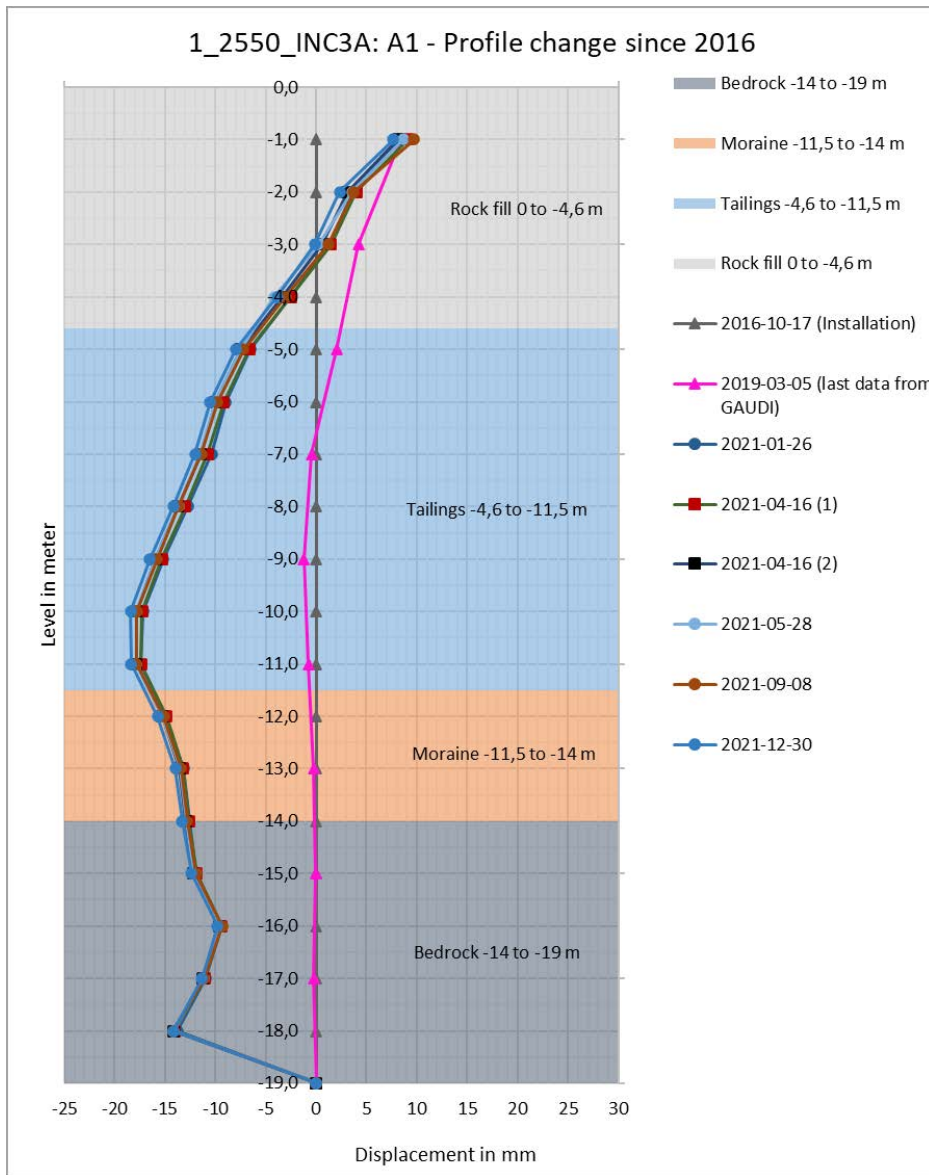


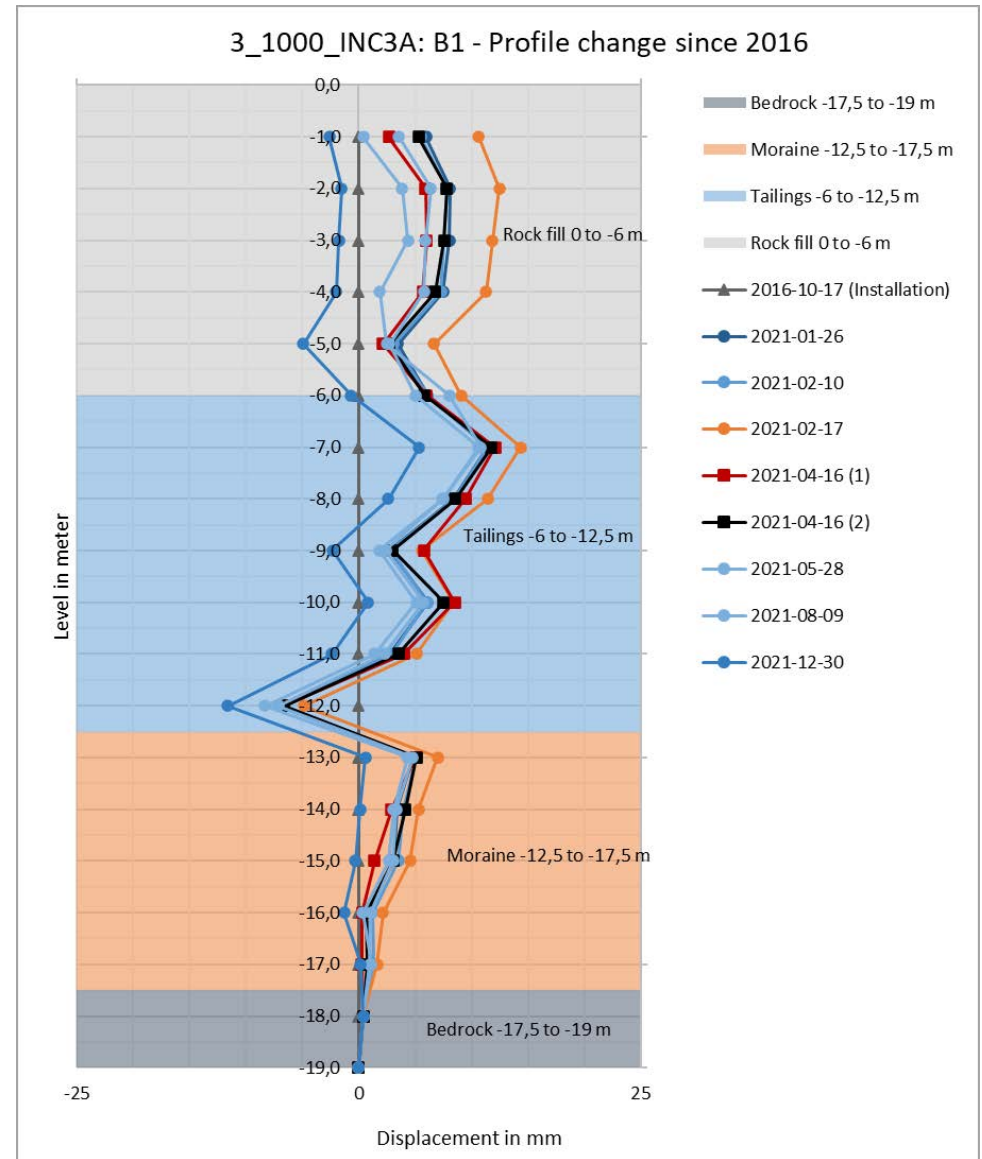
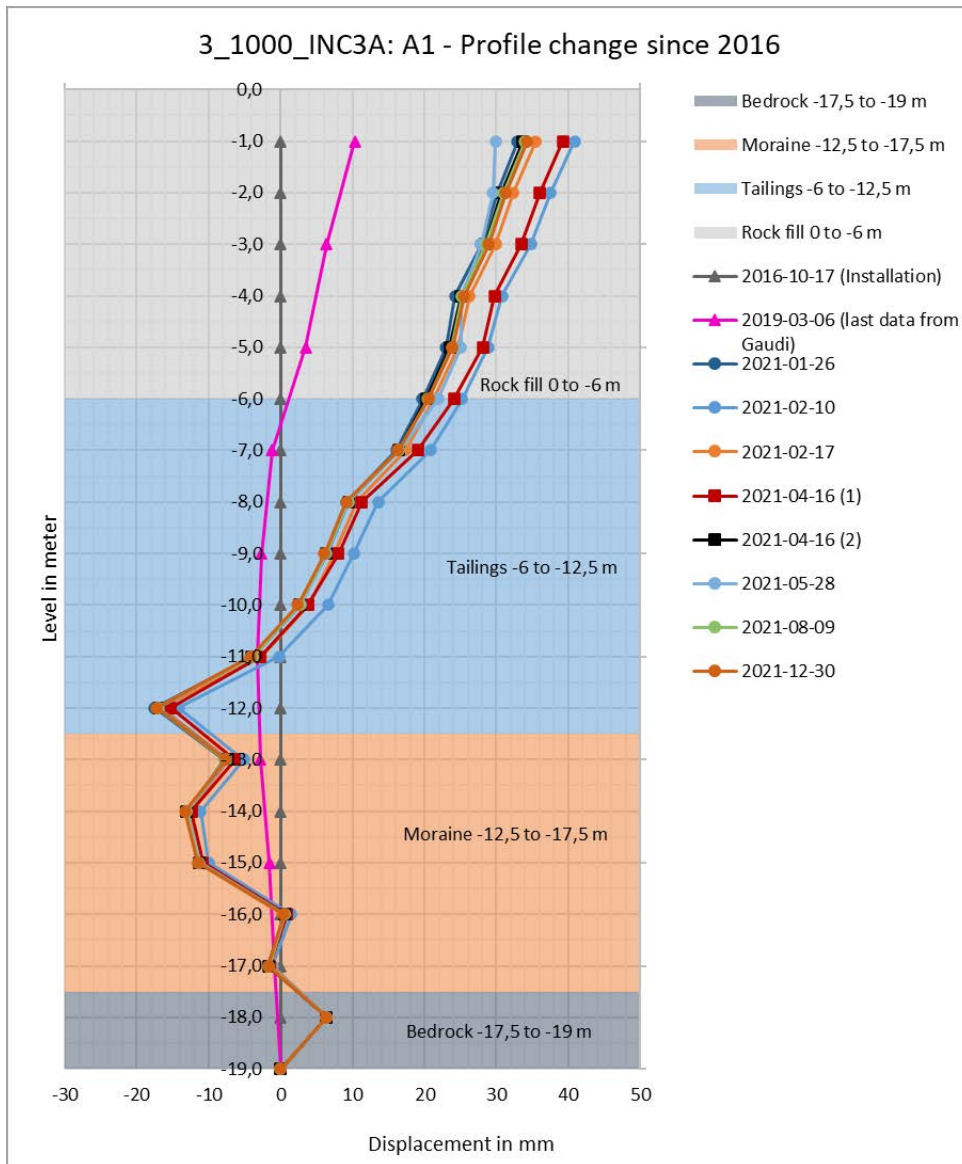






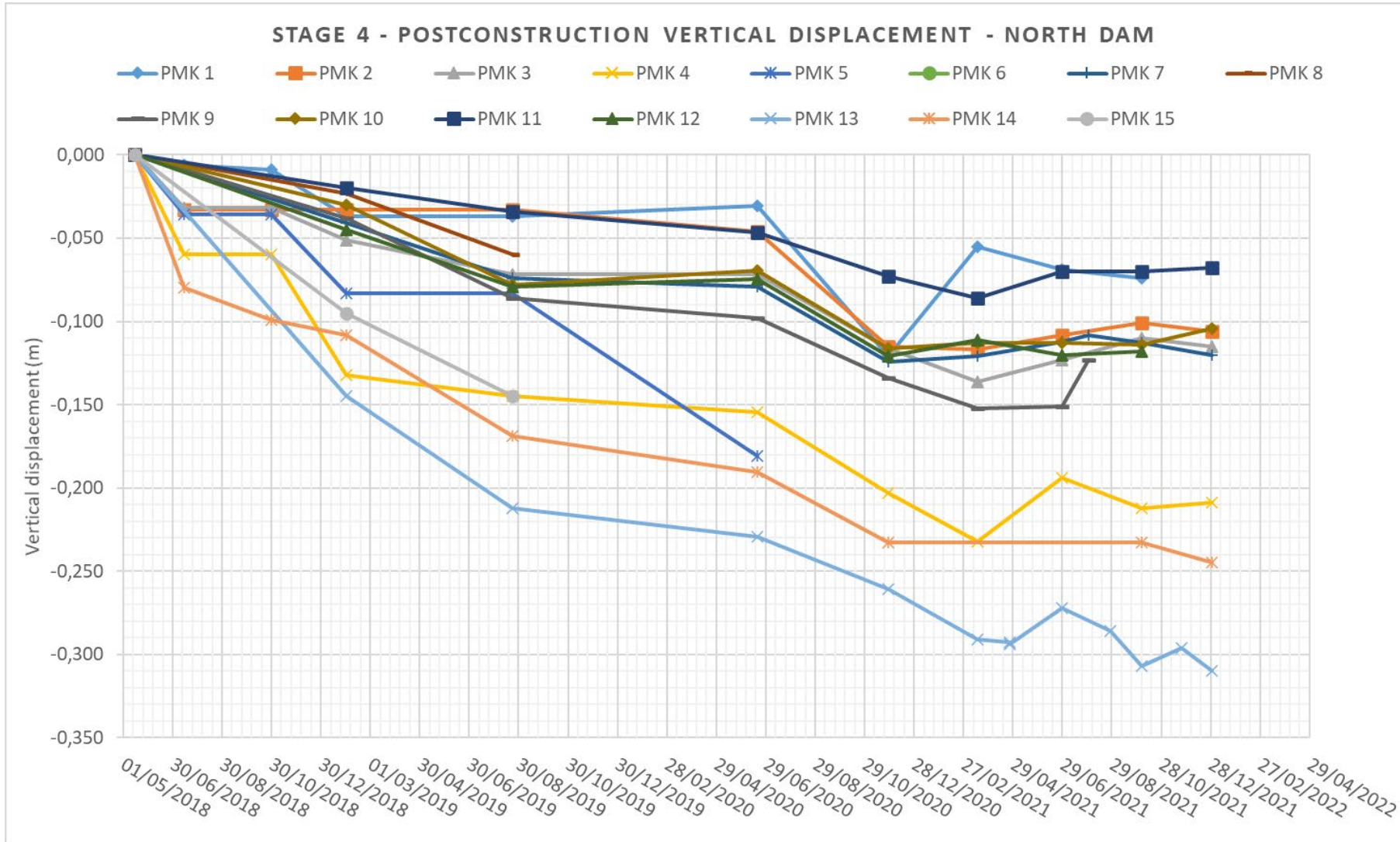




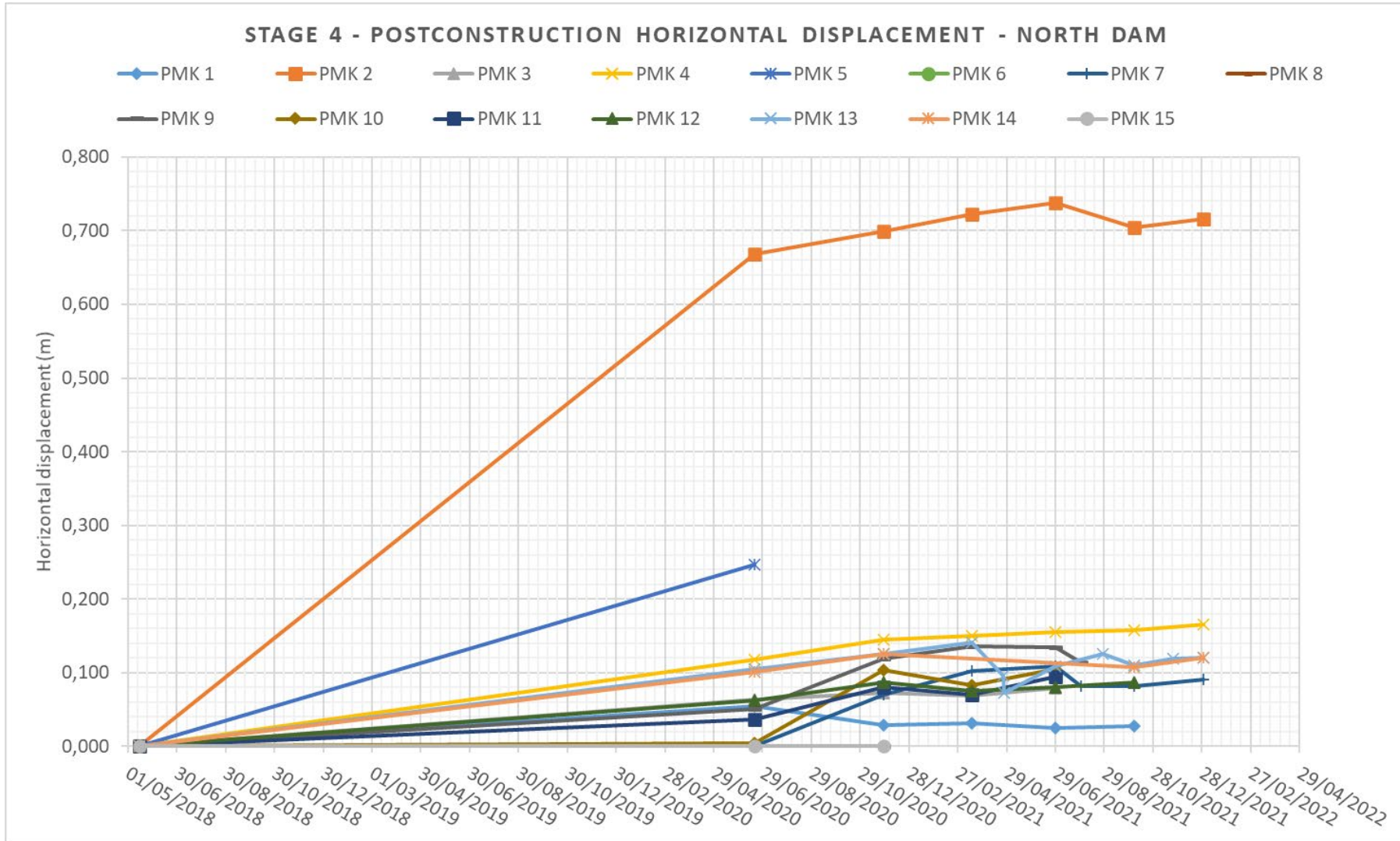


3.4 Painumamittauspisteet (PMK)

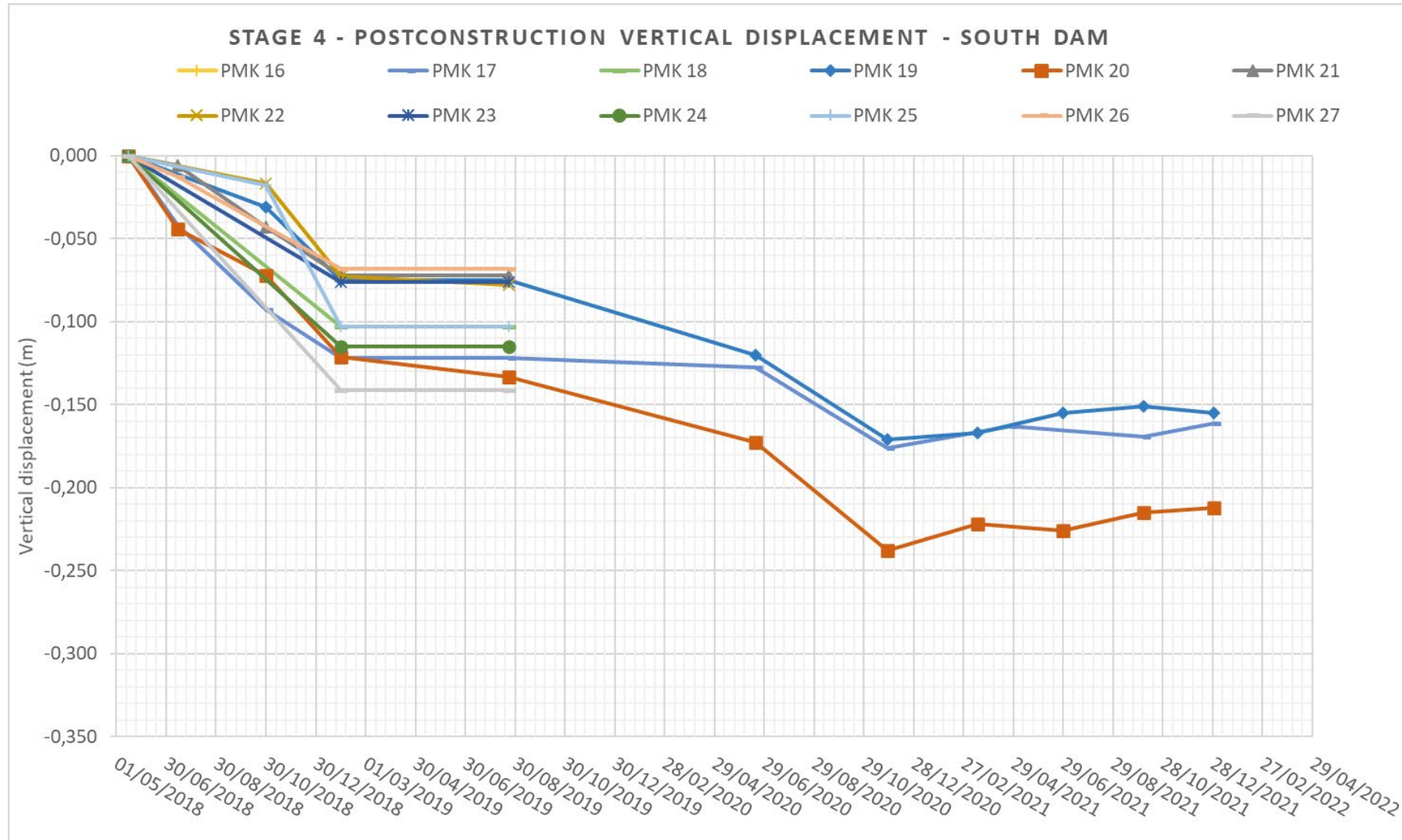
Stage 4 pohjoinen pato, Pystysuuntaiset siirtymät / Stage 4 North dam, Vertical displacement



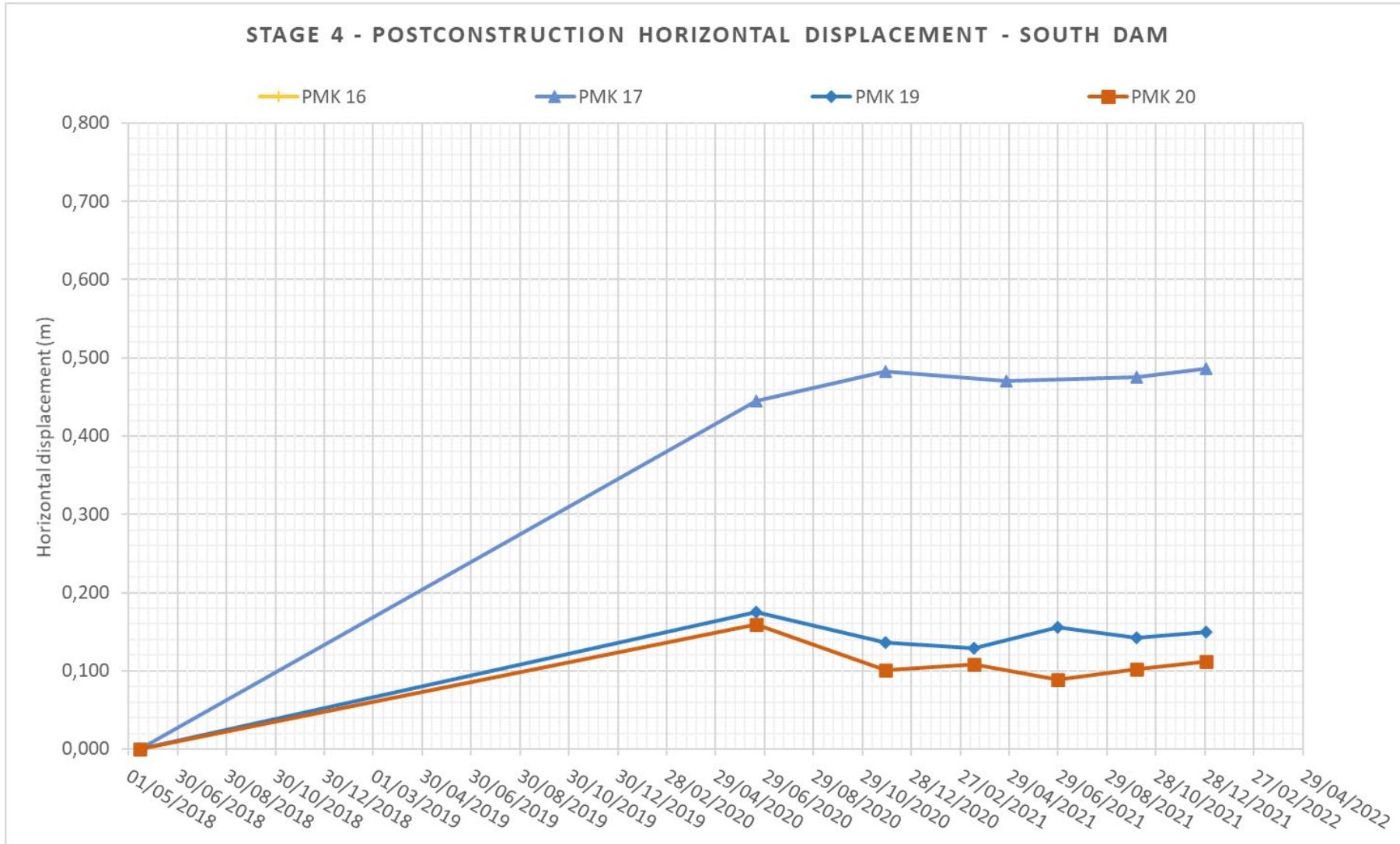
Stage 4 pohjoinen pato, Vaakasuuntaiset siirtymät / Stage 4 North dam, Horizontal displacement



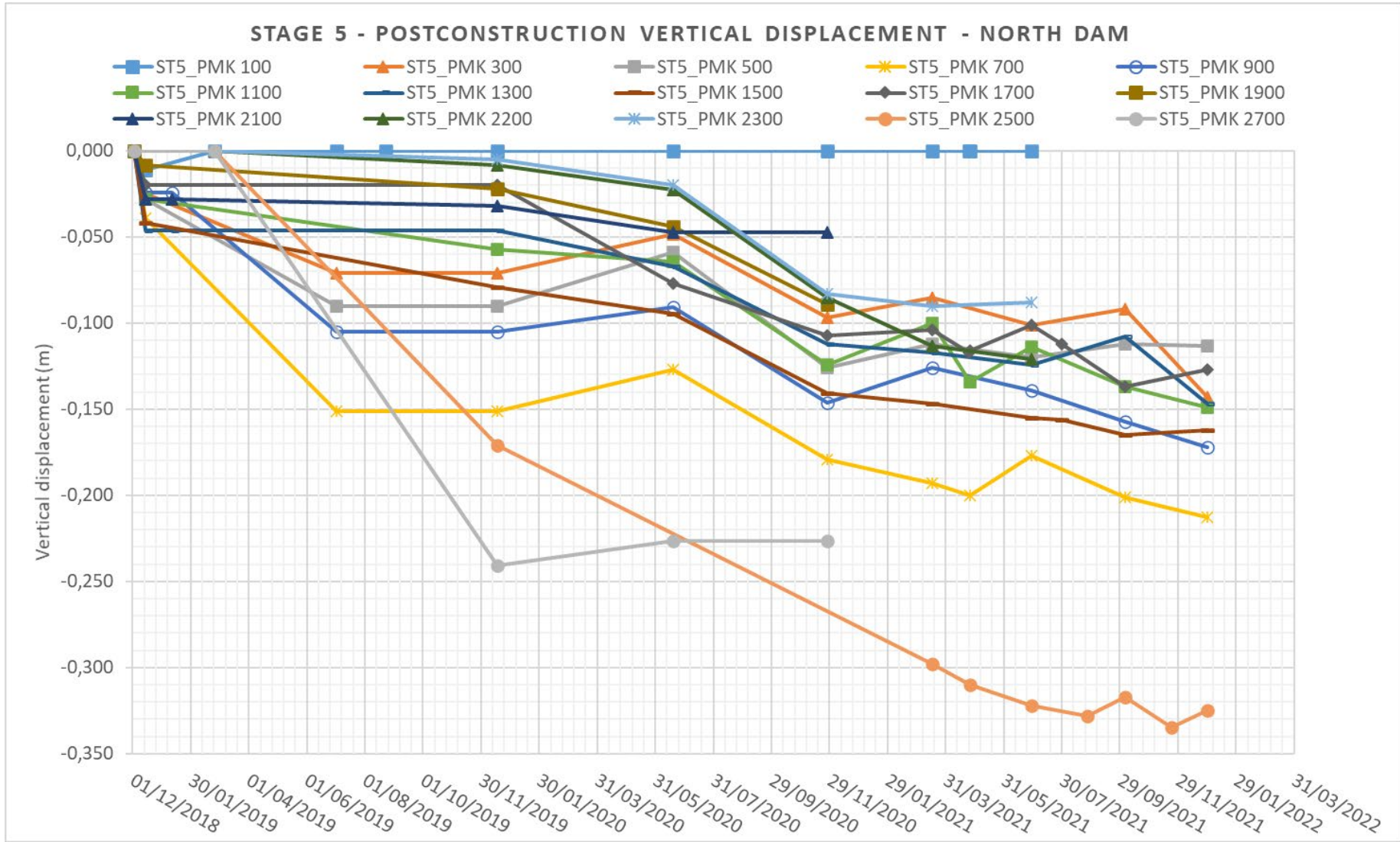
Stage 4 eteläinen pato, Pystysuuntaiset siirtymät / Stage 4 South dam, Vertical displacement



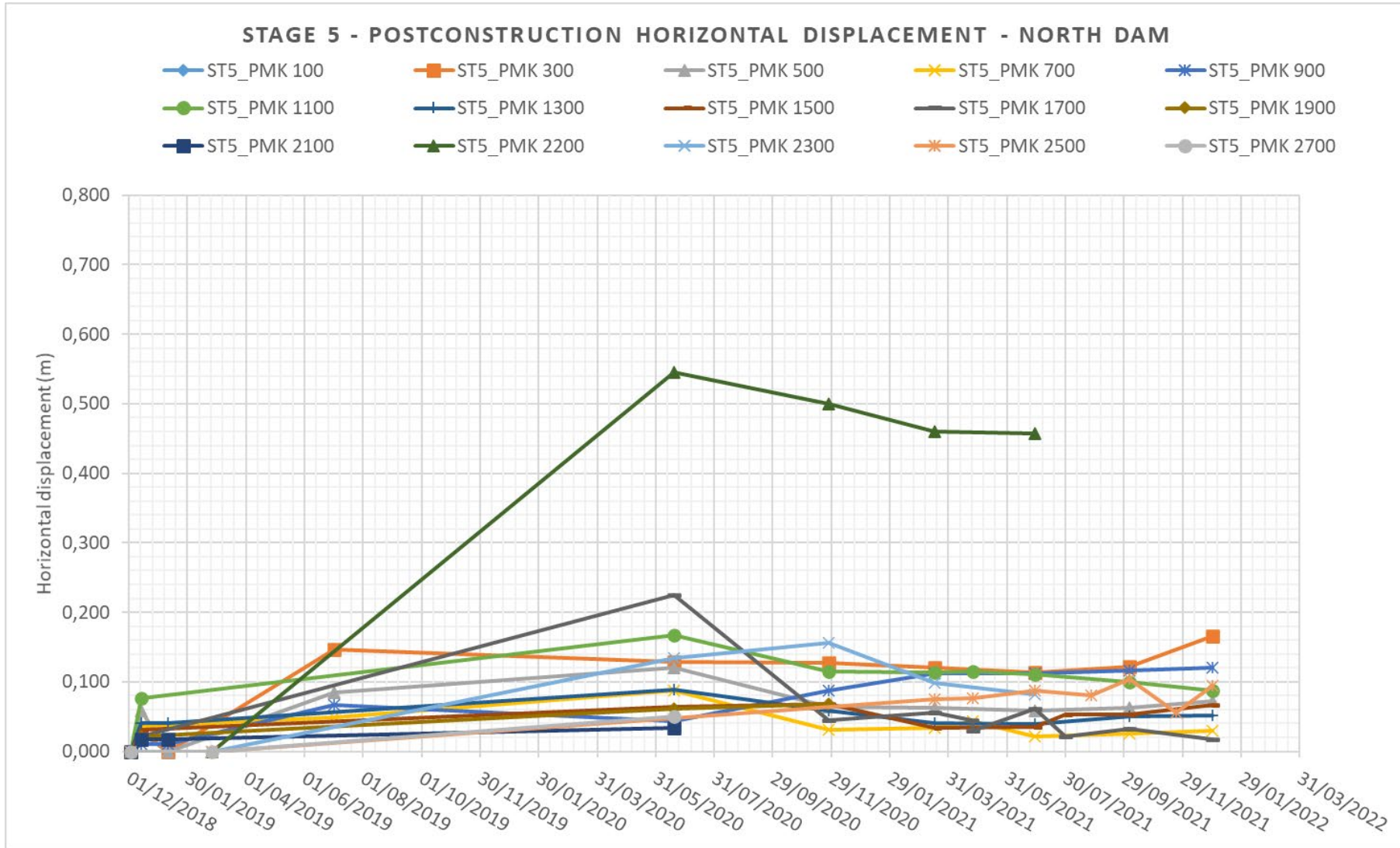
Stage 4 eteläinen pato, Vaakasuuntaiset siirtymät / Stage 4 South dam, Horizontal displacement



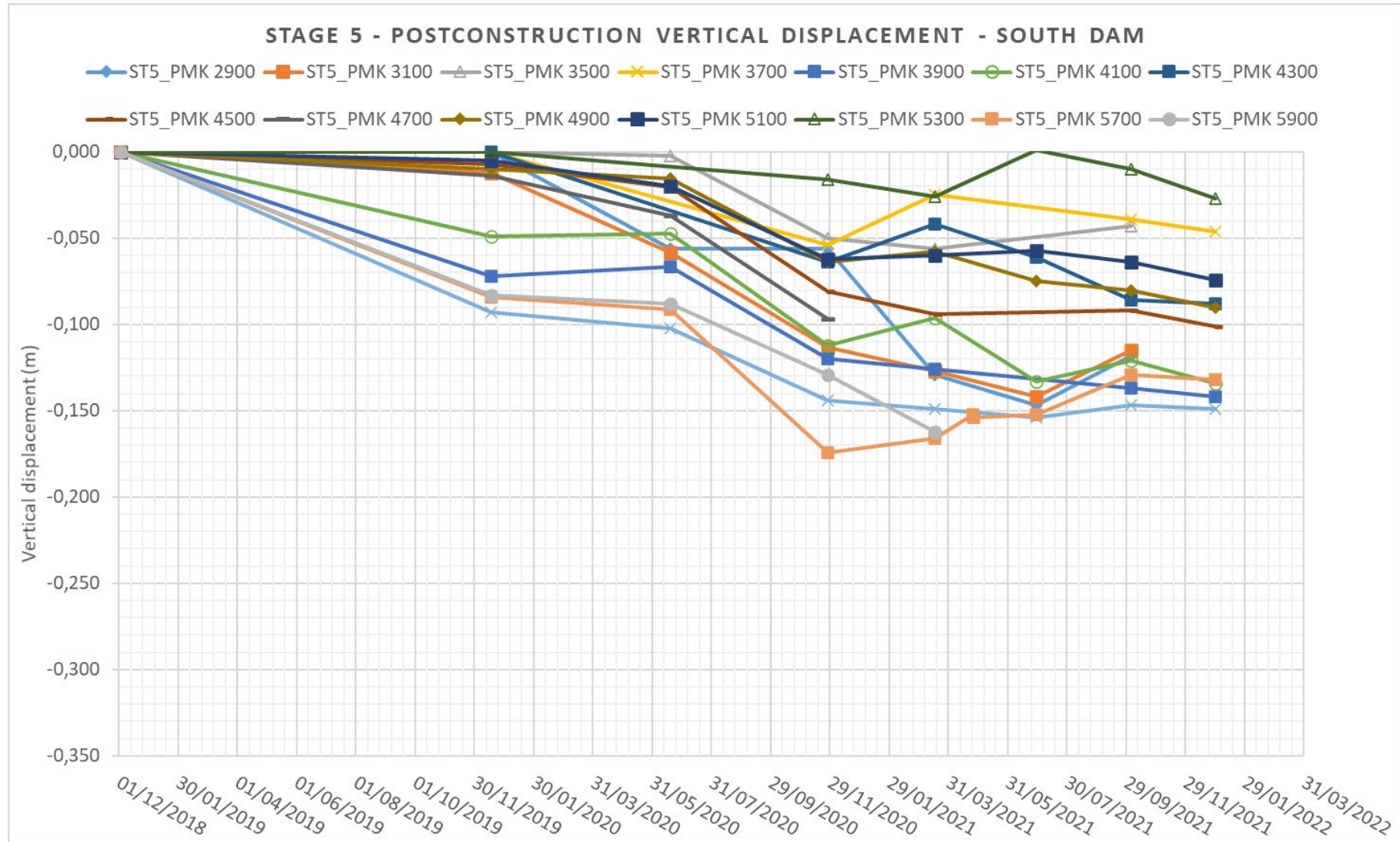
Stage 5 pohjoinen pato, Pystysuuntaiset siirtymät / Stage 5 North dam, Vertical displacement



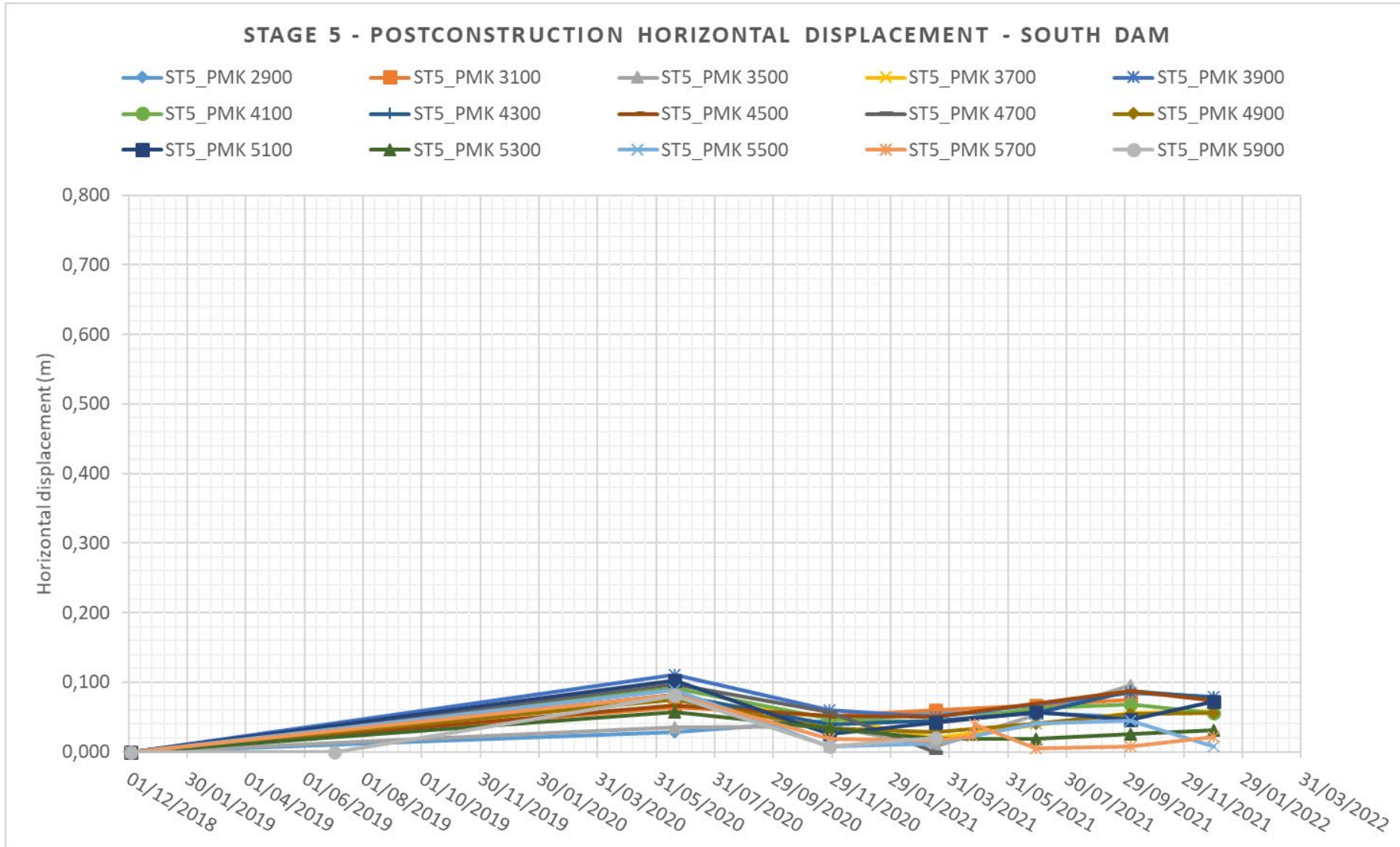
Stage 5 pohjoinen pato, Vaakasuuntaiset siirtymät / Stage 5 North dam, Horizontal displacement



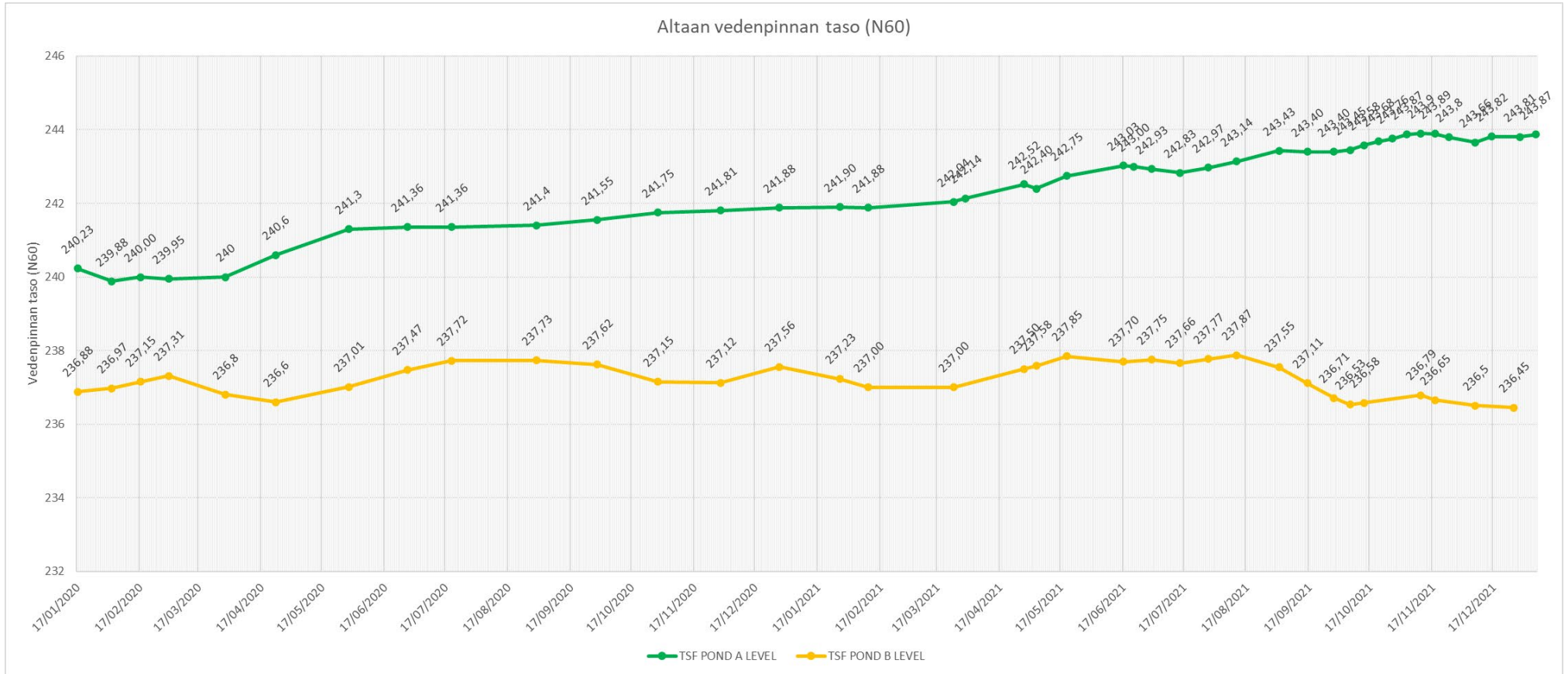
Stage 5 eteläinen pato, Pystysuuntaiset siirtymät / Stage 5 South dam, Vertical displacement



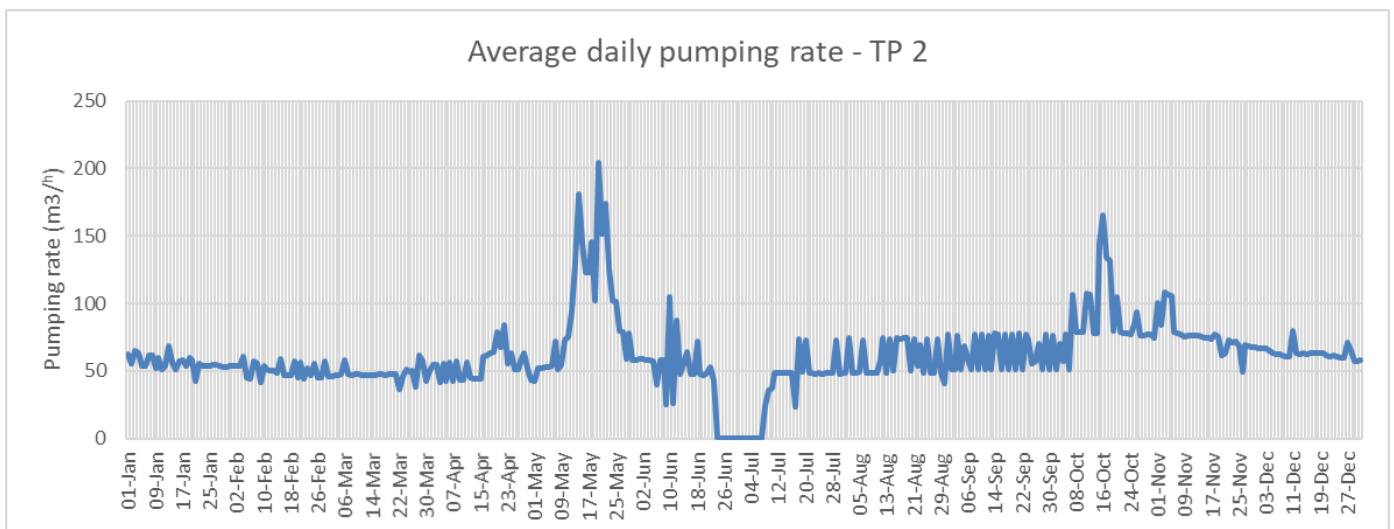
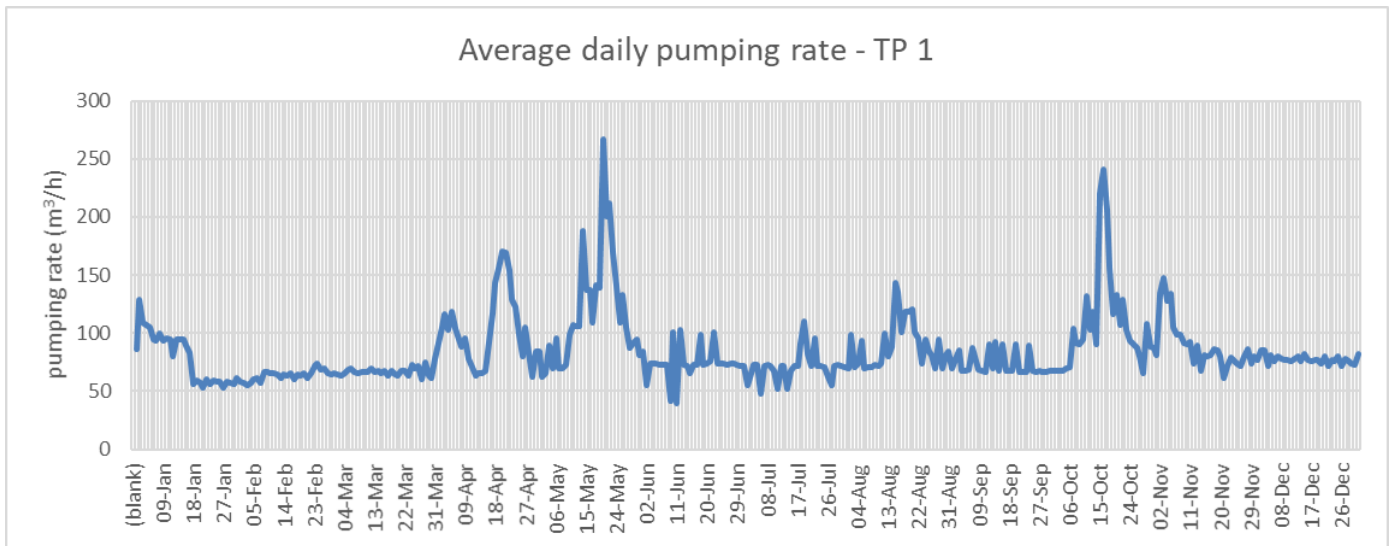
Stage 5 eteläinen pato, Vaakasuuntaiset siirtymät / Stage 5 South dam, Horizontal displacement



3.5 Altaan vedenpinnantas | Pond elevation

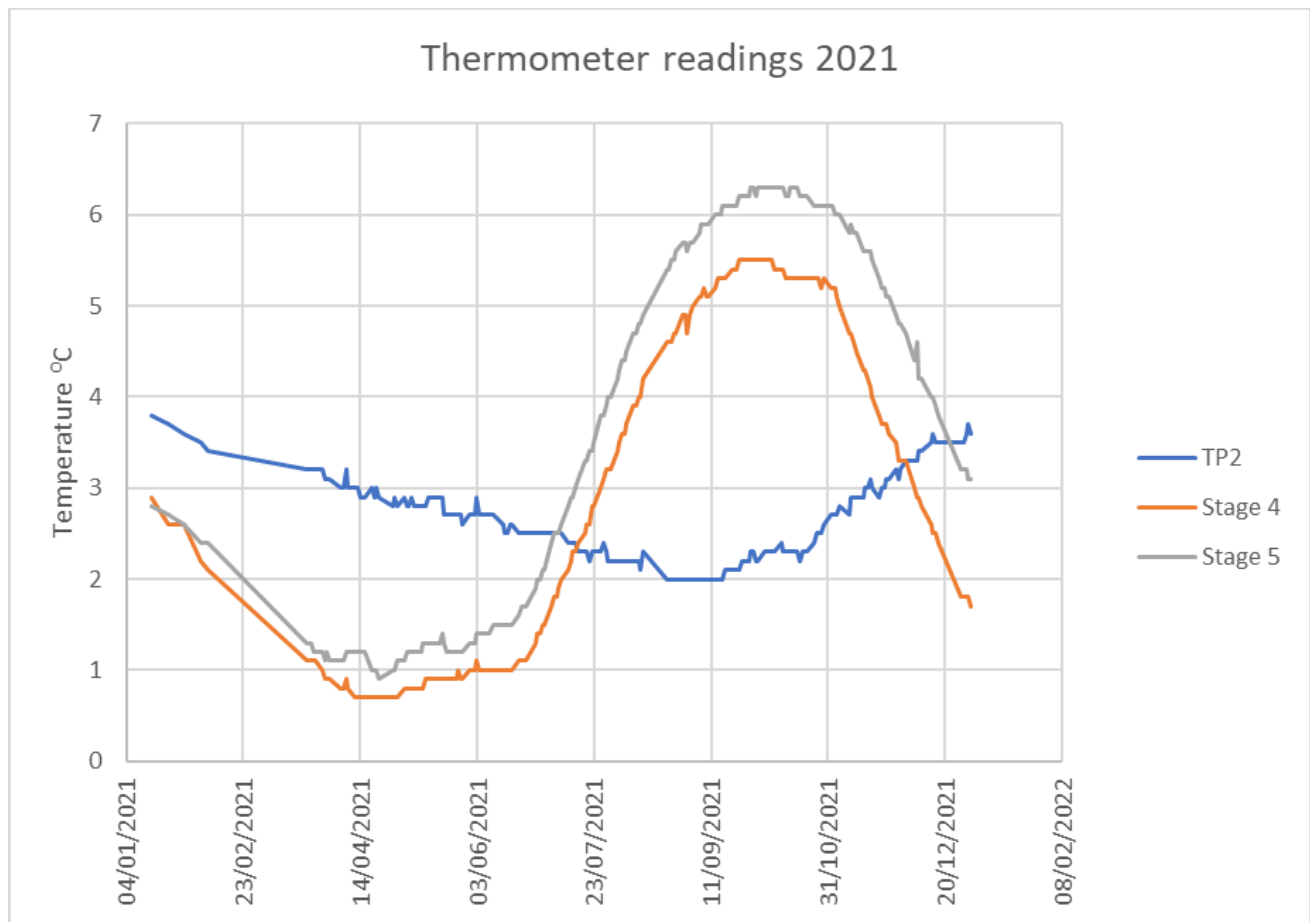


3.6 Pumppausmäärät | Pumping rates



3.7 Lämpötilamittaukset | Thermometer readings

South dam temperature monitoring.

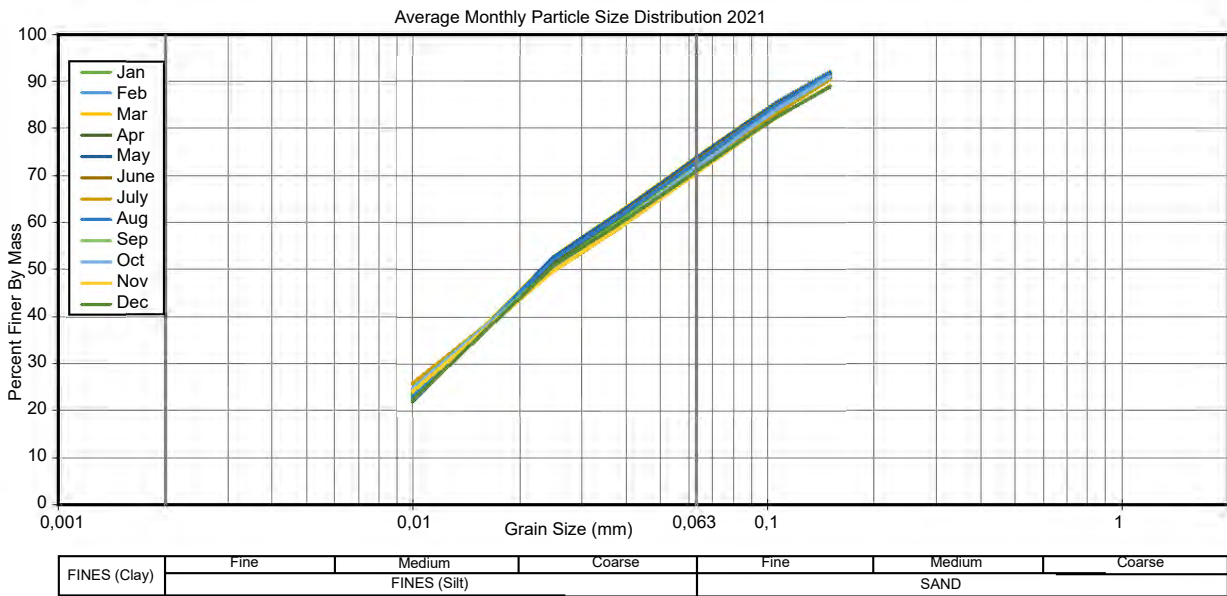
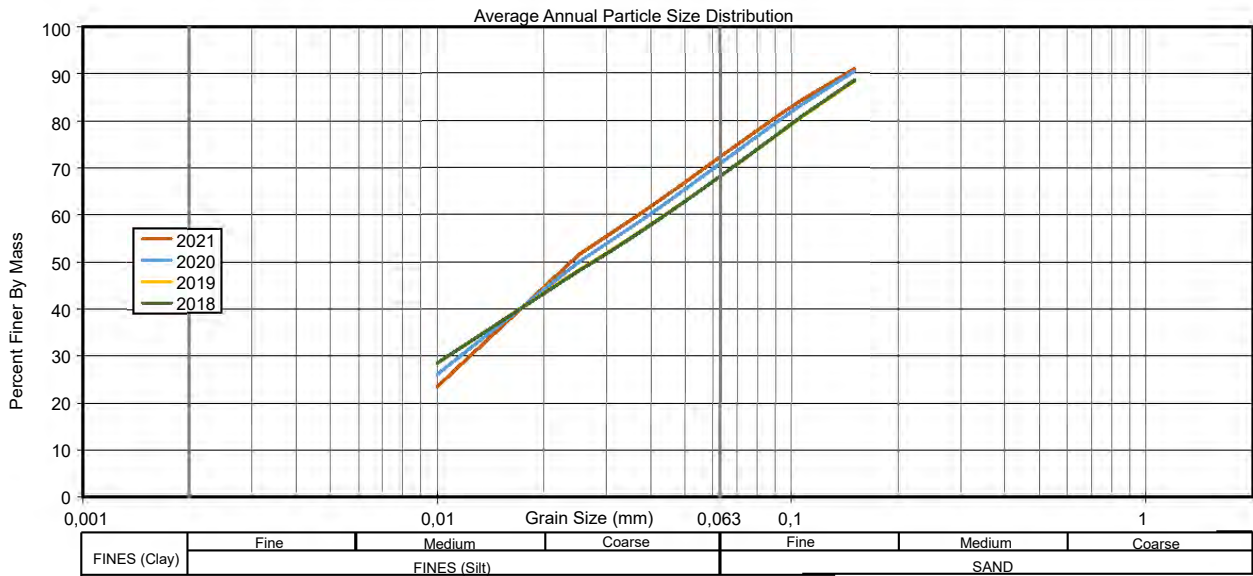


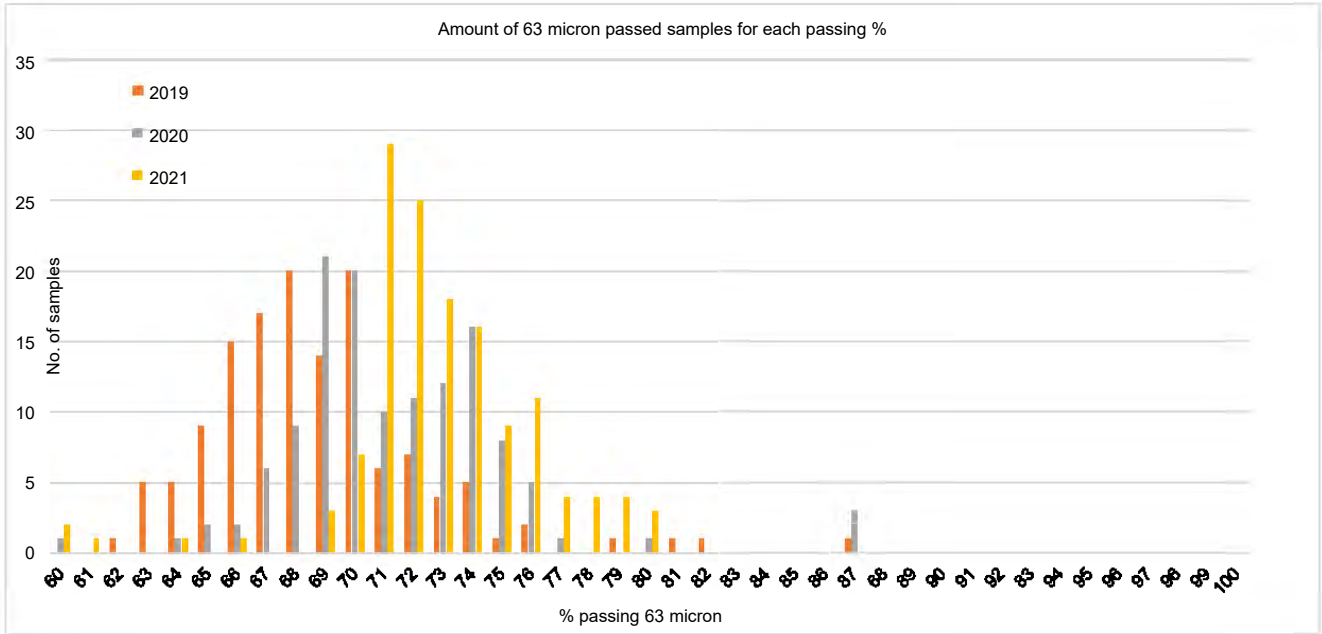
LIITE B

Instrumenttien sijaintikartta / Instrumentation plan

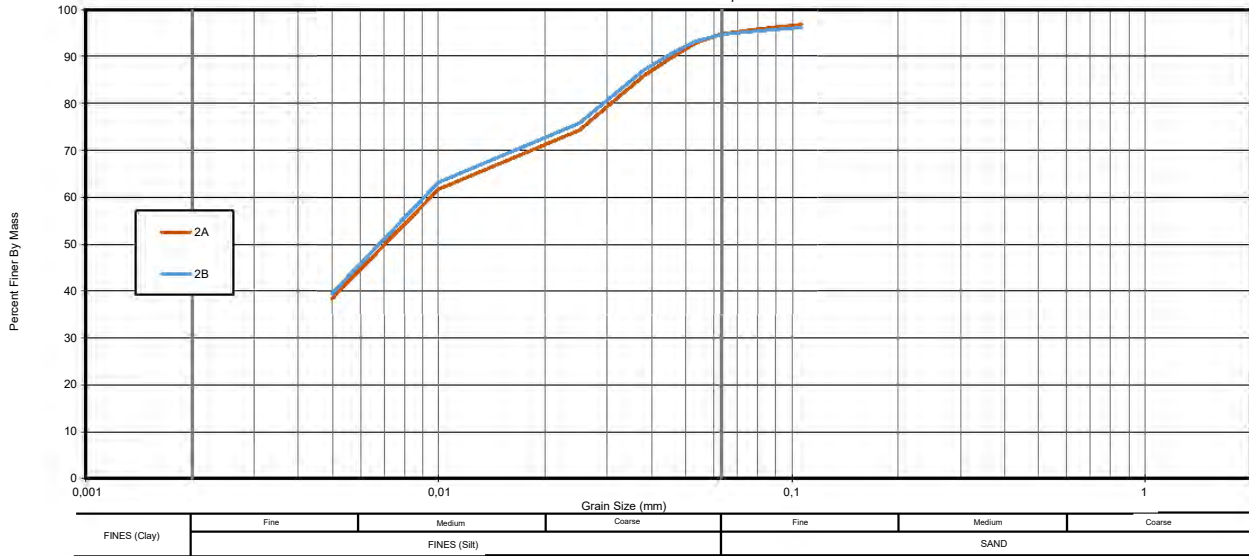
LIITE C

Rikastushiekan rakeisuudet / Tailings Gradations





Gradation of TSF A Sediment Samples

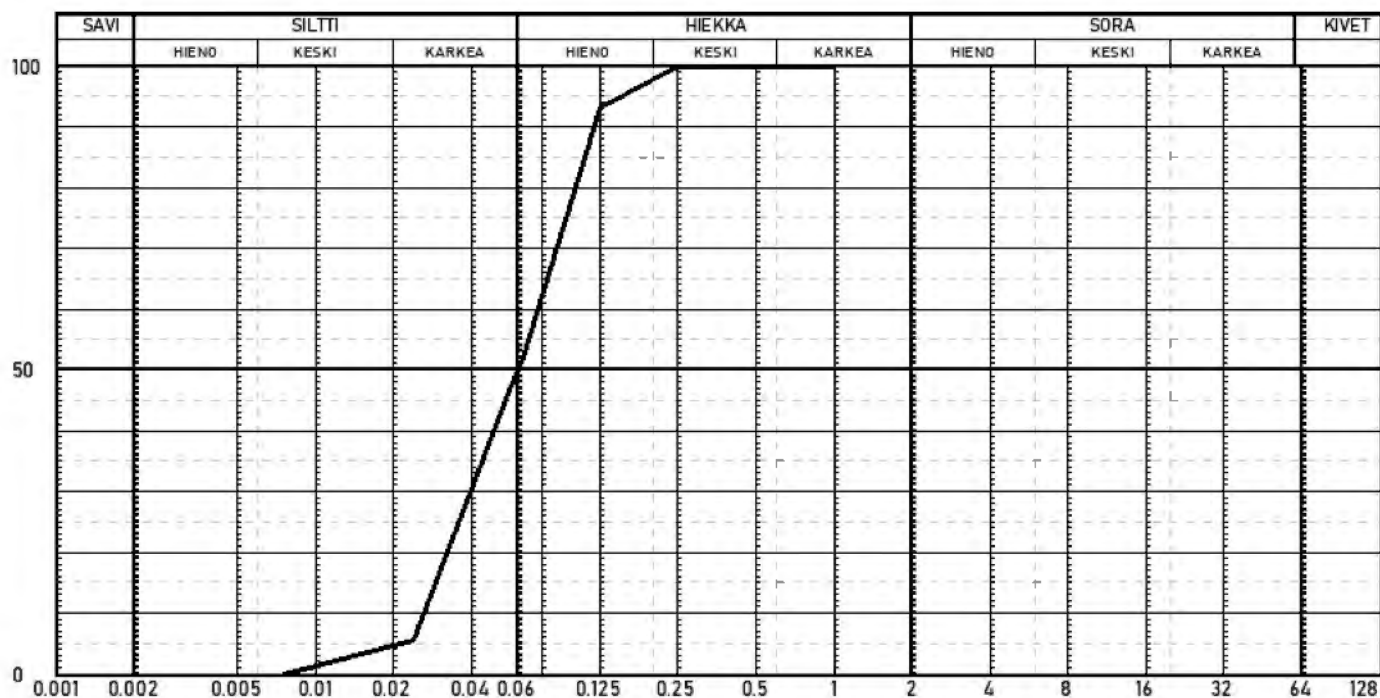


Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy

Innokaari 12, 96930 Rovaniemi - Puh. 016-364902 www.pbm.fi etunimi.sukunimi@pbm.fi

Maanäytetutkimus SFS-EN 933-1, 210141-1				
Tilaaaja: Golder Associates Oy				
Näytteenottokohte: Boliden Kevitsa				
Näyte		Seula [#]	Läp [g]	Läp [%]
Laboratorionumero	210141-1	0.008	0.0	0.0
Seulontatapa	Pesuseulonta	0.024	66.2	5.6
Piste/paalu/nro	//ST6, Ch4360	0.056	551.9	46.5
Näyt. ottaja/tapa	Tilaaaja/Tilaaaja	0.063	616.8	52.0
Näytteen otto syvyys [m]	0	0.125	1105.9	93.2
Kirjausaika	09.06.2021	0.25	1186.8	100.0
Ottoaika	02.06.2021	0.5	1186.9	100.0
Vesipitoisuus [%]	21.8	1.0	1187.0	100.0
Maalaji	siHk			
Routivuus, InfraRYL, liite T17	Routiva			

GEO - MAALAJILUOKITUS



Rovaniemellä 10.06.2021

Terhi Seppänen

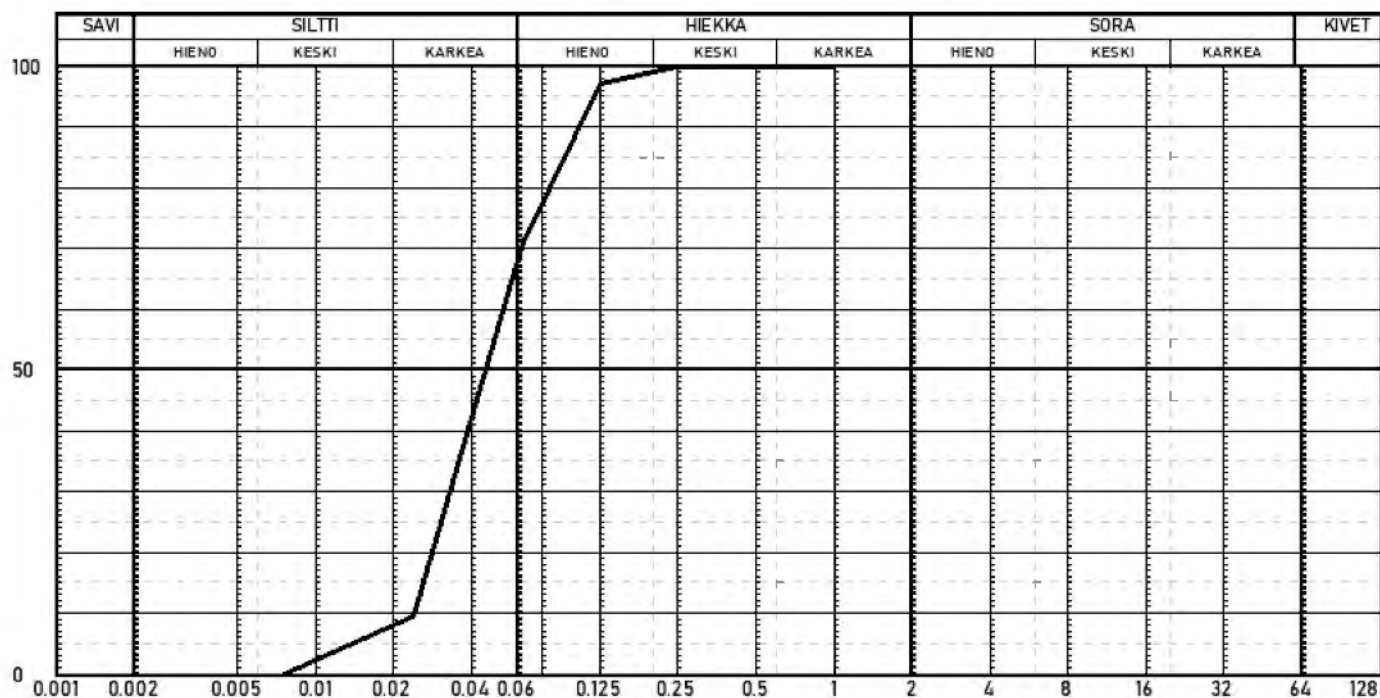
Terhi Seppänen

Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy

Innokaari 12, 96930 Rovaniemi - Puh. 016-364902 www.pbm.fi etunimi.sukunimi@pbm.fi

Maanäytetutkimus SFS-EN 933-1, 210141-2				
Tilaaaja: Golder Associates Oy				
Näytteenottokohte: Boliden Kevitsa				
Näyte		Seula [#]	Läp [g]	Läp [%]
Laboratorionumero	210141-2	0.008	0.0	0.0
Seulontatapa	Pesuseulonta	0.024	76.2	9.4
Piste/paalu/nro	//St6, Ch4440	0.055	507.7	62.4
Näyt. ottaja/tapa	Tilaaaja/Tilaaaja	0.063	577.0	70.9
Näytteen otto syvyys [m]	0	0.125	790.0	97.1
Kirjausaika	09.06.2021	0.25	813.3	100.0
Ottoaika	02.06.2021	0.5	813.3	100.0
Vesipitoisuus [%]	24.2	1.0	813.4	100.0
Maalaji	hkSi			
Routivuus, InfraRYL, liite T17	Routiva			

GEO - MAALAJILUOKITUS



Rovaniemellä 10.06.2021

Terhi Seppänen

Terhi Seppänen

Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy

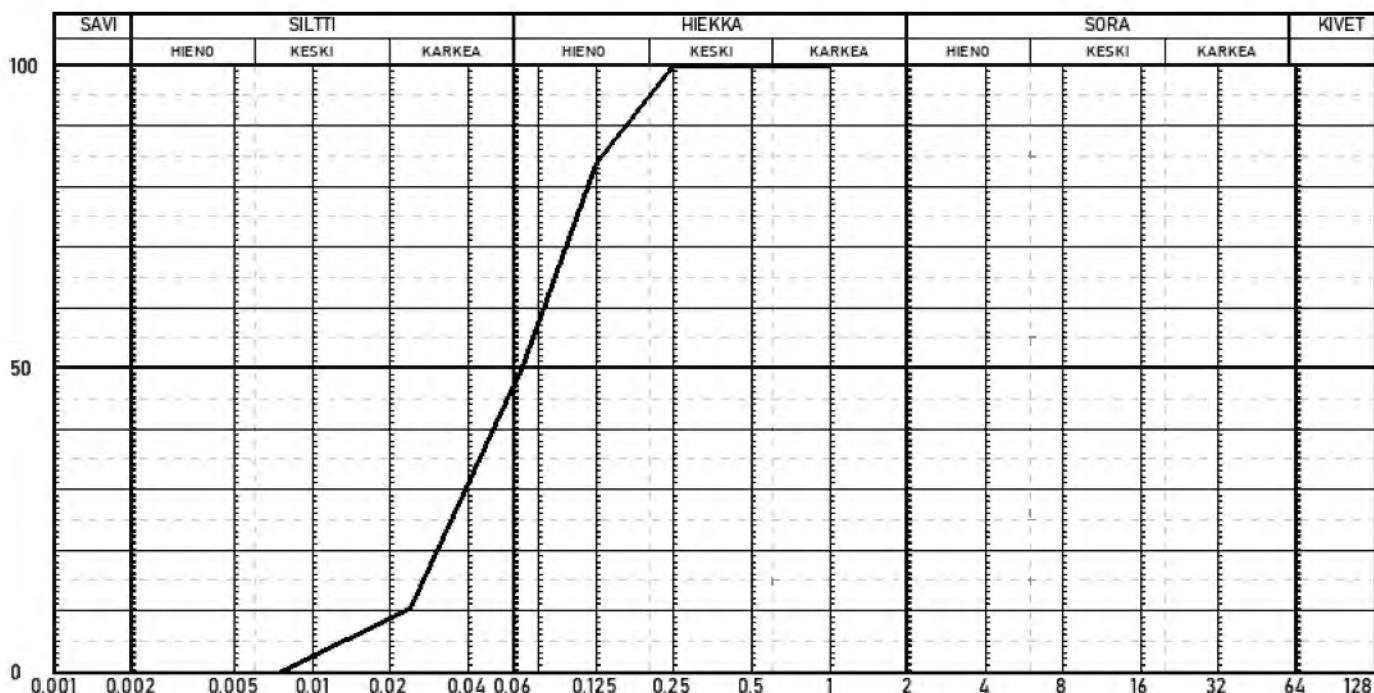
Innokaari 12, 96930 Rovaniemi - Puh. 016-364902 www.pbm.fi etunimi.sukunimi@pbm.fi

Maanäytetutkimus SFS-EN 933-1, 210141-3

Tilaaaja: Golder Associates Oy
Näytteenottokohte: Boliden Kevitsa

Näyte		Seula [#]	Läp [g]	Läp [%]
Laboratorionumero	210141-3	0.008	0.0	0.0
Seulontatapa	Pesuseulonta	0.024	82.8	10.2
Piste/paalu/nro	//St6, Ch4480	0.056	358.7	44.2
Näyt. ottaja/tapa	Tilaaaja/Tilaaaja	0.063	396.0	48.8
Näytteen otto syvyys [m]	0	0.125	679.7	83.8
Kirjausaika	09.06.2021	0.25	809.3	99.8
Ottoaika	02.06.2021	0.5	811.1	100.0
Vesipitoisuus [%]	5.1	1.0	811.2	100.0
Maalaji	siHk			
Routivuus, InfraRYL, liite T17	Routiva			

GEO - MAALAJILUOKITUS



Rovaniemellä 10.06.2021

Anne Leivo

PBM Arctic

Innokaari 12, 96930 Rovaniemi

Puh. 016-364902

www.pbm.fi

Maanäytetutkimus SFS-EN 933-1, 210179-1

Tilaaaja: Golder Associates Oy

Näytteenottokohde: Kevitsa

Näyte		Seula [#]	Läp [g]	Läp [%]
Laboratorionumero	210179-1	0.008	0.0	0.0
Seulontatapa	Pesuseulonta	0.024	114.2	21.3
Piste/paalu/nro	W010//	0.057	356.7	66.5
Näyt. ottaja/tapa	Tilaaaja/Tilaaaja	0.063	382.4	71.2
Näytteenottosyvyys [m]	5	0.125	454.6	84.7
Kirjausaika	05.08.2021	0.25	525.3	97.9
Ottoaika	03.08.2021	0.5	535.9	99.9
Vesipitoisuus [%]	24.2	1.0	536.1	99.9
Maalaji	hkSi	2.0	536.4	99.9
Routivuus, InfraRYL, liite T17	Routiva	4.0	536.7	100.0

GEO - MAALAJILUOKITUS



Rovaniemellä 09.08.2021

Anne Leivo

Location:

Sector W010, distance from
the st 6 dam slope toe 5 m

PBM Arctic

Innokaari 12, 96930 Rovaniemi

Puh. 016-364902

www.pbm.fi

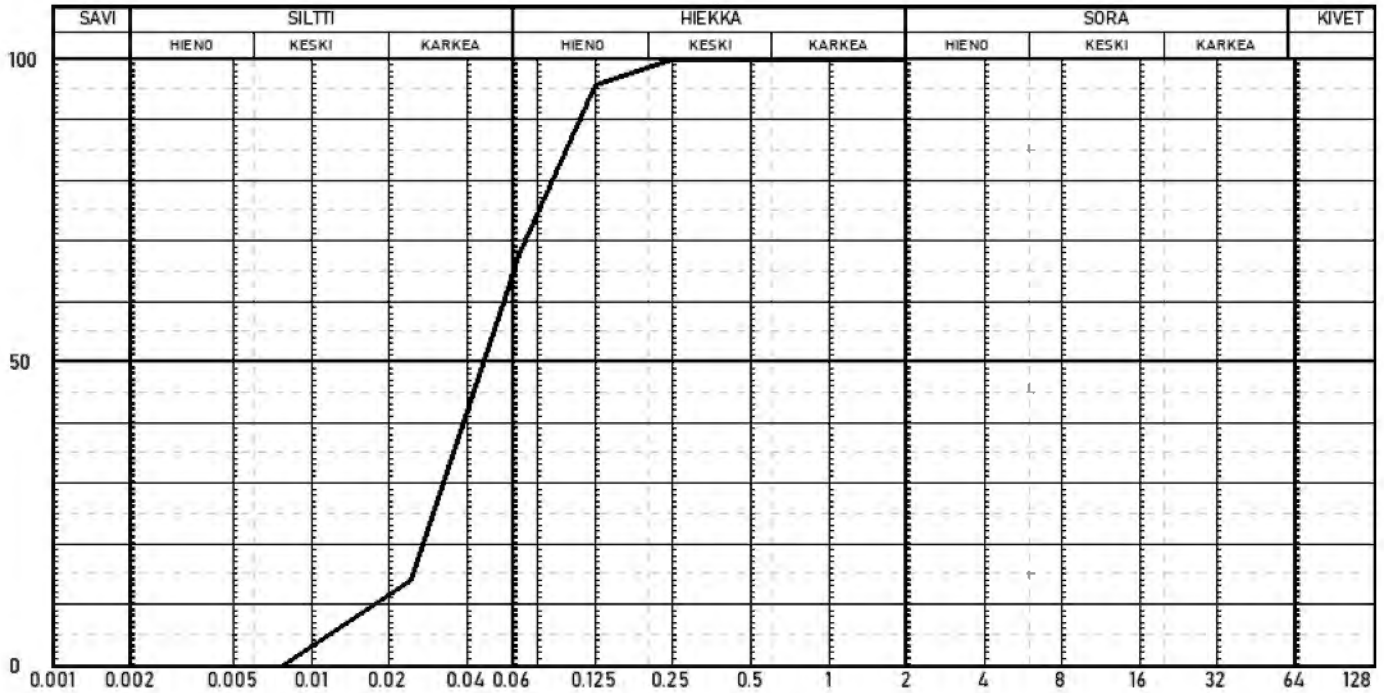
Maanäytetutkimus SFS-EN 933-1, 210179-2

Tilaaaja: Golder Associates Oy

Näytteenottokohde: Kevitsa

Näyte		Seula [#]	Läp [g]	Läp [%]
Laboratorionumero	210179-2	0.008	0.0	0.0
Seulontatapa	Pesuseulonta	0.024	86.7	13.9
Piste/paalu/nro	W010//	0.056	378.2	60.5
Näyt. ottaja/tapa	Tilaaaja/Tilaaaja	0.063	421.0	67.4
Näytteenottosyvyys [m]	25	0.125	598.2	95.8
Kirjausaika	05.08.2021	0.25	624.0	99.9
Otto aika	03.08.2021	0.5	624.5	100.0
Vesipitoisuus [%]	18.7	1.0	624.6	100.0
Maalaji	hkSi	2.0	624.7	100.0
Routivuus, InfraRYL, liite T17	Routiva			

GEO - MAALAJILUOKITUS



Rovaniemellä 09.08.2021

Anne Leivo

Location:

Sector W010, distance from
the st 6 dam slope toe 25 m

PBM Arctic

Innokaari 12, 96930 Rovaniemi

Puh. 016-364902

www.pbm.fi

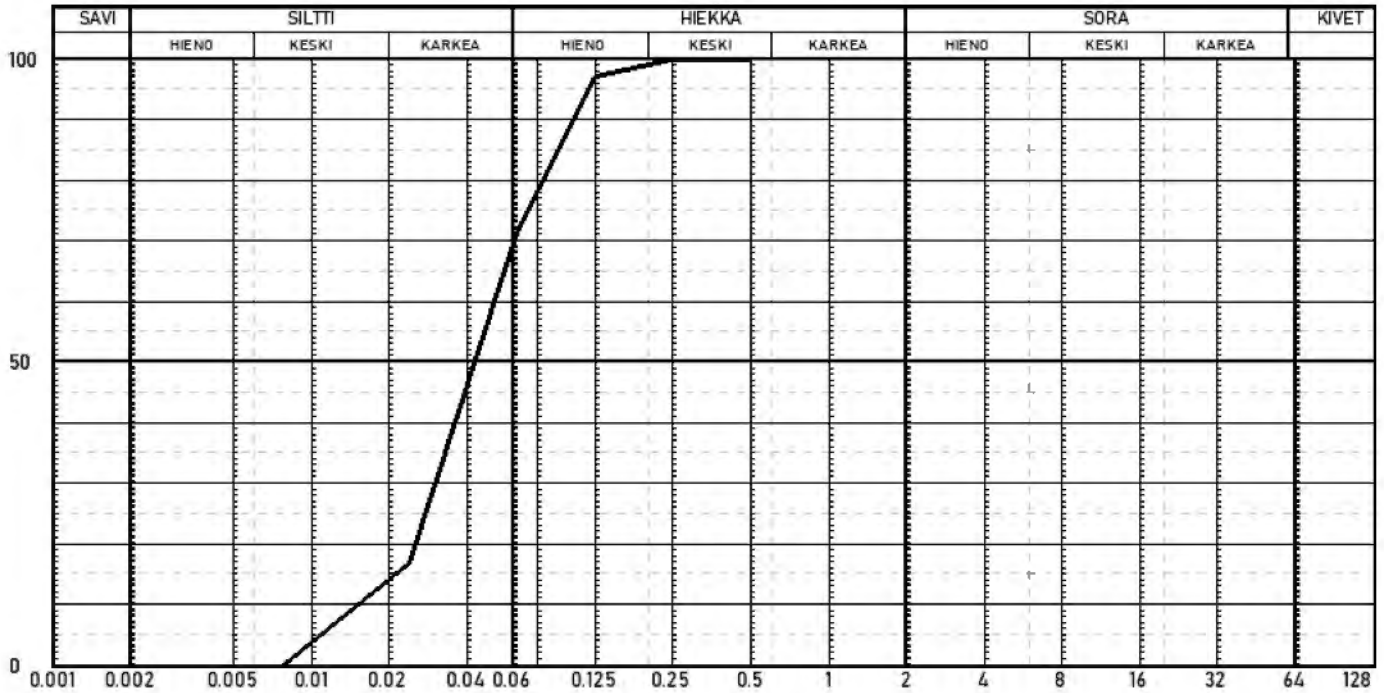
Maanäytetutkimus SFS-EN 933-1, 210179-3

Tilaaaja: Golder Associates Oy

Näytteenottokohde: Kevitsa

Näyte		Seula [#]	Läp [g]	Läp [%]
Laboratorionumero	210179-3	0.008	0.0	0.0
Seulontatapa	Pesuseulonta	0.024	110.5	16.7
Piste/paalu/nro	W010//	0.055	426.4	64.4
Näyt. ottaja/tapa	Tilaaaja/Tilaaaja	0.063	476.3	71.9
Näytteenottosyvyys [m]	50	0.125	643.0	97.1
Kirjausaika	05.08.2021	0.25	662.3	100.0
Ottoaika	03.08.2021	0.5	662.5	100.0
Vesipitoisuus [%]	18.9			
Maalaji	hkSi			
Routivuus, InfraRYL, liite T17	Routiva			

GEO - MAALAJILUOKITUS



Rovaniemellä 09.08.2021

Anne Leivo

Location:

Sector W010, distance from
the st 6 dam slope toe 50 m

PBM Arctic

Innokaari 12, 96930 Rovaniemi

Puh. 016-364902

www.pbm.fi

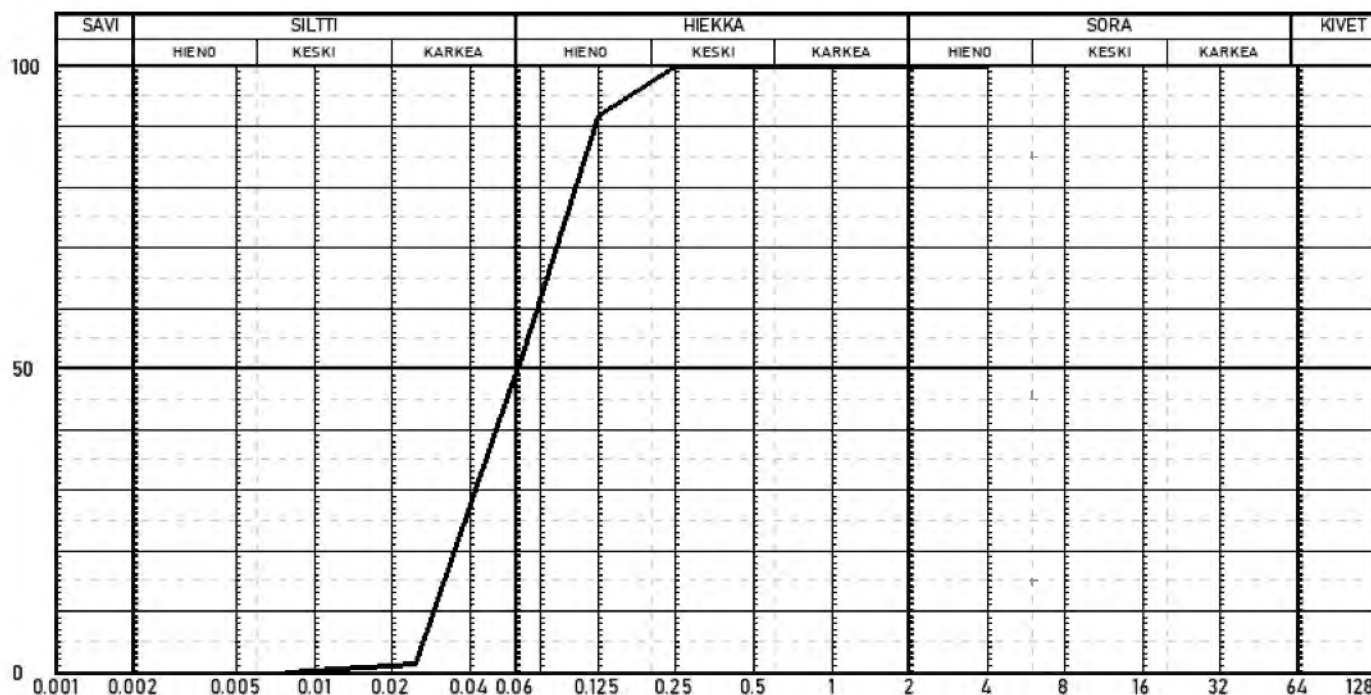
Maanäytetutkimus SFS-EN 933-1, 210179-4

Tilaaaja: Golder Associates Oy

Näytteenottokohde: Kevitsa

Näyte		Seula [#]	Läp [g]	Läp [%]
Laboratorionumero	210179-4	0.008	0.0	0.0
Seulontatapa	Pesuseulonta	0.024	8.4	1.4
Piste/paalu/nro	W010//	0.057	276.8	46.3
Näyt. ottaja/tapa	Tilaaaja/Tilaaaja	0.063	309.2	51.7
Näytteenottosyvyys [m]	100	0.125	548.8	91.7
Kirjausaika	05.08.2021	0.25	597.6	99.9
Ottoaika	03.08.2021	0.5	597.8	99.9
Vesipitoisuus [%]	14.6	1.0	597.9	99.9
Maalaji	siHk	2.0	598.1	100.0
Routivuus, InfraRYL, liite T17	Routiva	4.0	598.2	100.0

GEO - MAALAJILUOKITUS



Rovaniemellä 09.08.2021

Anne Leivo

Location:

Sector W010, distance from
the st 6 dam slope toe 100 m

PBM Arctic

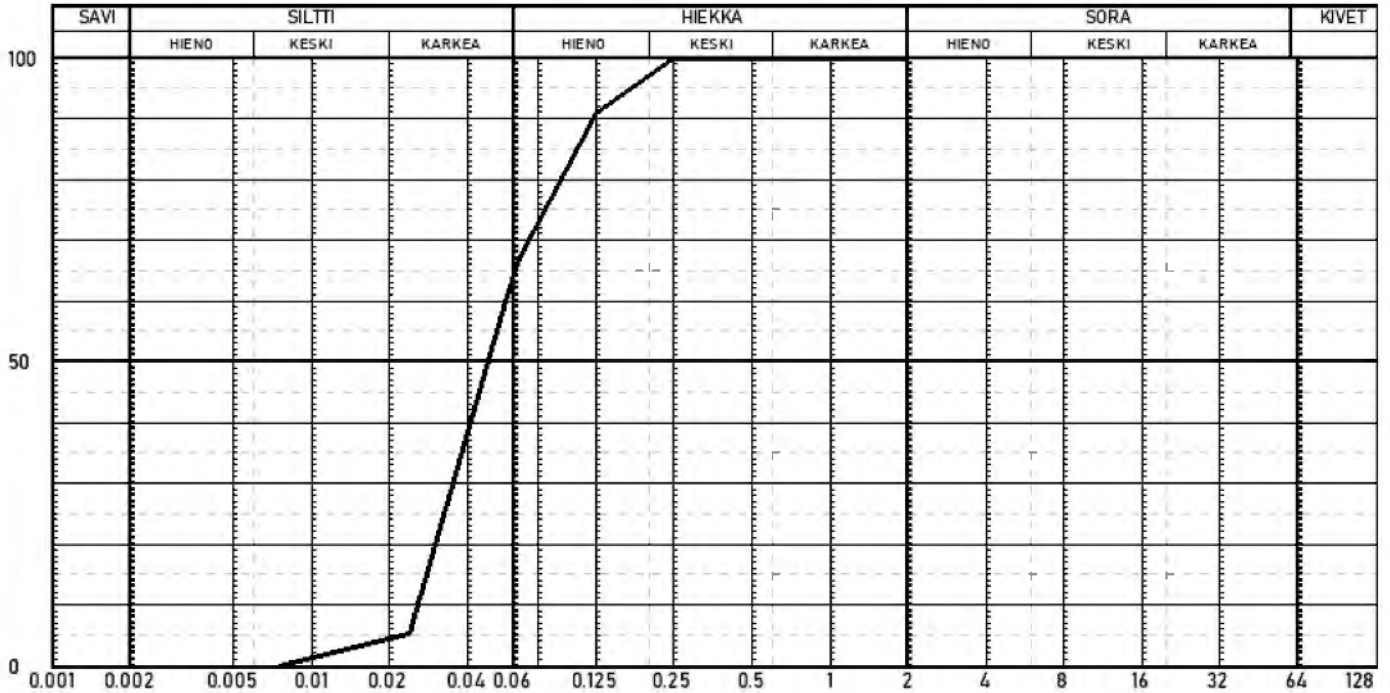
Innokaari 12, 96930 Rovaniemi
Puh. 016-364902
www.pbm.fi

Maanäytetutkimus SFS-EN 933-1, 210162-1

Tilaaaja: Golder Associates Oy
Näytteenottokohde: Kevitsa TSF A W010

Näyte		Seula [#]	Läp [g]	Läp [%]
Laboratorionumero	210162-1	0.008	0.0	0.0
Seulontatapa	Pesuseulonta	0.024	35.7	5.2
Piste/paalu/nro	N03//	0.056	410.8	59.9
Näyt. ottaja/tapa	ADI/LA	0.063	459.8	67.0
Näytteenottosyvyys [m]	0	0.125	623.1	90.8
Kirjausaika	02.07.2021	0.25	684.8	99.8
Ottoaika	29.06.2021	0.5	685.5	99.9
Vesipitoisuus [%]	19.4	1.0	685.6	99.9
Maalaji	hkSi	2.0	686.2	100.0
Routivuus, InfraRYL, liite T17	Routiva			

GEO - MAALAJILUOKITUS



Rovaniemellä 06.07.2021

Terhi Seppänen

Terhi Seppänen

Location:

Sector W010, distance from the
st6. dam 20 m

PBM Arctic

Innokaari 12, 96930 Rovaniemi

Puh. 016-364902

www.pbm.fi

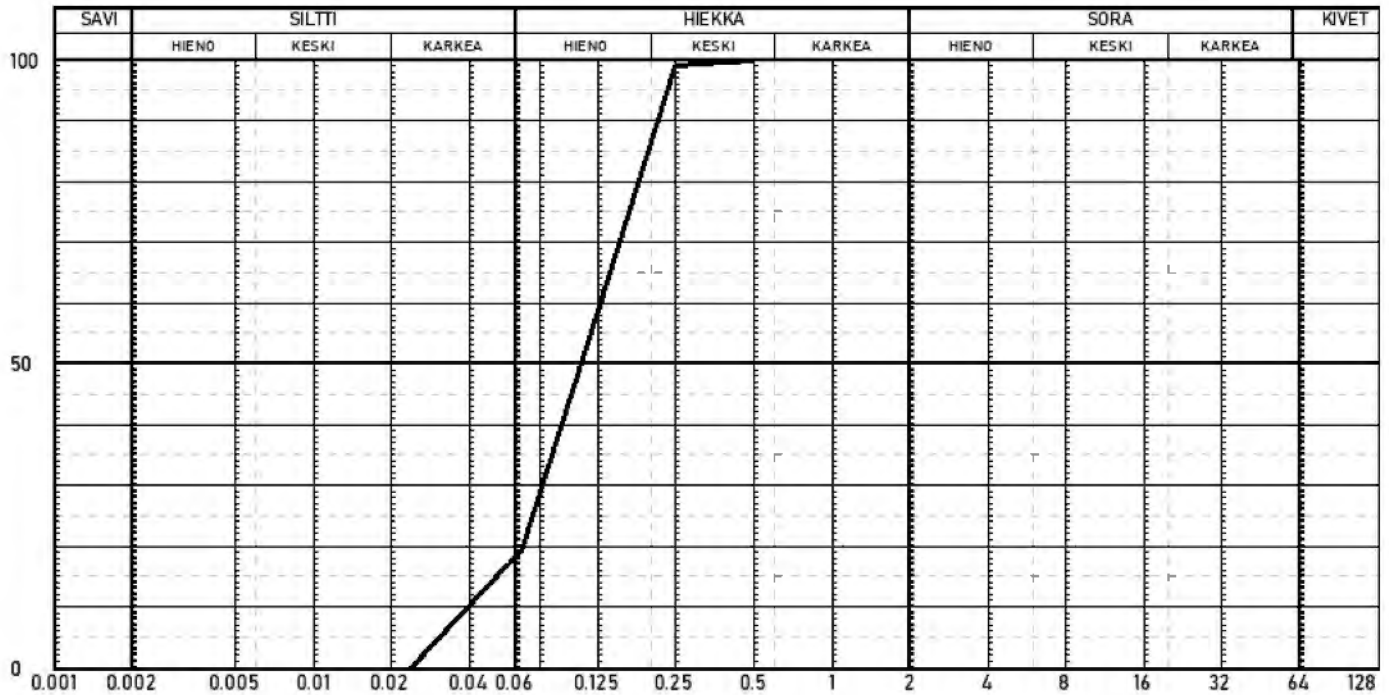
Maanäytetutkimus SFS-EN 933-1, 210162-2

Tilaaaja: Golder Associates Oy

Näytteenottokohde: Kevitsa TSF A W010

Näyte		Seula [#]	Läp [g]	Läp [%]
Laboratorionumero	210162-2	0.024	0.0	0.0
Seulontatapa	Pesuseulonta	0.057	121.5	17.0
Piste/paalu/nro	N04//	0.063	135.1	18.9
Näyt. ottaja/tapa	ADI/La	0.125	419.7	58.8
Näytteenottosyvyys [m]	0	0.25	705.9	98.9
Kirjausaika	02.07.2021	0.5	713.5	100.0
Ottoaika	29.06.2021			
Vesipitoisuus [%]	13.7			
Maalaji	Hk			
Routivuus, InfraRYL, liite T17	Routiva			

GEO - MAALAJILUOKITUS



Rovaniemellä 06.07.2021

Terhi Seppänen

Terhi Seppänen

Location:

Sector W010, distance from the
st6. dam 40 m

PBM Arctic

Innokaari 12, 96930 Rovaniemi

Puh. 016-364902

www.pbm.fi

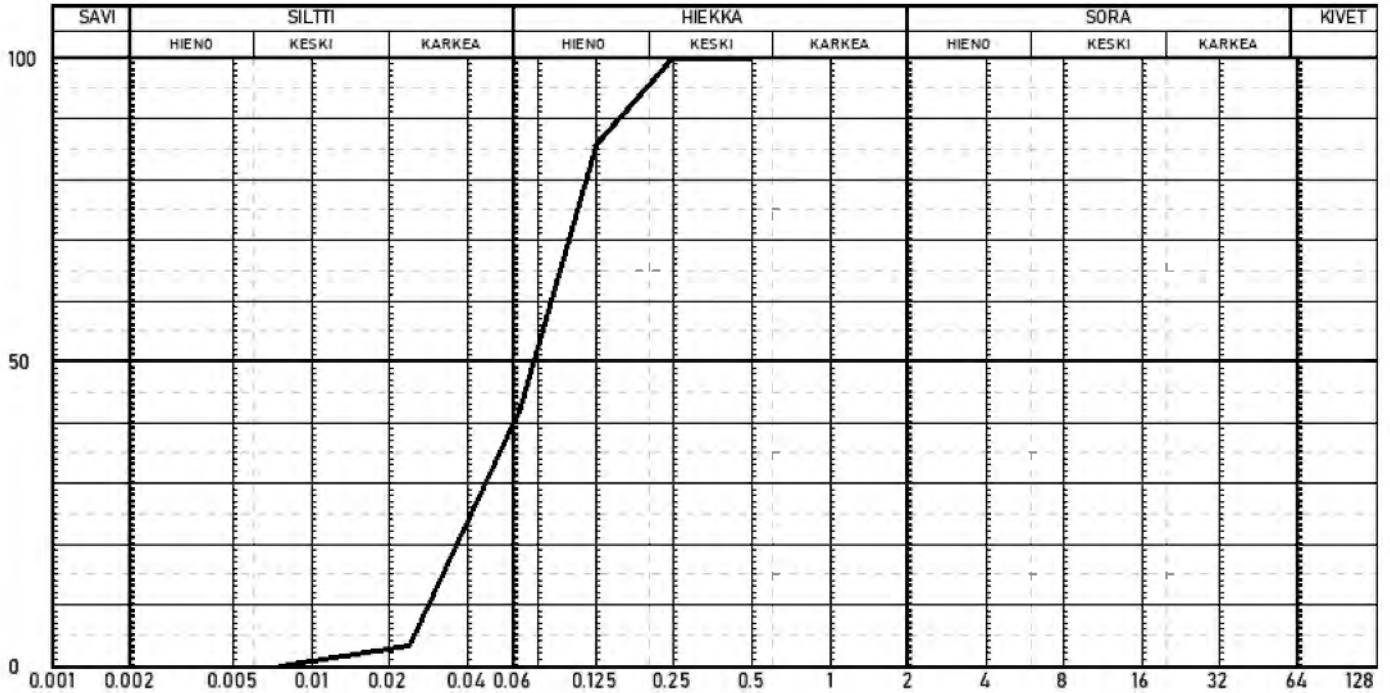
Maanäytetutkimus SFS-EN 933-1, 210162-3

Tilaaaja: Golder Associates Oy

Näytteenottokohde: Kevitsa TSF A W010

Näyte		Seula [#]	Läp [g]	Läp [%]
Laboratorionumero	210162-3	0.008	0.0	0.0
Seulontatapa	Pesuseulonta	0.024	23.9	3.1
Piste/paalu/nro	N05//	0.057	286.6	37.7
Näyt. ottaja/tapa	ADI/LA	0.063	316.1	41.6
Näytteenottosyvyys [m]	0	0.125	648.6	85.4
Kirjausaika	02.07.2021	0.25	759.2	99.9
Ottoaika	29.06.2021	0.5	759.6	100.0
Vesipitoisuus [%]	16.0			
Maalaji	siHk			
Routivuus, InfraRYL, liite T17	Routiva			

GEO - MAALAJILUOKITUS



Rovaniemellä 06.07.2021

Terhi Seppänen

Terhi Seppänen

Location:

Sector W010, distance from the
st6. dam 60 m

**Pohjaveden pinnan alentaminen suojapumppauksin Kevitsan
kaivoksen rikastushiekka-altaan A ympäristössä
Vuosiraportti 2021**



Sisällysluettelo

1. Yleistä
2. Suojapumppauskaivot
3. Vesien johtaminen
4. Tarkkailutiedot
 - 4.1 Hyväksytystä tarkkailusuunnitelmasta poikkeaminen
 - 4.2 Pumppauskaivojen antoisuuden määrittäminen
 - 4.3 Vedenpinnan korkeuden mittaukset ja havainnot tyhjennuspumppausten yhteydessä
 - 4.4 Pumpatut vesimäärät
 - 4.5 Vedenpinnan korkeudet
 - 4.6 Suotovesien ja pohjavesien laatutiedot
 - 4.6.1 Pumppauskaivojen veden laatu
 - 4.6.2 Pohjavesiputkien veden laatu
 - 4.6.3 Rikastushiekka-altaan suotovedet
5. Yhteenveto

Liitteet

1. Suojapumppauskaivojen analyysitulokset
2. Tarkkailuun kuuluvien pohjavesiputkien analyysitulokset

1. Yleistä

Kevitsan kaivoksen toiminnan aikaisessa pohjavesitarkkailussa on havaittu, että vähärikkisen rikastushiekka-altaan A suotovedet ovat osittain sekoittuneet pohjaveteen allasalueen lähiympäristössä aiheuttaen näin joidenkin haitallisten aineiden pitoisuuksien nousua verrattuna alueen taustapitoisuuksiin. Tehtyjen mallinnusten tulosten pohjalta laadittiin suoja-pumppaussuunnitelma, jota noudattaen suurin osa rikastushiekka-altaan A suotovedestä saadaan kerättyä rikastushiekka-altaan A luoteiskulman padon läheisyyteen asennettujen 12 suotovedenkeräyskaivojen avulla ja johdettua käsittelyyn. Suoja-pumppauksilla pyritään estämään rikastushiekka-altaan A lähiympäristön veden laadun heikkeneminen ja pienentämään Mataraojan pilaantumisen riskiä.

Pohjaveden pinnan alentamiselle suoja-pumppauksin Kevitsan kaivoksen rikastushiekka-altaan A ympäristön luoteiskulmalla on Pohjois-Suomen Aluehallintoviraston lupapäätös, Dnro PSAVI/499/2019, 1.3.2021. Vuoden 2021 aikana toteutettujen pumppausten tavoitteena oli rikastushiekka-altaan A suotovesien suoja-pumppauksen aloittaminen ja tarkkailun toteuttaminen. Tarkkailusuunnitelma toimitettiin lupapäätöksen PSAVI 36/2021 mukaisesti Lapin ELY-keskukselle hyväksyttäväksi, sekä Sodankylän kunnan ympäristön- ja terveys-suojeluviranomaisille ja Kainuun ELY:lle (patoturvallisuusviranomaisen) 20.5.2021 lausuntoa varten.

Rikastushiekka-allas A:n luoteiskulma on valikoitunut suoja-pumppausten kohteeksi haitallisten aineiden kulkeutumisreitin selvittämisen ja pohjaveden pilaantumisen riskinarvioinnin perusteella. Pohjaveden pilaantumisen riskin arvioinnissa herkimmäksi vastaanottavaksi pintavesistöksi määritettiin Mataraoja. Rikastushiekka-allas A:n luoteiskulman suotovesien leviämällä ympäristöön voi olla merkittävä vaikutus Mataraojan valuma-alueen vedenlaatuun ilman ympäristön suojelutoimenpiteitä.

Kaivosalueen hydrogeologisen mallin, eli pohjavesimallin, päivityksen yhteydessä vuonna 2018 laadittiin käsitteellinen malli, jonka avulla tutkittiin toimenpidevaihtoehtoja, joilla estettäisiin rikastushiekka-allas A:n suotovesien haitallisilla aineilla kontaminoituneiden pohjavesien leviäminen rikastushiekka-allas A:n ympäristössä. Suoja-pumppaukset osoittautuivat mallinnusten perusteella käyttökelpoisimmaksi ratkaisuksi rikastushiekka-allas A:n luoteiskulmalla, mikäli pohjaveden pinnankorkeus saadaan alennettua pumppauksella tasolle +214 mpy pumppausmäärän ollessa n. 1100 m³/vrk. Suoja-pumppauksella voitaisiin kerätä altaan luoteiskulmalta ympäristöön suotautuvan veden määrästä 95 %, joka vastaa noin 1250 m³/vrk pumppausmäärää ja jossa tilanteessa rikastushiekka-allas A:n luoteiskulman ympäristön pohjaveden hydraulisen gradientin oletetaan kääntyvän kohti allasta.

Pohjois-Suomen aluehallintoviranomaisen myöntämän luvan (PSAVI 36/2021) 2. lupamääräyksen mukaan enimmäispumppausmäärä on 1500 m³/vrk.

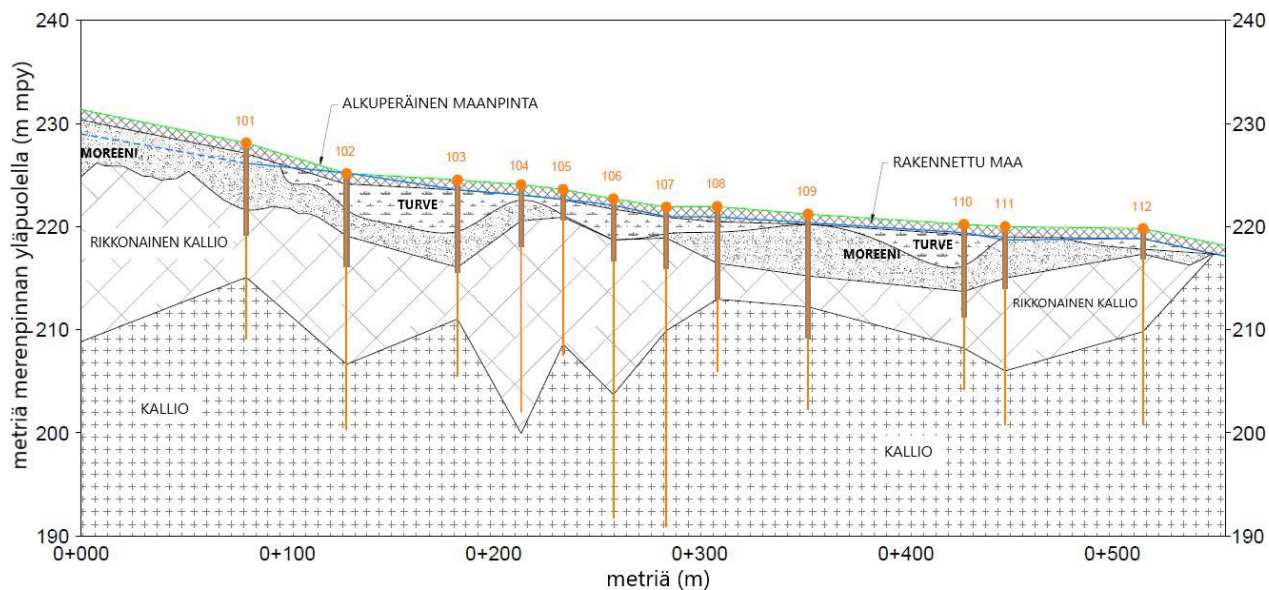
Alueelle rakennettiin pitempiaikaisen pumppauksen aloittamiseksi neljä siirrettävää pumppausasemaa. Pumput asennettiin kaivoihin KevG-A101, KevG-A103, KevG-A104 ja KevG-A108. Kesäaikaan käytössä olivat pumppausasemien lisäksi pintapumput, joilla pumpattiin vettä max. 7 metrin syvyydestä. Lisäpumppuja oli asennettu porakaivoihin KevG-A102, KevG-A105, KevG-A107 ja KevG-A110. Lisäpumput otettiin pois käytöstä lokamarraskuun aikana niiden jäätymisriskin vuoksi. Pumpattujen vesien yhteismäärä on ollut vuoden 2021 aikana 30 903 m³.

2. Suojapumppauskaivot

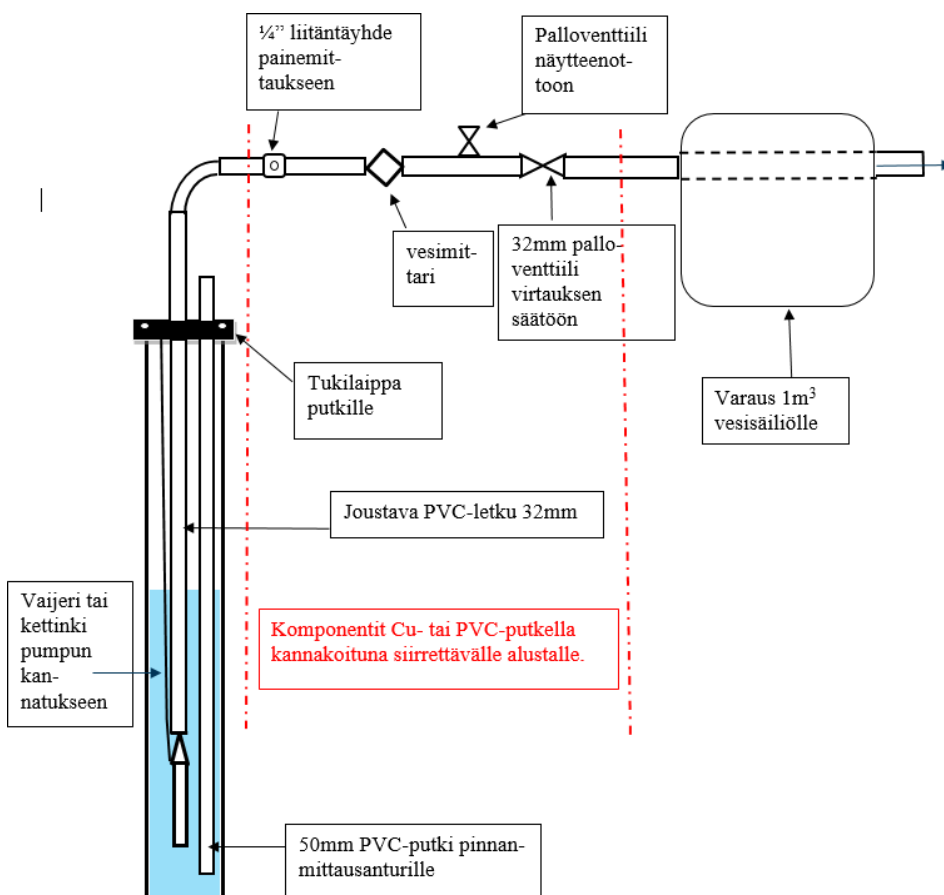
Suojapumppauskaivojen sijainti on esitetty kuvassa 1 ja pumppauslaitteiston tekninen toteutus kuvissa 2 - 4. Viranomaisen on hyväksynyt tarkkailusuunnitelman ja pumppausjärjestelmän rakenteen 22.6.2021. Pumput asennettiin jo vuonna 2019 porakaivoihin KevG-A101 ja -A103 sekä KevG-A104 ja -A108 aiemmin laaditun suunnitelman mukaisesti.



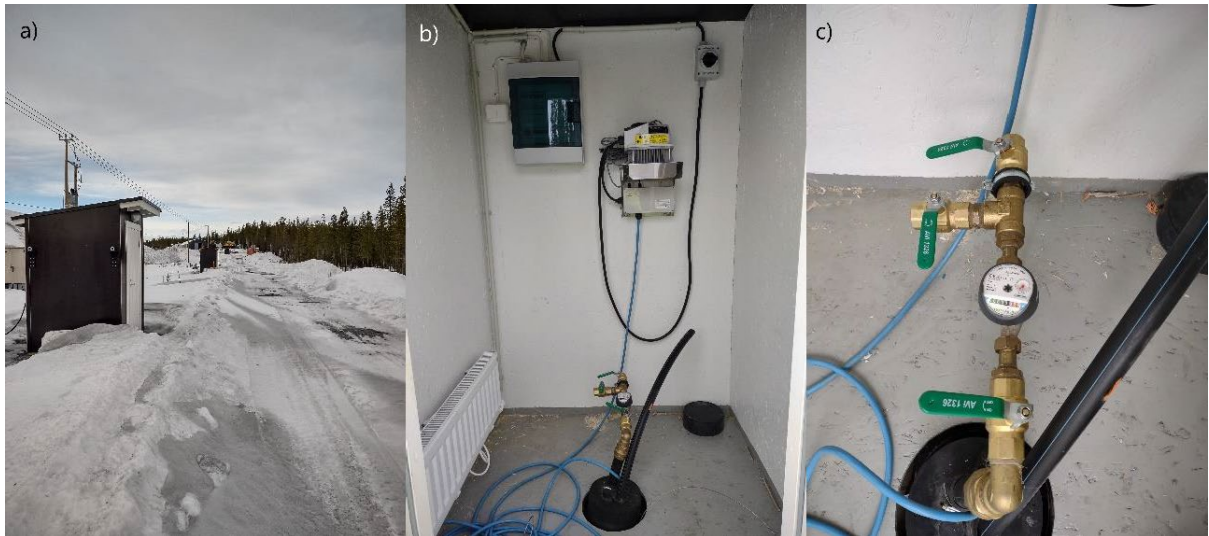
Kuva 1. Suojapumppauksen järjestely KevG- 14, -30, -44, -46 ja -48 ovat pohjavesi-putkia ja KevG-A101–A112 ovat suotovedenpumppauskaivoja. Kaivot, joissa on ollut jatkuva pumppaus, on merkitty tähdellä.



Kuva 2. Suotovedenkeräyskaivojen sijoittelu rikastushiekka-allas A:n luoteiskulmalle. Kuva muokattu lähteestä Golder Associates, 2020b, s. 28, Karnaatti Marjo, Diplomityö 2021.



Kuva 3. Pumppauslaitteiston tekninen toteutus. Kuva: (Marttala, 2020)



Kuva 4. a) Pumppauslinja b) Pumppausaseman pumppuyksikkö, sähkökeskus ja taajuusmuuntaja. c) Pumppausaseman pumppuyksikkö, näytteenottoyhde ja vesimittari.

Taulukko 2. Suojapumppauksissa käytetyt pumput, niiden asennussyvydet (m) ja teoreettinen maksimipumppausnopeus (m³/h).

	KevG- A101	KevG- A103	KevG- A104	KevG- A106	KevG- A108
Porakaivoon asennettu pumppu	Grundfos SP2A-23	Lowara 4GS11T- L4C	Lowara 1GSL03T- L4C	Grundfos SQE 2-55	Lowara 4GS11T- L4C
Pumpun teoreettinen maksimi- pumppausnopeus (m ³ /h)	6,4	5,4	1,3	9	5,4
Pumpun asennussyvyys (m)	14	11	20	9,5	14
Pumpun etäisyys pohjasta (m)	2,9	2	2	20,9	2

Taulukko 3. Mallinnuksen perusteella määritetyt aloituspumppausparametrit suojapumppauksiin valituille pumppauskaivoille. (Golder Associates, 2020b, s. 50).

Pumppauskaivo	KevG- A101	KevG- A103	KevG- A104	KevG- A108
Tavoite vedenpinnan- korkeustaso (m mpy)	223	218	218	218
Arvioitu vedenpinnan alennemataso (m mpy)	222	215	216	217
Alkupumppausnopeus (L/s)	0,5	0,5	0,3	0,6
Arvioitu pumppausnopeus- väli (L/s)	0,2–1,5	0,2–1,0	0,2–1,0	0,2–1,5

3. Vesien johtaminen

Pohjois-Suomen Aluehallintoviraston lupapäätöksen, Dnro PSAVI/499/2019, lupamääräyksen 3 mukaisesti pumpattavat pohjavedet olisi tullut johtaa hulevesialtaan kautta vesivarasto- altaalle viimeistään 1.8.2021 alkaen. Hulevesialtaalle johtavan putkiyhteyden valmistumiseen saakka vedet voitiin johtaa palautuspumppaamon kautta rikastushiekka-altaalle.

Määräaikaistarkastuksessa 1.7.2021 todettiin, että vesien johtamisen toteuttaminen hulevesialtaan kautta prosessivesialtaaseen ei tule valmistumaan määräaikaan mennessä; ” Hilli totesi, että määräaikaan voidaan hakea ELY-keskukselta jatkoaikaa. ELY-keskuksen näkemyksen mukaan vesien johtaminen voidaan tehdä myös avo-øjalla, mikäli se pystytään toteuttamaan kaikissa tilanteissa hallitusti (jäätyminen, tulva-aika ym.)”. Yhtiö haki jatkoaikaa vesien johtamisrakenteiden toteuttamiseksi ja määräaikaa jatkettiin 31.12.2021 asti. Rakenteet ovat valmistuneet toimitusviiveiden vuoksi vasta 7.3.2022 ja vesi on johdettu siitä lähtien avo-øjassa hulevesialtaalle.

Rikastushiekka-altaan A luoteiskulman suotovesien johtamisen rakenteellinen kuvaus sisältäen sekä suojapumppausten vedet, että taustapumppaamo TP1:lle johdettavat vedet toimitetaan valvovalle viranomaiselle 30.4.2022 mennessä. Vesien johtamisen lisäksi selvityksen tulee sisältää laskelma hulevesialtaan poistokaivon pumppauskapasiteetista ja selvitys tulva-ajan pumppauskapasiteetin riittävydestä.

4. Tarkkailutiedot

4.1 Hyväksytystä tarkkailusuunnitelmasta poikkeaminen

Suojapumppausten ensimmäisenä päivänä vedenpintojen korkeus pyrittiin mittaamaan tarkkailusuunnitelman mukaisesti, mutta mittaukset oli mahdollista tehdä nopeimmillaan vain 30 minuutin välein, koska kaivojen välinen matka oli pitkä ja tarkkailua suorittavia henkilöitä vain kaksi. Myöhemmin päivällä, kun pumppaukset oli saatu vakioitua, mittaukset tehtiin tunnin välein. Ensimmäisenä päivänä pohjavesiputkien KevG-14, -30 ja -48 vedenpinnankorkeudet mitattiin noin 8 tunnin kuluttua pumppausten aloituksesta, eikä niissä havaittu muutoksia lähtötilanteeseen. Seuraava viikko mitattiin joka toinen päivä, josta eteenpäin 1–2 kertaa viikossa. Aktiivisten pumppauskaivojen määrän kasvaessa, pintojen ja vesimäärien tarkkailu suoritettiin tarkkailusuunnitelmasta poiketen 2–3 kertaa viikossa, sillä aloituksesta saatujen kokemusten perusteella tämän tiheämpää tarkkailua ei nähty tarpeelliseksi. Pohjavesiputkista KevG-14, -30, -46 ja -48 eikä tarkkailukaivoista otettu näytteitä heti viikon kuluttua pumppausten aloituksesta, sillä pumppauksella ei saatu aikaan todennettavaa vedenpinnan alenemista. Ensimmäiset pumppauksen aloittamisen jälkeen analysoitavat seurantanäytteet

otettiin kaikista pohjavesiputkista ja kaivoista vasta kuukauden kuluttua pumppausten aloituksesta, kun kaivojen KevG-A101 ja -A108 pumput olivat olleet noin viikon toiminnassa. Näytteenotto oli suunniteltu tehtävän yhden päivän aikana, mutta näytteenottoon kului 2–3 työpäivää. Pumppauskaivojen KevG-A101, -A103, -A104, -A108 vedenpinnat eivät ole koko vuoden aikana laskeneet suunnitellulle tasolle, sillä pumppujen teho ja virtausnopeudet (1,3–6,4 m³/h) eivät olleet riittävän suuria. Tästä syystä kaivoon KevG-A106 asennettiin heinäkuun lopussa kaivojen tyhjennyksissä aiemmin käytetty isompi porakaivopumppu, jonka teoreettinen maksimipumppausnopeus on 9 m³/h ja pumppausvyvyys 9,5 m. Kaivoon KevG-A106 asennettu paineanturi laskettiin tässä vaiheessa pumpun alapuolelle 13 metrin syvyyteen.

4.2 Pumppauskaivojen antoisuuden määrittäminen

Suojapumppausten aloittaminen toteutettiin käytännössä diplomityön kokeellisena osuutena, ”Suojapumppaukset kaivosten vesienhallinnassa: Tapaustutkimus Kevitsan kaivos”, Karnaatti Marjo, TUNI, 2021.

Kaivojen ja pohjavesiputkien teoreettiset tilavuudet laskettiin putkikorttien tietojen perusteella tyhjennyspumppausten sujuvoittamiseksi. Ennen tyhjennystä kaivot tarkistusmitattiin ja niiden tilavuus laskettiin, jotta saatiin arvio tarvittavasta pumppausajasta. Tyhjennyspumppausten aikana tehtiin aistinvaraisia havaintoja vedestä. Kaikkien kaivojen vedessä oli voimakas rikkiyhdisteille tyypillinen haju ja kaivoissa oli joko rautasakkaa ja/tai mustaa kiintoainetta, joka ei vaikuttanut häviävän suunnitellun tyhjennyspumppausmäärän aikana. Selkeästi vedeltään huonolaatuisimpia kaivoja puhdistettiin kierrättämällä pumppausvettä takaisin kaivoon, jotta ruostuneiden teräsputkien seinämiin kertynyt materiaali olisi saatu poistettua. Tyhjennyspumppausta jatkettiin niin kauan, ettei vedessä havaittu kiintoainetta eikä hajua.

Ensimmäiset vesinäytteet kaikista suojapumppauksen tarkkailupisteistä otettiin viikon kuluttua tyhjennyspumppausten jälkeen.

Pumppausasemien kaivot tyhjennettiin niihin asennetuilla pumpuilla ja tarkkailuun käytettävät kaivot porakaivopumpulla Grundfos SQE 2-55. Pumpun pumppausnopeus määritettiin mittaamalla tilavuutta 40 litran sangolla ja aikaa sekuntikellolla. Virtausmittaukset toistettiin vähintään kolmesti. Kaivojen tyhjennyksessä porakaivopumpun keskimääräinen pumppausnopeus oli noin 64 L/min (3,8 m³/h). Pumppausnopeuteen vaikuttivat kaivon syvyys, pumpun asetuskorkeus ja kaivon antoisuus. Kaivoa KevG-A109 tyhjennettäessä pumppausnopeus oli vain noin 40–50 l/min, ja kaivo ehti tyhjentyä kokonaan lyhyenkin pumppauksen aikana. Kaivon tuotto jäi 1–2 l/min, joten sen tuottaman veden jatkuva pumppaaminen osoittautui käytännössä mahdottomaksi. Kyseisen kaivon teräsputki ulottuu kallion pinnan alapuolelle noin 3 metriä. Muissa kaivoissa teräsputki ulottuu maksimissaan vain

ehjän kallion pintaan asti ja putken alapinta on kairattu moreenikerroksen ja kallion pinnan välissä olevaan ruhjeiseen kerrokseen. Koska pumpun tehoa ei voinut säätää, pumppausnopeus hidastui tyhjennyspumppauksissa nostokorkeuden kasvaessa, ollen syvemmissä kaivoissa hitaampi ja lyhyemmissä kaivoissa suurempi kuin keskimääräinen pumppausnopeus. Kaivojen täyttymisnopeutta tarkkailtiin mittaamalla veden pinnan korkeuden muutosta pinnankorkeusmittarilla ja ottamalla aikaa kellolla. Kaivojen laskennallinen tuotto saatiin laskemalla se kaivon tilavuudesta ja veden nousunopeudesta. (Karnaatti M, 2021.)

4.3 Vedenpinnan korkeuden mittaukset ja havainnot tyhjennyspumppausten yhteydessä

Kaivojen ja pohjavesiputkien teoreettiset tilavuudet laskettiin putkikorttien tietojen perusteella tyhjennyspumppausten sujuvoittamiseksi. Ennen tyhjennystä kaivot tarkistusmitattiin ja niiden tilavuus laskettiin, jotta saatiin arvio tarvittavasta pumppausajasta.

Pumppausasemien kaivot tyhjennettiin niihin asennetuilla pumpuilla ja tarkkailuun käytettävät kaivot porakaivopumpulla Grundfos SQE 2-55. Pumpun pumppausnopeus määritettiin mittaamalla tilavuutta 40 litran sangolla ja aikaa sekuntikellolla. Virtausmittaukset toistettiin vähintään kolmesti. Kaivojen tyhjennyksessä porakaivopumpun keskimääräinen pumppausnopeus oli noin 64 L/min (3,8 m³/h). Pumppausnopeuteen vaikuttivat kaivon syvyys, pumpun asetuskorkeus ja kaivon antoisuus. Kaivoa KevG-A109 tyhjennettäessä pumppausnopeus oli vain noin 40–50 l/min, ja kaivo ehti tyhjentyä kokonaan lyhyenkin pumppauksen aikana. Kaivon tuotto jäi 1–2 l/min, joten sen tuottaman veden jatkuva pumppaaminen osoittautui käytännössä mahdottomaksi. Kyseisen kaivon teräsputki ulottuu kallion pinnan alapuolelle noin 3 metriä. Muissa kaivoissa teräsputki ulottuu maksimissaan vain ehjän kallion pintaan asti ja putken alapinta on kairattu moreenikerroksen ja kallion pinnan välissä olevaan ruhjeiseen kerrokseen. Koska pumpun tehoa ei voinut säätää, pumppausnopeus hidastui tyhjennyspumppauksissa nostokorkeuden kasvaessa, ollen syvemmissä kaivoissa hitaampi ja lyhyemmissä kaivoissa suurempi kuin keskimääräinen pumppausnopeus. Kaivojen täyttymisnopeutta tarkkailtiin mittaamalla veden pinnan korkeuden muutosta pinnankorkeusmittarilla ja ottamalla aikaa kellolla. Kaivojen laskennallinen tuotto saatiin laskemalla se kaivon tilavuudesta ja veden nousunopeudesta. (Diplomityö, Marjo Karnaatti, 2021.)

Tyhjennyspumppausten aikana tehtiin aistinvaraisia havaintoja vedestä. Kaikkien kaivojen vedessä oli voimakas rikkiyhdisteille tyypillinen haju ja kaivoissa oli joko rautasakkaa ja/tai mustaa kiintoainetta, joka ei vaikuttanut häviävän suunnitellun tyhjennyspumppausmäärän aikana. Selkeästi vedeltään huonolaatuisimpia kaivoja puhdistettiin kierrättämällä pumppausvettä takaisin kaivoon, jotta ruostuneiden teräsputkien seinämiin kertynyt materiaali olisi saatu poistettua. Tyhjennyspumppausta jatkettiin niin kauan, ettei vedessä havaittu kiintoainetta eikä hajua.

Ensimmäiset vesinäytteet kaikista suojapumppauksen tarkkailupisteistä otettiin viikon kuluttua tyhjennyspumppausten jälkeen. Metallianalyysjä varten näytteet suodatettiin ja kestäväitettiin 10 % typpihapolla. Näytteet säilytettiin asianmukaisesti (kylmälaukussa ja jääkaapissa) ja toimitettiin laboratorioon yhtiön käytäntöjen mukaisesti samana tai seuraavana päivänä.

4.4 Pumpatut vesimäärät

Pumppausasemilla olevien porakaivopumppujen pumppaamaa vesimäärää on seurattu jatkuvatoimisin mekaanisin mittarein ja kesäaikana olevista pintapumpuista mittaamalla aikaa ja tilavuutta. Porakaivoista pumpatut määrät ja ajanjakso on esitetty seuraavassa taulukossa 4. Pumpattujen vesien yhteismäärä on ollut vuoden 2021 aikana 30 903 m³.

Suojapumppaukset aloitettiin 14.6.2021, eikä aloitus sujunut suunnitellusti teknisten ongelmien vuoksi. Pumppausten ensimmäisinä päivinä kaivojen KevG-A101 ja -A108 pumput ylikuormittuivat ja sammuivat. Ensimmäisten kuuden viikon aikana aktiivisten pumppauskaivojen määrä vaihteli pumppuihin tai taajuusmuuntajiin tulleiden vikojen vuoksi viikoittain. Alueen sähkösyöttöön tehtyjen muutosten ja uusien pumppujen asentamisen jälkeen kaivon KevG-A108 pumppu käynnistettiin uudelleen vasta 14.7.21 ja kaivon KevG-A101 pumppu 16.7. 21, mitä päivämäärää voidaan pitää suojapumppausten aloittamisen ajankohtana.

Ajanjakso	Pumppaus kaivoissa:
14.6. -13.7.21	A103, A104
14.7. - 15.7.21	A103, A104, A108
16.7 - 28.7.21	A101, A103, A104, A108
29.7. - 13.8.21	A101, A103, A104, A106, A108
13.8. - 17.8.21	A101, A102, A103, A104, A105, A106, A108
18.8. - 29.10.21	A101, A102, A103, A104, A105, A106, A108, A110
29.10. - 24.11.21	A101, A102, A103, A104, A106, A108, A110
24.11. - 31.12.21	A101, A103, A104, A108

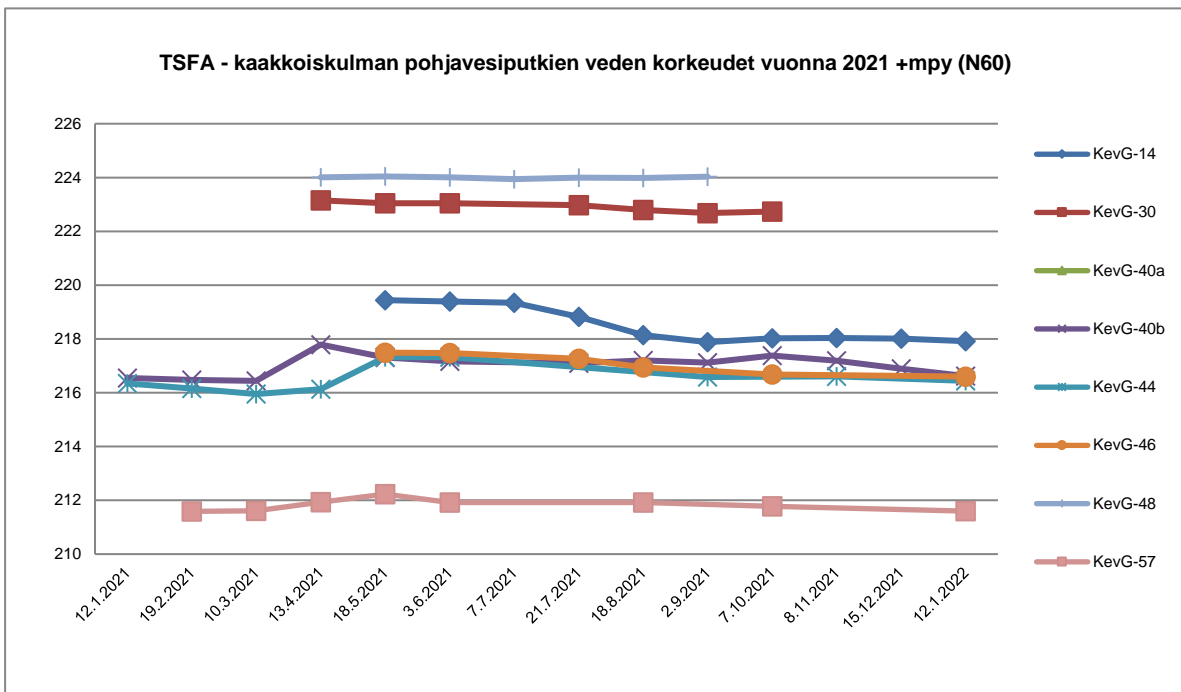
Taulukko 4. Pumppujen asennus- ja käyntiajankohdat vuoden 2021 aikana

Kaivon tunnus, KevG-A	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	YHTEEN- SÄ (m ³)
Toteutunut pumppausmäärä (m ³)	3520	990	3411	2366	1865	3508	1	9686		5556			30903
Keskimääräinen pumppausnopeus (m ³ /vrk)	22,99	8,39	18,67	12,89	26,59	29,85	0,00	65,12	0,00	65,79	0,0	0,0	250

Taulukko 5. Pumppausmäärät 2021 14.6. – 31.12.2021. Toteutuneet pumppausmäärät on kirjattu porakaivopumppujen jatkuvatoimisten vesimittareiden lukemista tai laskettu pintapumpun keskimääräisistä käsin mitatuista virtausnopeuksista ja kuluneesta ajasta.

4.5 Vedenpinnan korkeudet

Pumppausten vaikutusta pohjavesiputkien vedenpinnan korkeuksiin seurattiin mittaamalla manuaalisesti Heron Instrumentsin Dipper T ja Little Dipper-pinnankorkeusmittareilla (GWM Engineering, 2021).



4.6 Suotovesien ja pohjavesien laatu tiedot

Suojapumppausten vaikutusta rikastushiekka-altaan A ympäristössä seurattiin ottamalla pohjavesiputkista KevG-14, -30, -44, -45, -46, -48 ja -57 ja suotovedenkeräyskaivoista KevG-A101–A112 vesinäytteet ennen suojapumppausten aloittamista ja pumppausten aikana kuukausittain. Ennen näytteenottoa suotovedenkeräyskaivoille, joista ei pumpattu säännöllisesti ja pohjavesiputkille tehtiin erilliset tyhjennyspumppaukset, jotta voitiin varmistaa näytteen edustavuus.

Pumppauskokeissa olevien kaivojen näytteet otettiin näytteenottoyhteen kautta ja muissa havaintopisteissä näytteenotto tehtiin pohjavesipumpulla tai Bailer-noutimella. Veden lämpötila, pH, ORP (hapetus-pelkistyspotentiaali), sähkönjohtavuus, happi ja sameus, mitattiin vesinäytteenoton yhteydessä kalibroidulla ja/tai tarkistetulla kenttämittarilla YSI Pro DSS.

Rikastushiekka-allas A:n suotovesiä tutkimusalueella edustavat taustapumppaamon ja juurisalaojan vedet, KevP-4a3 ja KevP-13b, joista otettiin vesinäytteet kerran kuukaudessa, rikastushiekka-altaan A veden laadun ja suotovesien laadun vertailemiseksi.

4.6.1 Pumppauskaivojen veden laatu

Poravesikaivojen veden laatua on seurattu vaihtelevasti Golderin tekemien koepumppausten aikana vuosina 2019 – 2020, joistakin porakaivoista vain yhden kerran. Vuoden 2021 aikana poravesikaivojen vedet analysoitiin ennen pumppausta ja kerran kuukaudessa. Pumppauksen aloittamisen jälkeen haitta-aineiden pitoisuudet olivat pääosin kasvavia ja veden pH aleneva.

Vuosien 2019 ja 2021, ennen pumppauksen aloittamista otettujen, näytteiden analyysitulosten perusteella pumppauskaivojen haitallisten aineiden pitoisuudet ovat pääsääntöisesti kohonneet tai pysyneet suunnilleen samoina. Kadmiumin ja koboltin pitoisuudet olivat kohonneet vuodesta 2019 (Cd: 10–60 %, Co: 20–150 %) kaivolinjan pohjoispäässä ja pysyneet lähes samana kaivolinjan eteläpäässä. Suurimmillaan nikkelin pitoisuus oli kaksinkertaistunut kaivoissa KevG-A101 ja -A112. Kromin pitoisuus oli laskenut pumppauslinjan pohjoispäässä, mutta kadmiumin, koboltin ja nikkelin pitoisuudet ovat nousseet kaivossa KevG-A112 (Cd: 55%, Co: 60 %, Ni: 112 %). Kuparipitoisuus näytti laskeneen koko kaivolinjalla vuosien 2019–2021 välisenä aikana.

Kloridipitoisuus on noussut samalla aikavälillä kaikkien kaivojen vesinäytteissä, lukuun ottamatta kaivoa KevG-A112, jonka vesinäytteen kloridipitoisuus on puolittunut. Sulfaatin pitoisuus on noussut kaivolinjan eteläpäässä, mutta pohjoisessa pysynyt lähes samana kuin vuonna 2019. Kloridin ja sulfaatin pitoisuudet ovat nousseet eniten kaivossa KevG-A104, jossa kloridin pitoisuus oli alle määrittämissä rajan 0,10 mg/L vuonna 2019 ja vuoden 2021 pumppauksia aloitettaessa 370 mg/L. Lisäksi ammoniumtyypen pitoisuus on lähes 10-kertaistunut kaivossa KevG-A101. Muissa pumppauslinjan kaivoissa ammoniumtyypen pitoisuus vaikuttaa pysyneen samalla tasolla kuin vuonna 2019.

Vuoden 2021 pumppausten aikana suurimmat haitallisten aineiden pitoisuudet olivat kaivolinjan eteläpäässä, kaivojen KevG-A101–A105 välillä. Kadmiumin ja kromin pitoisuudet ovat pysyneet alle vertailuarvojen (Cd: 0,4 µg/L; Cr: 10 µg/L) kaikissa kaivoissa. Koboltin pitoisuudet olivat yli 2 µg/L kaikissa kaivoissa, lukuun ottamatta kaivoja KevG-A109 ja -A110. Kuparin

vertailuarvopitoisuus (20 µg/L) ylittyi kaivon KevG-A104 molempien vesinäytteiden pitoisuuksissa. Nikkelin vertailuarvo (10 µg/L) ylittyi lähes kaikkien kaivojen pitoisuuksissa, kaivon KevG-A109 ollessa poikkeus. Ammoniumtyyppipitoisuudet olivat maltillisia, mutta eteläpään kaivoissa KevG-A101 ja -A103 vertailupitoisuus (200 µg/L) ylittyi sekä ennen pumppauksen aloittamista

että pumppausten aikaisissa näytteissä. Kloridipitoisuudet ylittivät vertailupitoisuuden (25 mg/L) kaikissa muissa kaivoissa lukuun ottamatta kaivoja KevG-A110 ja -A111. Sulfaatin vertailuarvo (150 mg/L) ylittyi kaivoissa KevG-A101, -A103–105 sekä pumppaus ten aikana otetussa näytteessä kaivossa KevG-A112.

Vuoden 2021 analyysitulosten perusteella kadmiumin pitoisuus on suurentunut kaivojen KevG-A101 ja -A103 vesinäytteissä mittausepävarmuus huomioiden noin 200–1500 % (Taulukko 28). Muissa kaivoissa pitoisuusmuutoksen suuntaa ei voitu selvästi päätellä mittausepävarmuuden vuoksi. Koboltin pitoisuus pieneni kaivon KevG-A107 vesinäytteessä 70–80 % ja suureni seitsemässä kaivossa, joista pumppauskaivoja olivat KevG-A101 ja -A108. Kromin pitoisuus pieneni selkeimmin eteläpään kaivojen KevG-A101 ja KevG-A103–A105 vesinäytteissä, 52–99 %. Kuparin pitoisuus monikymmenkertastui pumppauskaivojen KevG-A101 ja -A103 näytteissä ja pieneni kaivojen KevG-A105 ja -A112 näytteissä 58–98 %. Nikkelin pitoisuus kasvoi kahdeksassa kaivossa, pieneni kahdessa ja kahden kaivon pitoisuuksissa ei havaittu muutosta. Ammoniumtyypen kohdalla ainoastaan kaivojen KevG-A104 ja -A105 näytteissä voidaan havaita pitoisuuden suurenemista. Kloridin ja sulfaatin pitoisuudet suurenevät kaivojen KevG-A106–A108 ja A112 vesinäytteissä (kloridi 6–220 %, sulfaatti 12–159 %).

Kaivojen KevG-A101, -A103, -A104 ja -A108 pumppauksilla on saattanut olla vaikutusta koboltin, kuparin ja nikkelin liikkumiseen maaperässä. Etenkin koboltin ja nikkelin pitoisuudet suurenevät kaivon KevG-A108 vesinäytteissä, ja kloridin ja sulfaatin pitoisuudet kohosivat ainoastaan tämän kaivon viereisten tarkkailukaivojen vesissä, mikä todentaa sen, että mitä suurempi pumppauskaivossa olevan pumpun pumppausnopeus on (ja pumpatun veden määrä) sitä suurempi vaikutus sillä on haitallisten aineiden pitoisuuksiin.

Kaivon KevG-A112 veden haitallisten aineiden pitoisuuksien muutokset eivät vaikuta olevan yhteydessä lähimpänä sijaitsevaan pumppauskaivon KevG-A108 pumppaukseen, sillä vaikka välissä olevien kaivojen KevG-A109 ja -A110 sulfaatti-/kloridipitoisuudet laskivat, KevG-A112 veden pitoisuudet kohosivat. Kaivon KevG-A112 haitallisten aineiden pitoisuuksien vaihtelut johtuvat todennäköisesti muista tekijöistä, kuten lähellä sijaitsevasta taustapumppaamo TP1:sta, hulevesialtaalle johtavasta ojasta ja tasausaltaasta tai Iso Hanhilehto-vaaralta valuvista pintavesistä. Tässä vaiheessa ei voida tehdä mitään johtopäätöksiä pumppausten vaikutuksesta kaivon KevG-A112 veden laatuun.

Kaivojen haitallisten aineiden pitoisuuksien muutosten tulkintaa vaikeuttaa myös se, että kaivojen teräsputkista mahdollisesti kaivoissa olevaan veteen liuenneiden metallien (rauta,

alumiini ja kupari määrää ei tiedetä. Rautapitoisuudet olivat kaivojen vesissä toukokuussa ja heinäkuussa 0,5–23 mg/L. Pumppauskaivojen KevG-A101, -A103, -A104 ja -A108 rautapitoisuudet pienenevät kuitenkin jo heinäkuun näytteissä. Myös hapetus-pelkistysolosuhteet muuttuivat pumppauskaivoissa hapettavimmiksi, jolloin raudan liukoisuus väheni. Alumiinin ja kuparin pitoisuuksien muutoksissa pumppauskaivoissa ei ollut huomattavissa säännönmukaista kehitystä pumppausten aikana. Myös juurisalaojan heinäkuun näytteen rautapitoisuus oli kymmenesosan toukokuun näytteen pitoisuudesta. Raudan pitoisuuden pieneminen pumppauskaivojen vesissä pumppausten aikana voi viitata myös siihen, että tarvitaan pidempiaikainen pumppaus, jotta kaivot huuhtoutuvat riittävästi.

Pumppausten aikana tarkkailtavista pohjavesiputkista otettujen näytteiden haitallisten aineiden pitoisuudet eivät vuoden 2021 aikana muuttuneet merkittävästi. Myöskään kloridipitoisuuksissa ei havaittu oleellisia muutoksia verrattuna aiemmassa velvoitetarkkailussa havaittuihin pitoisuuksiin. Suurimmillaan kloridipitoisuus oli putken KevG-30 näytteissä 330 mg/L ja 340 mg/L.

Pumppauskaivojen haitta-ainepitoisuudet on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1.

4.6.2 Pohjavesiputkien veden laatu

Rikastushiekka-altaan A-luoteiskulmassa sijaitsevien pohjavesiputkien näytetulokset on koottu Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen ympäristötarkkailuohjelman mukaisista velvoitetarkkailunäytteiden kuukausittaisista analyysituloksista (Eurofins Environment tulosportaali) ja ne on kokonaisuudessaan esitetty tämän raportin liitteessä 2.

Pumppausalueen läheisyydessä sijaitsevat pohjavesiputket KevG-14, -30, -44, -45, -46, -48 ja -57. Pohjavesiputki KevG-14, joka sijaitsee nykyisen rikastushiekka-allas A:n luoteiskulman läheisyydessä, asennettiin alueelle vuonna 2010. Tarkasteltavista pohjavesiputkista suurin osa (KevG-14, -30, -45, -46 ja -48) jääty talvisin, jolloin niistä ei saada näytettä.

Tarkasteltavien pohjavesiputkien elohopean, lyijyn, antimonin, arseenin ja nitraatin pitoisuudet eivät ole ylittäneet vertailuarvona käytettävää ympäristölaatonormin pitoisuutta, vaikka näiden aineiden, lukuun ottamatta nitraattia, taustapitoisuudet hetkellisesti ylittivät vertailupitoisuuden. Kadmiumin pitoisuudet ovat pysyneet kaivoksen toiminnan aikana tutkimusalueella pieninä.

Kobolttin pitoisuus on ylittänyt pohjavesiputkessa KevG-30 vertailuarvona käytettävän ympäristölaatonormin (2 µg/L) koko mittaushistorian ajan ja on edelleen nousussa. Pitoisuus on ylittänyt vertailuarvon muissakin havainnoitavissa näytepisteissä lukuun ottamatta putkea KevG-46 vuodesta 2019 alkaen. Pohjavesiputken KevG-46 12 kuukauden keskiarvopitoisuus on 1,95 µg/l. Kobolttin taustapitoisuudet ovat kuitenkin olleet paikallisesti jopa noin 30-kertaisia.

Kromin pitoisuus on ylittänyt pohjavedentarkkailuputkessa KevG-46 vertailuarvon putken

asennuksen jälkeisinä kahtena kuukautena, mutta sen jälkeen pitoisuudet ovat laskeneet ajoittain jopa alle määritysrajan. Pohjavesiputkien KevG-45, -48 ja -57 kromipitoisuudet ovat lähellä taustapitoisuutta.

Kuparipitoisuus on nousussa putkissa KevG-14 ja KevG-48 sekä lievässä nousussa pohjavesihavaintopaikoissa KevG-44 ja -45. Putkessa KevG-14 kuparin pitoisuus on kohonnut putken taustapitoisuuteen (3,7 µg/L) verrattuna noin kahdeksankertaiseksi. Pohjavesiputkissa KevG-14 ja -57 kuparin vertailupitoisuus on ylittynyt kesäkuusta 2020 lähtien.

Sinkkipitoisuudet ovat suuria (600–5000 µg/L) putkissa KevG-44, -45, -46 ja -57. Nämä putket on asennettu vuosina 2019 ja 2020, joten mittaushistoriaa ei ole vielä riittävästi varmojen johtopäätöksien tekemiseksi pitoisuuden muutoksista. Muissa putkissa tulokset ovat olleet pieniä (2–10 µg/L).

Nikkelin pitoisuudet ovat ylittäneet vertailuarvona pidettävän 10 µg/l jokaisessa havaintopaikassa eikä sen pitoisuuksia ei ole saatu pienemmään. Kloridin pitoisuudet ovat kohonneet taustapitoisuuksiin (0,05 – 4,7 mg/L) nähden lähes kaikissa pohjavesiputkissa. Kloridipitoisuus on rikastushiekka-allasta lähimpänä olevien pohjavesiputkien vesissä kohonnut vuodesta 2017 lähtien, mutta näyttäisi siltä, että pitoisuuden nousu on taittunut.

Sulfaattipitoisuudet ovat kohonneet selkeimmin verrattuna taustapitoisuuteen (1,2 –79 µg/L) pohjavedenhavaintopaikoissa KevG-30, -44, -45 ja -48. Myös pohjavesiputkien KevG-30 ja -48 vedessä pitoisuudet ovat nousseet.

Sähkönjohtavuus on nousussa lähimpänä rikastushiekka-allas A:ta sijaitsevissa pohjavesiputkissa KevG-14, -30 ja -48. Pohjavesiputkessa KevG-45 suurimmat mittaustulokset sekä kloridipitoisuudelle että sähkönjohtavuudelle saatiin keväällä ja kesällä 2021. Tulokset olivat viisinkertaisia edelliseen kahteen vuoteen verrattuna. Kloridin pitoisuus ja sähkönjohtavuus ovat yhteydessä toisiinsa. Keväisin kloridipitoisuudet ovat nousseet alkutalven pitoisuuksista, mikä voidaan tulkita johtuvan routaantuneisiin maakerroksiin patoutuneilla kertymillä. Kesällä pitoisuudet ovat hieman laskeneet, jasyksyllä 2021 pitoisuuksien jyrkän kasvun voidaan havaita taittuneen. Kevään ja kesän hetkellisesti kohonneet kloridipitoisuudet pohjavedessä ovat tavallisia. Myös leuto talvi voi aiheuttaa pohjaveden kloridipitoisuuden kohoamista.

”Rikastushiekka-allas A:n ympäristössä pohjaveden pH on loivasti laskussa lähes kaikissa pohjavesiputkissa. Mitatut pH-arvot ovat olleet välillä 5.8–6.1 vuodesta 2020 lähtien.

”Suurimmat pitoisuudet alueella havaittiin altaan luoteiskulmalta lounaaseen sijaitsevilla tarkkailuputkilla KevG-14, KevG-30 ja KevG-48. Vuoden 2021 tulosten mukaan pitoisuudet ovat tasoittumassa ja osittain kääntymässä laskuun sulfaatin ja kloridin, sekä näistä johtuen myös

sähköjohtavuuden osalta. Metallipitoisuudet näyttäisivät olevan tasoittumassa kyseisillä tarkkailupisteillä, vaikkakin putkelta KevG-14 mitattiin joulukuussa uusi nikkelin huippupitoisuus 210 µg/l. Muutosten taustalla voivat olla suojapumppaukset altaan luoteispuolella.” (Eurofins, Boliden Kevitsa vuosiyhteenveto pohjavedet 2021.)

4.6.3 Rikastushiekka-altaan suotovedet

Rikastushiekka-altaan A suotovesiä tarkkailtiin pumppauksen aikana taustapumppaamolta TP1 (KevP-4a3) ja altaan pohjoisen padon juurisalojasta pumpattavasta vedestä (KevP-13b). Metallipitoisuuksien vertailemiseksi näytteistä määritettiin samat parametrit kuin pohjavesien havaintopaikoilta.

Taulukko 5. Taustapumppaamon TP1 (KevP-4a3) ja pohjoispadon juurisalojan KevP-13b vesinäytteistä mitattujen parametrien vaihteluvälit ja mediaanit ajalta 2014–2021 sekä parametrien arvioituja muutossuuntia.

Parametri	Tarkkailupiste ja parametrin arvioitumuutossuunta				
	KevP-4a3 (TP1)2021		KevP-13b (2021)		
	Vaihteluväli	Mediaani	Vaihteluväli	Mediaani	
Elohopea (µg/L)	0,01 ^c –0,043	0,01	0,01 ^c –0,027	0,01	
Kadmium (µg/L)	0,049–0,098	0,064	0,005	0,005	
Koboltti (µg/L)	10–105	61,7	4,7–30,2	13	↑
Kromi (µg/L)	0,57–11	0,86	0,05–0,65	0,4	↓
Kupari (µg/L)	6,9–31	13	0,065–390	2,1	↓
Lyijy (µg/L)	0,01–0,54	0,022	0,01	0,01	
Nikkeli (µg/L)	80–330	200	3,1–880	19,5	↑
Sinkki (µg/L)	1,5–9,5	4,4	0,23–6	0,34	
Antimoni (µg/L)	0,025 ^c –0,52	0,1	0,025 ^c –0,25	0,1	↓
Arseeni (µg/L)	0,13–0,59	0,175	0,03–0,41	0,39	↓
Typpi, NO ₃ -N (µg/L)	81–6200	720	2 ^c –42	2,5	
Typpi, NH ₄ -N (µg/L)	2 ^c –170	43	320–1400	970	↑
Kloridi (mg/L)	48–300	180	110–420	365	
Sulfaatti (mg/L)	200–770	380	250–1200	810	↑
pH	6.5–7.6	7.2	6.6–8.6	7	
Sähköjohtavuus (mS/m)	64–230	140	130–310	260	↑

^a Tulokset on kerätty Eurofins Environment tulosportaalista, ja ilmoitettu vaihteluvälein.; ^b ↑ Nouseva trendi, ↓ Laskeva trendi.; ^c Määrittelyrajan alittava pitoisuus, joka on esitetty taulukossa siten, että määrittelyraja on puolitetty.

Rikastushiekka-allas A:han sijoitetussa rikastushiekassa on ympäristölle haitallista kromia, kuparia ja nikkeliä, joista osa liukenee rikastushiekan huokosveteen ja kulkeutuu suotoveden mukana altaan juurisalaojiin. Kromin pitoisuus on kuitenkin hyvin pieni juurisalaojan vedessä verrattuna kuparin ja nikkelin pitoisuuksiin sen muodostamien niukkaliukoisten yhdisteiden vuoksi.

5. Yhteenveto

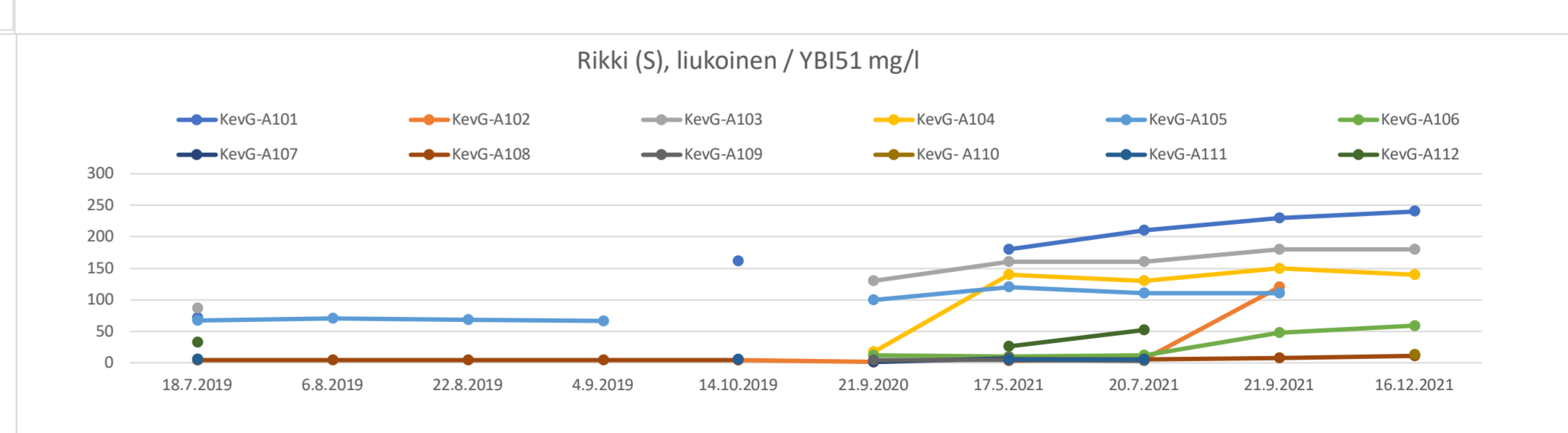
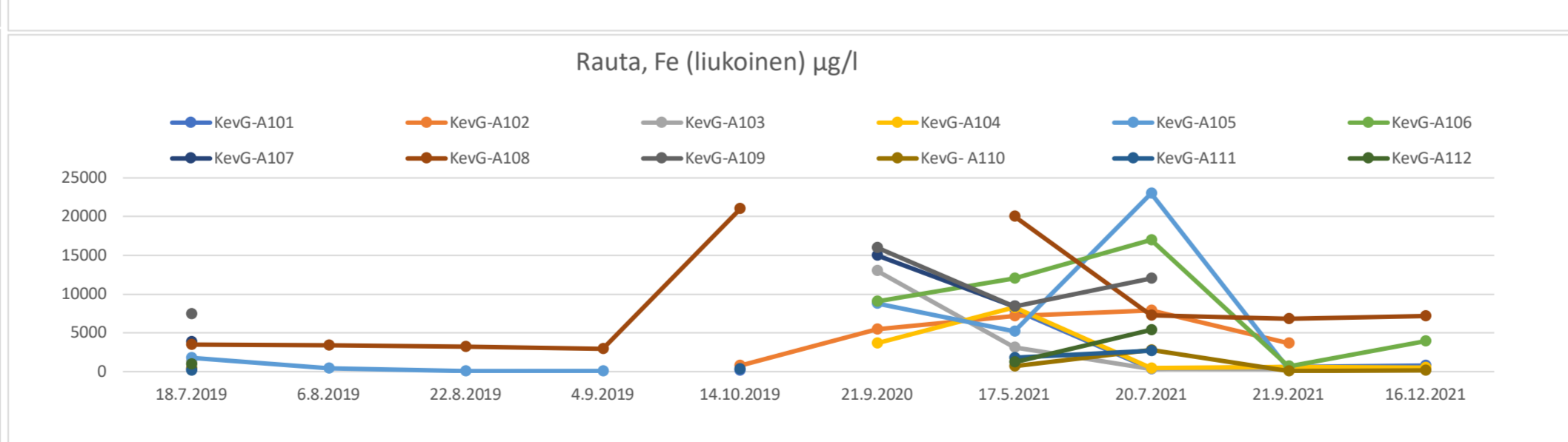
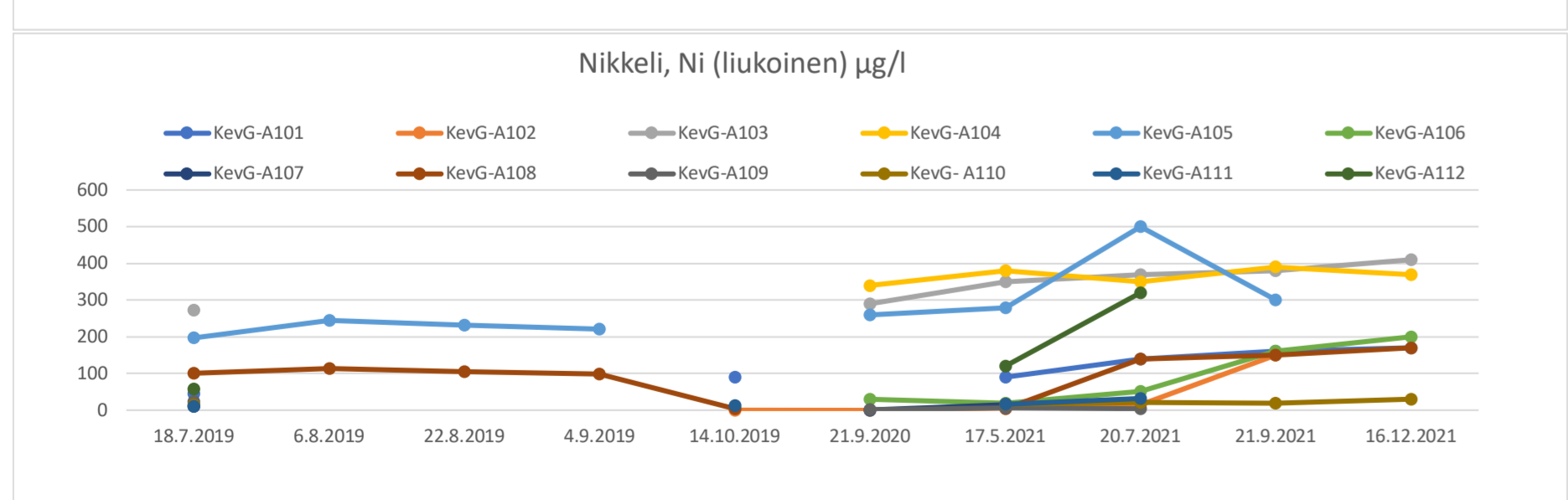
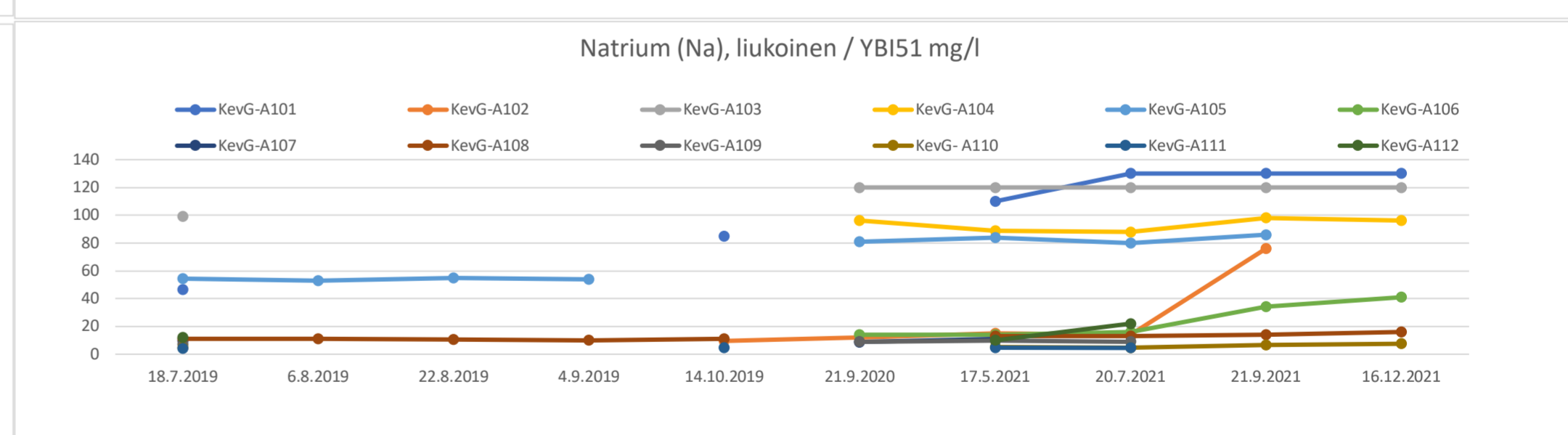
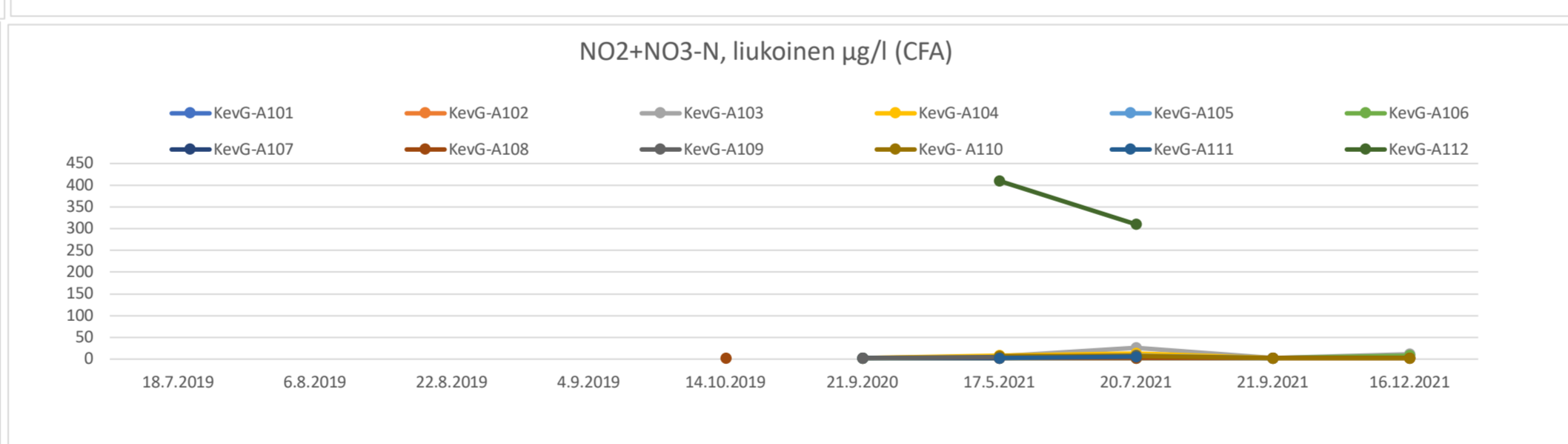
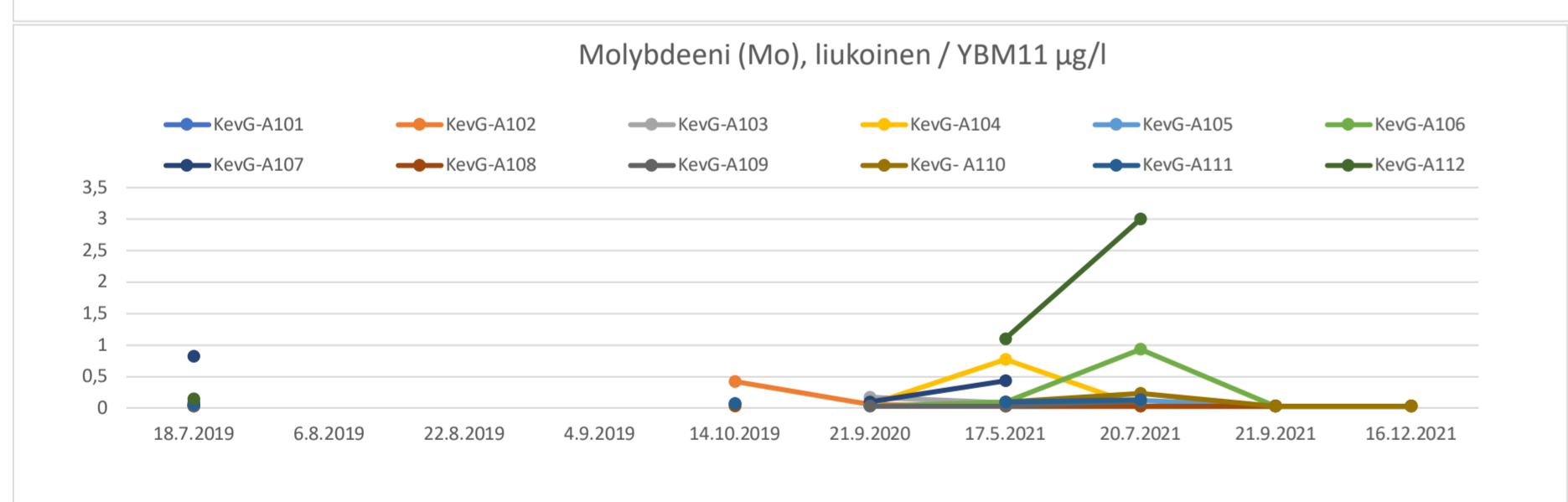
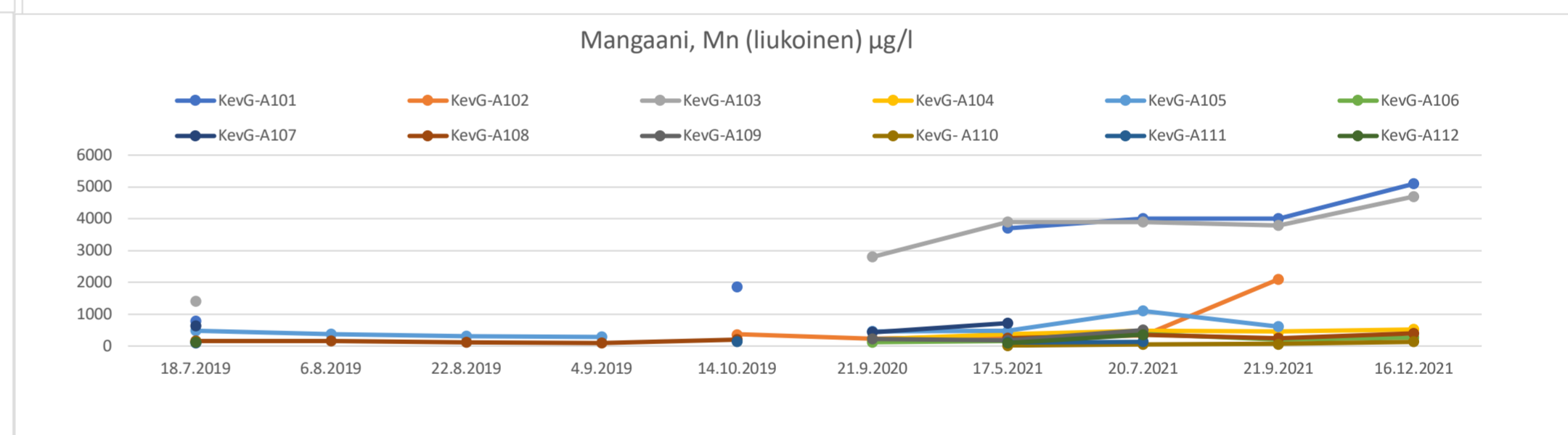
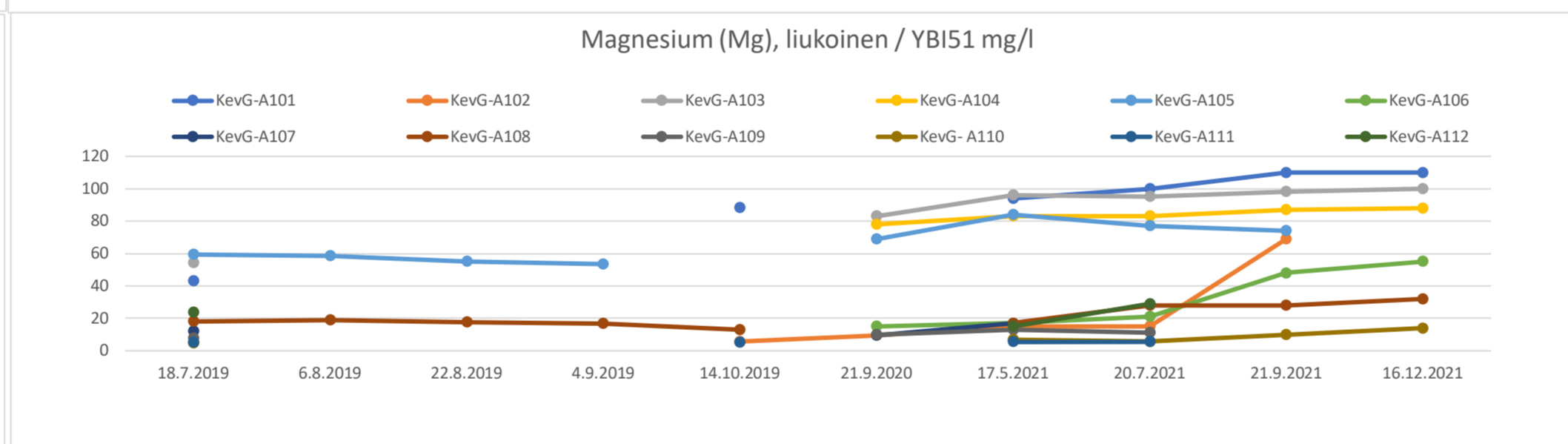
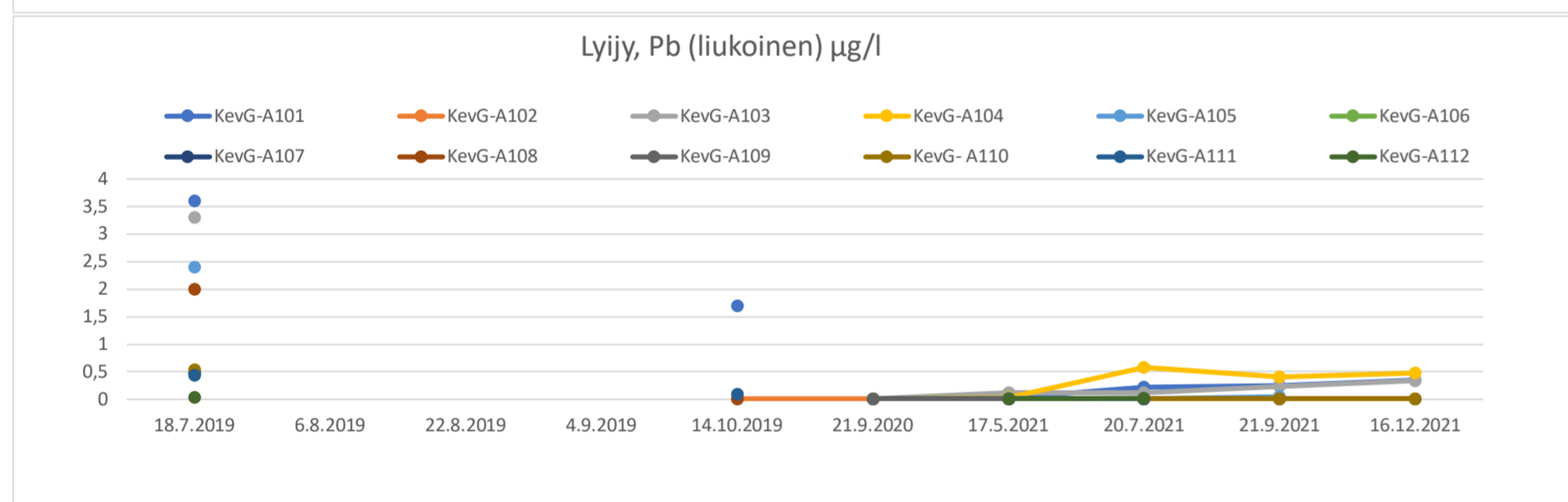
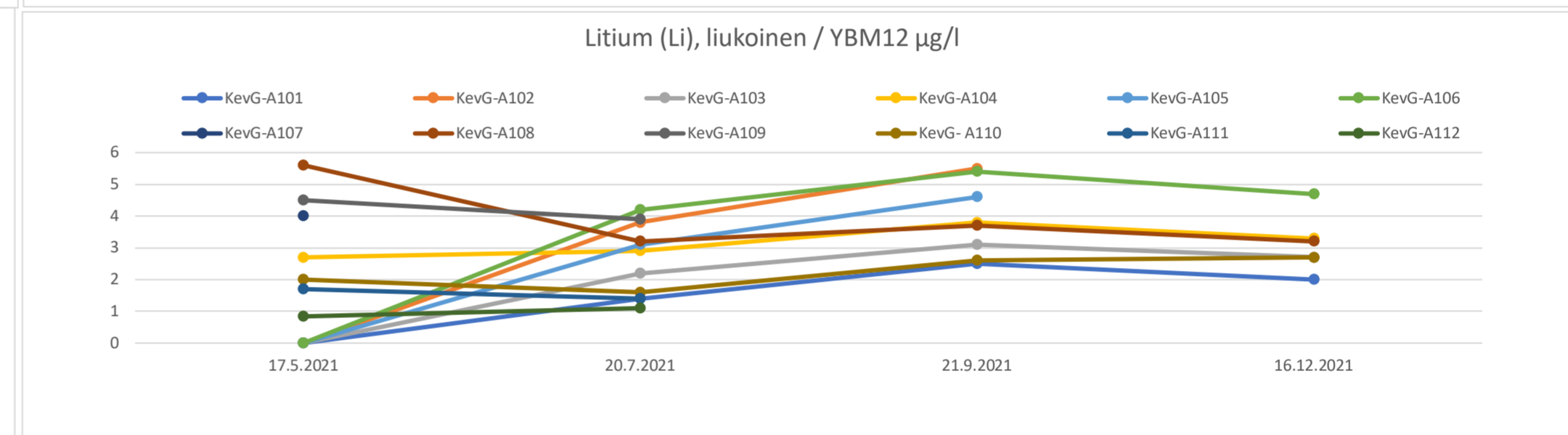
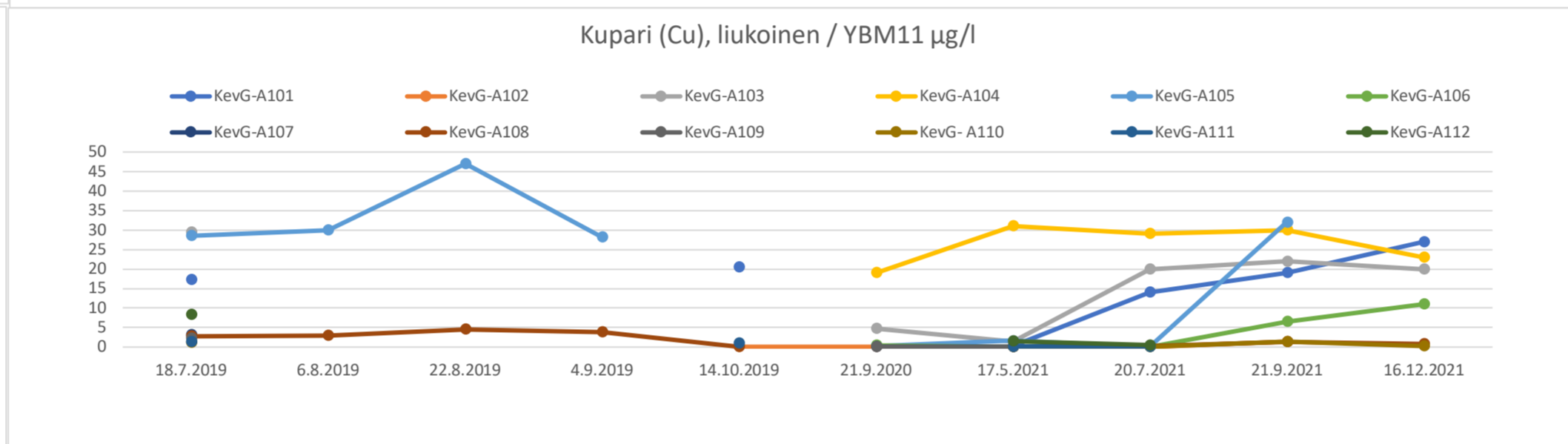
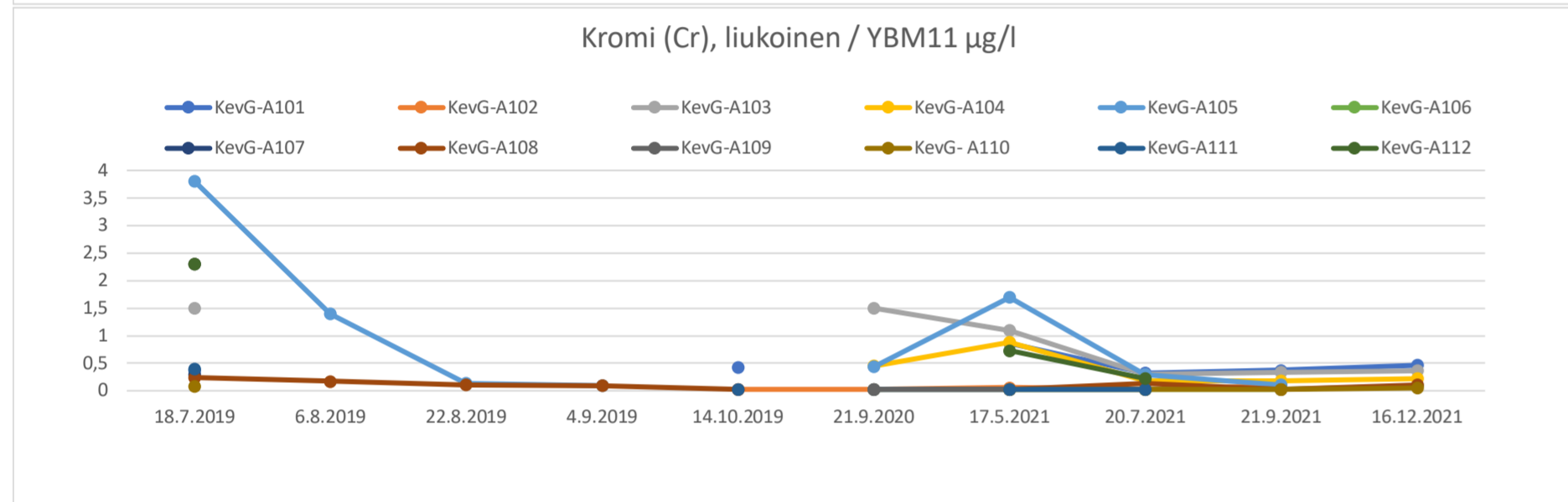
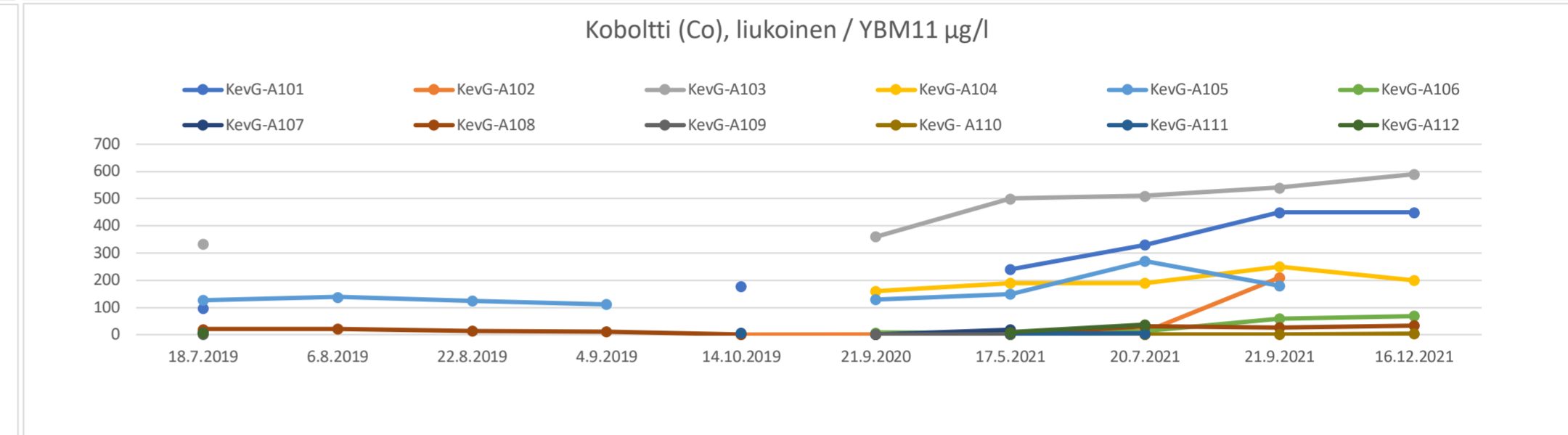
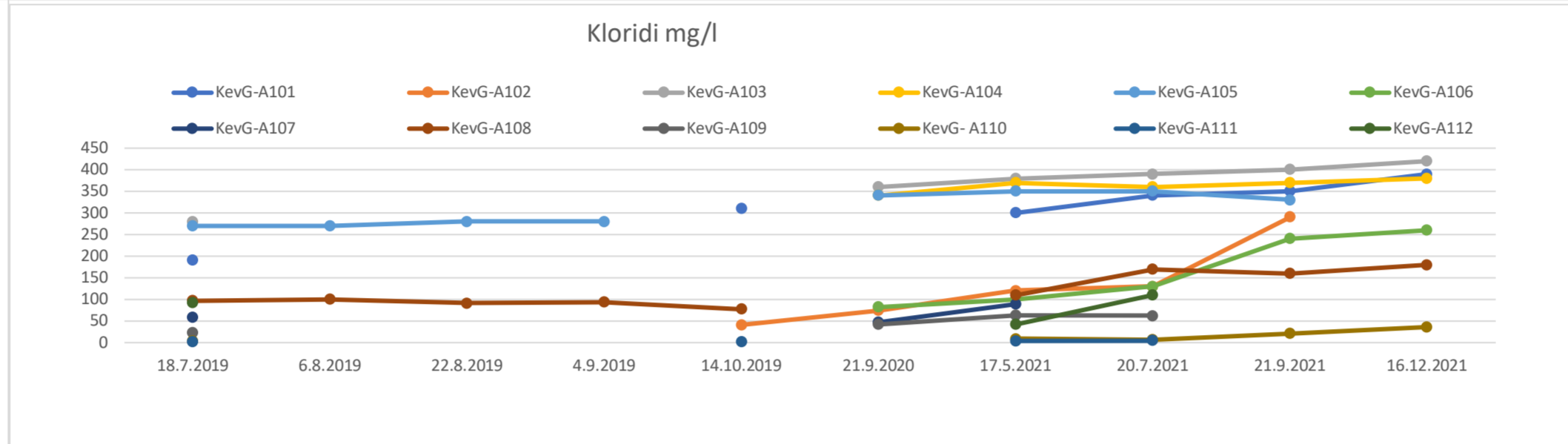
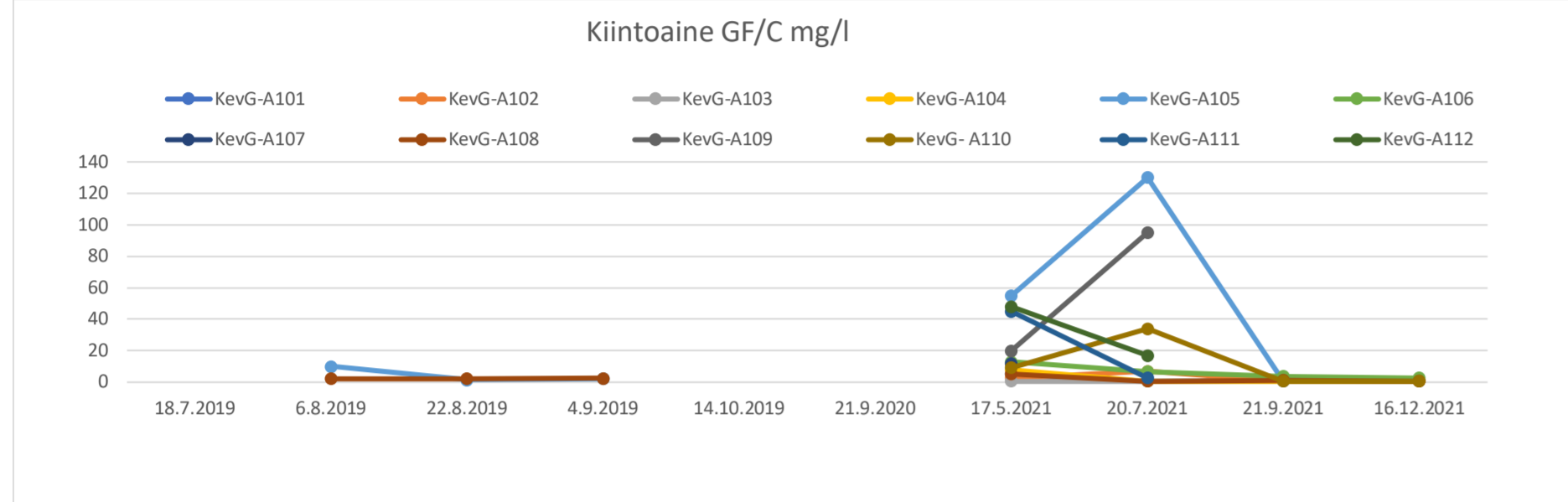
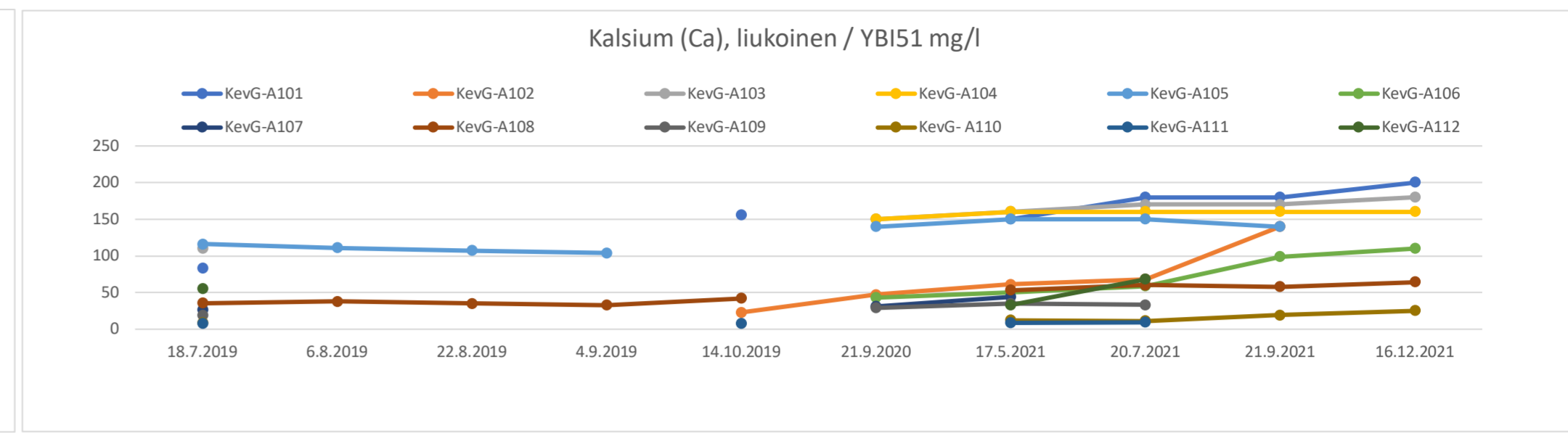
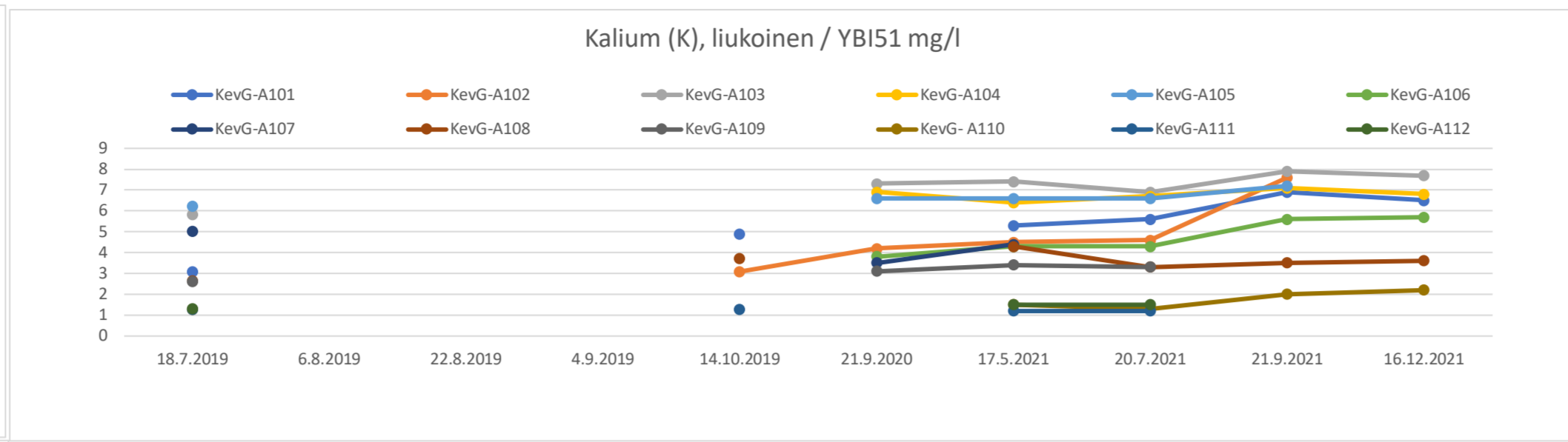
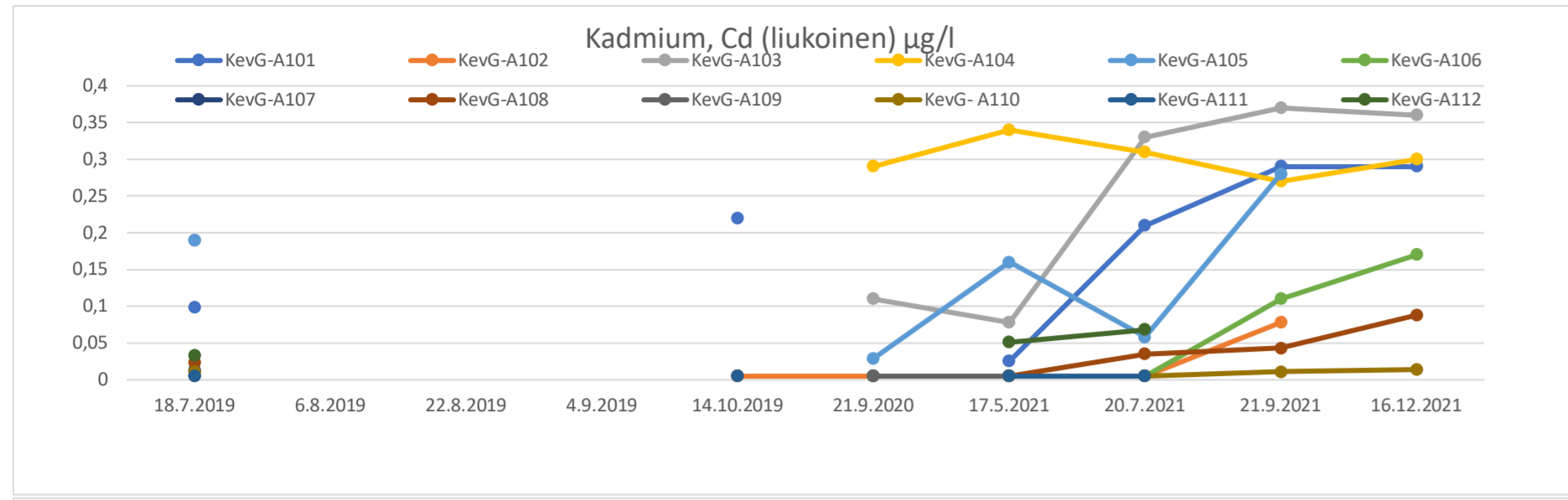
Pumpattavia suotovesiä ja suojapumppausalueen läheisyydessä sijaitsevien pohjavesitarkkailuputkien pinnankorkeutta ja veden laatua on seurattu suojapumppauksille laaditun erillisen tarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailusuunnitelma on laadittu pumppauksen aloittamisvaiheen tarkkailua varten. Suunnitelmaa noudatetaan niin kauan, kunnes pumppausjärjestelyn toimivuus ja pumppauksen tehokkuus voidaan varmistaa siten, että suunnitellut pohjaveden pinnan tason alenemat saavutetaan, pumppausparametrit tunnetaan, patorakenteiden toimivuus ja vakaus varmennetaan sekä riittävät tarkkailumenetelmät ja näytteenottoitiheys mahdollisten haitallisten vaikutusten havaitsemiseksi rikastushiekka-altaan ympäristössä varmistetaan. Tarkkailusuunnitelma on osittain päällekkäinen Kevitsan kaivoksen tuotanto- vaiheen tarkkailusuunnitelman kanssa ja sitä täydentävä.

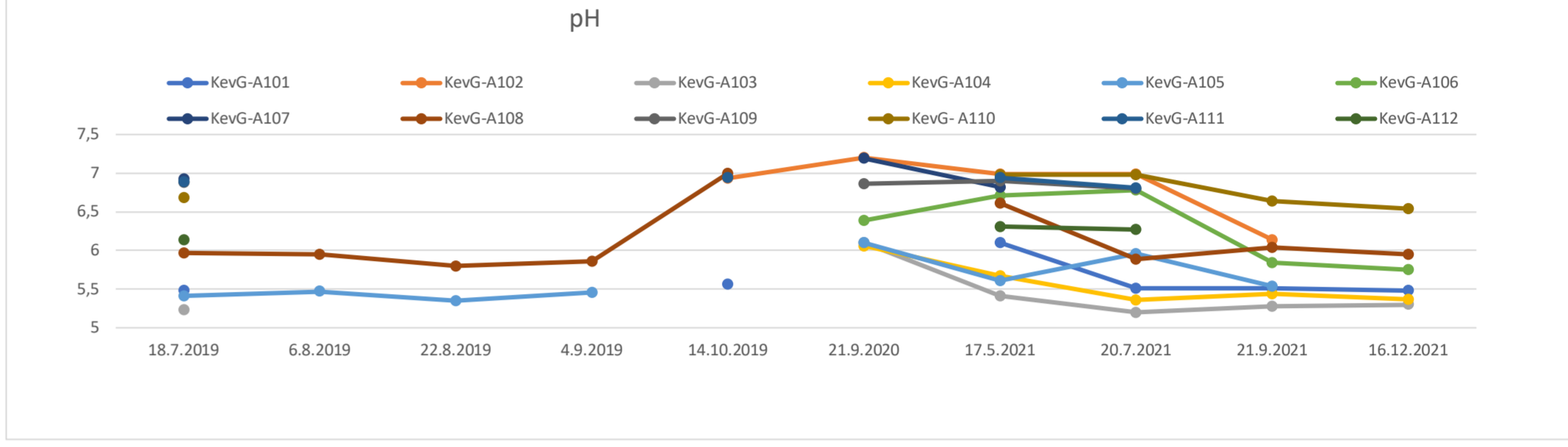
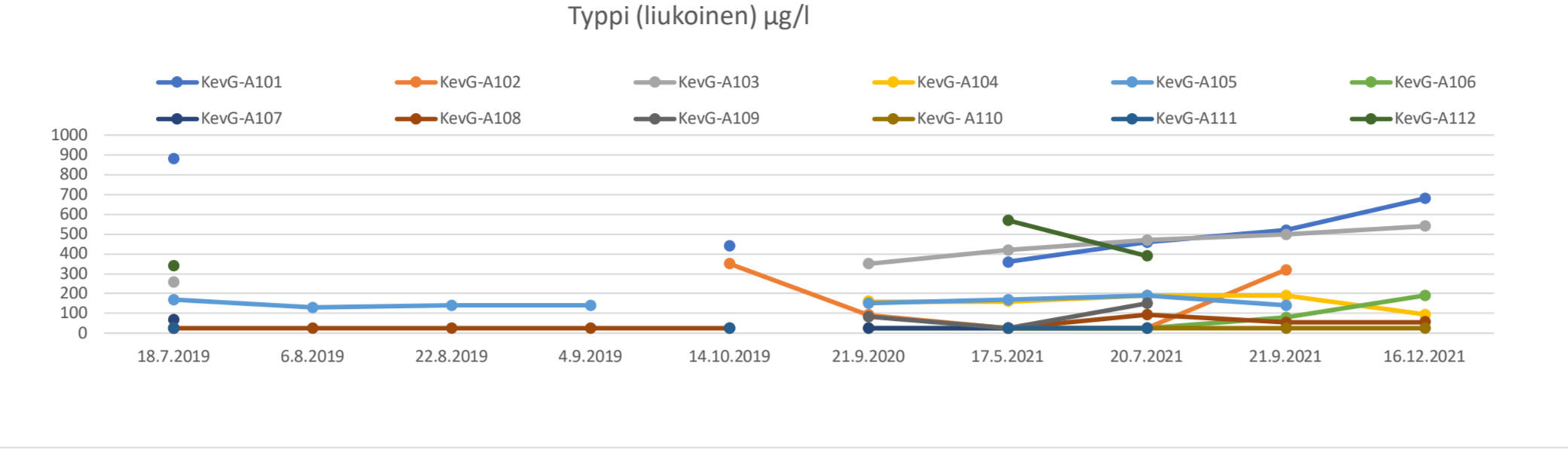
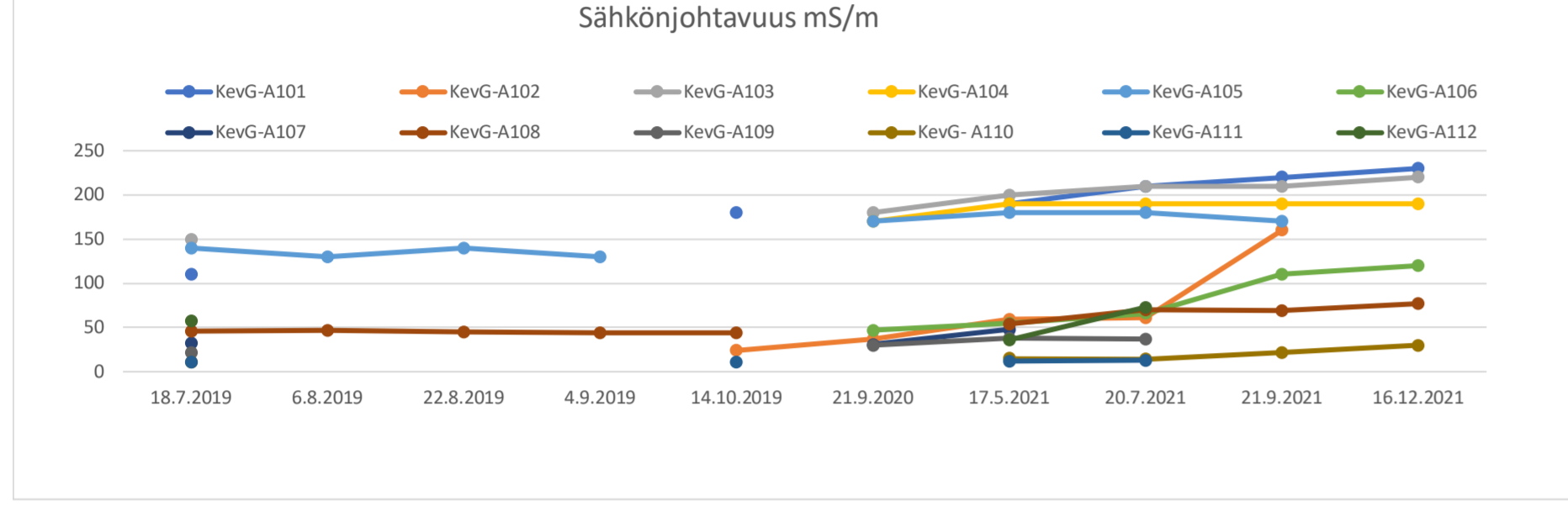
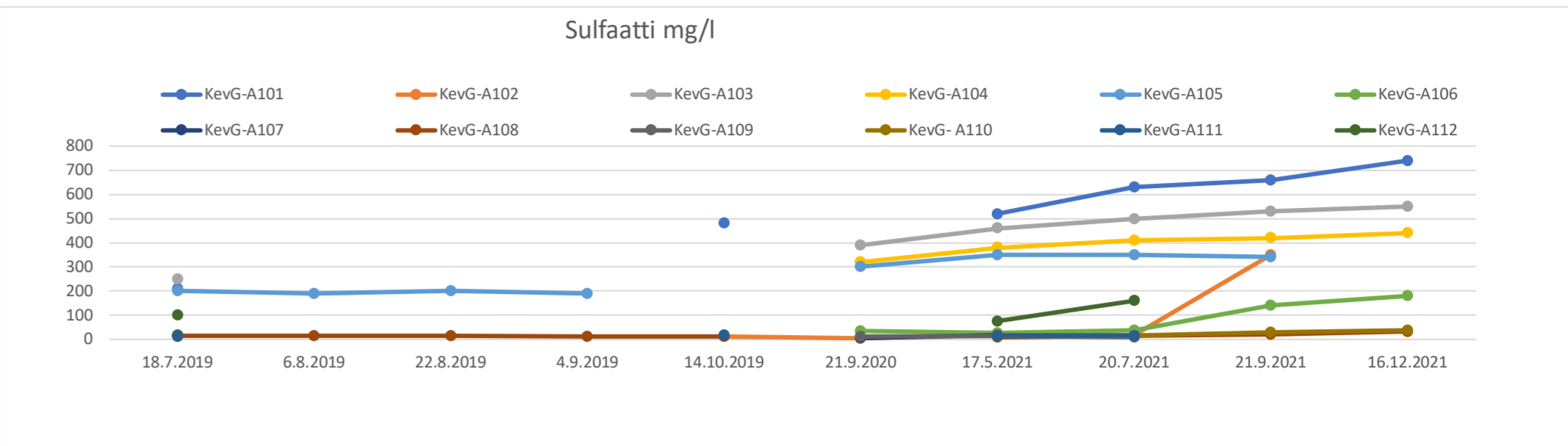
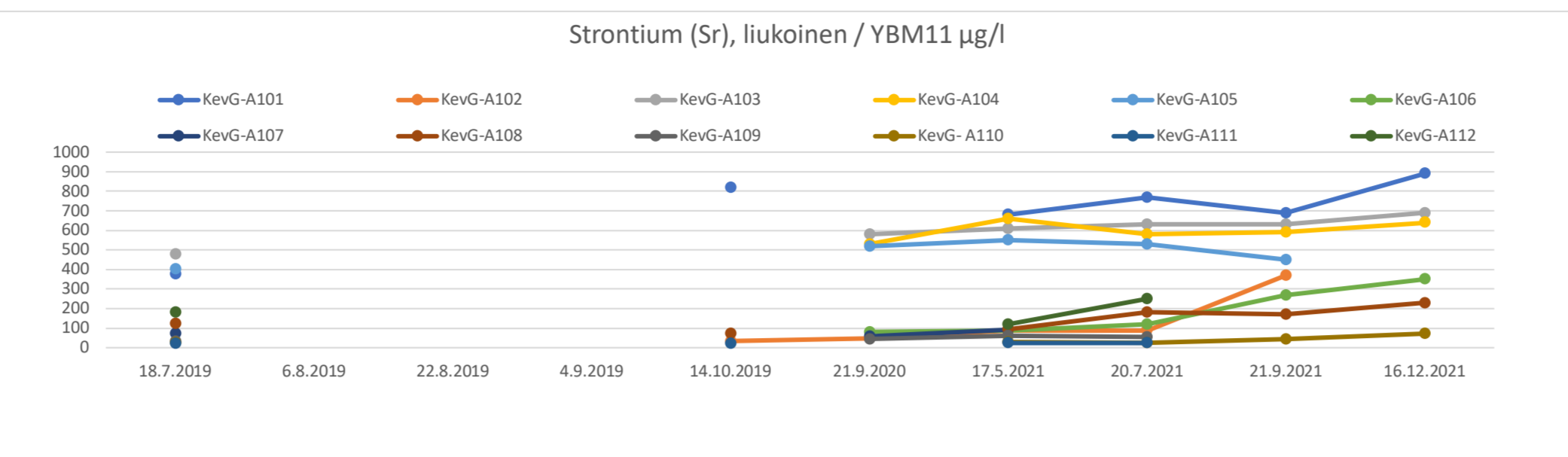
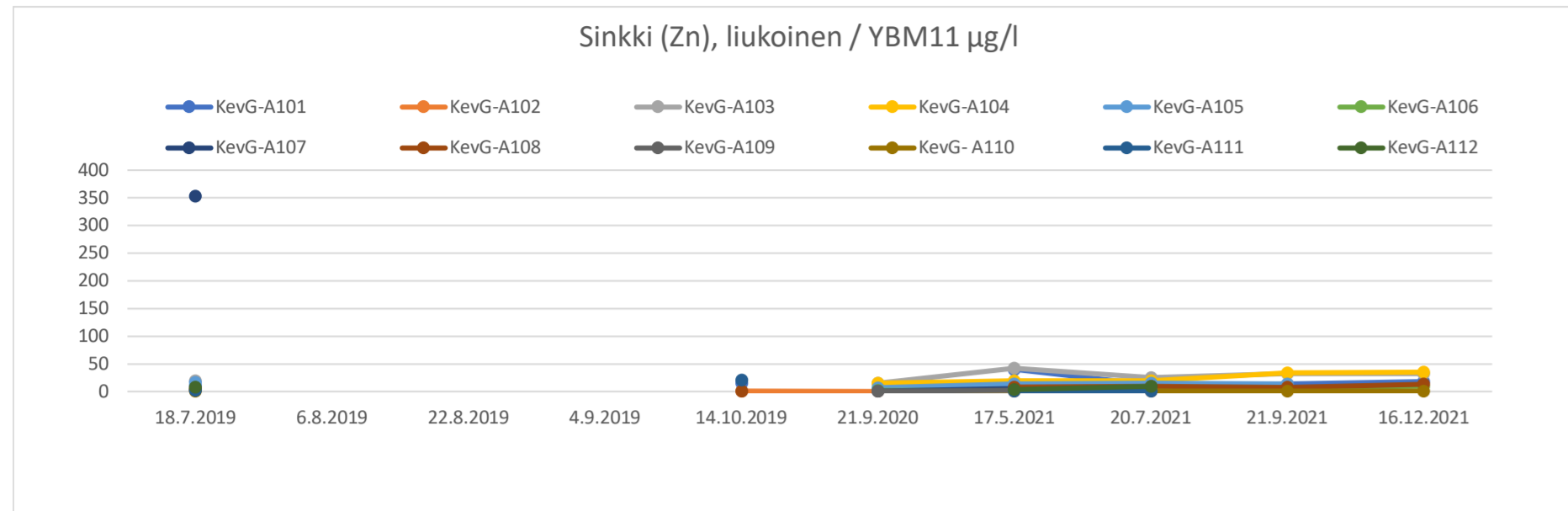
Vuoden 2021 aikana suojapumppauksilla ei ole ollut merkittävää pienentävää vaikutusta tutkimusalueen haitallisten aineiden pitoisuuksiin, vaikka tarkkailuputkissa KevG-14, KevG-30 ja KevG-48 pitoisuudet ovat tasoittumassa ja osittain kääntymässä laskuun sulfaatin ja kloridin, sekä sitä kautta sähkönjohtavuuden osalta. Myös metallipitoisuudet näyttäisivät olevan tasoittumassa. Pumppausjärjestelyllä ei ole saavutettu haluttua pohjavedenpinnan alenemaa vuoden 2021 aikana eikä siten riittävän merkittävää ja tehokasta suojapumppauksen vaikutusta rikastushiekka-altaan luoteiskulman ympäristön pohjavesiin ja etenkin pumppausalueen eteläpäässä on vesien keräysmäärää lisättävä.

SUOJAPUMPPAUSKAIVOJEN ANALYYSITULOKSET 2021

Parametri	Alkaliniteetti	Alumiini (Al) liukoisen / YBM11	Ammoniumtyppi (liukoinen)	Antimoni, Sb (liukoinen)	Arseeni (As) liukoisen / YBM11	Bikarbonaatti	Bromi (Br) liukoisen / YBM13	Elohopea (Hg) liukoisen / YBM11	Fosfaattifosfori (PO ₄ -P) liuk. (µg/l)	Kadmium, Cd (liukoinen)	Kalium (K) liukoisen / YBI51	Kalsium (Ca) liukoisen / YBI51	Kiintoaine GF/C	Kloridi	Koboltti (Co) liukoisen / YBM11	Kromi (Cr) liukoisen / YBM11	Kupari (Cu) liukoisen / YBM11	Litium (Li) liukoisen / YBM12	Lyijy, Pb (liukoinen)	Magnesium (Mg) liukoisen / YBI51	Mangaani, Mn (liukoinen)	Molybdeeni (Mo) liukoisen / YBM11	NO ₂ +NO ₃ -N liukoinen µg/l (CFA)	Natrium (Na) liukoisen / YBI51	Nikkeli, Ni (liukoinen)	Rauta, Fe (liukoinen)	Rikki (S) liukoisen / YBI51	Sameus FTU	Sinkki (Zn) liukoisen / YBM11	Strontium (Sr) liukoisen / YBM11	Sulfaatti	Sähkönjohtavuus	Tiosulfatti (IC) mg/l	Typpi (liukoinen)	Vanadiini (V) liukoisen / YBI11	pH					
Yksikkö	mmol/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mS/m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		
KevG-A101	18.7.2019	0,32	33,1	24	0,025	0,08		0,01	2,9	0,099	3,08	83,1		190	97,1	0,37	17,2		3,6	43,2	779	0,025		46,4	44,5	215	71,9	0,61	10,2	377	210	110			880	0,14	5,48				
KevG-A101	6.8.2019																																								
KevG-A101	22.8.2019																																								
KevG-A101	4.9.2019																																								
KevG-A101	14.10.2019	0,23	58,1	91	0,025	0,09		0,01	4,4	0,22	4,89	156		310	177	0,42	20,5		1,7	88,4	1850	0,064		85,1	89,6	193	161	0,31	15,3	818	480	180			440	0,097	5,56				
KevG-A101	21.9.2020																																								
KevG-A101	17.5.2021	0,7	35	210	0,025	0,12	mg/l	0,01	2,4	0,025	5,3	150	5	300	240	0,86	0,29		0,026	94	3700	0,025	2,5	110	90	8000	180	0,61	40	680	520	190	2,5	360	2,5	6,1					
KevG-A101	20.7.2021	0,38	58	270	0,025	0,15	23	2200	0,01	4,2	0,21	5,6	180	0,5	340	330	0,32	14	1,4	0,22	100	4000	0,025	2,5	130	140	360	210	0,63	12	770	630	210	2,5	460	2,5	5,51				
KevG-A101	21.9.2021	0,39	66	340	0,025	0,19	24	2700	0,01	2,9	0,29	6,9	180	1	350	450	0,37	19	2,5	0,25	110	4000	0,025	2,5	130	160	610	230	0,36	14	690	660	220	2,5	520	2,5	5,51				
KevG-A101	16.12.2021	0,3	95	350	0,025	0,051	18	2600	0,01	3,1	0,29	6,5	200	0,5	390	450	0,46	27		0,35	110	5100	0,025	2,5	130	170	820	240	0,15	18	890	740	230	2,5	680	2,5	5,48				
KevG-A102	18.7.2019																																								
KevG-A102	6.8.2019																																								
KevG-A102	22.8.2019																																								
KevG-A102	4.9.2019																																								
KevG-A102	14.10.2019	0,4	2,5	9,5	0,025	0,025		0,01	1	0,005	3,09	22,9		41	0,12	0,025	0,071		0,01	5,71	363	0,42		9,54	0,097	769	4,13	29	0,38	34,1	13	24			350	0,025	6,93				
KevG-A102	21.9.2020	1,02	2,5	9,5	0,025	0,025		0,01	10	0,005	4,2	47		74	0,19	0,025	0,059		0,01	9,6	230	0,055	2,5	12	0,14	5500	1,5	46	0,1	47	4,6	37	2,5	92	0,025	7,2					
KevG-A102	17.5.2021	1,6	2,5	13	0,025	0,088		0,01	5,9	0,005	4,5	61	2,6	120	7,3	0,055	0,025		0,01	15	300	0,025	2,5	15	5,2	7200	8,3	56	0,91	87	23	59	2,5	25	2,5	6,99					
KevG-A102	20.7.2021	1,5	2,5	11	0,025	0,025	91	900	0,01	6,1	0,005	4,6	68	7	130	10	0,025	0,025	3,8	0,01	15	340	0,025	11	14	15	7900	5,9	25	0,92	89	18	61	2,5	25	2,5	6,99				
KevG-A102	21.9.2021	0,99	18	190	0,025	0,15	60	2100	0,01	3,9	0,078	7,6	140	0,5	290	210	0,092	1,4	5,5	0,01	69	2100	0,025	2,5	76	150	3700	120	4,2	6,1	370	350	160	2,5	320	2,5	6,14				
KevG-A102	16.12.2021																																								
KevG-A103	18.7.2019	0,24	183	88	0,025	0,16		0,01	7,3	0,19	5,81	110		280	333	1,5	29,5		3,3	54,2	1400	0,025		99,4	273	1300	87	0,25	18,9	478	250	150			260	0,38	5,23				
KevG-A103	6.8.2019																																								
KevG-A103	22.8.2019																																								
KevG-A103	4.9.2019																																								
KevG-A103	14.10.2019																																								
KevG-A103	21.9.2020	0,68	130	180	0,025	0,15		0,01	8,7	0,11	7,3	150		360	360	1,5	4,7		0,01	83	2800	0,17	2,5	120	290	13000	130	6,5	15	580	390	180	2,5	350	0,025	6,1					
KevG-A103	17.5.2021	0,52	210	270	0,025	0,23		0,01	4,6	0,078	7,4	160	0,5	380	500	1,1	1,4		0,12	96	3900	0,079	6,3	120	350	3100	160	0,84	42	610	460	200	2,5	420	2,5	5,41					
KevG-A103	20.7.2021	0,33	220	280	0,025	0,27	20	2300	0,01	5,7	0,33	6,9	170	0,5	390	510	0,3	20	2,2	0,12	95	3900	0,025	2,5	120	370	350	160	0,075	25	630	500	210	2,5	470	2,5	5,2				
KevG-A103	21.9.2021	0,32	230	330	0,025	0,29	20	2600	0,01	5,9	0,37	7,9	170	0,5	400	540	0,33	22	3,1	0,24	98	3800	0,025	2,5	120	380	320	180	0,075	32	630	530	210	2,5	500	2,5	5,28				
KevG-A103	16.12.2021	0,28	280	360	0,025	0,083	17	2500	0,01	5,6	0,36	7,7	180	0,5	420	590	0,36	20	2,7	0,34	100	4700	0,025	2,5	120	410	360	180	0,075	32	690	550	220	2,5	540	2,5	5,3				
KevG-A104	18.7.2019																																								
KevG-A104	6.8.2019																																								
KevG-A104	22.8.2019																																								
KevG-A104	4.9.2019																																								
KevG-A104	14.10.2019																																								
KevG-A104	21.9.2020	0,37	76	2,5	0,025	0,082		0,01	13	0,29	6,9	150		340	160	0,45	19		0,01	78	210	0,054	2,5	96	340	3700	17	1,5	15	530	320	170	2,5	160	0,072	6,06					
KevG-A104	17.5.2021	0,62	190	2,5	0,025	0,28	2300	0,01	9,1	0,34	6,4	160	7,8	370	190	0,88	31	2,7	0,039	83	370	0,77	8	89	380	8300	140	13	19	660	380	190	2,5	160	2,5	5,67					
KevG-A104	20.7.2021	0,41	83	17	0,1	0,13	25	2200	0,01	9,1	0,31	6,7	160	0,5	360	190	0,18	29	2,9	0,58	83	490	0,025	13	88	350	470	130	0,34	19	580	410	190	2,5	190	2,5					

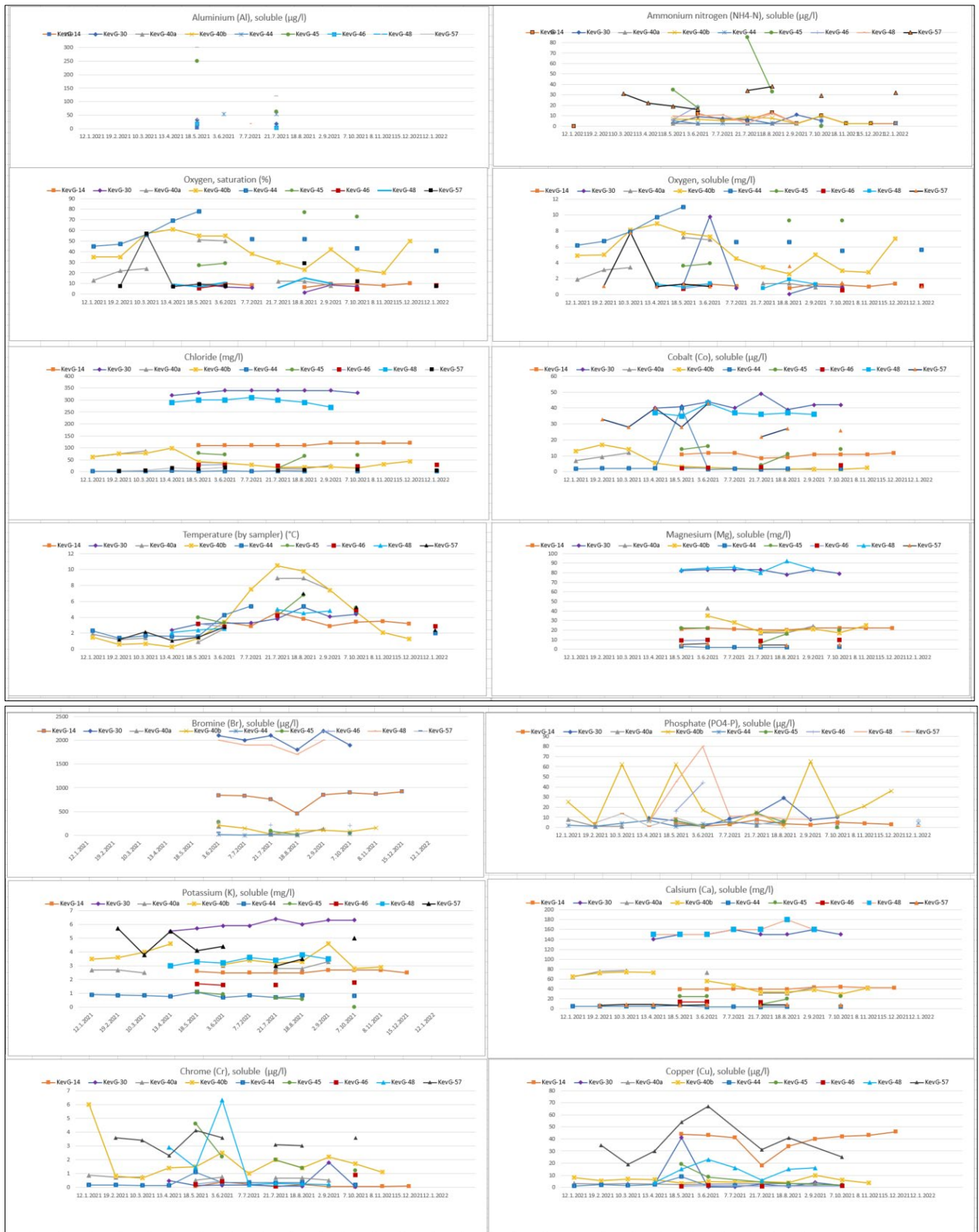
Parametri	Alkaliniteetti	Alumiini (Al), liukoinen / YBM11 μg/l	Ammoniumtyppi (liukoinen) μg/l	Antimoni, Sb (liukoinen) μg/l	Arseeni (As), liukoinen / YBM11 μg/l	Bikarbonaati mg/l	Bromi (Br), liukoinen / YBM13 μg/l	Elohopea (Hg), liukoinen / YBM11 μg/l	Fosfaattifosfori (PO4-P), liuk. (μg/l)	Kadmium, Cd (liukoinen) μg/l	Kalium (K), liukoinen / YBI51 mg/l	Kalsium (Ca), liukoinen / YBI51 mg/l	Kiintoaine GF/C mg/l	Kloridi mg/l	Koboltti (Co), liukoinen / YBM11 μg/l	Kromi (Cr), liukoinen / YBM11 μg/l	Kupari (Cu), liukoinen / YBM11 μg/l	Litium (Li), liukoinen / YBM12 μg/l	Lyijy, Pb (liukoinen) μg/l	Magnesium (Mg), liukoinen / YBI51 mg/l	Mangaani, Mn (liukoinen) μg/l	Molybdeeni (Mo), liukoinen / YBM11 μg/l	NO2+NO3-N, liukoinen (CFA) μg/l	Natrium (Na), liukoinen / YBI51 mg/l	Nikkel, Ni (liukoinen) μg/l	Rauta, Fe (liukoinen) μg/l	Rikki (S), liukoinen / YBI51 mg/l	Sameus FTU	Sinkki (Zn), liukoinen / YBM11 μg/l	Strontium (Sr), liukoinen / YBM11 μg/l	Sulfaatti mg/l	Sähköjohtavuus mS/m	Tiosulfatti (IC) mg/l	Typpi (liukoinen) μg/l	Vanadiini (V), liukoinen / YBI11 μg/l	pH					
KevG-A108	18.7.2019	0,81	7,7	2,5	0,025	0,025		0,01	4,3	0,023	2,65	35,7		97	19,8	0,24	2,7		2	17,9	159	0,025		11	101	3460	4,35	4,9	4,4	122	14	46		25	0,07	5,97					
KevG-A108	6.8.2019	0,81		2,5	0,025							37,7	2	100	20,7	0,17	3			19	165			11,1	113	3360	4,71				14	47		25		5,95					
KevG-A108	22.8.2019	0,75		2,5	0,025							34,9	2	91	14,3	0,11	4,5			17,7	114			10,5	104	3180	4,33				14	45		25		5,8					
KevG-A108	4.9.2019	0,7		2,5	0,025							32,7	2,4	93	11,4	0,087	3,9			16,6	94,2			9,92	98	2940	4,18				13	44		25		5,86					
KevG-A108	14.10.2019	1,66	2,5	7,8	0,025	0,025		0,01	8,5	0,005	3,7	42		77	0,44	0,025	0,081		0,01	13	210	0,025	2,5	11	3,8	21000	4	64	0,7	73	12	44	2,5	25	0,025	7					
KevG-A108	21.9.2020																																								
KevG-A108	17.5.2021	2	2,5	7,7	0,025	0,025		0,01	6,7	0,005	4,3	53	5,2	110	0,46	0,025	0,025	5,6	0,01	17	250	0,025	2,5	13	4	20000	3,5	34	7,6	94	8,8	54	2,5	25	2,5	6,61					
KevG-A108	20.7.2021	1,1	15	11	0,025	0,025	68	1100	0,01	8,2	0,035	3,3	60	0,5	170	30	0,14	0,25	3,2	0,01	28	350	0,025	2,5	13	140	7300	4,9	0,075	9,4	180	15	70	2,5	93	2,5	5,89				
KevG-A108	21.9.2021	1	7,9	9,1	0,025	0,025	63	1200	0,01	3,8	0,043	3,5	58	1	160	26	0,025	1,3	3,7	0,01	28	250	0,025	2,5	14	150	6800	7,1	6,8	7,3	170	21	69	2,5	53	2,5	6,04				
KevG-A108	16.12.2021	1,1	11	2,5	0,025	0,025	65	1300	0,01	4,6	0,088	3,6	64	0,5	180	33	0,11	0,83	3,2	0,01	32	400	0,025	2,5	16	170	7200	11	0,27	13	230	33	77	2,5	56	2,5	5,95				
KevG-A109	18.7.2019	0,81	101	12	0,025	0,13		0,01	7,4	0,005	2,61	18,3		22	1,3	2,3	2,2		0,48	7,83	114	0,025		7,36	23,8	7410	5,64	7,1	4	32,5	17	22		25	0,78	6,88					
KevG-A109	6.8.2019																																								
KevG-A109	22.8.2019																																								
KevG-A109	4.9.2019																																								
KevG-A109	14.10.2019																																								
KevG-A109	21.9.2020	1,35	2,5	6,6	0,025	0,025		0,01	8,6	0,005	3,1	29		42	0,15	0,025	0,073		0,01	9,9	220	0,025	2,5	8,9	1,1	16000	4,4	110	0,4	45	12	30	2,5	83	0,025	6,86					
KevG-A109	17.5.2021	1,6	2,5	9,5	0,025	0,051	49	470	0,01	11	0,005	3,4	35	20	63	0,62	0,025	0,025	4,5	0,01	13	180	0,025	5,5	9,8	6,5	8400	4,7	37	2	61	14	38	2,5	25	2,5	6,9				
KevG-A109	20.7.2021	1,4	2,5	10	0,025	0,025	84	450	0,01	3,8	0,005	3,3	33	95	62	0,64	0,025	0,2	3,9	0,01	11	500	0,11	7,9	8,9	3,5	12000	3,1	86	2,1	55	9,4	37	2,5	150	2,5	6,8				
Seisovaa vettä ei pumpputa jäässä	21.9.2021																																								
	16.12.2021																																								
KevG-A110	18.7.2019	0,59	6,5	2,5	0,025	0,11		0,01	17	0,01	1,27	8,88		2,8	5,1	0,081	1,2		0,53	4,69	134	0,067		4,65	14,7	386	5,33	1	0,82	25	17	11		25	0,69	6,68					
KevG-A110	6.8.2019																																								
KevG-A110	22.8.2019																																								
KevG-A110	4.9.2019																																								
KevG-A110	14.10.2019																																								
KevG-A110	21.9.2020																																								
KevG-A110	17.5.2021	0,93	2,5	2,5	0,025	0,025		0,01	19	0,005	1,5	12	9,4	8,7	0,44	0,025	0,055	2	0,01	6,8	16	0,092	7	5,4	16	740	6,2	3,4	2,4	30	18	15	2,5	25	2,5	6,98					
KevG-A110	20.7.2021	0,8	2,5	2,5	0,025	0,063	49	53	0,01	19	0,005	1,3	11	34	6,5	0,5	0,025	0,089	1,6	0,01	5,8	58	0,23	7	4,7	22	2800	5,3	14	1,5	25	16	14	2,5	25	2,5	6,98				
KevG-A110	21.9.2021	0,1	2,5	2,5	0,025	0,056	12	150	0,01	14	0,011	2	19	0,5	21	2	0,025	1,4	2,6	0,01	10	63	0,025	2,5	6,5	19	77	0,23	0,75	44	28	22	2,5	25	2,5	6,64					
KevG-A110	16.12.2021	1	2,5	2,5	0,025	0,025	64	260	0,01	13	0,014	2,2	25	0,5	36	3,6	0,051	0,28	2,7	0,01	14	130	0,025	2,5	7,5	30	180	13	0,075	0,93	72	38	30	2,5	25	2,5	6,54				
KevG-A111	18.7.2019	0,56	14	2,5	0,025	0,025		0,01	10	0,005	1,28	7,89		2,3	5,1	0,39	1,3		0,43	5,34	96,1	0,052		4,37	10,7	126	5,36	0,4	1,4	20,9	16	11		25	0,63	6,89					
KevG-A111	6.8.2019																																								
KevG-A111	22.8.2019																																								
KevG-A111	4.9.2019																																								
KevG-A111	14.10.2019																																								
KevG-A111	21.9.2020	0,57	2,5	2,5	0,025	0,078		0,01	17	0,005	1,27	7,8		2,3	6,4	0,025	0,9		0,086	4,97	140	0,073		4,48	13	335	5,19	0,8	20,9	22,9	17	11		25	0,42	6,94					
KevG-A111	17.5.2021	0,84	2,5	8,3	0,025	0,13		0,01	31	0,005	1,2	8,6	45	3,9	3,1	0,025	0,18		1,7	0,01	5,4	110	0,095	2,5	4,7	16	1800	5,6	11	1	24	16	12	2,5	25	2,5	6,94				
KevG-A111	20.7.2021	0,78	2,5	5,7	0,025	0,17	48	37	0,01	29	0,005	1,2	9,3	2,7	4,2	4,9	0,025	0,18		1,4	0,01	5,5	130	0,13	5,6	32	2700	5,2	3,5	0,71	24	16	13	2,5	25	2,5	6,81				
Seisovaa vettä ei pumpputa jäässä	21.9.2021																																								
	16.12.2021																																								
KevG-A112	18.7.2019	0,58	169	16	0,025	0,12		0,01	9,6	0,033	1,3	55,4		92	5,9	2,3	8,4		0,039	23,9	120	0,14		12	56,7	940	32,5	2,8	7,5	181	100	57		340	1,3	6,14					
KevG-A112	6.8.2019																																								
KevG-A112	22.8.2019																																								
KevG-A112	4.9.2019																																								
KevG-A112	14.10.2019																																								
KevG-A112	21.9.2020																																								
KevG-A112	17.5.2021	0,59	34	29	0,074	0,31		0,01	3,6	0,051	1,5	33	48	42	9,4	0,73	1,5	0,84	0,01	15	95	1,1	410	10	120	1200	26	23	3,4	120											



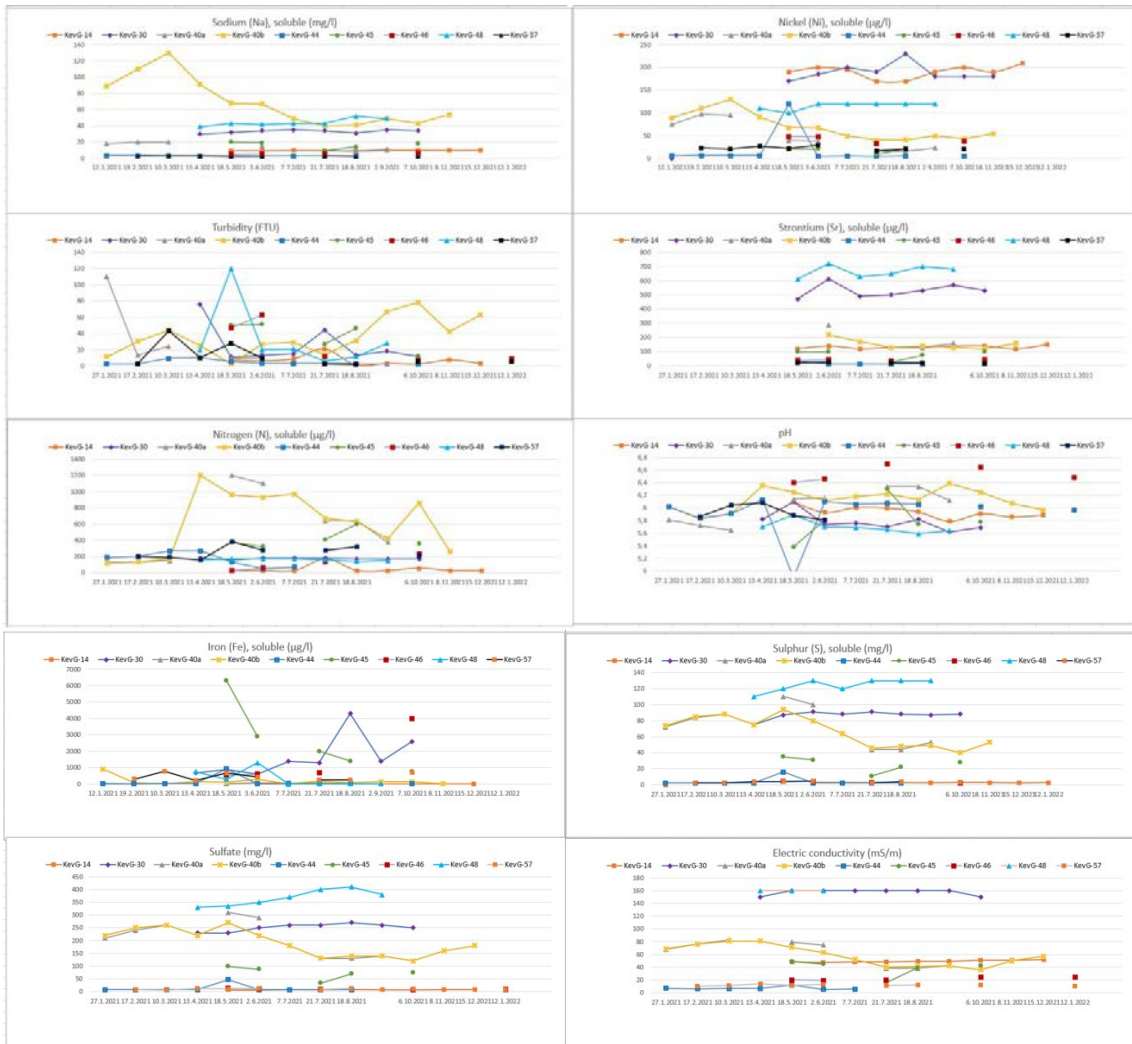


Parametri	Alkaliniteetti (mmol/l)	Alkaliniteetti bikarbonaattina (mg/l)	Alumiini (Al), liuk. (µg/l)	Ammoniumiyppi (NH4-N), liuk. (µg/l)	Antimoni (Sb), liuk. (µg/l)	Arseeni (As), liuk. (µg/l)	Bromi (Br), liuk. (µg/l)	Elohopea (Hg), liuk. (µg/l)	Fluoridi (F), liuk. (mg/l)	Fosfaattifosfori (PO4-P), liuk. (µg/l)	Happi, kyllästysaste (%)	Happi, liuennut (mg/l)	Kadmium (Cd), liuk. (µg/l)	Kalium (K), liuk. (mg/l)	Kalsium (Ca), liuk. (mg/l)	Kiintoaine GF/C (mg/l)	Kloridi (Cl), liuk. (mg/l)	Koboltti (Co), liuk. (µg/l)	Kromi (Cr), liuk. (µg/l)	Kupari (Cu), liuk. (µg/l)	Litium (Li), liuk. (µg/l)	Lyijy (Pb), liuk. (µg/l)	Lämpötila (näytteenottoajan mittaus) (°C)	Magnesium (Mg), liuk. (mg/l)	Mangaani (Mn), liuk. (µg/l)	Molybdeeni (Mo), liuk. (µg/l)	NO2+NO3-N, liuk. (µg/l)	Natrium (Na), liuk. (mg/l)	Nikkeli (Ni), liuk. (µg/l)	Rauta (Fe), liuk. (µg/l)	Rikki (S), liuk. (mg/l)	Sameus (FTU)	Sinkki (Zn), liuk. (µg/l)	Strontium (Sr), liuk. (µg/l)	Sulfaatti (mg/l)	Sähkönjohtavuus (mS/m)	Tiosulfaatti (mg/l)	Typpi (N) (µg/l)	Vanadiini (V), liuk. (µg/l)	Vesipinta puken päästä (m)	pH			
Parameter	Alkalinity (mmol/l)	Alkalinity as bicarbonate (mg/l)	Aluminium (Al), soluble (µg/l)	Ammonium nitrogen (NH4-N), soluble (µg/l)	Antimony (Sb), soluble (µg/l)	Arsenic (As), soluble (µg/l)	Bromine (Br), soluble (µg/l)	Mercury (Hg), soluble (µg/l)	Fluoride, soluble (mg/l)	Phosphate (PO4-P), soluble (µg/l)	Oxygen, saturation (%)	Oxygen, soluble (mg/l)	Cadmium (Cd), soluble (µg/l)	Potassium (K), soluble (mg/l)	Calcium (Ca), soluble (mg/l)	Solids (mg/l)	Chloride (mg/l)	Cobalt (Co), soluble (µg/l)	Chromium (Cr), soluble (µg/l)	Copper (Cu), soluble (µg/l)	Lithium (Li), soluble (µg/l)	Lead (Pb), soluble (µg/l)	Temperature (by sampler) (°C)	Magnesium (Mg), soluble (mg/l)	Manganese (Mn), soluble (µg/l)	Molybdenum (Mo), soluble (µg/l)	NO2+NO3-N, soluble (µg/l)	Sodium (Na), soluble (mg/l)	Nickel (Ni), soluble (µg/l)	Iron (Fe), soluble (µg/l)	Sulphur (S), soluble (mg/l)	Turbidity (FTU)	Zinc (Zn), soluble (µg/l)	Strontium (Sr), soluble (µg/l)	Sulfate (mg/l)	Electric conductivity (mS/m)	Thiosulfate (mg/l)	Nitrogen (N), soluble (µg/l)	Vanadium (V), soluble (µg/l)	Water surface measured from the (m)	pH			
Yksikkö	mmol/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	%	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	°C	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mS/m	mg/l	µg/l	µg/l	m				
KevG-14 12.1.2021				12	0,025	0,025		0,024		4,7	9,2	1,2	0,041	2,6	39	22	110	11	0,076	44	2,9	0,01		21	87	0,26	2,5	9,5	190	34	3	7,5	9,3	120	7,9	48	2,5	25	2,5	0,78	6,1			
KevG-14 19.2.2021				6						1	9,8	1,3		2,5	39		110	12	0,38	43	2,7		21	22	99	2,5	9,4	200	91	2,9	6,1	140	7,8	47	2,5	25	0,83	5,93						
KevG-14 10.3.2021				13	0,08	0,025		0,01		7,3	8,3	1,1	0,043	2,5	40	200	110	12	0,25	41	2,7		21	100	97	2,5	9,7	195	71	2,8	8,7	120	8,3	48	2,5	25	0,88	6,01						
KevG-14 13.4.2021				13						7,3				39			110	8,5	0,054	18	2,4	0,01		20	81	0,095	2,5	9,6	170	84	2,8	2,1	50	130	8,1	48	2,5	170	2,5	1,4	6			
KevG-14 18.5.2021	0,87	53	2,5	12	0,025	0,025		0,024		4,7	9,2	1,2	0,041	2,6	39	22	110	11	0,076	44	2,9	0,01		21	87	0,26	2,5	9,5	190	34	3	7,5	9,3	120	7,9	48	2,5	25	2,5	0,78	6,1			
KevG-14 3.6.2021				6						1	9,8	1,3		2,5	39		110	12	0,38	43	2,7		21	22	99	2,5	9,4	200	91	2,9	6,1	140	7,8	47	2,5	25	0,83	5,93						
KevG-14 7.7.2021				13	0,08	0,025		0,01		7,3	8,3	1,1	0,043	2,5	40	200	110	12	0,25	41	2,7		21	100	97	2,5	9,7	195	71	2,8	8,7	120	8,3	48	2,5	25	0,88	6,01						
KevG-14 21.7.2021	0,98	60	2,5	13	0,08	0,025		0,01		7,3	8,3	1,1	0,043	2,5	39	200	110	8,5	0,054	18	2,4	0,01		20	81	0,095	2,5	9,6	170	84	2,8	2,1	50	130	8,1	48	2,5	170	2,5	1,4	6			
KevG-14 18.8.2021				2,5						3,6	6,3	0,82		2,5	39		110	9	0,22	34	3			20	89		2,7	8,7	170	32	2,7	0,97		130	8,4	49	2,5	25	2,08	5,94				
KevG-14 2.9.2021				9,9						2,5	9,6	1,3		2,7	43		120	11	0,065	40	3,4			22	94		2,5	10	190	26	2,9	3	5,9	140	8,1	49	2,5	25	2,34	5,79				
KevG-14 7.10.2021	0,71			2,5	0,025	0,025		0,01		4,9	9,3	1,2	0,044	2,7	44		120	11	0,055	42	2,9	0,01		22	95	0,025	8,7	10	200	17	2,9	2,2	5,9	140	8	51	2,5	56	0,025	2,2	5,91			
KevG-14 8.11.2021	0,73			2,5	0,025	0,025		0,01		4,1	7,9	1	0,04	2,7	42		120	11	0,078	43	2	0,026		22	74	0,025	2,5	9,8	190	25	2,6	7,2	4,1	120	8,3	51	2,5	25	0,025	2,18	5,86			
KevG-14 15.12.2021	0,74			2,5	0,025	0,025		0,01		3,2	10	1,4	0,05	2,5	42		120	12	0,092	46	2,5	0,01		22	86	0,025	2,5	9,9	210	27	2,9	2,9	4,5	150	8,4	52	2,5	25	0,056	2,21	5,89			
KevG-30 12.1.2021																																												
KevG-30 19.2.2021																																												
KevG-30 8.3.2021																																												
KevG-30 13.4.2021	0,47				0,025				0,05	9,3	7,4	1		5,5	140		320	40	0,48	2,8					96		2,5	30	170	690	75	76			230	150	2,5	180	0,62	5,82				
KevG-30 18.5.2021	0,77	47	31	2,5	0,025	0,12		0,01		6,7	9,6	1,3	0,088	5,7	150	480	330	41	0,14	41		0,033	3,15	82	94	0,12	2,5	32	185	900	87	11	27	470	230	160	2,5	160	2,5	0,73	6,1			
KevG-30 3.6.2021				8,8			2100			1	6,8	9,8		5,9	150		340	44	0,16	0,45	5,1			83	87		2,5	34	200	620	91	13	610	250	160	2,5	180	0,83	5,74					
KevG-30 7.7.2021				7,3			2000			8,7	5,9	0,78		5,9	160		340	40	0,18	0,4	5			83	89		5,3	35	190	1400	88	15	490	260	160	2,5	180	0,8	5,76					
KevG-30 22.7.2021	0,74	45	17	6,5	0,025	0,095	2100	0,01		14			0,37	6,4	150	360	340	49	0,09	2,8	0,25	0,054	3,8	83	75	0,22	2,5	34	230	1300	91	44	40	500	260	160	2,5	180	2,5	0,75	5,7			
KevG-30 18.8.2021				2,5			1800			29	1,6	0,1		6	150		340	39	0,088	0,83	4,5		5,3	78	100		2,5	31	180	4300	88	13	530	270	160	2,5	170	0,98	5,82					
KevG-30 2.9.2021				11			2200			7,6	8,7	1,1		6,3	160		340	42	1,8	4	5,7		4,1	83	92		5,5	35	180	1400	87	18	570	260	160	2,5	170	1,09	5,62					
KevG-30 7.10.2021	0,6			5,2	0,025	0,078	1900	0,01		10	7,2	0,93	0,14	6,3	150		330	42	0,025	1,7	4,9	0,01	4,1	79	120	0,025	2,5	34	180	2600	88	12	13	530	250	150	2,5	170	0,18	1,04	5,69			
KevG-44 27.1.2021	0,3				0,025				0,05	2,1	45	6,2		0,91	4,8		1,8	1,9	0,17	1,3			2,3		3,4		150	3,4	5,7	22	2,5	2,7			7,1	6,8	190	2,43	6,02					
KevG-44 17.2.2021	0,28				0,025				0,05	1	47	6,7		0,87	4,7		2	2,1	0,17	2,2			1,4		3,3		140	3,4	6,4	13	2,5	2,5			7,5	6,3	200	2,61	5,84					
KevG-44 8.3.2021	0,31				0,025				0,05	4	56	7,9		0,86	4,8		2,8	2,1	0,13	1,7			1,7		2,9		200	3,3	6,4	46	2,5	9,4			7,5	6,6	270	2,82	5,91					
KevG-44 13.4.2021	0,26				0,025				0,05	7	69	9,7		0,78	4,6		3,8	2,2	0,13	2,3			1,6		3,1		240	3	6,5	42	2,2	10			7,1	6,7	270	2,64	6,13					
KevG-44 18.5.2021	0,1	12		5	0,025	0,058		0,01		1	7		0,099	1,1	7	12	2,2	40	1,1	9		0,07	1,6		3,1	140	0,025	47	3	120	930	16	5	620	33	47	12	130	1,45	4,9				
KevG-44 3.6.2021	0,34	21,5	53	2,5	0,025	0,025	19	0,01		3,2				0,71	3,6		3	1,5	0,33	1,2	0,25	0,07	1,6		2	2,3	0,025	9,4	2,9	4,4	18	2,3	3,4	620	13	6,9	5,4	51	2,34	6,1				
KevG-44 7.7.2021				2,5			4,7	0,01		5,4	5,2	6,6		0,86	3,8		2,7	1,8	0,36	1,5	0,25		5,4		2	3,4		5,7	2,8	5,3	22	2,4	2,9	14	6,9	5,6	71	2,19	6,06					
KevG-44 21.7.2021	0,35																																											

POHJAVESITARKKAILUPUTKIEN ANALYYSITULOKSET



POHJAVESITARKKAILUPUTKIEN ANALYYSITULOKSET



Boliden Kevitsa**Jesse Riikonen****Jukka Eironen****Antti Niemelä****Janne Laukkanen****Anna Vilén****SANITEETTIPUHDISTAMON RAPORTTI VUODELTA 2021****Raportin laatija**

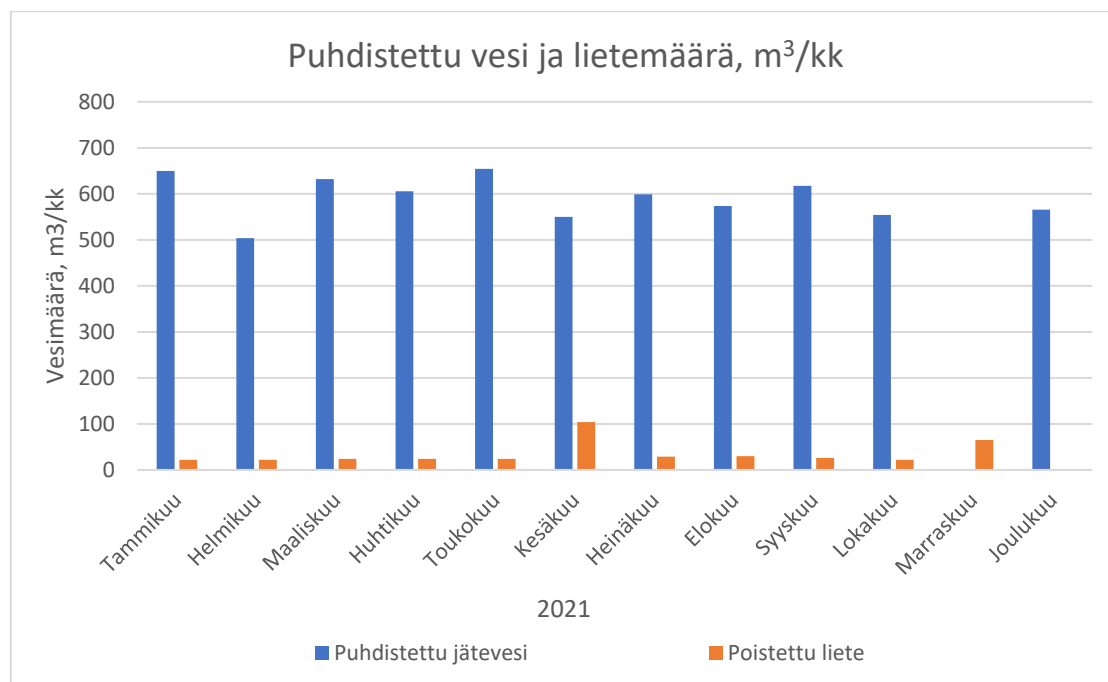
Anna Björkqvist

Johdanto

Boliden Kevitsan kaivoksen saniteettijätevedet käsitellään kemiallis-biologisella panospuhdistamolla (Raita Environment PA50 MULTI). Helmikuusta 2017 alkaen puhdistamon toiminnan parantamisesta on vastannut Teollisuuden Vesi Oy. Tässä raportissa käydään läpi saniteettipuhdistamon tuloksia, käsiteltyjä vesimääriä sekä puhdistamolla tehtyjä toimenpiteitä vuonna 2021.

Puhdistettu vesimäärä ja poistettu lietemäärä vuonna 2021

Puhdistettu vesimäärä ja poistettu lietemäärä on esitetty Kuvassa 1 ja Taulukossa 1. Marraskuulta ei ole saatavilla puhdistetun jäteveden määrää, koska puhdistettu vesi jouduttiin puhdistamolla ilmenneiden ongelmien vuoksi ohjaamaan lähtevän veden kaivoon väliaikaisesti sellaisen linjan kautta, jossa ei ollut virtausmittaria. Marraskuun lukemana on näin ollen käytetty vuoden 2021 jätevesimäärien perusteella laskettua kuukausittaista keskiarvoa. Jätevesiä käsiteltiin vuonna 2021 noin 7 100 m³ ja lietteitä poistettiin imuautolla yhteensä 392 m³. Käsiteltävän veden määrä lisääntyi hieman vuoteen 2020 verrattuna, jolloin jätevesiä puhdistettiin noin 6 730 m³ ja lietteitä poistettiin 364 m³.



Kuva 1. Puhdistettu jätevesimäärä ja poistettu lietemäärä vuonna 2021.

Taulukko 1. Jätevesien määrä saniteettipuhdistamon logiikalta sekä Hettulan poistaman lietteen määrä.

	Puhdistettu jätevesi	Poistettu liete
	m ³ /kk	m ³ /kk
Tammikuu	650	22
Helmikuu	504	22
Maaliskuu	632	24
Huhtikuu	606	24
Toukokuu	654	24
Kesäkuu	550	104
Heinäkuu	599	29
Elokuu	574	30
Syyskuu	617	26
Lokakuu	554	22
Marraskuu	591*	65
Joulukuu	565	0
Yhteensä 2021	7096	392
Yhteensä 2020	6729	364

*Käytetty vuosikeskiarvoa

Puhdistamon näytteenotto ja tulokset vuonna 2021

Kevitsan ympäristöluvan/lupapäätöksen nro 79/2014/1 mukaan talousjätevedet on käsiteltävä siten, että puhdistamolla saavutettava puhdistusteho tulokuormituksesta on vuosikeskiarvona BOD:lle 90 % ja kokonaisfosforille 85 %. Lisäksi on noudatettava yhdyskuntajätevesistä annetun valtioneuvoston asetuksen nro 888/2006 vaatimuksia kemiallisen hapenkulutuksen osalta (< 125 mg O₂ tai 75 % erotus) sekä kiintoaineen osalta (< 35 mg/l tai 90 % erotusaste). Mikäli puhdistamolle tulevan jäteveden biologinen hapenkulutus tai kiintoainepitoisuus ylittää tason 750 mg/l tai fosforipitoisuus tason 20 mg/l, ei kyseistä näytettä tule ELY-keskuksen linjauksen mukaan käyttää reduktiolaskennassa.

ELY-keskus myönsi kesällä 2020 luvan harvennettuun näytteenottotiheyteen, eli neljään kertaan vuodessa. Velvoitetarkkailun näytteet otettiin vuonna 2021 uutta tarkkailutiheyttä noudattaen 24.3., 26.5., 15.9. ja 15.12. Saniteettivesien laatua tarkkailtiin myös omaehtoisesti, mutta omaehtoisia näytteitä ei sisällytetty vuosireduktion laskentaan. Näytteet otettiin vakiintuneiden käytäntöjen mukaisesti, eli esikäsitteilytankista (tuleva vesi) ja rumpusuodattimen puhdasvesikourusta (lähtevä vesi). Näytteitä kerättiin 24 tunnin kokoomanäytteinä automaattisella näytteenottimella.

Velvoitetarkkailun tulokset on esitetty Taulukoissa 2, 3 ja 4 sekä lähtevän veden kuormituslaskenta Taulukossa 5. Omaehtoisen tarkkailun tulokset on esitetty Taulukossa 6. Puhdistamon tulokset olivat vuonna 2021 erinomaisia lukuun ottamatta tavallisesta poikkeavaa tulevan veden fosforitulosta (110 µg/l, 15.12.). Poikkeavasta tuloksesta huolimatta puhdistamolla saavutettiin vuonna 2021 ympäristöluvassa vaaditut luparajat sekä reduktion vuosikeskiarvon että lähtevän veden pitoisuuksien vuosikeskiarvon osalta. Kaikkien parametrien reduktioiden keskiarvot paranivat vuoteen 2020 verrattuna kokonaisfosforia lukuun ottamatta. Lähtevän veden pitoisuuksien keskiarvot paranivat kiintoaineen, COD:n ja BOD:n osalta. Kokonaistyyppi ja -fosfori pysyivät melko samalla tasolla viime vuoteen verrattuna.

15.12. tulevasta vedestä mitattu fosforin poikkeuksellisen matala tulos saattoi johtua siitä, että kaivoskonekorjaamolta saniteettipuhdistamolle tulevan viemäriinjan huuhtelu vaikutti veden laatuun. Viemäriinjaa huuhdeltiin vahingossa juuri näytteenottopäivänä, eikä puhdistamon hoitaja ollut tästä tietoinen. Yleensä kyseisen viemäriinjan huuhtelu on vaikuttanut tulevaan veteen siten, että parametrien arvot ovat hieman nousseet, koska

huuhtelu erottaa sakkaa putkesta. Kerätyt näytteet oli silti pakko lähettää laboratorioon, koska laboratorio ei ottanut vastaan näytteitä enää seuraavalla viikolla joulukiireiden takia. Kaikki muut parametrit olivat tulevassa vedessä kuitenkin täysin normaalilla tasolla ja esimerkiksi sähkönjohtavuus oli samaa luokkaa kuin aiemmissakin mittauksissa, joten on mahdollista, että alhainen fosforitulos johtui myös mittausvirheestä. Kaivoskonekorjaamo on joka tapauksessa muistutettu, että putkien huuhtelemisesta pitää tiedottaa puhdistamon hoitajaa, ettei huuhteluita enää tehtäisi vahingossa samaan aikaan näytteenoton kanssa.

Taulukosta 4 voidaan nähdä, että tulevan veden kaikkien parametrien pitoisuuksien hajonta pieneni viime vuodesta, fosforin ja kiintoaineen hajonta pieneni hieman ja COD:n ja BOD:n hajonta huomattavasti. Tämä johtunee erityisesti siitä, että esikäsitteilytankkia tyhjennettiin ja puhdistettiin vuonna 2021 useammin, jotta tuleva vesi ei pääsisi konsentroitumaan liikaa ja jotta tulevan veden näytteistä saataisiin edustavampia. Taulukosta 5 nähdään, että lähtevän veden kuormitus laski kiintoaineen, COD:n ja BOD:n osalta hieman viime vuodesta (lisääntyneestä tulovirtaamasta huolimatta), kun taas kokonaisfosforin ja -typen kuormitus nousi jonkin verran.

Taulukko 2. Velvoitetarkkailu: mittaustulokset vuonna 2021.

Fosfori	Poisto-% (vaatimus 85 %)	Sisään, 7A	Ulos, 7B
24.3.	98,7	6,5	0,082
26.5.	99,2	7,5	0,062
15.9.	99,1	7,1	0,066
15.12.	56,4	0,11	0,048
Kiintoaine	Poisto-% (vaatimus 90 %)	Sisään, 7A	Ulos, 7B (vaatimus 35 mg/l)
24.3.	90,0	130,0	13,0
26.5.	90,7	140,0	13,0
15.9.	94,1	170,0	10,0
15.12.	95,2	210,0	10,0
COD	Poisto-% (vaatimus 75 %)	Sisään, 7A	Ulos, 7B (vaatimus 125 mg O ₂ /l)
24.3.	92,9	350,0	25,0
26.5.	95,6	450,0	20,0
15.9.	94,9	670,0	34,0
15.12.	96,9*	490,0	< 30,0
BOD	Poisto-% (vaatimus 90 %)	Sisään, 7A	Ulos, 7B
24.3.	99,1*	170	< 3
26.5.	99,4*	240	< 3
15.9.	99,5	310	1,7
15.12.	99,5	180	0,9
pH		Sisään, 7A	Ulos, 7B (tavoite pH > 6)
24.3.		7,64	7,1
26.5.		7,85	6,95
15.9.		7,27	6,43
15.12.		7,54	6,84

* Lähtevän veden pitoisuus alle määrittäysrajan, joten laskennassa on käytetty arvoa 0,5 * määrittäysraja.

Taulukko 3. Velvoitetarkkailu: kokonaisfosforin, kiintoaineen, COD:n sekä BOD:n reduktioiden ja lähtevän veden pitoisuuksien keskiarvot.

Parametri	Reduktio 2021, %	Reduktio 2020, %
Kokonaisfosfori	88,3	99,1
Kiintoaine	92,5	90,8
COD	95,1*	91,9*
BOD	99,4*	97,7*
Parametri	Lähtevä vesi, 2021, mg/l	Lähtevä vesi, 2020, mg/l
Kokonaisfosfori	0,06	0,05
Kokonaistyyppi	78,5	77,4
Kiintoaine	11,5	16,0
COD	23,5*	35,1*
BOD	1,40*	4,0*

* Lähtevästä vedestä mitattu alle määrittäysrajan olleita pitoisuuksia, joten laskennassa on käytetty arvoa 0,5 * määrittäysraja.

Taulukko 4. Velvoitetarkkailu: tulevan veden pitoisuuksien vaihteluvälit.

	Fosfori (mg/l)		Typpi (mg/l)		Kiintoaine (mg/l)		COD (mg/l)		BOD (mg/l)	
	Tuleva, min	Tuleva, max	Tuleva, min	Tuleva, max	Tuleva, min	Tuleva, max	Tuleva, min	Tuleva, max	Tuleva, min	Tuleva, max
2021	0,11	7,5	94	180	130	210	350	670	170	310
2020	2,4	10,0	30	130	56	730	170	1800	76	510

Taulukko 5a. Velvoitetarkkailu: lähtevän veden kuormitukset tammikuun ja kesäkuun välillä (jakso I) sekä heinäkuun ja joulukuun välillä (jakso II).

		Puhdistettu jätevesi m ³ /kk	Kokonaisfosfori		Kokonaistyyppi	
			Lähtevä vesi (mg/l)	Kuormitus kg	Lähtevä vesi (mg/l)	Kuormitus kg
2021	I	3595	0,072	0,26	90,5	325
	II	3500	0,057	0,20	66,5	233
	Yht.	<u>7096</u>		<u>0,46</u>		<u>558</u>
2020		6729		0,39		491

Taulukko 5b. Velvoitetarkkailu: lähtevän veden kuormitukset tammikuun ja kesäkuun välillä (jakso I) sekä heinäkuun ja joulukuun välillä (jakso II).

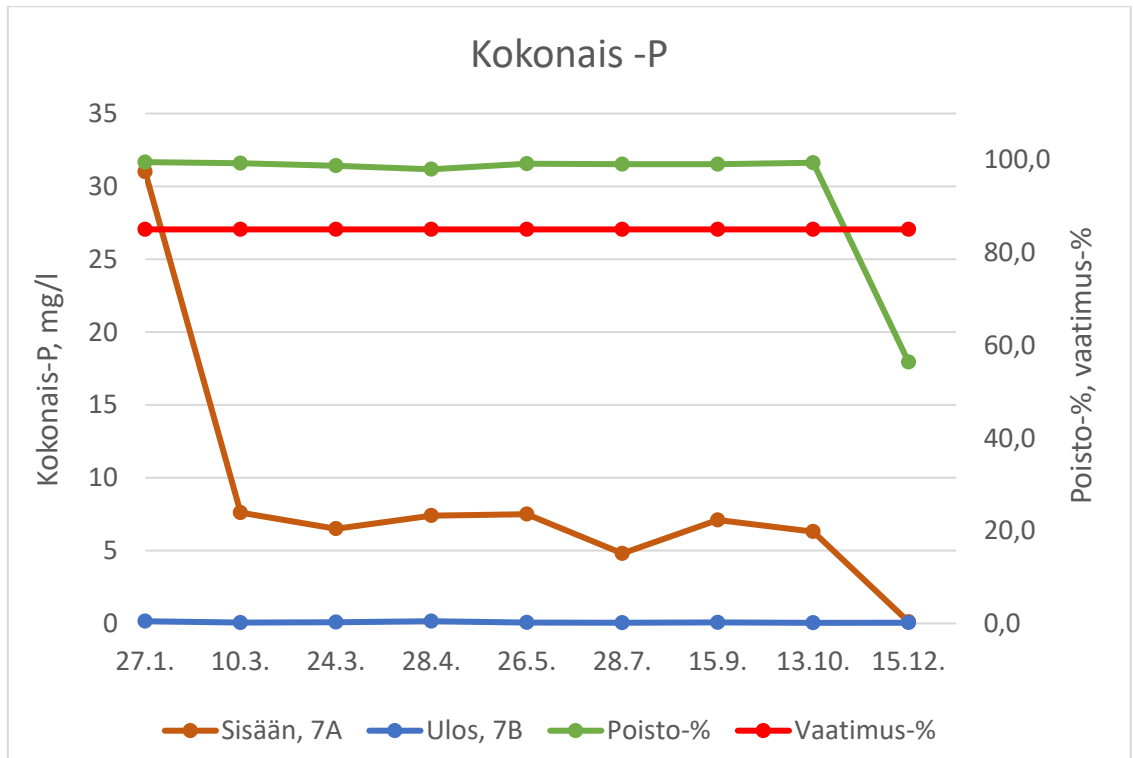
		Puhdistettu jätevesi m ³ /kk	Kiintoaine		COD		BOD	
			Lähtevä vesi (mg/l)	Kuormitus kg	Lähtevä vesi (mg/l)	Kuormitus kg	Lähtevä vesi (mg/l)	Kuormitus kg
2021	I	3595	13	47	22,5	81	1,5*	5,4
	II	3500	10	35	24,5*	86	1,3	4,6
	Yht.	<u>7096</u>		<u>82</u>		<u>167</u>		<u>10</u>
2020		6729		113		251*		21*

* Lähtevästä vedestä mitattu alle määritysrajan olleita pitoisuuksia, joten laskennassa on käytetty arvoa 0,5 * määritysraja.

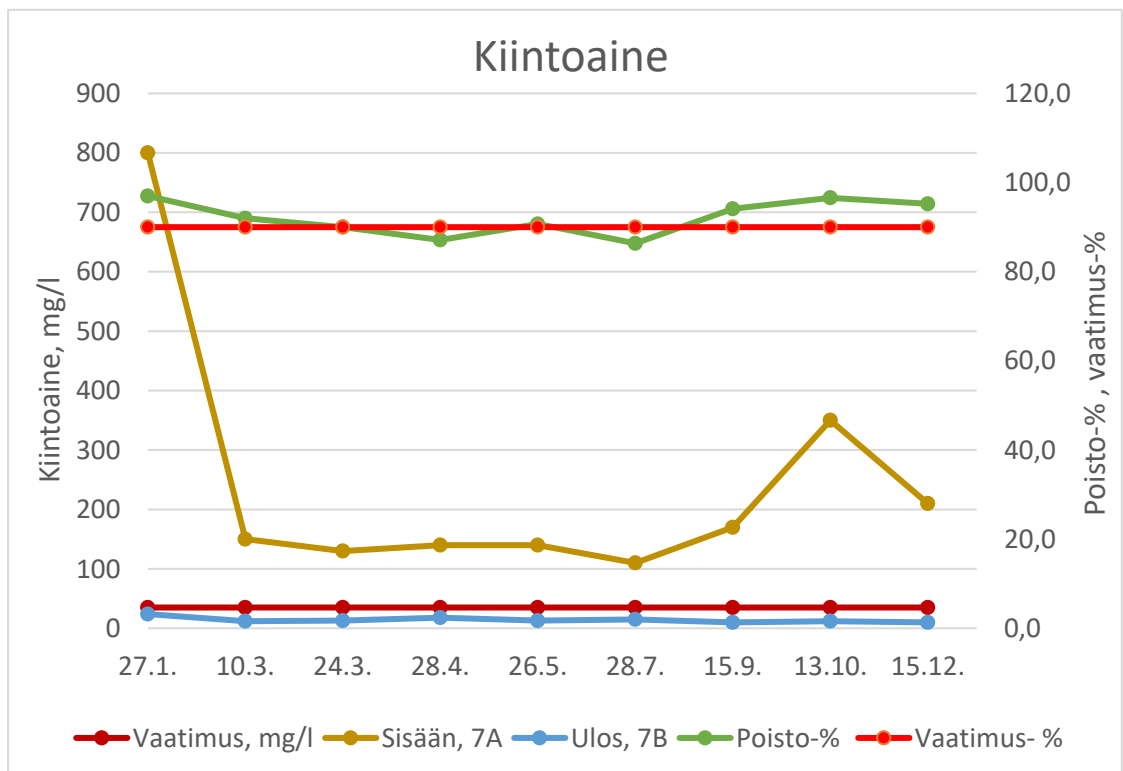
Taulukko 6. Omaehtoinen tarkkailu: tulokset vuonna 2021.

Fosfori	Poisto-% (vaatimus 85 %)	Sisään, 7A	Ulos, 7B
27.1.	99,5	31	0,150
10.3.	99,3	7,6	0,056
28.4.	98,0	7,4	0,15
28.7.	99,1	4,8	0,045
13.10.	99,4	6,3	0,039
Kiintoaine	Poisto-% (vaatimus 90 %)	Sisään, 7A	Ulos, 7B (vaatimus 35 mg/l)
27.1.	97,0	800	24
10.3.	92,0	150	12
28.4.	87,1	140	18
30.7.	86,4	110	15
13.10.	96,6	350	12
COD	Poisto-% (vaatimus 75 %)	Sisään, 7A	Ulos, 7B (vaatimus 125 mg O₂/l)
27.1.	99,6*	3400	< 30
10.3.	93,9	460	28
28.4.	93,6	440	28
30.7.	93,3	400	27
13.10.	96,1	760	30
BOD	Poisto-% (vaatimus 90 %)	Sisään, 7A	Ulos, 7B
27.1.	99,9*	1100	< 3
10.3.	99,4*	260	< 3
28.4.	99,4*	230	< 3
30.7.	99,3*	220	< 3
13.10.	99,5	260	1,2
pH		Sisään, 7A	Ulos, 7B (tavoite pH > 6)
27.1.		6,76	7,1
10.3.		7,38	6,99
28.4.		7,72	7,16
30.7.		7,45	3,49
13.10.		7,45	6,38

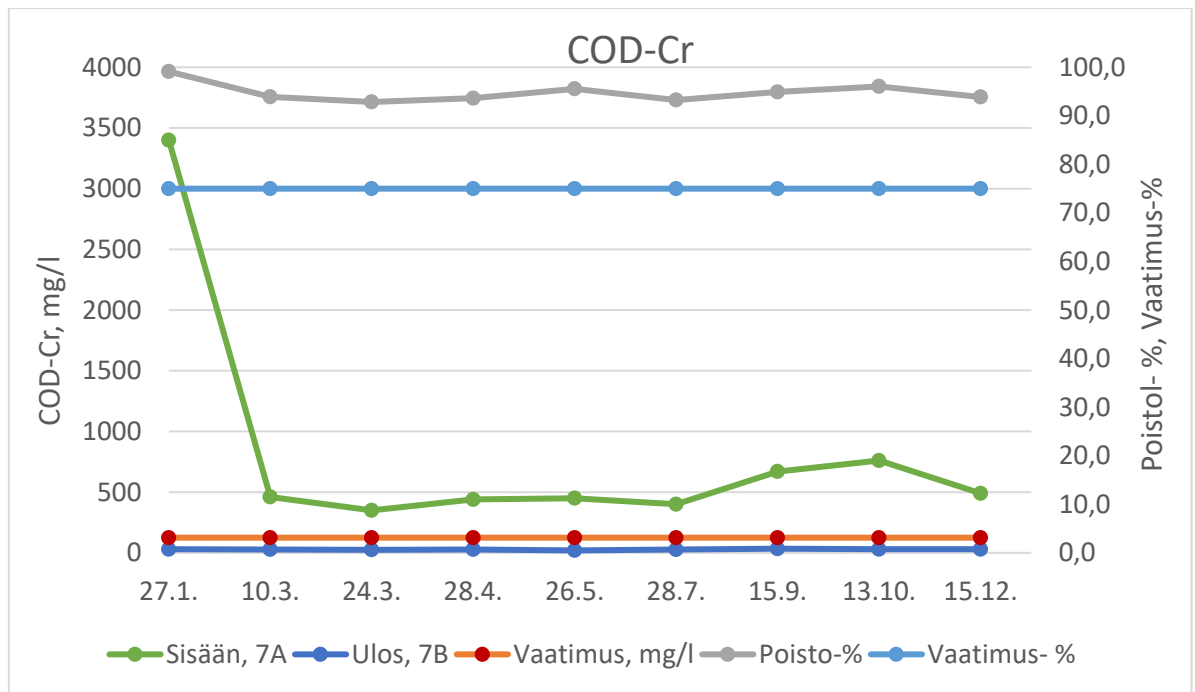
* Lähtevän veden pitoisuus alle määrittäysrajan, joten laskennassa on käytetty arvoa 0,5 * määrittäysraja.



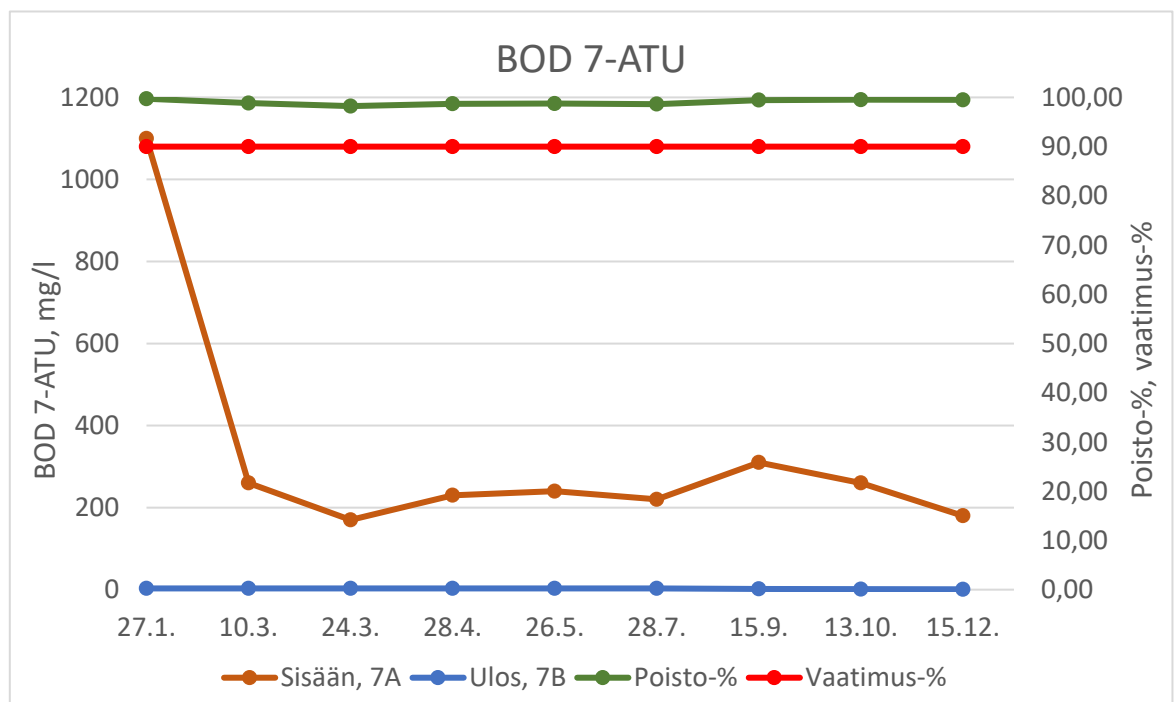
Kuva 2. Tulevan ja lähtevän veden Kok-P, laskettu puhdistustulos ja vaatimustaso (omaehtoinen tarkkailu ja velvoitetarkkailu).



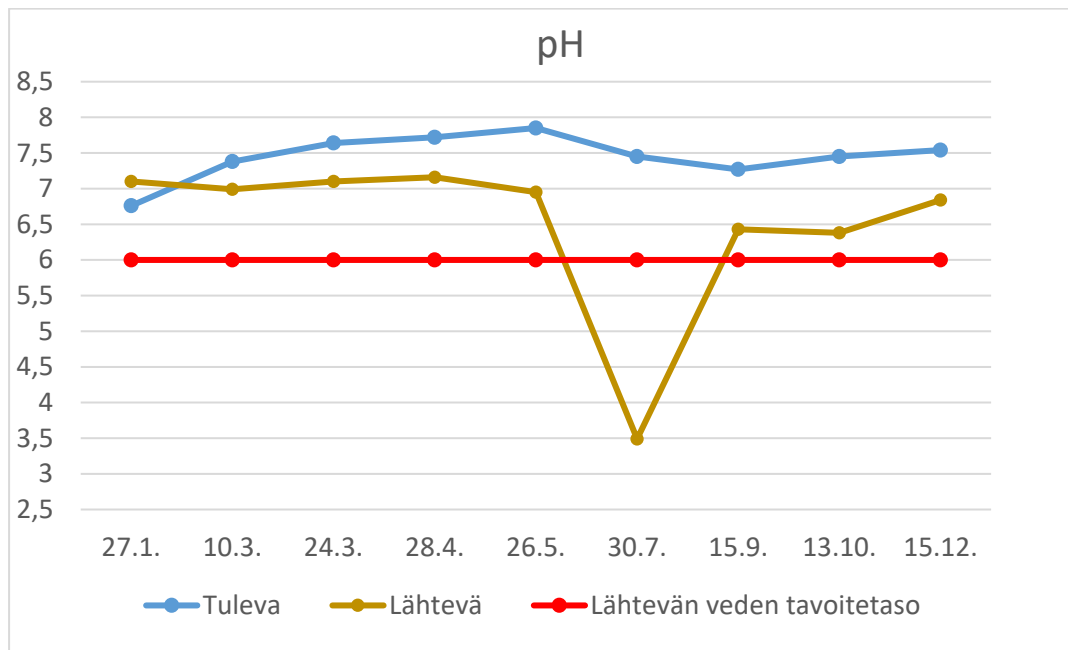
Kuva 3. Tuleva ja lähtevä kiintoaine, laskettu puhdistustulos ja vaatimustaso (omaehtoinen tarkkailu ja velvoitetarkkailu).



Kuva 4. Tuleva ja lähtevä COD, laskettu puhdistustulos ja vaatimustaso (omaehtoinen tarkkailu ja velvoitetarkkailu).



Kuva 5. Tulevan ja lähtevän veden BOD_{7-ATU}, laskettu puhdistustulos ja vaatimustaso (omaehtoinen tarkkailu ja velvoitetarkkailu).



Kuva 5. Tulevan ja lähtevän veden pH (omaehtoinen tarkkailu ja velvoitetarkkailu).

Tapahtumat ja tehdyt toimenpiteet puhdistamolla vuonna 2021

Saniteettipuhdistamolla ei tehty erityisiä kehittämistoimenpiteitä vuonna 2021, vaan keskityttiin normaalin toiminnan ylläpitämiseen ja seuraamiseen. Päivittäinen prosessin seuranta ja toimilaitteiden huolto oli puhdistamon hoitajan vastuulla, Teollisuuden Veden ollessa taustatukena erikoistilanteissa sekä apuna prosessin viikoittaisessa etäseurannassa. Teollisuuden Vesi toimi myös tuuraajana puhdistamon tarkemmassa (etä)seurannassa puhdistamon hoitajan lomien aikana. Lisäksi Teollisuuden Vesi suoritti saniteettipuhdistamolla 1–2 päivän mittaisia kuukausihuoltoja. Huoltojen aikana saniteettipuhdistamolla tehtiin seuraavat toimenpiteet:

- Kuukausihuoltojen yhteydessä
 - o Puhdistettiin lähtevän veden näytteenottolinjan letku.
 - o Puhdistettiin kiintoaine-, happi- ja pH-anturit.
 - o Tarkistettiin lietepumppujen toiminta.
 - o Pestiin rumpusuodatin joko kemikaaleilla tai painepesurilla.
- Lisäksi Teollisuuden Vesi vaihtoi rumpusuodattimeen suodatinpaneelit 30.9.2021

Puhdistamon hoitaja huolehti säännöllisesti seuraavista rutiinitoimenpiteistä laitoksella:

- Laskeutuskokeiden tekeminen ja lietepitoisuuden säätäminen laskeutuskokeen tuloksen mukaan.
- Kemikaalinkulutuksen seuranta ja kemikaalisäiliöiden täyttäminen.
- Toimilaitteiden huoltaminen ja niihin liittyvien ongelmatilanteiden korjaaminen yhdessä kunnossapidon kanssa.
- Prosessin toiminnan yleinen tarkkailu.
- Näytteiden kerääminen ja lähettäminen.
- Lietesäiliön säännöllinen tyhjennys imuautolla sekä esikäsitteilytankin säännöllinen tyhjennys ja peseminen.
- Lähtevän veden pH:n säännöllinen tarkkailu käsimittarilla.